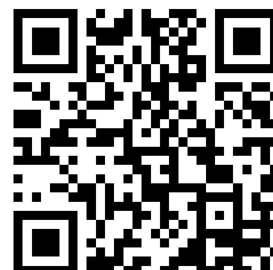
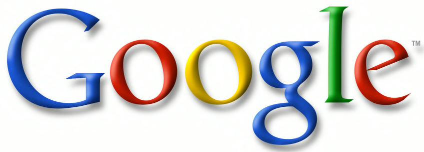





Stanford University Libraries
3 6105 027 615 314



REVUE GÉNÉRALE
DE
L'ÉLECTRICITÉ

ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ
ET DU COMITÉ ELECTROTECHNIQUE FRANÇAIS

DIRECTEUR

J. BLONDIN, agrégé de l'Université

TOME XXII

2 Juillet 1927 — 31 Décembre 1927



PARIS
AUX BUREAUX DE LA REVUE
12, Place de Laborde (8e Arrt)

1927

CONSEIL D'ADMINISTRATION

PRÉSIDENT HONORAIRE

CORDIER Gabriel. — Président d'honneur de l'Union des Syndicats de l'Electricité. Président d'honneur de l'Union des Industries métallurgiques et minières.

PRÉSIDENT

LEGOUEZ Raynald. — Président de l'Union des Syndicats de l'Electricité. — Ancien Président du Syndicat professionnel des Industries électriques. — Ancien Vice-Président de la Chambre de Commerce de Paris.

VICE-PRÉSIDENTS

MEYER Ferdinand. — Président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Président du Conseil d'Administration de la Compagnie continentale Edison.

MEYER Marcel. — Ancien Président du Syndicat professionnel des Industries électriques. — Directeur de la Compagnie générale des Travaux d'Eclairage et de Force (Anciens Etablissements Clémançon).

ADMINISTRATEURS

BIZET Paul. — Président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Administrateur de la Compagnie générale d'Electricité.

BRYLINSKI Emile. — Président d'honneur et Délégué général du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Président du Comité électrotechnique français.

CAHEN Henri. — Président du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Vice-Président délégué du Sud-Electrique.

DUVAL Charles. — Directeur des Services électriques de la Société générale d'Entreprises.

ESCHWÈGE Paul. — Président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Administrateur délégué de la Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité à Paris.

FONTAINE Eugène. — Trésorier du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique.

GIRARDEAU Emile — Administrateur délégué de la Compagnie générale de Télégraphie sans fil.

HECKER Robert. — Administrateur délégué de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.

MAZEN Natalis. — Sous-Directeur honoraire des Chemins de fer de l'Etat. — Professeur à l'Ecole supérieure d'Electricité.

MICHEL Charles. — Directeur de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'usines à gaz.

PARÉ Marcel. — Ingénieur de la Société saint-quentinoise d'Eclairage, de Chauffage et de Force motrice. — Administrateur de la Compagnie continentale pour la Fabrication des Compteurs.

PETIT Joseph. — Président de l'Omnium lyonnais de Chemins de fer et Tramways. — Vice-président de la Compagnie du Chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud de Paris.

SAUREL Maurice. — Docteur en droit. — Administrateur délégué de la Compagnie des Lampes.

TICIER Armand. — Administrateur délégué des Etablissements Devilaine et Rougé.

ULRICH Marcel. — Administrateur délégué de la Société d'Electricité de Paris.

SECRÉTAIRE DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

CORDIER Ernest. — Ingénieur des Arts et Manufactures.

COMMISSAIRES AUX COMPTES

BONHOMME Paul. — Membre de l'Association des Comptables de la Seine.

ROSENFELD L. — Secrétaire du Conseil de la Compagnie de l'Air comprimé. — Membre de la Compagnie des Experts-comptables de Paris.

DIRECTEUR

BLONDIN J. — Agrégé de l'Université.

COMITÉ DE RÉDACTION

Charpenay, Banquier, Membre de la Chambre de Commerce de Grenoble, Administrateur délégué de la Société des Forces motrices du Haut-Grésivaudan.

Caudrelier, F., Ingénieur des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef des Services électriques de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité.

Cordier, F., Colonel d'Artillerie

Cordier, Fernand, Ingénieur en chef aux Etablissements Schneider et Cie.

Drouin, F., Directeur des Services techniques de la Compagnie générale d'Electricité.

Eydoux, D., Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées, Directeur des Etudes à l'Ecole polytechnique.

Eyrolles, L., Ingénieur, Directeur de l'Ecole spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie.

Flusin, Professeur d'Electrochimie et d'Electrométallurgie à la Faculté des Sciences de Grenoble.

Girod, Paul, Administrateur délégué des Etablissements Paul Girod, à Ugine.

Gratzmuller, L., Ingénieur-conseil.

Guyon, Directeur de la Compagnie des Tramways de Lyon.

Hugoniot, Ingénieur-conseil.

Imbs, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Directeur général de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité.

Jumau, Directeur technique à l'Accumulateur Tudor.

Juppont, Ingénieur-conseil.

Labour, P., Ancien Président du Syndicat professionnel des Ingénieurs électriciens français.

Labrouste, P., Ingénieur-conseil.

Laurain, H., Président de la Société d'Electricité de Reims et de la Société des Tramways électriques de Reims, Directeur des Services techniques de la Société du Gaz de Paris, Membre du Conseil de l'Ecole centrale des Arts et Manufactures.

Lauriol, P., Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées; Ancien ingénieur en chef des Services généraux d'Eclairage de la Ville de Paris.

Legouez, R., Président de l'Union des Syndicats de l'Electricité; Ancien Président du Syndicat professionnel des Industries électriques; ancien Vice-Président de la Chambre de Commerce de Paris.

Lelong, Ingénieur en chef du Génie maritime, Ministère de la Marine.

Lépine, Charles, Ingénieur des Arts et Manufactures, Administrateur-délégué de la Société hydroélectrique de Fure et Morge et de Vizille.

Lévy-Salvador, Paul, Chef honoraire du Service technique de l'hydraulique agricole au Ministère de l'Agriculture.

Loppé, F., Ingénieur des Arts et Manufactures.

Lorin, Maître de conférences à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures.

Mamy, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

de Marchena, Professeur à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures.

Mariage, André, Ingénieur des Arts et Manufactures, Directeur général de la Compagnie des Transports en commun de la Région parisienne.

Maugas, Gabriel, Ingénieur général du Génie maritime.

Mazen, N., Sous-directeur honoraire des Chemins de fer de l'Etat, Professeur à l'Ecole supérieure d'Electricité.

Parodi, H., Ingénieur-conseil.

Picou, R., Ingénieur-conseil, ancien Président du Comité électrotechnique français.

Resal, Eugène, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Administrateur-directeur des Tramways de Bordeaux.

Rey, J., Administrateur-directeur de la maison Sautter-Harlé.

Roth, E., Ingénieur électricien.

Roux, G., Directeur du Bureau de Contrôle des Installations électriques.

de Valbreuze, Ingénieur électricien, Administrateur délégué des anciens Etablissements Deberghe et Lafaye.

Vautier, T., Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

Walkenaer, C., Inspecteur général des Mines.

Weiss, Georges, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Doyen de la Faculté de Médecine de Strasbourg.

SECTION DE LÉGISLATION

Bougault, P., Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Carpentier, E., Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

Fernand-Jacq, Docteur en droit, Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

Fontaine, E., Trésorier du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique.

Mahieu, A., Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Monmerqué, A., Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées.

Payen, F., Docteur en droit, Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

Sirey, Ch., Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

Taillefer, A., Avocat à la Cour de Paris, ancien Elève de l'Ecole polytechnique, Membre de la Commission technique de l'Office national de la Propriété industrielle.

de la Taste, Avocat à la Cour d'Appel de Paris, Licencié ès sciences physiques et chimiques.

Weiss, Inspecteur général des Mines.

Zacon, Inspecteur du Travail.

TABLE MÉTHODIQUE DES MATIÈRES

Recherches et travaux scientifiques

GENERALITES

ELECTRICITE ET MAGNETISME

SCIENCES DIVERSES

Applications techniques et industrielles

GENERALITES

PRODUCTION ET TRANSMISSION DE L'ENERGIE MECANIQUE

PRODUCTION ET DISTRIBUTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE

CONSTRUCTION MECANIQUE ET ELECTRIQUE

APPLICATIONS MECANIQUES DE L'ELECTRICITE

TRACTION ET LOCOMOTION

COMMUNICATIONS A DISTANCE

ECLAIRAGE

ACCIDENTS DUS A L'ELECTRICITE

Economie sociale, industrielle, financière, etc.

TRAVAIL, TRAVAILLEURS

RICHESSE PUBLIQUE ET PRIVEE

Sociétés, Groupements Personnalités

COMITES. COMMISSIONS

CONGRES. CONFERENCES

NOTES ET INFORMATIONS PERSONNELLES

Enseignement, Documentation, Bibliographie

ENSEIGNEMENT

DOCUMENTATION

BIBLIOGRAPHIE

Législation, Réglementation, Jurisprudence

GENERALITES

LEGISLATION INDUSTRIELLE

LEGISLATION COMMERCIALE

PROPRIETE INDUSTRIELLE, COMMERCIALE, SCIENTIFIQUE, ETC.

TEXTES OFFICIELS

JURISPRUDENCE

INTERPRETATION DES TEXTES OFFICIELS

RÉPERTOIRE GÉOGRAPHIQUE

TABLE DES NOMS D'AUTEURS

INDEX DES ANNONCES

MATERIEL ÉLECTRIQUE

Accumulateurs.

ACCUMULATEURS FIXES ET DE TRACTION (SOCIÉTÉ DES), route de Meaux (Pont de la Folie), Romainville (Seine).

PULMEN (ACCUMULATEURS), 18, quai de Clichy, Clichy (Seine).

GRAMME (SOCIÉTÉ), 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

THOMSON-HOUSTON (Cie FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

TRAVAIL ÉLECTRIQUE DES MÉTAUX (SOCIÉTÉ POUR LE), 26, rue Laffitte, Paris (9e).

TUDOR, 16, rue de la Baume, Paris (8e).

Appareillage électrique.

ABT (SOCIÉTÉ NOUVELLE DES ETABLISSEMENTS), 45, rue Turbigo, Paris (3e).

ALGEM (SOCIÉTÉ ANONYME), 6, rue Lamennais, Paris (8e).

ALUMINIUM FRANÇAIS, 23 bis, rue Balzac, Paris (8e).

ASEA (Société française d'Electricité), Vesteras (Suède) et 114, boulevard Haussmann, Paris (8e).

BARDON, 61, boulevard National, à Clichy (Seine).

BONVOISIN, 35, boulevard Richard-Lenoir, Paris (11e).

BRANDT ET FOUILLERET, 23 à 31, rue Cavendish, Paris (19e).

BUSSON Eugène, 15, rue de Buffon, Paris (5e).

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES, 22, quai de la Bataille, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES (SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE), Belfort (Territoire de) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

DELLE (ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE), 25, chemin de Cyprian, Villeurbanne (Rhône).

DEMOLY (E.), 43, rue de Trévise, Paris (9e).

ELECTRICITÉ (COMPAGNIE GÉNÉRALE D'), 54, rue La-Boétie, Paris (8e).

FRANCE (CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE), 9, avenue d'Orsay, Paris (7e).

GARDY, 23, rue de la Voie-des-Bancs, Argenteuil (Seine-et-Oise).

GRAMME (SOCIÉTÉ), 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

GRAMMONT (SOCIÉTÉ ANONYME DES PORCELAINES ET APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES), 10, rue d'Uzès, Paris (2e).

JAPY frères et Cie, Beaucourt (Haut-Rhin) et 7, rue du Château-d'Eau, Paris (10e).

JEUMONT (FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE), Jeumont (Nord) et 75, boulevard Haussmann, Paris (8e).

LEGENDRE frères, 27, rue Saint-Fargeau, Paris (20e).

MACHINES ET APPAREILLAGE ÉLECTRO-MÉCANIQUES (SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE), 104, rue Lecourbe, Paris (15e).

MAIER (Charles) et Cie, 35, rue Boissy-d'Anglas, Paris (8e).

MERLIN ET GERIN (ETABLISSEMENTS), rue du Monestier-de-Clermont, Grenoble (Isère).

METZ (ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE), 23, rue Clovis, Metz.

MONNIER ET DESJARDIN (SOCIÉTÉ ANONYME DES ETABLISSEMENTS), 197, rue Saint-Charles, Paris (15e).

MORS (SOCIÉTÉ D'ELECTRICITÉ), 11, rue Petit, Clichy (Seine).

PATAY (CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES), 97, rue des Quatre-Maisons, Lyon (Rhône).

PETRIER, TISSOT ET RAYBAUD, 24, rue de la Part-Dieu, Lyon (Rhône).

PRONER ET Cie, 89, rue de la Roquette, Paris (11e).

REPUSSEAU ET Cie (SOCIÉTÉ ANONYME DES ETABLISSEMENTS), 77, rue Danton, Levallois-Perret (Seine).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SIEMENS-FRANCE, 17, rue de Surène, Paris (8e).

SOULÉ (Société anonyme des Etablissements industriels), Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées).

SUTER, 3, rue Alphonse-Penaud, Paris (20e).

TÉLÉPHONES (SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES), 25, rue du 4-Septembre, Paris (2e).

THOMSON-HOUSTON (Cie FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

TRANSFORMATEUR (Le), 15, avenue Matignon, Paris (8e).

TRÉVOUX (SOCIÉTÉ DES CONDENSATEURS DE), Trévoux (Ain).

USINAGE ET DE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE (SOCIÉTÉ D'), 26, rue Gambetta, Boulogne-Billancourt (Seine).

VIÉVILLE (L.), 8, rue Rougemont, Paris (9e).

Charbons pour Balais et Lampes électriques.

CARBONE (LE), 12 et 33, rue de Lorraine, Levallois (Seine).

CHARBONS POUR L'ELECTRICITÉ (COMPAGNIE LORRAINE DE), 12, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

Condensateurs.

Condensateurs et Appareils de Protection électrique (Société générale des), 27, rue de Mogador, Paris (9e).

Lyon (Compagnie générale des Cables de), 41, chemin du Pré-Gaudry, Lyon (Rhône).

Meirowsky et Cie, représentant Koscherak (F.-E.), 44, rue Taitbout, Paris (9e).

Segal et Cie (Etablissements L.), 37, rue Henri-Martin, Colombes (Seine).

Trévoux (Société des Condensateurs de), Trévoux (Ain).

Varret et Collot (Société des Etablissements), 7, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

Construction électrique et mécanique.

Arca (Société française des Régulateurs universels), 135, rue de la Convention, Paris (15e).

Asea (Société française d'Electricité), Vesteras (Suède) et 114, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Bachelet (P.), 60 *ter*, rue Haxo, Paris (20e).

Bonnier, 20, rue Saint-Gilbert, Lyon (Rhône).

Bouchayer et Viallet (Etablissements), 105, cours Berriat, Grenoble (Isère).

Boulogne-sur-Seine (Ateliers de Constructions électriques de), 87, rue du Château, Boulogne-sur-Seine (Seine).

Brandt et Fouilleret, 23 à 31, rue Cavendish, Paris (19e).

Breguet (Maison), 19, rue Didot, Paris (14e).

Construction et de Location d'Appareils de levage (Société de), 78, rue Vitruve, Paris (20e).

Constructions électriques, 22, quai de la Bataille, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

Constructions électriques (Société savoisienne de), Aix-les-Bains (Savoie).

Constructions mécaniques (Société alsacienne de), Belfort (Territoire de), Mulhouse (Haut-Rhin), Graffenstaden (Bas-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8).

Delle (Ateliers de constructions électriques de), 25, chemin de Cyprian, Villeurbanne (Rhône).

Desgouttes (J.-P.), 97, rue de Lille, Paris (6e).

Dory et Gain, 33 à 39, rue du Pont-d'Ivry, Alfortville (Seine).

Electricité (Compagnie générale d'), 54, rue La Boétie, Paris (8e).

Electro-Industrielle (Compagnie), 32, rue Jean-Jaurès, Levallois-Perret (Seine).

Escher Wyss et Cie, 39, rue de Châteaudun, Paris (9e).

Etudes et de Constructions métallurgiques (Société d'), 64, rue La Boétie, Paris (8e).

Fives-Lille (Cie de), 7, rue Montalivet, Paris (8e).

Gramme (Société), 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

Grammont (Etablissements A.), Pont-de-Chéruy (Isère).

Hewittic electric Co Ltd, 11, rue du Pont, Suresnes (Seine).

Homécourt (Forges et Aciéries de la Marine et d'), Saint-Chamond (Loire) et 12, rue de la Rochefoucauld, Paris (9e).

Jacquet frères (Anciens Etablissements), Vernon (Eure).

Japy frères et Cie, Beaucourt (Haut-Rhin) et 7, rue du Château-d'Eau, Paris (10e).

Jeumont (Forges et Ateliers de Constructions électriques de), Jeumont (Nord) et 75, boulevard Haussmann, Paris (8e).

La Chaléassière (Société nouvelle des Usines de), 5, avenue du Coq, Paris (9e).

Legendre frères, 37, rue Saint-Fargeau, Paris (20e).

Lyon et du Dauphiné (Ateliers de Constructions électriques de), 10, rue d'Uzès, Paris (2e).

Merlin et Gérin (Etablissements), rue du Monestier-de-Clermont, Grenoble (Isère).

Métallurgique électrique (La), 130, avenue Jean-Jaurès, Ivry-sur-Seine (Seine).

Metz (Ateliers de Constructions électriques de), 23, rue Clovis, Metz.

Minicus (Constructions électriques), 39, rue de Paris, Asnières (Seine).

Moteur électrique (Le), 18, route de Crémieux, Lyon (Rhône).

Moteurs a Gaz et d'Industrie mécanique (Société des), 135, rue de la Convention, Paris (15e).

Oerlikon (Société), à Oerlikon (Suisse) et 15, rue de Milan, Paris (9e).

Patay (Constructions électriques), 97, rue des Quatre-Maisons, Lyon (Rhône).

Peymel et Gouifille, 62, rue Jean-Claude-Vivant, Villeurbanne (Rhône).

Ragonot (E.) (Etablissements), 15, rue de Milan, Paris (9e).

Sautter-Harlé (Anciens Etablissements), 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Soulé (Société anonyme des Etablissements industriels D.), Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées).

Soulier (A.), 7, rue de la Gare, Cachan (Seine).

Télémécanique électrique (La), 3, boulevard National, Nanterre (Seine).

Thomson-Houston (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e)

Usinage et de matériel électrique (Société d'), 26, rue Gambetta, Boulogne-Billancourt (Seine).

Wauquier et Cie, 69, rue de Wazemmes, Lille (Nord).

Willem Smit and Co (N. V.), Nymegen (Hollande).

Matériel neuf et d'occasion.

Bouillet (P.), 156, rue de Vanves, Paris (14e).

Dory et Gain, 33 à 39, rue du Pont-d'Ivry, Alfortville (Seine).

Universel electric (Etablissements Ad. Roulland), 37, rue de Bagnolet, Paris (20e).

Piles électriques

Carbone (Le), 12 et 33, rue de Lorraine, Levallois (Seine).

Thomson-Houston (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

MESURES ET COMPTAGE

Appareils de Mesure.

Berne (Société anonyme des Interrupteurs automatiques de), Gerbergasse, 27, Berne (Suisse).

Carpentier (Ateliers J.), 20, rue Delambre, Paris (14e).

Construction électrique (Compagnie de), 44, rue du Docteur-Lombard, Issy-les-Moulineaux (Seine)

Da et Dutilh, 81, rue Saint-Maur, Paris (11e).

Démoly, 43, rue de Trévise, Paris (9e).

Electro-Mesures, 93, rue des Poissonniers, Paris (18e).

Fabrication d'Appareils de mesure (Société industrielle pour la), 5, rue Godot-de-Mauroy, Paris (9e).

Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines a Gaz (Compagnie pour la), 12, place des Etats-Unis, Montrouge (Seine).

Garnier, 82 *bis*, chemin Feuillat et 290, cours Gambetta, Lyon (Rhône).

Gramme (Société), 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

Guerpillon et Sigogne, 4, rue du Borrégo, Paris (20e).

Instruments et Appareils électrotechniques (Société lorraine d'), Forbach (Moselle).

Landis et Gyr, 12, rue Lapeyrère, Paris (18e).

Martinot (M.), 18, rue Aumaire, Paris (3e).

Matériel électrique de Contrôle et industriel, 2, rue du Faubourg-Poissonnière, Paris (10e).

Ouvriers en Instruments de Précision (Association des), 8 à 14, rue Charles-Fourrier, Paris (13e).

Précision électrique (La), 10, rue Crocé-Spinelli, Paris (14e).

Richard (Etablissements J.), 25, rue Mélingue, Paris (19e).

Roumefort (de) et Cie, 5, rue de la Banque, Paris (2e).

Trub, Tauber et Cie, 36, boulevard de la Bastille, Paris (12e).

Yorke (H.-William), 24, 26, rue de Turin, Paris (8e).

Zivy et Cie, 29 et 31, rue de Naples, Paris (8e).

Compteurs électriques.

Efene (Société anonyme des Interrupteurs automatiques de), Gerbergasse, 27, Berne (Suisse).

Construction électrique (Compagnie de), 44, rue du Docteur-Lombard, Issy-les-Moulineaux (Seine).

Fabrication des Compteurs a Gaz et autres Appareils (Compagnie continentale pour la), 17, rue d'Astorg, Paris (8e).

Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines a gaz (Compagnie pour la), 12, place des Etats-Unis, Montrouge (Seine).

Garnier, 82 *bis*, chemin Feuillat et 290, cours Gambetta, Lyon (Rhône).

Japy frères et Cie, Beaucourt (Haut-Rhin) et 2, rue du Château-d'Eau, Paris (10e).

Landis et Gyr, 12, rue Lapeyrère, Paris (18e).

MATÉRIEL POUR LIGNES DE DISTRIBUTION

Câbles et Fils électriques.

Aluminium français, 23 bis, rue Balzac, Paris (8e).

Câblerie Phocéenne, 18, avenue Saint-Gabriel, Marseille (Bouches-du-Rhône).

Constructions mécaniques (Société alsacienne de), Belfort (Territoire de) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

Dives (Société d'Electro-Métallurgie de), 11 *bis*, rue Roquépine, Paris (8e).

Electro-Cable (Société), 2, rue de Penthièvre, Paris (8e).

Fil Dynamo (Le), 17 et 19, rue Barrême, Lyon (Rhône).

France (Constructions électriques de), 9, avenue d'Orsay, Paris (7e).

Geoffroy et Delore, 28, rue des Chasses, Clichy (Seine).

Grammont (Etablissements A.), Pont-de-Chéruy (Isère).

Havre (Tréfileries et Laminoirs du) (La Canalisation électrique), 28, rue de Madrid, Paris (8e).

Jarriant (J.), 233, rue de la Croix-Nivert, Paris (15e)

Jeumont (Forges et Ateliers de Constructions électriques de), Jeumont (Nord) et 75 boulevard Haussmann, Paris (8e).

Lyon (Compagnie générale des Cables de), 41, chemin du Pré-Gaudry, Lyon (Rhône).

Matériel téléphonique (Le), 46, avenue de Breteuil, Paris (7e).

Taurus (Manufacture de fils isolés), Saint-Louis (Haut-Rhin).

Téléphones (Société industrielle des), 25, rue du 4-Septembre, Paris (2e).

Thomson-Houston (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Isolateurs et Isolants.

Bakélite (La), 14, rue Roquépine, Paris (8e).

Barnier (Etablissements), 95, avenue Victor-Hugo, Valence (Drôme).

Charbonneaux et Cie, route de Cormontreuil, Reims (Marne).

Claisse (A.), 220, rue W.-Jamar, Ans-Liége (Belgique).

Delle (Usines diélectriques de), Delle (Territoire de Belfort).

Démoly (Ernest), 43, rue de Trévise, Paris (9e).

Ebénoid (Société anonyme l'), 7, rue des Fleurs, Lyon-Villeurbanne (Rhône).

Electricité (Compagnie générale d'), 54, rue La Boétie, Paris (8e).

Electro-Céramique (Compagnie générale d'), 64, rue Franklin, Ivry-Port (Seine).

Fibre et Mica (Société), rue Frédéric-Fays, Villeurbanne (Rhône).

Fibromica (Le), Joseph Lévy, 10, allée Thiéllement, Le Raincy (S.-et-O.).

Fuisseaux (Société anonyme des anciennes Usines de), Baudour (Belgique).

Gardy, 23, rue de la Voie-des-Bancs, Argenteuil (Seine-et-Oise).

Gennevilliers (Aciéries de) (Anciens Etablissements Delachaux), 151-153, rue des Cabœufs, Gennevilliers (Seine).

Grammont (Société anonyme des Porcelaines et appareillage électrique), 10, rue d'Uzès, Paris (2e).

Haefely (E.) et Cie, Bâle (Suisse).

L. C. H. (Etablissements), 31, rue Joubert, Paris (9e).

Laques et Isolants « Isolémail » (Société des), 67, chemin des Quatre-Maisons, Lyon (Rhône).

Lesquin (La Porcelainerie de), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Manufacture d'Isolants et Objets moulés, 54, rue La Boétie, Paris (8e).

Martinot (M.), 18, rue Aumaire, Paris (3e).

Matériel isolant (Le), 20, rue Arago, Lyon-Villeurbanne (Rhône).

Meirowsky et Cie, représentant Koscherak (F.-E.), 44, rue Taitbout, Paris (9e).

MEYER (René), 88 à 94, boulevard Jourdan, Paris (14e).

MICAFIL, Zurich-Altstetten (Suisse).

MONTI ET MARTINI (SOCIETA ITALIANA), 51, via Bergamo, Milan (Italie).

ORMAI, 81, avenue Philippe-Auguste, Paris (11e).

PARVILLÉE frères et Cie (ANCIENS ETABLISSEMENTS), 56, rue de la Victoire, Paris (9e).

QUARTZ ET SILICE, 5, rue Cambacérès, Paris (8e).

STERLING VARNISH Co, 13, rue du Départ, Paris (14e).

TÉLÉPHONES (SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES), 25, rue du 4-Septembre, Paris (2e).

Protection des Réseaux

CONDENSATEURS ET APPAREILS DE PROTECTION ÉLECTRIQUE (SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DES), 27, rue de Mogador, Paris (9e).

Pylônes.

BOUCHAYER ET VIALLET (ETABLISSEMENTS), 155, cours Berriat, Grenoble (Isère) et 124, rue La-Boétie, Paris (8e).

CONSTRUCTION SOUDÉE (COMPAGNIE GÉNÉRALE DE), 4, rue de la Bienfaisance, Paris (8e).

LA CHALÉASSIÈRE (SOCIÉTÉ NOUVELLE DES USINES DE) 5, avenue du Coq, Paris (9e).

INSTALLATIONS ET ENTREPRISES ÉLECTRIQUES

APPLICATIONS MÉCANIQUES DU CIMENT ARMÉ (SOCIÉTÉ D') 55, Quai de Baronnie, Ablon (Seine-et-Oise).

APPLICATIONS NOUVELLES DU CIMENT ARMÉ (SOCIÉTÉ D'), 132, rue Lafayette, Paris (10e).

BAUMGARTEN ET Cie (SOCIÉTÉ D'ENTREPRISES ÉLECTRIQUES), Strasbourg Arsenal (Bas-Rhin).

CENTRE (ENTREPRISES ÉLECTRIQUES DU), 16, rue Oberkampf, Paris (11e).

COLLET Frères et Cie (LES ETABLISSEMENTS), 45, quai Gailleton, Lyon (Rhône).

CONDUITES ET POTEAUX EN CIMENT ARMÉ, 5, cours Jean-Jaurès, Grenoble (Isère).

DORY ET GAIN, 33 à 39, rue du Pont-d'Ivry, Alfortville (Seine).

ELECTRIFICATION INDUSTRIELLE (L'), 12, boulevard du Temple, Paris (11e).

ELECTRO-ENTREPRISE, 43, rue de la Bienfaisance, Paris (8e).

ENTREPRISES (SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'), 56, faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).

ENTREPRISES ÉLECTRIQUES (COMPAGNIE GÉNÉRALE D'), 16, rue de la Baume, Paris (8e).

ENTREPRISES ÉLECTROMÉCANIQUES (COMPAGNIE D'), 18, rue de Madrid, Paris (8e).

ENTREPRISES HYDRAULIQUES ET DE TRAVAUX PUBLICS (COMPAGNIE D'), 25, rue de Courcelles, Paris (8e).

EQUIPEMENT DES VOIES FERRÉES ET DES GRANDS RÉSEAUX ÉLECTRIQUES (SOCIÉTÉ D'), 18, rue de Tilsitt, Paris (17e).

EST (SOCIÉTÉ ANONYME FORCE ET LUMIÈRE ÉLECTRIQUE DE L') 7, quai Kellermann, Strasbourg (Bas-Rhin).

FABRICATIONS D'APPAREILS EN CIMENT ARMÉ (SOCIÉTÉ DES), 20, rue Hoche, Angers (Maine-et-Loire).

GIRAUDON, 11 *bis*, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

GODART, RAMUS ET Cie, 10, route de Ceyzériat, Bourg-en-Bresse (Ain).

HAEFELI ET KAELIN, Lure (Haute-Saône).

HAVRE (TRÉFILERIES ET LAMINOIRS DU) (La Canalisation électrique), 28, rue de Madrid, Paris (8e).

LIGNE ÉLECTRIQUE (La), 22, rue de la Pépinière, Paris (8e).

MARSEILLE (SOCIÉTÉ DES GRANDS TRAVAUX DE), 25, rue de Courcelles, Paris (8e).

MORS (SOCIÉTÉ D'ELECTRICITÉ), 11, rue Petit, Clichy (Seine).

POTEAUX ÉLECTRIQUES (SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES), 66, rue Dunkerque, Paris (9e).

TRAVAUX D'ECLAIRAGE ET DE FORCE (COMPAGNIE GÉNÉRALE DE) (Anciens Etablissements Clémançon), 23, rue Lamartine, Paris (9e).

UNIVERSEL ELECTRIC (Etablissements Ad. Roulland), 35, rue de Bagnolet, Paris (20e).

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

ECLAIRAGE ET CHAUFFAGE

ALUMINIUM FRANÇAIS, 23 bis, rue Balzac, Paris (8e).

APPLICATIONS DES MÉTHODES MODERNES D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE (SOCIÉTÉ D'), 97, rue Compans, Paris (19e).

BARDON, 61, boulevard National, Clichy (Seine).

BRANDT ET FOUILLERET, 23 à 31, rue Cavendish, Paris (19e).

CHARBONS POUR L'ELECTRICITÉ (COMPAGNIE LORRAINE DE), 12, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

ELECTRICITÉ (COMPAGNIE GÉNÉRALE D'), 54, rue La Boétie, Paris (8e).

FRANCE (CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE), 9, avenue d'Orsay, Paris (7e).

GRAMME (SOCIÉTÉ), 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

GRAMMONT (ETABLISSEMENTS A.), Pont-de-Chéruy (Isère).

HOLOPHANE (SOCIÉTÉ ANONYME FRANÇAISE), 156, boulevard Haussmann, Paris (8e).

LACARRIÈRE (SOCIÉTÉ), 48, rue de la Victoire, Paris (9e).

LAMPES (COMPAGNIE DES), 41, rue La Boétie, Paris (8e).

MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Le), 46, avenue de Breteuil, Paris (7e).

MORS (SOCIÉTÉ D'ELECTRICITÉ) 11, rue Petit, Clichy (Seine).

THOMSON-HOUSTON (Cie FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

TRAVAUX D'ECLAIRAGE ET DE FORCE (COMPAGNIE GÉNÉRALE DE) (Anciens Etablissements Clémançon) 23, rue Lamartine, Paris (9e).

VISSEAUX (J.), 87, quai Pierre-Scize, Lyon (Rhône).

Accessoires pour l'Eclairage.

WIT, 69, rue Bellecombe, Lyon (Rhône

Chauffage et Cuisine électriques.

AP-EL (SOCIÉTÉ), 41, rue La Fayette, Paris (9e).

PARVILLÉE frères (ANCIENS ETABLISSEMENTS), 56, rue de la Victoire, Paris (9e).

SALVIS, Issenheim (Haut-Rhin).

SAUTER (SOCIÉTÉ POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS), 22, rue de Mulhouse, Saint-Louis (Haut-Rhin).

STRASBOURG (ÉTABLISSEMENTS ÉLECTROMÉCANIQUES DE), rue des Poilus, Bischheim, près Strasbourg (Bas-Rhin).

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES (SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE), Belfort (Territoire de) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

DIVES (SOCIÉTÉ D'ÉLECTROMÉTALLURGIE DE), 11 *bis*, rue Roquépine, Paris (8e).

ÉLECTROCHIMIE (SOCIÉTÉ D'), 2, rue Blanche, Paris (9e).

GRAMMONT (ÉTABLISSEMENTS A.), Pont-de-Chéruy (Isère).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

THOMSON-HOUSTON (Cie FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

LEVAGE ET MANUTENTION

Appareils de Levage et de Manutention

ASEA (Société française d'Electricité), Vesteras (Suède) et 114, boulevard Haussmann, Paris (8e).

BRANDT ET FOUILLERET, 23 à 31, rue Cavendish, Paris (19e).

CONSTRUCTION ET DE LOCATION D'APPAREILS DE LEVAGE (SOCIÉTÉ DE), 78, rue Vitruve, Paris (20e).

CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES (SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE), Graffenstaden (Bas-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

FIVES-LILLE (COMPAGNIE DE), 7, rue Montalivet, Paris (8e).

GENNEVILLIERS (ACIÉRIES DE) (Anciens Etablissements Delachaux), 151-153, rue des Cabœufs, Gennevilliers (Seine).

GERVAIS (F.) (Anciens Etablissements Pontille), constructeur, 11 *bis* à 17, rue des Tournelles, Lyon (Rhône).

GRAMME (SOCIÉTÉ), 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

JEUMONT (FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE), Jeumont (Nord) et 75, boulevard Haussmann, Paris (8e).

LA COURNEUVE (FONDERIES ET ATELIERS DE), 48, rue La Boétie, Paris (8e).

LA CHALÉASSIÈRE (SOCIÉTÉ NOUVELLE DES USINES DE), 5, avenue du Coq, Paris (9e).

LOIRE (SOCIÉTÉ ANONYME DES ATELIERS ET CHANTIERS DE LA) 11 *bis*, boulevard Haussmann, Paris (9e).

OERLIKON (SOCIÉTÉ), à Oerlikon (Suisse) et 15, rue de Milan, Paris (9e).

SAUTTER-HARLÉ (ANCIENS ETABLISSEMENTS), 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SIMPLEX (COMPAGNIE DES TRANSPORTEURS), 43, rue Lafayette, Paris (9e).

THOMSON-HOUSTON (Cie FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

MINES

Matériel pour Mines.

CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES (SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE), Graffenstaden (Bas-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

FIVES-LILLE (Cie de), 7, rue Montalivet, Paris (8e).

GENNEVILLIERS (ACIÉRIES DE), (Anciens Etablissements Delachaux), 151-153, rue des Cabœufs, Gennevilliers (Seine).

JEUMONT (FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE), Jeumont (Nord) et 75, boulevard Haussmann, Paris (8e).

LA CHALÉASSIÈRE (SOCIÉTÉ NOUVELLE DES USINES DE), 5, avenue du Coq, Paris (9e).

OERLIKON (SOCIÉTÉ), à Oerlikon (Suisse) et 15, rue de Milan, Paris (9e).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

THOMSON-HOUSTON (Cie FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

MATÉRIEL RADIOMÉTALLOGRAPHIQUE

GAIFFE-GALLOT ET PILON (SOCIÉTÉ ANONYME DES ETABLISSEMENTS), 23, rue Casimir-Périer, Paris (7e).

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

Télégraphie sans fil.

DUCRETET (ETABLISSEMENTS), 75, rue Claude-Bernard, Paris (5e).

RADIO-ELECTRIQUE (SOCIÉTÉ FRANÇAISE), 79, boulevard Haussmann, Paris (9e)

TRÉVOUX (SOCIÉTÉ DES CONDENSATEURS DE), Trévoux (Ain).

Téléphonie.

BREGUET (Maison), 19, rue Didot, Paris (14e).

LE LAS (TÉLÉPHONES), 131, rue de Vaugirard, Paris (15e).

GRAMMONT (SOCIÉTÉ ANONYME DES PORCELAINES ET APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE), 10, rue d'Uzès, Paris (2e).

MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (LE), 46, avenue de Breteuil, Paris (7e).

TÉLÉPHONES (SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES), 25, rue du 4-Septembre, Paris (2e).

THOMSON-HOUSTON (COMPAGNIE DES TÉLÉPHONES), 254, rue de Vaugirard, Paris (15e).

TRACTION

Traction électrique.

ASEA (Société française d'Electricité), Vesteras (Suède) et 114, boulevard Haussmann, Paris (8e).

CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES (SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE), Belfort (Territoire de) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

FIVES-LILLE (COMPAGNIE DE), 7, rue Montalivet, Paris (8e)

INDUSTRIE DES CHEMINS DE FER ET DES TRAMWAYS ÉLECTRIQUES (SOCIÉTÉ PARISIENNE POUR L'), 75, boulevard Haussmann, Paris (8e).

JEUMONT (FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE), Jeumont (Nord) et 75, boulevard Haussmann, Paris (8e).

OERLIKON (SOCIÉTÉ), Oerlikon (Suisse) et 15, rue de Milan, Paris (9e).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

THOMSON-HOUSTON (Cie FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Appareillage pour la Traction.

DÉMOLY (Ernest), 43, rue de Trévise, Paris (9e).

Matériel roulant pour Chemins de fer.

Constructions mécaniques (Société alsacienne de), Belfort (Territoire de Belfort), Graffenstaden (Bas-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

Fives-Lille (Compagnie de), 7, rue Montalivet, Paris (8e).

France (Constructions électriques de), 9, avenue d'Orsay, Paris (7e).

Gennevilliers (Aciéries de), (Anciens Etablissements Delachaux), 151-153, rue des Cabœufs, Gennevilliers (Seine).

Oerlikon (Société), Oerlikon (Suisse) et 15, rue de Milan, Paris (9e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Signaux et Enclenchements pour Chemins de fer

Mors (Société d'Electricité), 11, rue Petit, Clichy (Seine).

MACHINES MOTRICES

MACHINES HYDRAULIQUES

Aménagements hydrauliques et accessoires

Barrages automatiques (Société anonyme des), Zurich (Suisse).

Bouchayer et Viallet (Etablissements), 155, cours Berriat, Grenoble (Isère).

Charmilles (Ateliers des), 109, route de Lyon, Genève (Suisse).

Hydro-mécanique (Société), 61, allée de Brienne, Toulouse (Haute-Garonne).

La Chaléassière (Société nouvelle des Usines de), 5, avenue du Coq, Paris (9e).

Turbines hydrauliques.

Charmilles (Ateliers des), 109, route de Lyon, Genève (Suisse).

Escher Wyss et Cie, 39, rue de Châteaudun, Paris (9e).

France (Constructions électriques de), 9, avenue d'Orsay, Paris (7e).

Hydro-mécanique (Société), 61, allée de Brienne, Toulouse (Haute-Garonne).

Neyret-Beylier et Piccard-Pictet (Ateliers), Grenoble (Isère).

Schneider, Jaquet et Cie (Société anonyme), Strasbourg-Koenigshoffen (Bas-Rhin).

Teisset-Rose-Brault (Etablissements), 17, rue Bachaumont, Paris (2e) et Chartres (Eure-et-Loir).

MACHINES A GAZ, A EXPLOSION ET A COMBUSTION INTERNE

Gazogènes.

Bouchayer et Viallet (Etablissements), 155, cours Berriat, Grenoble (Isère).

La Chaléassière (Société nouvelle des Usines de), 5, avenue du Coq, Paris (9e).

Moteurs a gaz et d'Industrie mécanique (Société de), 135, rue de la Convention, Paris (15e).

Moteurs.

Constructions mécaniques (Société alsacienne de), Belfort (Territoire de) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

Fives-Lille (Compagnie de), 7, rue Montalivet, Paris (8e).

France (Constructions électriques de), 9, avenue d'Orsay, Paris (7e).

La Chaléassière (Société nouvelle des Usines de), 5, avenue du Coq, Paris (9e).

M. A. N. (Maschinenfabrik Angsburg, Nurnberg), 15, rue de Turin, Paris (8e).

Moteurs a gaz et d'Industrie mécanique (Société de), 135, rue de la Convention, Paris (15e).

Raspiller (H.), 50, rue de Rochechouart, Paris (9e).

Thomson-Houston (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

MACHINES A VAPEUR

Chaudières.

Bouchayer et Viallet, 155, cours Berriat, Grenoble (Isère).

Chaudronnerie (Société industrielle de), 182, boulevard Victor-Hugo, Clichy (Seine).

Constructions mécaniques (Société alsacienne de), Mulhouse (Haut-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

Escher Wyss et Cie, 39, rue de Châteaudun, Paris (9e).

La Chaléassière (Société nouvelle des Usines de), 5, avenue du Coq, Paris (9e).

La Courneuve (Fonderies et Ateliers de), 48, rue La Boétie, Paris (9e).

Niclausse (J. et A.), 24, rue des Ardennes, Paris (19e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Accessoires pour chaudières.

Balances et Bascules (Société des), 26, rue Cadet, Paris (9e).

Bouchayer et Viallet (Etablissements), 155, cours Berriat, Grenoble (Isère).

Chanard (Etablissements), La Malmaison-Rueil (Seine-et-Oise).

Cocard (Société anonyme des Etablissements Jules), 18, à 22, rue de Châtillon, Paris (14e).

Hamon (Réfrigérants), 76, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Kater et Ankersmit, 6, rue de Madrid, Paris (8e).

Niclausse (J. et A.), 24, rue des Ardennes, Paris (19e).

Spiros, 67, rue de Maubeuge, Paris (10e).

Radiateurs (Compagnie nationale des), 149, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Thomson-Houston (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Ulrici (Epurateur de vapeur), 13, rue Treilhard, Paris (8e).

Weir (G. et J.), Limited, Cathcart, Glasgow (Angleterre), et 94, rue de la Victoire, Paris (9e).

Tirage mécanique.

Kater et Ankersmit, 6, rue de Madrid, Paris (8e).

Niclausse (J. et A.), 24, rue des Ardennes, Paris (19e).

Sturtevant (Compagnie), 60, rue Saint-Lazare, Paris (9e).

Machines à vapeur.

Constructions mécaniques (Société alsacienne de), Mulhouse (Haut-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

Fives-Lille (Cie de), 7, rue Montalivet, Paris (8e).

La Chaléassière (Société nouvelle des Usines de), 5, avenue du Coq, Paris (9e).

M. A. N. (Maschinenfabrik Angsburg, Nurnberg), 15, rue de Turin, Paris (8e).

Sautter-Harlé (Anciens Etablissements), 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Turbines à vapeur.

Breguet (Maison), 19, rue Didot, Paris (14e).

Constructions mécaniques (Société alsacienne de), Belfort (Territoire de) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

Escher Wyss et Cie, 39, rue de Châteaudun, Paris (9e).

Fives-Lille (Cie de), 7, rue Montalivet, Paris (8e).

La Chaléassière (Société nouvelle des Usines de), 5, avenue du Coq, Paris (9e).

Oerlikon (Société), à Oerlikon (Suisse). et 15, rue de Milan, Paris (9e).

Rateau (Société), 40, rue du Colisée, Paris (8e).

Sautter-Harlé (Anciens Etablissements), 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Thomson-Houston (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

MATIÈRES PREMIÈRES ET OUTILLAGE

Combustible.

Eclairage, Chauffage et Force motrice (Société d'), 22, rue de Calais, Paris (9e).

Gaz de Paris (Société du), 6, rue Condorcet, Paris (9e).

Construction.

Dolce et Moulin (Terrazzolith), 64, rue Petit, Paris (19e).

Courroies et Transmission.

[illegible] (Etablissements), 16 *bis*, rue Gambetta, Bou[illegible] (Seine).

Poulie « DEM », 44, rue de Lisbonne, Paris (8e)

Wyss et Cie, Seloncourt (Doubs).

Décolletage

Beaudevin (Ch.), 113, boulevard Richard-Lenoir, Paris (11e).

Forge Chevrenay (Etablissements), 38, rue des Panoyaux, Paris (20e).

Rateau (Société), 40, rue du Colisée, Paris (8e).

Engrenages.

Citroën (Engrenages), 31, quai de Grenelle, Paris (15e).

Gennevilliers (Aciéries de) (Anciens Etablissements Delachaux), 151-153, rue des Cabœufs, Gennevilliers (Seine).

Epurateurs d'huile

Alfa Laval (Société), 10, rue Charles-V, Paris (4e).

Kater et Ankersmit, 6, rue de Madrid, Paris (8e).

Perrier (Société des épurateurs centrifuges), 40, rue des Petits-Champs, Paris (2e).

Sharples (Société des Centrifuges), 70, rue du Vieux-Pont, Rueil (Seine-et-Oise).

Willem Smit and Co (N. V.), Nymegen (Hollande).

Ferrures.

Jacquemard (Jean), La Ricamarie (Loire).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Fours industriels. Matériel pour Forges et Fonderies.

Méker (G.) et Cie, 105, boulevard de Verdun, Courbevoie (Seine).

Huiles pour Machines et Appareils électriques.

Isolator, 64, rue La Boétie, Paris (8e).

Mailleraye (Société de la), 77, rue de Miromesnil, Paris (8e).

Mercier et Cie, 14, rue de Liége, Paris (9e).

Vaccum Oil Co, 34, rue du Louvre, Paris (2e).

Villeneuve, 47, boulevard Saint-Jacques, Paris (14e).

Machines à glace.

Kelvinator, 33, rue de Surène, Paris (8e).

Machines-outils, Outillage.

Bazin (Pierre), 93, rue de l'Assomption, Paris (16e).

Constructions mécaniques (Société alsacienne de), Graffenstaden (Bas-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e)

Debron, 91, rue du Centre, La Garenne-Colombes (Seine).

Fenwick frères et Cie (Société des Etablissements), 8, rue de Rocroy, Paris (10e).

Gambin et Cie, 128, rue du Point-du-Jour, Billancourt (Seine).

La Chaléassière (Société nouvelle des Usines de), 5, avenue du Coq, Paris (9e).

Loire (Société anonyme des Ateliers et Chantiers de la) 11 *bis*, boulevard Haussmann, Paris (9e).

Manufacture de Machines auxiliaires pour l'Electricité et l'Industrie, 21, boulevard de Courbevoie, Neuilly-sur-Seine (Seine).

Micafil, Zurich-Alstetten (Suisse).

Rawl (Cheville), 35, rue Boissy-d'Anglas, Paris (8e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Vignon (J.-M.), 52, rue Leibnitz, Paris (18e).

Métallurgie

Aluminium français, 23 bis, rue Balzac, Paris (8e).

Armco international corporation (The), 123, avenue de Villiers, Paris (17e).

Homécourt (Forges et Aciéries de la Marine et d'), 12, rue de la Rochefoucauld, Paris (9e).

Métallurgique électrique (La), 130, avenue Jean-Jaurès, Ivry-sur-Seine (Seine).

Métaux électrolytiques.

Dives (Société d'Electro-Métallurgie de), 11 *bis*, rue Roquépine, Paris (8e).

Poteaux en bois, Moulure.

Alsace et de Lorraine (Les Bois industriels d'), Florange (Moselle).

Produits chimiques.

Electro-Chimie (Société d'), 2, rue Blanche, Paris (9e).

Roulements à billes.

Applications mécaniques (Compagnie d'), 15, avenue de la Grande-Armée, Paris (16e).

S. K. F. (Société), Bois-Colombes (Seine).

Refroidisseurs, Ventilateurs et Machines soufflantes

Combemale, 12, rue Curton, Clichy (Seine).

Constructions électriques, 22, quai de la Bataille, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

Constructions mécaniques (Société alsacienne de), Mulhouse (Haut-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

Gramme (Société), 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

Kater et Ankersmit, 6, rue de Madrid, Paris (8e).

La Chaléassière (Société nouvelle des Usines de), 5, avenue du Coq, Paris (9e).

Oerlikon (Société), à Oerlikon (Suisse) et 15, rue de Milan, Paris (9e).

Rateau (Société), 40, rue du Colisée, Paris (8e).

Sautter-Harlé (Anciens Etablissements), 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Thomson-Houston (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

DIVERS

Assurances.

Piel (F.), gendre et Lièvre (J.-A.), 27, rue de Châteaudun, Paris (9e).

Soleil (Le), 23, rue de Mogador, Paris (9e).

Bureaux d'études.

Bœttcher fils, 39, boulevard Saint-Martin, Paris (10e).

Techna (Bureau d'études industrielles), 15, rue de Milan, Paris (9e).

Fournitures pour bureaux

Cellophane (La), Departement Ozalid, route de Carrières, Bezons (Seine-et-Oise).

Levées de plan

Office d'Ingénieurs topographes, 5, rue Clavel, Paris (19e).

Renseignements commerciaux.

Bonnart, 395, rue de Vaugirard, Paris (15e)

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 1. 2 JUILLET 1927.

Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension : Session de juin 1927. — Ainsi que nous l'avons annoncé dans des notes antérieures (1), la quatrième session de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension a été ouverte le jeudi 23 juin. Cette session réunit 260 ingénieurs étrangers, représentant 29 pays et 170 ingénieurs français ; le nombre des rapports et communications présentés atteint 77. Nous donnons ci-dessous un compte rendu sommaire des diverses manifestations qui ont eu lieu au cours de cette session.

1. SÉANCE D'OUVERTURE. — La séance d'ouverture s'est tenue dans l'après-midi du jeudi 23 juin, à la salle Hoche, 9, avenue Hoche, sous la présidence de M. Tardieu, ministre des Travaux publics.

Au bureau avaient pris place, aux côtés du ministre, MM Henri Cahen, vice-président de l'Union des Syndicats de l'Electricité ; Bellaar Spruyt, délégué des Pays-Bas ; Magnier, directeur des Forces hydrauliques au Ministère des Travaux publics, et Tribot-Laspière, secrétaire général de la Conférence.

En l'absence de M. Legouëz, président de la Conférence, actuellement à l'étranger, M. Cahen, après avoir remercié le ministre de présider la séance, a souhaité la bienvenue aux membres de la Conférence et examiné brièvement les problèmes qui se posent aux électriciens. On trouvera plus loin, pages 5 à 6, son discours.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 25 septembre 1926, t. XX, p. 425, 23 avril et 18 juin 1927, t. XXI, p. 641 et 969.

M. Tardieu a exprimé ensuite son plaisir de voir ainsi rassemblés à Paris les techniciens les plus qualifiés des diverses parties du monde et l'espoir qu'il fonde sur les travaux de la Conférence.

Au nom des délégués étrangers, MM. Bellaar-Spruyt et Mailloux ont remercié les organisateurs de leur aimable accueil.

L'assemblée a procédé ensuite à la constitution du bureau de la Conférence. M. Legouëz a été réélu comme président.

Les présidents d'honneur : MM. Mailloux (Etats-Unis) ; Semenza (Italie) et Blondel (France) ainsi que les vice-présidents d'honneur : MM. Borgquist (Suède) ; Del Buono (Italie), ont été maintenus.

MM. Belaar-Spruyt (Pays-Bas) ; Drewnowski (Pologne) ; Woodhouse (Angleterre) ; Gevaert (Belgique) ; Bauer (Suisse) ; Norberg-Schulz (Norvège) ont été réélus comme vice-présidents de la Conférence. Cinq vice-présidents nouveaux ont été en outre nommés. Ce sont : MM. Ulrich (France) ; List (Tchécoslovaquie) ; Busila (Roumanie) ; Wallauri (Italie) ainsi qu'un membre japonais qui sera désigné par ses collègues.

M. Tribot-Laspière a été réélu comme secrétaire général permanent de la Conférence.

L'assemblée a ensuite nommé les rapporteurs généraux qui seront : pour la première section (Matériel et exploitation des usines génératrices et des postes de transformation), M. Roth ; pour la deuxième section (Construction et isolation des lignes), M. Duval ; pour la troisième section (Exploitation des réseaux), M. Parodi.

2. SÉANCES TECHNIQUES. — Les séances techniques de la première section ont eu lieu les vendredi et samedi 24 et 25 juin ; celles de la deuxième, les lundi et mardi 27 et 28 juin ; celles de la troisième, non commencées au moment où nous

écrivons ces lignes, occuperent les journées des jeudi et vendredi 30 juin et 1er juillet. Chaque journée comprenait deux séances : la séance du matin, qui commençait à 9 h 30 mn pour finir vers 12 h 30 mn, et la séance de l'après-midi, ouverte à 14 h 30 mn et qui se prolongeait jusqu'à 19 heures; cette dernière était interrompue pendant une demi-heure vers 17 heures, pour permettre aux assistants d'échanger leurs idées personnelles sur les sujets traités tout en prenant des rafraichissements dans une salle adjacente à la salle des séances.

Toutes ces séances ont été suivies assidument par un auditoire nombreux, comprenant de 150 à 200 ingénieurs. Le succès obtenu par les trois premières sessions de la Conférence s'est donc encore accentué si l'on en juge par le nombre des auditeurs et la longueur des séances. Il convient toutefois de remarquer que malgré cette longueur des séances et bien que tous les rapports aient pu être imprimés et distribués avant leur présentation en vue de diminuer la durée de celle-ci, beaucoup de questions n'ont pu être discutées d'une façon approfondie. La même remarque avait éte faite lors de la précédente session; aussi le bureau de la Conférence avait-il décidé que le nombre des rapports présentés à la quatrième session serait limité à 60. Mais cette décision n'a pu être rigoureusement respectée, plusieurs mémoires importants ayant été envoyés alors que 60 avaient déjà été acceptés, de sorte que le nombre des communications présentées à la quatrième session a dû être porté à 77, comme nous le disions plus haut. S'il en est résulté l'inconvénient d'une discussion trop rapide de certaines communications, ce fait montre l'importance qu'attachent les auteurs aux travaux de la Conférence.

Nous avons donné dans notre numéro du 18 juin, pages 201 à 203 B, la liste de ces communications. Nous nous proposons de donner dans les prochains numéros, comme nous l'avons fait pour les sessions antérieures, un compte rendu des travaux des trois sections de la Conférence.

3. Visites techniques. — *Usine hydroélectrique d'Eguzon.* — Le dimanche 26 juin eut lieu la visite de l'usine hydroélectrique d'Eguzon de 40 000 kw, construite par la Société hydroélectrique sur la Creuse et dont une description détaillée a été donnée dans ces colonnes au début de cette année (1).

Cette visite fut organisée par la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans qui mit gracieusement à la disposition des visiteurs deux wagons-salons. Partis à 7 h 42 mn de la gare d'Austerlitz les excursionnistes, qui comprenaient la plupart des membres étrangers de la Conférence, arrivèrent à Saint-Sébastien (à 326 km de Paris) à 12 h 40 mn et furent conduits, en autobus, à l'usine, distante de 15 km et dont la visite fut immédiatement commencée, le déjeuner, offert par la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans, ayant eu lieu dans le train. Après la visite, les excursionnistes furent conduits en autobus à Argenton, où ils prirent le train qui les ramena à Paris, à la gare d'Orsay, à 22 h 7 mn.

Au cours de cette excursion, malheureusement peu favorisée par le temps, les membres de la Conférence purent se rendre compte, non seulement de l'importance des installations de l'usine génératrice d'Eguzon, du poste de transformation qui y est annexé, des deux lignes à 90 000 volts, en exploitation, et de la ligne à 150 000 volts, en construction, qui transmettent ou transmettront jusqu'à Paris l'énergie électrique produite à Eguzon, mais encore de l'ensemble des dispositions prises par la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans pour l'électrification de son réseau, la section de Paris à Vierzon (200 km) étant, depuis quelques mois, exploitée par lomotives électriques, ainsi que nous l'avons signalé à l'occasion de l'inauguration officielle de la traction électrique sur cette section (1).

Usine de Gennevilliers et usine de Saint-Ouen. — La matinée du mercredi du 29 juin a été consacrée à la visite de l'une ou de l'autre de ces usines. On sait que la première, construite par l'Union d'Electricité, est prévue pour pouvoir fournir une puissance de 340 000 kw, et que la seconde, qui appartient à la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, pourra donner jusqu'à 400 000 kw. Nous rappellerons que l'usine de Gennevilliers a été décrite en détail dans ces colonnes (2) et que l'importance de l'usine de Saint-Ouen dans le développement de l'utilisation de l'énergie électrique dans Paris et la région parisienne a été mise en évidence dans un article récemment publié (3).

Laboratoire Ampère. — Signalons que la visite du Laboratoire Ampère, dont les installations, permettant d'obtenir des différences de potentiel atteignant jusqu'à 1 million de volts, ont été décrites dans cette revue (4), est prévue au programme pour le samedi 2 juillet, après-midi.

Usines des Alpes et usines des Pyrénées. — Rappelons encore que, pour permettre la visite des nouvelles usines créées dans la région des Alpes et dans la région des Pyrénées, deux voyages, d'une durée de cinq jours, ont été organisés et auront lieu, à la suite de la session, du samedi 2 au vendredi 6 juillet.

4. Banquet et réceptions. — Dans la soirée du samedi 25 juin, un banquet, offert par l'Union des Syndicats de l'Electricité, a réuni les membres de la Conférence au restaurant de la Porte Dauphine, à l'entrée du Bois de Boulogne.

Ce banquet était présidé par M. Magnier, directeur des Forces hydrauliques au Ministère des Travaux publics, représentant M. Tardieu, ministre des Travaux publics.

Au dessert, M. Cahen, vice-président de l'Union des Syndicats de l'Electricité, a remercié les invités et adressé, une fois encore, des souhaits de bienvenue aux représentants des différentes nations.

MM. Borgquist (Suède), Fytborck (Belgique), Drewnowski (Pologne), au nom des pays de l'Europe centrale, Borlase Matthews (Grande-Bretagne) et Mailloux (Etats-Unis), au nom des pays de langue anglaise, ont remercié les organisateurs.

Dans son allocution, M. Magnier a souligné ensuite l'intérêt de cette réunion de techniciens et souhaité que les travaux de la conférence ne donnent pas seulement des résultats matériels, mais permettent aussi aux assistants de se mieux connaître et de s'apprécier.

(1) A. Curchod; L'usine hydroélectrique d'Eguzon et la ligne de transmission électrique d'Eguzon à Paris. *Revue générale de l'Electricité*, 22 et 29 janvier 1927, t. xxi, p. 122-141 et 173-190. Un tirage à part de cet article est en vente aux bureaux de la « Revue générale de l'Electricité » au prix de 7,50 fr l'exemplaire.

(1) Inauguration de l'électrification de la ligne de Paris à Vierzon. *Revue générale de l'Electricité*, 1er janvier, t. xxi, p. 1 B-2 B.

(2) Marcel Blondin; La grande usine thermoélectrique de Gennevilliers. *Revue générale de l'Electricité*, 24 février et 3 mars 1925, t. xiii, p. 283-302 et 349-369.

(3) Ch. Malegarie; La production et la distribution de l'énergie électrique dans la région parisienne. *Revue générale de l'Electricité*, 28 mai 1927, t. xxi, p. 867-874.

(4) J. Reyval; Les laboratoires à haute tension. *Revue générale de l'Electricité*, 6 juin 1925, t. xvii, p. 885-890.

Une soirée artistique et musicale, offerte par le Syndicat des Entrepreneurs de Réseaux et Centrales électriques, présidée par M. Ulrich, eut lieu le lundi 27 juin dans les salons de l'Institut international de Coopération intellectuelle au Palais-Royal.

Une réception des représentants des délégations étrangères par le Président de la République, au Palais de l'Elysée, et une matinée dansante offerte par la Bienvenue française dans les jardins et salons de la Fondation Rothschild sont prévues pour l'après-midi du mercredi 29 juin.

Au sujet du chauffage des habitations au moyen d'énergie électrique. — La méthode de chauffage préconisée par M. Lèbre dans sa communication présentée à la séance du 27 mai 1927 de la Société des ingénieurs civils de France, analysée dans notre numéro du 25 juin 1927, t. XXI, p. 1011-1012, présente un intérêt tout particulier pour les électriciens puisqu'elle permettrait à ceux-ci de réaliser le chauffage des habitations au moyen d'énergie électrique avec une dépense égale ou même inférieure à celle qu'entraîne le chauffage par radiateurs et chaudière chauffée à l'anthracite; elle aurait, en outre, l'avantage d'assurer la ventilation en même temps que le chauffage.

Le principe de cette méthode n'est pas nouveau, comme l'a rappelé M. Lèbre au cours de sa communication et ainsi que l'a confirmé M. Janet à la suite de celle-ci. Mais il semble avoir été oublié. Aussi nous paraît-il utile de reproduire les passages du cours de thermodynamique professé à la Sorbonne par G. Lippmann pendant l'année scolaire 1885-1886 que signalait M. Janet, passages dans lesquels ce principe est exposé avec la plus grande netteté.

Voici ce qu'enseignait G. Lippmann, il y a maintenant plus de quarante ans.

Machines thermiques considérées comme machines servant a effectuer des transports de chaleur. — Les machines thermiques étant réversibles en général, au lieu d'en retirer du travail, on peut leur en fournir et les employer à transporter de la chaleur d'un corps froid sur un corps chaud. En opérant ainsi on peut, ou échauffer un corps, ou le refroidir, suivant que la machine thermique lui cédera la chaleur qu'elle emprunte à un autre, ou qu'elle lui empruntera de la chaleur pour la transporter sur un autre corps. De là, deux destinations distinctes à donner aux machines thermiques fonctionnant en sens inverse.

Machines réfrigérantes. — Elles peuvent servir à produire du froid. Dans ce cas, se trouvent la machine à gaz sulfureux de M. Pictet pour fabriquer la glace et la machine à gaz ammoniac. La machine Pictet n'est autre chose qu'une machine à anhydride sulfureux, fonctionnant à rebours. Les machines à air peuvent être aussi employées à rebours. M. Giffard avait inventé une machine à faire de la glace, dans laquelle le refroidissement provenait de la détente de l'air. Au lieu de détendre l'air qui est en contact avec de l'eau, on peut l'injecter dans des espaces vides qu'il refroidira par son expansion. C'est ce qu'on fait pour le transport des viandes d'Amérique en Angleterre.

De la même façon on pourrait construire des machines thermiques destinées à fonctionner à rebours pour chauffer un corps avec la chaleur qu'elles prendraient à un autre. En un mot la machine thermique n'est en quelque sorte qu'une pompe aspirant la chaleur et permettant de la refouler où l'on veut.

Mode de chauffage le plus économique. — Sir W. Thomson a même fait remarquer que le mode de chauffage le plus économique consiste précisément à transporter ainsi de la chaleur sur l'air de l'édifice que l'on se propose de chauffer. Il semble, à première vue, que toute l'économie possible serait atteinte, si l'on réussissait à transporter directement toute la chaleur, produite dans la combustion du charbon, sur le corps à chauffer. Il n'en est pourtant rien, l'économie sera plus grande, si l'on emploie ce même charbon à faire marcher une machine à vapeur; avec cette machine à vapeur on comprime de l'air, cet air s'échauffe par la compression et si on injecte cet air ainsi échauffé dans un édifice, il y apporte plus de chaleur que n'en pourrait fournir un calorifère parfait qui aurait consommé la même quantité de charbon.

Avec une machine dont le rendement n'est que de 0,1, on peut ainsi accumuler sur un corps une quantité de chaleur double de celle qui a été produite par le combustible.

Ce résultat semble paradoxal. Il est pourtant justifiable. Remarquons, en effet, que dans ce mode de chauffage où la machine thermique prend de la chaleur au corps froid, l'eau par exemple, pour la céder au corps chaud, l'air, le travail nécessaire à ce transport de chaleur ne dépend que de la différence des températures entre le corps chaud et le corps froid. Or, il est facile d'imaginer un cas où, avec un travail fini, on peut opérer le transport des quantités indéfinies de chaleur.

Considérons, par exemple, le cas limite où la différence de température est nulle. Soient deux masses d'eau indéfinies, que nous désignerons par A et B, ayant la même température. Dans le canal de communication peut se mouvoir un piston qui reçoit son mouvement d'une machine thermique. Le volume offert à la vapeur de A venant à croître par le mouvement du piston, une certaine quantité d'eau se vaporisera jusqu'à ce que la force élastique maximum relative à la température de l'expérience soit atteinte; il y aura du côté de A absorption de chaleur latente correspondante. D'autre part, le volume offert à la vapeur de B diminuant de la même quantité, un poids égal de vapeur se condensera en B et dégagera la même quantité de chaleur. De cette façon, il y aura eu transport d'une certaine quantité de chaleur de A en B. D'ailleurs le travail nécessaire pour effectuer ce transport de chaleur est théoriquement nul puisque, les températures de A et de B étant les mêmes, les forces élastiques maxima de la vapeur en A et B sont égales de sorte que le piston est soumis à des forces égales sur ses deux faces.

C'est là un cas limite. Il n'en subsiste pas moins que si la différence des températures est petite, le travail nécessaire au transport de la chaleur sera petit également.

D'ailleurs un exemple fera bien comprendre l'avantage de la disposition imaginée par Thomson. Supposons que, l'air extérieur à un édifice étant à 0°, on veuille amener la température de l'atmosphère inférieure à 13°. Nous aurons à faire fonctionner à rebours une machine thermique entre 0 et 13°, son rendement sera

$$\frac{Q_1 - Q_0}{Q_1} = \frac{t_1 - t_0}{273 + 13} = \frac{13}{286}.$$

Inversement, le rapport de la chaleur transportée au travail dépensé pour son transport sera 286 : 13, soit 22. La

quantité de chaleur transformée en travail mécanique est donc 22 fois plus petite que la chaleur transportée. Soit C la quantité de chaleur fournie par la combustion du charbon. Supposons que la machine n'utilise que la dixième partie de cette chaleur pour la transformer en travail. On recueillera donc un travail équivalant à $\frac{C}{10}$. D'autre part, la chaleur transportée est 22 fois plus forte, c'est-à-dire 2,2. Donc la chaleur transportée vaut plus de 2 fois la chaleur produite par la combustion du charbon.

Nous nous sommes servi des données relatives aux machines parfaites pour faire ce calcul; mais on aurait encore un grand profit à opérer ainsi avec les machines ordinaires. D'ailleurs, la machine thermique pourrait encore servir à la ventilation de l'édifice et, en été, dans les pays chauds, à rafraîchir l'atmosphère.

Pour refroidir l'air on peut prendre deux corps. Dans l'un l'air est comprimé et, par un courant d'eau froide, on lui enlève la chaleur qu'il dégage par la compression; puis cet air est amené dans le second corps de pompe entouré de matières mauvaises conductrices de la chaleur; il s'y refroidit par détente et il est lancé ainsi refroidi dans l'édifice dont on veut abaisser la température.

Bibliographie : Notes et formules de l'ingénieur, par DE LAHARPE. Vingt-deuxième édition (1). — Il semble à peine nécessaire de souligner le succès qu'a rencontré auprès des techniciens le manuel de Laharpe dont 21 éditions successives ont été épuisées malgré l'importance de leur tirage.

La nouvelle édition dont il est question ici a subi un certain nombre de remaniements et constitue une véritable encyclopédie scientifique et technique dont la plupart des chapitres ont été mis à jour. Tous les sujets susceptibles d'intéresser l'ingénieur y sont traités et on y trouvera des renseignements qui font généralement défaut dans les ouvrages similaires.

Parmi les chapitres qui ont subi des modifications, nous citerons : le chapitre relatif aux éléments de machines, celui sur les gaz industriels et les moteurs à gaz, le chapitre concernant l'aéronautique et enfin le très important chapitre traitant de l'électricité. Ce dernier a été complètement remanié de manière à mettre l'ingénieur en possession de tous les renseignements relatifs à la construction, à l'emploi et aux essais des machines électriques ainsi qu'aux nombreuses applications de l'électricité.

Parmi les nouveaux sujets traités dans cet ouvrage, on peut citer, dans la partie mathématique, le calcul des probabilités et ses applications aux sciences d'observation, aux assurances, à la topographie et à la balistique; dans les poids et mesures, les définitions du système légal, mètre, tonne, seconde; dans la topographie, les procédés les plus récents tels que la photogrammétrie; dans l'automobile, l'étude des véhicules industriels et agricoles; dans la métallurgie, les propriétés des métaux, les essais micrographiques et macrographiques; dans les machines-outils, le résultat des recherches récentes sur les conditions d'emploi des machines en vue d'obtenir un meilleur rendement, etc.

Cette nouvelle édition a été divisée en trois volumes, ce qui en rend le maniement plus facile. — L.-V.

(1) Trois volumes format 19 cm × 12 cm de 1424, 1613 et 1413 pages, avec 3626 figures dans le texte, édité par la librairie Albin Michel, 22, rue Huyghens, à Paris (14e). En vente aux bureaux de la *Revue générale de l'Electricité*, 12, place de Laborde, Paris (8e). Prix : reliés, 290 fr.

Bibliographie : Carte de France (Usines génératrices, réseaux de distribution, lignes de transmission), par la Société financière pour le Développement de l'Electricité (1). — Cette société vient de procéder à un troisième tirage de la carte d'ensemble des usines génératrices et réseaux français, mis à jour au 1er janvier 1927.

Nous avions signalé à nos lecteurs dans nos numéros du 29 mai, t. XIX, p. 866-867 et du 4 septembre 1926, t. XX, p. 330, la publication de cette carte dont les deux premières éditions ont été rapidement épuisées.

Parmi les principales modifications indiquées sur cette carte, nous pouvons mentionner figurant comme lignes terminées :

La ligne Landres-Saint-Dizier;
La ligne Void-Neufchâteau;
La ligne Thonon-Le Fayet;
La ligne Pont-du-Loup-La Saulce-Upaix;
La ligne Viviez-Laval de Cère;
La ligne Coindre-Vernéjoux;
La ligne Clermont-Roche le Peyroux;
Le réseau autour de Troyes, de la Société lyonnaise des Eaux et d'Eclairage;
Le doublement de la ligne Boulogne-Beuvry-Abbeville.

Les nouvelles lignes figurées en construction sont :

La ligne Toulouse-Le Pinet;
La ligne Argentan-Caen.

Et les nouvelles lignes projetées sont :

La ligne Creil-Beauvais;
La ligne Caen-Saint-Lô.

Bibliographie : Données numériques d'électricité, magnétisme et électrochimie, fascicule B extrait du volume V des Tables annuelles de constantes et données numériques, par A. BUFFAT, G.-F. HIGSON, K. GORDON et M. MALAPERT, avec une préface de G. SEMENZA, président de la Commission électrotechnique internationale (2). — Nous croyons qu'il est superflu d'insister auprès de nos lecteurs sur l'importance des Tables annuelles de constantes et données numériques et les services qu'elles ont rendus aux chercheurs dans le domaine des sciences pures et appliquées depuis la parution de la première édition en 1912. Comme le dit M. G. Semenza dans la préface qu'il consacre au fascicule B dont il est question ici, ces données représentent beaucoup plus que ce que l'auteur d'un volume pourrait faire en y employant tous les moyens dont dispose une personne seule, quelque intelligente et laborieuse qu'elle puisse être. La lecture de ces Tables suscite chez le lecteur une quantité d'idées neuves, véritables aiguillons pour un cerveau doué du génie inventif qui peut être ainsi incité à des recherches, conduit vers des inventions pratiques dont la possibilité ne lui serait peut-être pas apparue autrement.

Le fascicule B extrait du volume V des Tables annuelles contient les données publiées entre les années 1917 et 1922. Il est divisé en quatre chapitres que nous nous bornerons à mentionner : Electricité et magnétisme; Conductibilité des électrolytes; Equivalents électrochimiques; Forces électromotrices. Ces chapitres ont été rédigés respectivement par MM. L. Bruninghaus, Malapert, A. Buffat, G.-I. Higson et K. Gordon. — L.-V.

(1) Carte en deux couleurs, format 160 cm × 160 cm, éditée par la Société financière pour le Développement de l'Electricité, 39, avenue de Friedland, à Paris (8e). Prix : 250 fr.

(2) Un volume, format 27 cm × 22 cm, de 152 pages, avec figures et nombreux tableaux dans le texte, édité par la librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, à Paris (6e). Prix : relié, 55 fr, plus 40 pour 100 de majoration.

Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension

Discours de M. Henri Cahen

Vice-président de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Monsieur le Ministre,
Messieurs,

Je suis vraiment un peu confus de prendre aujourd'hui la parole devant vous. Car, depuis la naissance de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension, vous étiez habitués à voir à cette place M. Raynald Legouëz qui, après avoir été un des créateurs de cette conférence, a été le président éminent et l'animateur constant de ses trois premières sessions. Nul plus que moi ne regrette qu'un voyage lointain nous prive tous du plaisir de l'entendre nous donner, avec sa grande autorité personnelle, des conseils toujours judicieux et des exposés toujours éloquents.

Je suis sûr que vous vous joindrez tous à moi pour lui envoyer notre témoignage de reconnaissance pour les grands services qu'il a rendus à cette conférence et notre plus affectueux souvenir.

Si je prends la parole aujourd'hui, c'est qu'en l'absence de M. Legouëz, président de l'Union des Syndicats de l'Electricité, le plus ancien vice-président de cette Union avait un double, et d'ailleurs très agréable, devoir à remplir.

Je tiens tout d'abord, Monsieur le Ministre, au nom de l'Union des Syndicats de l'Electricité de France et au nom du bureau et de tous les membres de la Conférence internationale des grands Réseaux, à vous remercier d'avoir bien voulu nous faire l'honneur d'accepter la présidence de la séance inaugurale de notre quatrième session.

M. le Ministre des Travaux publics, qui est un des membres les plus éminents du Gouvernement français, a toujours donné, avant la guerre, pendant la guerre et depuis la paix, la preuve de l'intérêt passionné qu'il apporte à tous les grands problèmes nationaux et internationaux. Nous ne doutions donc pas de l'attention avec laquelle il suivait le grand problème qui consiste, dans tous les pays, à mettre l'énergie à bon compte et à la portée de tous, industries, habitations ouvrières, citadins et ruraux, œuvre féconde à laquelle notre réunion internationale vient apporter tout son concours.

En venant parmi nous aujourd'hui, M. le Ministre, vous nous en donnez une nouvelle preuve dont nous vous sommes très reconnaissants.

Je tiens ensuite, au nom de l'Union des Syndicats de l'Electricité et de tous mes collègues français à souhaiter la plus cordiale bienvenue aux personnalités éminentes qui ont bien voulu venir, en si grand nombre, passer quelques jours en France, parfois après un très long voyage ou même après avoir franchi les mers.

Rien ne peut davantage nous toucher que cette fidélité à assister à la Conférence des grands Réseaux, ce qui, non seulement, la consacre une fois de plus, mais lui assure ainsi un succès croissant. Délégués officiels des gouvernements, ingénieurs mandatés par de grandes associations, spécialistes autorisés, vous êtes venus ici en grand nombre, près de 500 délégués, représenter 27 pays de toutes les parties du monde : je vous remercie très chaleureusement d'avoir répondu ainsi à l'appel que vous a adressé, une fois de plus, votre si actif et si dévoué secrétaire général permanent.

Mais, au fond, comment pourrait-il en être autrement quand on pense tout à la fois à l'importance considérable que représente dans le monde l'industrie de la production, du transport et de la distribution de l'énergie électrique et à la valeur des études que poursuit, à ce sujet, la Conférence des grands Réseaux.

L'industrie électrique joue, en effet, un rôle presque prépondérant dans l'économie mondiale. Il n'est pas exagéré de dire que l'activité industrielle d'un pays peut se mesurer au degré de développement des applications de l'électricité.

Les gouvernements de tous les pays, conscients de l'influence de la vulgarisation de l'énergie électrique sur la prospérité générale, se préoccupent tous, d'ailleurs, de provoquer l'amélioration et le développement des moyens de production et de distribution de l'énergie.

Ce n'est pas à vous, Messieurs, que j'apprendrai le mouvement profond qui s'est produit depuis quelques années dans la technique de la production et qui a poussé dans tous les pays à rationaliser — pour nous servir du terme actuel — cette production, en supprimant de plus en plus les petites et moyennes usines, et en la concentrant dans de grandes centrales où l'énergie est produite dans des unités de plus en plus puis-

santes et de plus en plus économiques, que ce soit dans des centrales thermiques ou dans des centrales hydrauliques.

Je ne vous citerai aucun chiffre : car entre tous les pays représentés ici, il y a une émulation de plus en plus heureuse pour le progrès, tout à la fois scientifique et pratique, dans la production de l'énergie, et la centrale record d'aujourd'hui, sera certainement dépassée demain par une centrale plus puissante dans un autre pays.

Mais dans notre industrie, aucun problème n'est isolé et ne peut être séparé des autres. Plus la technique moderne pousse à cette rationalisation et à cette centralisation de la production dans de grandes centrales, plus se pose le problème du transport, à de grandes distances, de l'énergie ainsi produite, pour réunir les centres de consommation aux centres de production, et, par suite, celui de la création et de l'exploitation de lignes à très haute tension.

La technique moderne y pousse donc : les nécessités sociales l'imposent également.

C'est en effet une nécessité sociale de vulgariser et de démocratiser de plus en plus les emplois de l'énergie électrique.

Nous devons tout faire pour que la consommation par tête d'habitant, qui présente d'importantes variations entre les différents pays, augmente partout grâce aux progrès techniques que vous contribuez à réaliser et qui finalement permettront d'abaisser le prix de revient.

Nos efforts doivent aboutir à ce que l'utilisation de l'énergie électrique ne soit plus limitée, ni dans l'industrie, ni dans les villes, ni même dans les villages, mais à ce que son emploi soit répandu jusque dans les fermes les plus lointaines, dans les ménages les plus modestes et apporte ainsi, dans chaque pays, plus de bien-être aux plus humbles, pour assurer toujours davantage la paix sociale.

Les progrès sociaux et économiques se rejoignent donc avec les nécessités et imposent de répondre chaque jour davantage aux besoins toujours croissants, jamais satisfaits, des populations et des industries par l'étude et la mise en œuvre de programmes coordonnés qui ne peuvent plus s'arrêter aux limites d'une commune isolée, d'une ville même importante, ou même d'une région quelle que soit son étendue.

L'électrification des chemins de fer, qui doit également se développer, créera à son tour de nouvelles artères de transmission d'énergie à travers les pays ; d'importantes agglomérations trouveront ainsi l'occasion d'être liées à des centres de production économique.

Tout concourt donc à pousser plus activement que jamais l'étude des moyens techniques destinés à faciliter l'écoulement de l'énergie produite dans les grandes centrales de production pour répondre aux besoins économiques et sociaux de toutes les régions.

La création des grands réseaux d'énergie électrique à très haute tension s'impose par suite à tous les titres et c'est là précisément un des buts essentiels de votre conférence dont les fondateurs avaient, dès 1921, prévu toute l'importance croissante. C'est cet objet principal qu'ils ont voulu synthétiser dans le titre qu'elle porte encore aujourd'hui.

Son importance, non seulement n'a donc pas diminué, mais on peut dire, au contraire, qu'elle a grandi tous les jours.

L'interconnexion des grands réseaux de distribution se poursuit en effet actuellement à peu près dans tous les pays, de façon à ce qu'il en résulte une plus grande sécurité dans le service et une meilleure utilisation des disponibilités. Leur réalisation peut même, doit même, semble-t-il quelquefois, dépasser les frontières des pays.

Ce sont ces problèmes que vous avez discutés dans vos trois premières sessions et auxquels vos travaux ont fait faire d'incontestables progrès.

Je ne doute pas que la quatrième session, qui s'ouvre aujourd'hui sous les plus heureux auspices et pour laquelle plus de soixante rapports ont été déposés, n'obtienne le même succès.

S'il est des problèmes, d'ailleurs, où une coopération internationale s'impose et où il doit y avoir entre les nations l'émulation du progrès scientifique contribuant à la paix sociale et, par suite à la paix tout court, ce sont bien ceux que vous avez à discuter ici : ceux de la construction des machines électriques, de l'établissement de grandes lignes à haute tension et de leur exploitation.

Des spécialistes comme vous, possédant déjà l'expérience souvent ancienne des résultats acquis dans de nombreux pays, sont particulièrement préparés à résoudre ces problèmes que vous aimez passionnément. Vous saurez, j'en suis sûr, après avoir échangé vos renseignements et débattu vos opinions en toute liberté d'esprit, aboutir à des résultats assurant le progrès de demain. Vous coopérerez ainsi à une œuvre profondément utile et au développement du mieux-être universel.

Je suis convaincu, Messieurs, du succès de vos travaux. Vos collègues français, qui vous renouvellent leurs souhaits de bienvenue, feront tout leur possible pour vous aider à y parvenir.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur un photomètre universel portatif

On connaît déjà bien des modèles de photomètre portatif. Celui que décrit M. André Blondel après deux ans d'essais satisfaisants de cet appareil, dans de nombreuses installations, est un instrument de précision construit économiquement en vue de permettre des applications très variées, en laboratoire, aussi bien qu'en usine. Il repose sur deux principes nouveaux : d'une part, l'emploi d'une surface lumineuse uniforme comme étalon de lumière secondaire, d'autre part, l'emploi d'une pupille artificielle rendant possible l'utilisation du principe de Lord Rayleigh. L'auteur donne les méthodes à employer pour l'utilisation de cet appareil dans les mesures d'intensité lumineuse et d'éclairement, et encore dans d'autres applications moins usuelles mais fort intéressantes.

I. **Généralités.** — J'ai réalisé, il y a plusieurs années, un luxmètre portatif qui, après avoir été présenté à la Société française de Physique, a été mis en fabrication industrielle par la Société anonyme française Holophane. Cet appareil répondait, à cette époque, d'une manière satisfaisante, aux besoins pratiques des laboratoires et des installateurs.

Ce luxmètre, que j'ai décrit en 1913 dans la revue « Science et Art de l'Eclairage », était caractérisé par l'emploi d'une source auxiliaire formée d'un filament rectiligne de lampe à incandescence, dont on utilisait une plus ou moins grande longueur pour l'éclairage de l'écran de comparaison, au moyen d'un diaphragme variable, formé de deux volets mobiles à arêtes perpendiculaires au filament. Les rayons de cette source de comparaison étaient renvoyés par un miroir à 45° sur un verre dépoli, servant de plage de comparaison, et un double prisme analogue au prisme Lummer et Brodhun, mais d'une construction différente, comme on le verra plus loin, permettait à l'observateur de viser directement à l'œil nu, à la fois cette surface de comparaison et un petit verre opalin placé directement dans son axe de visée (à 90° de l'écran de comparaison) et éclairé par la source à mesurer.

Le filament, alimenté par une batterie de 4 v, était un peu court et ne permettait de faire varier l'ouverture du diaphragme que dans des limites étroites ; il en résultait que l'échelle de l'appareil était limitée à des éclairements maxima de 40 lux sur l'écran de comparaison.

J'ai cherché depuis lors à réaliser un éclairement plus fort en doublant la longueur du filament et en l'alimentant au moyen d'une batterie de 8 v, puis j'ai été amené à rechercher l'application de cet appareil à la mesure des éclairements produits par des sources situées à grandes distances, telles que phares et projecteurs, question qui m'avait été posée par les services intéressés.

Le problème ne put être résolu qu'en adoptant la méthode de lord Rayleigh, déjà utilisée dans différents appareils connus et qui a l'avantage d'augmenter considérablement l'éclairement apparent produit par la source située à grande distance. On remplace l'écran en verre opalin, éclairé beaucoup trop faiblement par la source, par l'objectif d'une lunette, au foyer de laquelle l'observateur place son œil.

La figure 1 montre ce dispositif : O est un objectif ; S, la source de lumière placée à grande distance ; A, la pupille de l'observateur dans laquelle pénètre, comme on le voit, toute la lumière.

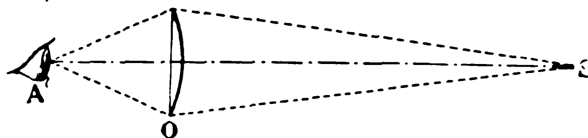


Fig. 1. — Dispositif utilisant la méthode de lord Rayleigh. La pupille de l'observateur reçoit toute la lumière tombant sur l'objectif O.

Si l'on appelle f, la longueur focale ; x, la distance de la source; D, le diamètre maximum de la source, le diamètre maximum d de l'image est

$$d = D\frac{f}{x}.$$

Comme nous le verrons, la condition d'application de la méthode de lord Rayleigh est que toute la lumière tombe dans l'œil et que, par conséquent, le diamètre de l'image A soit inférieur à celui de la pupille lequel varie dans l'obscurité entre 5 et 10 mm suivant l'éclairage ambiant.

Par conséquent, plus la source est éloignée, plus les dimensions qu'on peut lui permettre d'avoir, pour l'emploi de cette méthode, sont grandes.

Il s'ensuit également que l'œil voit l'objectif entièrement éclairé et que la brillance est uniforme si la len-

tille est mince et si son diamètre est suffisamment petit par rapport à la distance focale ; si le diamètre de la lentille est un peu grand, on est obligé d'employer une lentille non seulement achromatique, mais aplanétique; dans le photomètre portatif décrit ici on peut se contenter, en général, d'une lentille simple.

Dans la méthode de lord Rayleigh telle qu'elle était employée jusqu'ici, on compare la brillance de l'objectif avec celle d'un autre objectif au foyer duquel est placée une source lumineuse ponctuelle ou extrêmement petite.

La figure 2 montre comment cette comparaison est généralement réalisée : O et O' sont les deux objectifs; S et S' les deux sources, la seconde seule étant à petite distance; P un prisme du genre Lummer et Brodhun qui renvoie les faisceaux provenant des deux objectifs O et O' sur un objectif Q_2, au foyer duquel l'observateur A place son œil; les deux objectifs O et O' sont réglés de manière que les faisceaux qu'ils envoient sur le prisme P soient des faisceaux de lumière parallèles; ils jouent ainsi le rôle de collimateurs par rapport à

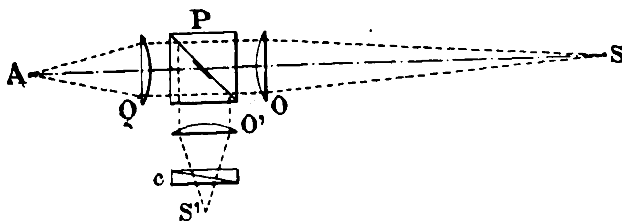


Fig. 2. — Comparaison par la méthode de lord Rayleigh de la brillance de deux objectifs O et O'.

l'objectif de la lunette Q_2. On met au point cette lunette sur l'hypoténuse du prisme P.

Pour pouvoir faire varier l'intensité lumineuse de la source de comparaison S', on ne dispose que de moyens délicats : dans les spectrophotomètres fondés sur ce principe, les sources S et S' sont, toutes deux, des fentes de spectroscopes de largeur réglable; dans les photomètres, on est obligé d'interposer entre S' et O' un double coin en verre fumé c, présentant une absorption variable, mais qui risque de modifier la teinte de la lumière incidente; le coin en verre fumé donne d'ailleurs une variation exponentielle du pouvoir absorbant en fonction du déplacement et la graduation doit être logarithmique, tandis qu'il est beaucoup plus avantageux d'avoir une variation proportionnelle au fonctionnement de la graduation.

C'est ce que je me suis proposé de réaliser en remplaçant, dans le dispositif classique de la figure 2, l'ensemble O', c', S', par un simple écran diffusant E comme le montre la figure 3.

Dans cette figure de principe, on voit encore en P le prisme Lummer et Brodhun dont l'hypoténuse est traversée en partie par la lumière venant de la source S et allant se concentrer au foyer conjugué A de l'objectif de lunette O ; il est inutile d'avoir un collimateur; le même objectif sert très bien, en effet, à viser l'écran E, lorsque ce dernier est constitué par une surface diffusante suivant la loi de Lambert, dont la brillance est indépendante de l'angle d'émission des rayons diffusés [1].

La brillance uniforme de l'objectif, proportionnelle à l'éclairement qu'il reçoit de la source éloignée, se

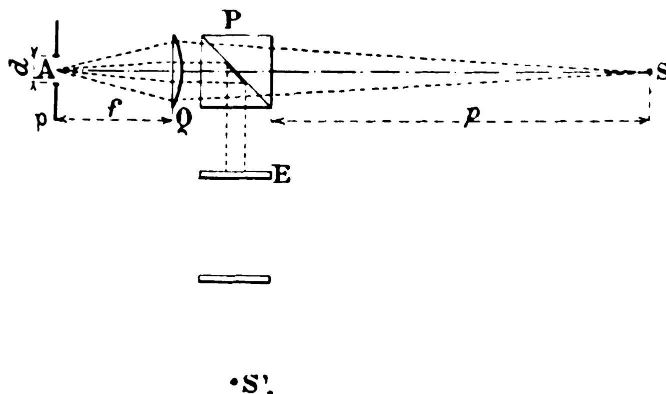


Fig. 3. — Modification de la méthode de lord Rayleigh par l'utilisation, à la place du second objectif, d'un écran diffusant E.

trouve considérablement accrue par le fait que toute la lumière provenant de l'objectif est ainsi utilisée pour l'éclairement de la rétine, tandis que lorsque l'œil vise une surface diffusante éclairée par une source, il y a deux causes considérables de pertes : *a*) l'absorption de lumière occasionnée par la substance diffusante et qui peut varier pratiquement de 20 à 50 pour 100; *b*) la répartition de la lumière par diffusion dans l'angle sphérique 2π. En supposant une diffusion suivant la loi de Lambert, la quantité de lumière émise suivant la normale à l'écran E par unité de surface, au lieu d'être égale au flux incident diminué de la perte par transmission ci-dessus, se trouve réduite dans le rapport $\frac{1}{\pi}$ en vertu de la relation qui existe entre le flux émis F et la brillance B pour une surface s

$$F = \pi s B.$$

Ces remarques permettront de calculer plus loin le pouvoir amplificateur qu'exerce l'objectif sur l'éclairement de la source placée à grande distance.

II. **Photomètre semi-portatif, modèle 1923.** — Un premier modèle de photomètre portatif, établi en 1923, est représenté par la photographie de la figure 4 et par la coupe schématique de la figure 5. Etudié spécialement en vue de son application à l'étude

[1] Les verres opalins que j'emploie ne réalisent pas la condition de Lambert jusqu'aux angles d'émission voisins de 90° mais seulement dans la limite de 0 à 30°; mais cette dernière est plus que suffisante, étant donné que l'angle d'émission ne dépasse jamais quelques degrés pour les rayons qui viennent former leur foyer en A.

des phares et des projecteurs, il peut être placé sur un pied spécial portant une embase tournant autour d'un pivot vertical qui permet de faire varier l'azimut de visée, tandis que, d'autre part, on peut donner un plongement à cette embase grâce aux dispositifs que comportent certains pieds photographiques ou topographiques. L'appareil est d'ailleurs muni lui-même

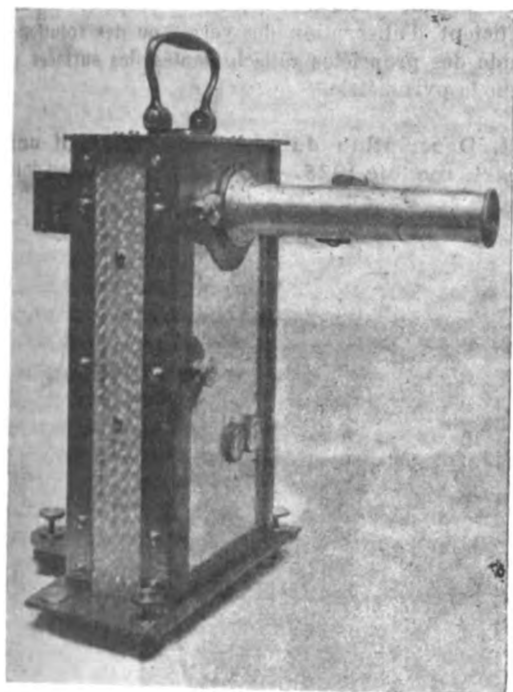


Fig. 4. — Vue du premier modèle de photomètre universel établi en 1923.

de trois vis calantes, qui permettent de faire varier son inclinaison dans une certaine mesure.

Il est entièrement métallique et d'une construction très simple; la lunette de visée est fixée à la porte qui donne accès à l'intérieur; un double prisme est placé sur le parcours direct des rayons entre la lunette et l'ouverture de sortie de l'appareil; celle-ci peut être munie, soit d'un verre opalin, soit de verres fumés permettant un affaiblissement plus ou moins fort des rayons incidents dans le cas où l'on emploie la méthode de lord Rayleigh.

La lunette comprend un simple objectif de 120 à 150 mm de longueur et un œilleton; la source de lumière de comparaison est une lampe à incandescence cylindrique à filament rectiligne placée dans le bas de l'appareil; le diaphragme mobile à ouverture rectangulaire variable est placé directement au-dessus de ce filament et commandé par un bouton extérieur. La lampe envoie des rayons lumineux sur la face hypoténuse du prisme rectangle qui porte une bande argentée, laquelle renvoie les rayons horizontalement dans la lunette. Contre le premier prisme est collé au baume du Canada un second prisme identique qui forme avec le premier un cube de verre transparent dans toute la partie qui n'est pas obturée par la bande argentée. La lumière extérieure tombe ainsi directement sur la lunette ; on déplace celle-ci à l'aide d'une crémaillère, de façon à mettre au point sur la bande argentée qu'on voit avec un grossissement d'environ 2.

La lampe à incandescence éclaire un verre opalin fixé au-dessous du prisme ; on fait varier l'éclairement de cet écran en modifiant l'écartement des vannes du diaphragme mobile, de façon à ne laisser émettre de rayons que par une partie plus ou moins longue du filament rectiligne. L'éclairement varie proportionnellement à l'écartement des vannes, lequel est lu sur une graduation en millimètres fixée à l'une des vannes; les fractions de tours sont lus d'autre part sur un tambour gradué en 100 parties égales et fixé sur l'arbre de la vis sans fin qui commande le mouvement des vannes.

Comme il a déjà été dit, on peut augmenter l'étendue des variations d'éclairement possible, on peut ajouter à volonté un ou plusieurs verres absorbants étalonnés sur le trajet des rayons provenant de la source extérieure à photométrer; ces verres neutres sont alors placés dans un petit support fixé en avant du prisme, à l'extérieur de l'appareil.

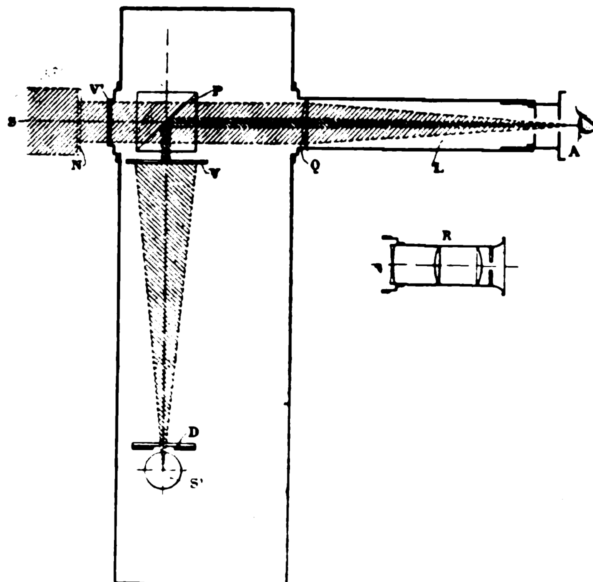


Fig. 5. — Coupe schématique du premier modèle de photomètre universel (1923).

Les expériences faites sur ce premier modèle ont montré qu'il répondait bien à son but ; mais il était trop spécialisé comme applications (c'est-à-dire mesure de l'intensité du faisceau des phares et projecteurs) et pas assez facilement maniable pour les mesures d'éclairement sur la voie publique ou dans les locaux fermés.

Il a paru désirable de revenir, en ce qui concerne la boîte de l'appareil, à la disposition de mon ancien luxmètre de l'« Holophane » (¹) dans lequel tous les dispositifs optiques sont contenus dans une boîte plate horizontale renfermant aussi la lunette, dont l'œilleton seul fait saillie au dehors.

En outre, l'éclairement qu'on peut obtenir par une lampe à filament rectiligne se trouve assez limité et ne dépasse guère, sur l'hypoténuse du prisme, 50 à 60 lux; or, dans bien des applications, il est désirable d'obtenir des éclairements de 100 et même 200 lux.

Ayant pu mettre au point, il y a quelque temps, un nouveau modèle tout à fait satisfaisant, je vais en donner ci-dessous la description, le mode d'emploi et les applications, qui sont plus nombreuses que dans le premier modèle.

Cet appareil permet notamment la détermination de l'intensité lumineuse des lampes, la construction des courbes de flux de Rousseau, la mesure des éclairements produits par toutes installations d'éclairage (éclairage des locaux, des rues, etc..,) sur les surfaces environnantes, ou, à l'aide d'un écran blanc auxiliaire, des éclairements en tous points de l'espace, celle du coefficient d'absorption des verres ou des solutions, l'étude des propriétés réfléchissantes des surfaces et même la pyrométrie.

III. Description du photomètre portatif universel, modèle 1925. — L'appareil est contenu dans un sac en maroquinerie renfermant, en outre, une batterie d'accumulateurs de 4 v, un voltmètre de contrôle de la batterie, un rhéostat permettant un réglage précis de la tension aux bornes de l'étalon auxiliaire et les divers accesoires. Il est bon de mesurer, d'autre part, le courant par un milliampèremètre de précision, car les résistances des contacts peuvent varier accidentellement.



Fig. 6. — Vue du photomètre portatif universel modèle 1925 et de ses accessoires.

L'appareil peut être tenu à la main, ou mieux fixé sur un pied photographique à rotule de préférence, ou sur un pied de lunette. La figure 6 montre le photomètre monté sur pied, ainsi que le sac contenant les divers accessoires et servant à son transport. La figure 7 représente une coupe à travers l'appareil.

Le photomètre comprend :

1° Un étalon auxiliaire de brillance, ayant une surface uniformément éclairée, constitué par un verre opalin E; 2° Un œil-de-chat à ouverture variable et graduée D, permettant de diaphragmer la surface uniformément éclairée de l'étalon; 3° Un double prisme rectangle à bande argentée P; 4° Une lunette L de mise au point du prisme; 5° Eventuellement, un petit oculaire démontable R; 6° Un verre opalin, dit bonnette, B, avec monture, se vissant sur l'ouverture de visée de l'appareil; 7° Deux verres noirs étalonnés N et N', qui, par leur interposition sur le trajet des rayons provenant du premier ou du second verre opalin, divisent ou multiplient la constante de l'appareil, soit par 10, soit par 100, soit encore par 1 000 s'ils sont utilisés simultanément; 8° Un circuit électrique avec interrupteur commutateur à deux directions et un plot mort,

(¹) La Société Holophane a apporté récemment divers perfectionnements à ce luxmètre.

pour l'allumage alternatif de l'étalon et d'une lampe éclairant les graduations de l'œil-de-chat.

Examinons successivement ces divers organes.

1° L'*étalon auxiliaire* d'éclat intrinsèque se compose d'une enceinte cylindrique garnie intérieurement de bristol mat et fermée à une extrémité par un écran opalin E (fig. 7) de 30 mm de diamètre, qui constitue l'étalon d'éclat proprement dit, et à l'autre extrémité par un disque mobile en laiton recouvert également de bristol, mû par un tube à crémaillère par lequel arrivent les conducteurs de courant ; au bout inférieur du tube est vissée une petite lampe S' fonctionnant sur 4 v (qui

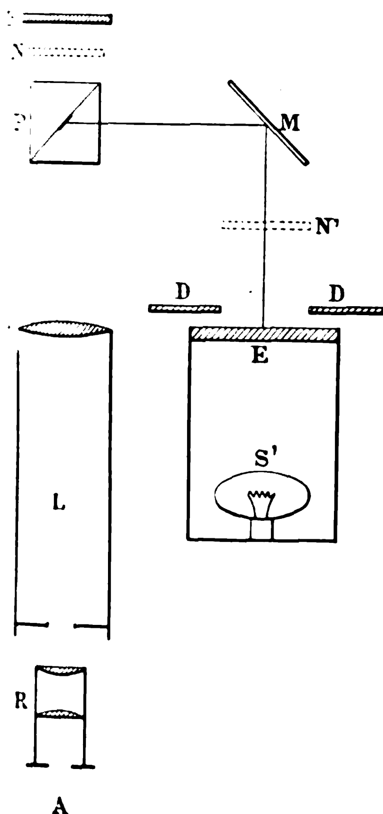


Fig. 7. — Coupe schématique du photomètre portatif universel.

peut être de 0,25 à 1 A suivant l'intensité lumineuse qu'on désire). Cette lampe est alimentée par la batterie d'accumulateurs contenue dans le sac ; le petit rhéostat et le voltmètre de précision permettent de vérifier la tension aux bornes de la lampe et de la ramener à la valeur correspondant au tarage.

2° L'*œil-de-chat*, type de l'auteur (1), à diaphragme D à ouverture rectangulaire, placé contre le verre opalin de l'étalon, est constitué par un écran opaque avec une ouverture rectangulaire et par deux volets se déplaçant parallèlement devant cet écran dans le plan vertical à la rencontre l'un de l'autre. Le déplacement relatif de ces deux volets est commandé par une vis à pas à droite et à gauche (pas simple de 1 mm). La largeur de l'ouverture de l'œil-de-chat est indiquée par un index gradué qui donne le nombre de tours : 1 tour de la vis correspond à 2 mm de déplacement relatif des volets (un déplacement de 1 mm pour chaque volet). La lecture est complétée par l'indication d'un tambour calé sur la vis et dont la périphérie est divisée en centièmes. Un œilleton (loupe), vissé dans la paroi de la boîte, permet la lecture des divisions par l'opérateur, quand il allume la petite lampe placée dans ce but à l'intérieur de la boîte.

Le diaphragme rectangulaire amovible placé en avant des volets de l'œil-de-chat limite à 16 mm, pour le plus grand des diaphragmes employés, la hauteur de l'ouverture, tandis que les volets en limitent la largeur variable ; suivant la constante que l'on désire, on peut remplacer ce diaphragme par d'autres diaphragmes de 8 mm, 4 mm ou 2 mm de hauteur d'ouverture.

Les intensités lumineuses mesurées sont directement proportionnelles à la surface d'ouverture du diaphragme.

3° Le *double prisme rectangulaire* P, constitué par deux prismes dont les faces hypoténuses sont collées au baume du Canada, forme un cube : la lumière diffusée provenant de la bonnette le traverse librement suivant la direction de l'axe optique de la lunette. Les rayons lumineux provenant du verre dépoli E sont aussi réfléchis suivant l'axe de visée par une bande d'argenture formant une surface réfléchissante sur la face hypoténuse du prisme d'avant.

Dans les mesures, on égalisera l'éclairement de la bonnette B et de la bande d'argenture, en diaphragmant l'étalon de brillance par l'œil-de-chat.

4° La *lunette de mise au point* est formée d'un tube réglable par crémaillère. Elle porte, du côté du prisme, une lentille plan-convexe Q de 120 mm de distance focale environ et, de l'autre côté, un œilleton ; un diaphragme placé à l'intérieur de la lunette près de l'œilleton, protège l'œil de l'observateur contre les rayons réfléchis par les parois.

5° On peut compléter, s'il y a lieu, l'appareil simple par un petit *tube oculaire démontable* R, comprenant deux lentilles plan-convexes et un réticule, tube qui peut être fixé en avant de l'œilleton et permet une mise au point telle que l'observateur plaçant son œil contre le verre oculaire, observe sensiblement dans le plan du réticule l'image d'une source placée à l'infini ou à grande distance. Cet oculaire sert à deux fins : il permet, d'une part, de vérifier la mise au point et la bonne position de l'œilleton qui doit être non au foyer de l'objectif, mais 5 mm plus près de l'objectif, de façon que celui-ci forme son foyer sur le réticule, à l'endroit où viendra se placer la pupille, au cours des

(1) Ce type d'œil-de-chat a été décrit à propos d'un autre appareil dit « Photomètre universel de Blondel et Broca » dans une communication faite au Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences à Carthage (1896). Cette communication a été publiée dans *L'Éclairage électrique*, 23 janvier 1897, t. X, p. 145-151.

mesures, afin que l'œil reçoive alors tous les rayons émanant de l'objectif.

L'oculaire constitue, d'autre part, par sa combinaison avec l'objectif, une lunette terrestre permettant de diriger convenablement l'appareil, la bonnette B étant enlevée, sur toute source lointaine à photométrer. On oriente le photomètre de façon à amener l'image réelle regardée par l'oculaire au centre de l'œilleton en concordance avec le réticule. Puis on enlève l'oculaire.

6° La *bonnette*, formée d'un verre opalin avec monture, est fixée sur la paroi avant de l'appareil dans le champ de visée ; elle constitue l'écran soumis à l'éclairement de la source à mesurer S.

Si on veut étudier l'éclairement dans une direction oblique ou mesurer l'intensité lumineuse d'une source placée en dehors de l'axe de l'appareil, on remplace la bonnette fixe par un tube coudé qu'on peut faire tourner autour de son axe horizontal d'un angle indiqué par une graduation ; dans le coude est un miroir à 45° ; à l'extrémité libre du tube on peut visser la bonnette du verre opalin.

7° Les *deux verres noirs étalonnés* accompagnant l'appareil peuvent être placés sur le trajet des rayons lumineux à étudier en N, ou des rayons de l'étalon en N'; l'un de ces verres absorbe 90 pour 100 de la lumière pénétrant du dehors dans la lunette ; l'autre absorbe 99 pour 100. En les combinant ensemble, on obtient une réduction de l'intensité lumineuse au millième.

IV. Utilisation de l'appareil, modèle 1925. — L'appareil peut être utilisé de *deux manières* différentes, suivant qu'on emploie la méthode de l'éclairement d'un écran (bonnette) par la source à étudier, ou la méthode de l'éclairement direct d'un objectif (méthode de lord Rayleigh modifiée).

Le premier cas est celui des mesures courantes d'intensité lumineuse et d'éclairement ; le second cas est réservé aux mesures des intensités lumineuses des sources à grande distance. Dans ces deux cas, les mesures sont faites, non pas en valeur absolue, mais en valeur relative, c'est-à-dire qu'on emploie la méthode de comparaison en faisant un tarage de l'appareil avant ou après les mesures.

A. **Première méthode : Emploi d'un écran.** — Deux cas sont à considérer suivant qu'on veut faire des mesures d'intensité lumineuse ou des mesures d'éclairement.

Le photomètre s'emploie comme un photomètre ordinaire, c'est-à-dire que l'on détermine l'égalisation de l'éclairement de l'écran formant bonnette avec l'éclairement produit sur la bande argentée par l'écran auxiliaire, qui reçoit la lumière de la source contenue dans l'appareil.

Rappelons que cette source est formée par une surface diffusante uniformément éclairée par la petite lampe S' contenue dans le cylindre et qu'on modifie l'éclairement par variation de la surface éclairée en agissant sur le tambour gradué qui commande les volets mobiles. On a avantage à intercaler entre les volets mobiles commandés par le tambour gradué et le verre éclairant du cylindre, un diaphragme amovible à fente de grande ou de petite hauteur ; on fait ainsi varier l'échelle des éclairements, tout en conservant, dans chaque cas, la proportionalité des éclairements aux divisions du tambour.

Le double prisme permet de voir une bande centrale éclairée par la source de comparaison se détachant sur un fond éclairé par la source à mesurer ; la mesure consiste à amener l'égalité des deux éclairements ; il est bon, pour éviter les difficultés de la photométrie hétérochrome, quand les sources sont de teintes très différentes, d'interposer une cuve de Crova (1) entre le double prisme et l'objectif.

Le prisme est placé au foyer de l'objectif (longueur focale environ 120 mm), qui joue le rôle d'une loupe faible, donnant un grossissement théorique de 2 environ pour un œil à la distance normale d'accommodation ; pour un œil myope, on peut employer une loupe en rapprochant l'objectif à l'aide de la crémaillère. Il est plus avantageux de placer devant l'œilleton, à l'aide d'une monture livrée à cet effet, un verre correcteur semblable aux verres de binocle de l'observateur, mais taillé en forme de disque de diamètre égal au diamètre intérieur de la monture. Cela revient à mettre le monocle dans l'œilleton.

Un verre correcteur est nécessaire dans tous les cas pour les presbytes dont l'œil accommode à une trop grande distance pour que le tarage de la lunette puisse permettre une mise au point sans correction.

1. Mesure de l'intensité d'une source de lumière. — La mesure de l'intensité d'une source de lumière se fait de la même manière que l'opération de tarage qu'on va exposer d'abord pour simplifier.

1° *Tarage de l'appareil.* — On place le verre opalin à une distance connue p_0, en mètres, d'une lampe à incandescence, par exemple une lampe étalon de 50 bougies du Laboratoire central d'Electricité (pour laquelle on fera $p_0 = 2$ m).

Le centre du disque d'opaline étant au même niveau que le filament de la lampe, on règle la tension de cette dernière d'après la valeur prévue sur sa fiche d'étalonnement ; on oriente l'appareil de façon que l'opaline soit bien perpendiculaire aux rayons incidents.

En regardant dans la lunette, on met celle-ci au point au moyen de la crémaillère de manière à voir nettement la bande argentée du prisme : après avoir

(1) On peut d'ailleurs éviter l'emploi de la cuve de Crova pour une série de mesures déterminées en faisant l'étalonnement de la source auxiliaire sous une tension telle que cette source ait sensiblement la même teinte que celle à photométrer.

Pour l'emploi des écrans colorés, je renvoie le lecteur aux remarquables communications de M. Fabry et de M. Jouaust à la Commission internationale de l'Enseignement et à la Société française des Electriciens en 1925.

allumé la lampe qui éclaire l'étalon auxiliaire et réglé au moyen du rhéostat sa tension de manière qu'elle donne une teinte semblable à celle de la source à mesurer, on détermine et l'on note la tension qui correspond à cette teinte que l'on conserve ensuite pour les mesures.

On règle l'ouverture de l'œil-de-chat de façon à obtenir l'égalité d'éclairement des trois plages du double prisme; on lit l'ouverture de l'œil-de-chat sur l'index de la règle en complétant par les divisions lues sur le tambour micrométrique (qui donne les centièmes de division). Soit n_0 la lecture [1]; la constante photométrique pour la bonnette employée et pour la tension adoptée pour la lampe du photomètre sera

$$k = \frac{I_0}{p_0^2 n_0}.$$

On réglera la position de la lampe de l'appareil de façon que la constante k soit un nombre rond, 5, 10 ou 20 lux par division.

1° *Mesures.* — On remplace la lampe étalon par la source à étudier et on fait la nouvelle égalisation de la même manière que la première, au moyen de l'œil-de-chat; on lit le nouveau nombre correspondant n; soit p la distance de la nouvelle source, dont l'intensité lumineuse I est donnée par l'expression

$$I = knp^2 = I_0 \left(\frac{p}{p_0}\right)^2 \frac{n}{n_0}.$$

Il est bon de répéter plusieurs fois l'opération et de prendre la moyenne des lectures. Si la source est trop forte par rapport à l'étalon, on en réduira l'intensité au dixième, au centième ou au millième en employant l'un ou l'autre, ou l'ensemble de deux verres neutres gradués et livrés avec l'appareil.

On peut d'ailleurs aussi obtenir pour l'appareil deux constantes différentes, suivant qu'on emploie un ou deux verres opalins placés sur le trajet des rayons tombant de l'œil-de-chat sur la bande argentée. Les indications qui précèdent trouvent leur emploi également dans la mesure des éclairements qu'on va décrire.

2. Mesure des éclairements réels ou apparents. — Pour la mesure des éclairements, deux méthodes sont à employer, suivant qu'on veut l'éclairement en un point de l'espace ou l'éclairement d'une surface existante, telle qu'un mur ou un plafond.

a) *Mesure de l'éclairement réel en un point.* — On remplace la bonnette fixée en dehors de l'appareil par la bonnette à tube dont il a été parlé plus haut. On visse cette dernière sur la partie mobile du tube, et la pièce fixe qui porte la graduation, sur le photomètre. La graduation, permet de déterminer l'orientation donnée au tube mobile.

Cette méthode est employée surtout avec la bonnette horizontale pour mesurer les éclairements horizontaux, sur un bureau ou sur un plan situé à une hauteur de 1 m au-dessus du sol, par exemple.

Etalonnement de l'appareil. — On dirige le tube horizontalement à la même hauteur qu'une source de lumière d'intensité connue, 50 bougies par exemple, placée à une distance de 1 m de la bonnette, de façon que les rayons tombent sur celle-ci perpendiculairement. Cette mesure donnera alors 50 lux, et on détermine le chiffre de la graduation correspondante de l'œil-de-chat.

b) *Mesure de l'éclairement d'un plafond.* — On conserve le même tube coudé, mais on enlève la bonnette et on dirige le tube mobile vers le plafond. Si on place contre celui-ci un papier buvard blanc, ayant servi à l'étalonnement, on a l'éclairement réel. Si on opère avec la surface même du plafond, la mesure donne l'éclairement *apparent*, rapporté à celui que donnerait une surface blanche étalonnée. La valeur obtenue tient ainsi compte de la couleur plus ou moins sale du plafond. Le rapport de l'éclairement apparent à l'éclairement réel mesurés au même point, donne le *coefficient de blancheur de la surface* [1].

Etalonnement. — La lecture ainsi obtenue est comparée avec celle qu'on obtient en visant une surface de papier blanc S, éclairé perpendiculairement par une source étalonnée S_0 de 50 bougies, par exemple, à un mètre de cette surface blanche (fig. 8).

c) *Mesure de l'éclairement réel ou apparent d'un mur vertical.* — On peut employer la même disposition en se tournant de manière que le tube coudé permette de viser soit le mur lui-même, soit une surface blanche étalon placée contre lui. Le montage est alors le même que dans le cas précédent, mais on peut aussi enlever le tube coudé et viser directement le mur par l'ouverture libre du photomètre, en enlevant la bonnette. La distinction à faire entre l'éclairement réel et l'éclairement apparent est la même que dans le cas précédent.

Etalonnement. — Dans ce cas, il faut faire un étalonnement en visant une surface blanche éclairée perpendiculairement par la source étalon placée à une distance connue. Le coefficient de l'appareil n'est pas le même que dans le cas précédent.

Remarque I. — Dans les mesures d'éclairement

[1] Pour avoir le nombre cherché, on lit d'abord le chiffre placé sur la réglette à droite de l'index, on lui ajoute deux zéros puis on additionne l'indication du tambour gradué.

Pour lire la graduation, qu'on regarde par l'œilleton qui lui correspond, il faut tourner l'interrupteur en sens inverse des aiguilles d'une montre pour allumer la petite lampe auxiliaire au lieu de la lampe étalon.

[1] Aux Etats-Unis on a eu la singulière idée de remplacer l'éclairement apparent par une brillance rapportée à l'unité de flux; on a aussi formé une unité nouvelle, le « lambert », complètement inutile puisque le lambert représente simplement un éclairement apparent de 1 phot.

Voir à ce sujet :

A. Blondel: Définitions et symboles photométriques. Rapport du comité international des Définitions et Symboles photométriques à la Commission internationale de l'Eclairage. *Revue générale de l'Electricité*, 6 décembre 1924, t. XVI, p. 896-905. Voir, notamment, le paragraphe « Brillance », pages 899-901.

décrites en a), b) et c), on peut aussi, après avoir enlevé l'objectif de la lunette, tenir le photomètre à la main.

Remarque II. — Dans le cas b) ou c), si l'on veut connaître exactement la portion de la surface dont on mesure l'éclairement apparent, il est quelquefois préférable d'enlever l'objectif de la lunette et d'allonger le tube de celle-ci au moyen d'un raccord qu'on visse à la place de l'œilleton, comme dans le premier modèle de luxmètre. L'œilleton sera reporté au bout du raccord. Avec un tube de longueur totale égale à 0,30 m,

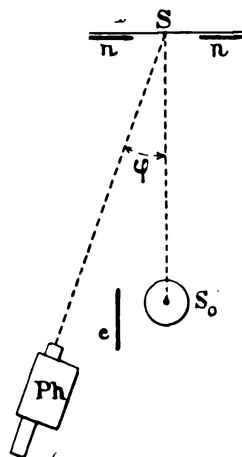


Fig. 8. — Etalonnement du photomètre portatif universel pour la mesure de l'éclairement d'un plafond, au moyen d'une source étalonnée S_0 et d'un écran de papier blanc S.

un œil normal (on le rendra tel avec un verre correcteur placé devant lui) peut s'accommoder à la fois sur la bande argentée du prisme et sur la surface extérieure à « luxmétrer ». On voit alors quel est le point de la surface auquel se rapporte la mesure. On peut ainsi luxmétrer la surface de la Lune ou même celle de Vénus sans difficulté.

Il est intéressant, dans toutes les mesures de brillance, de connaître la dimension approximative de la

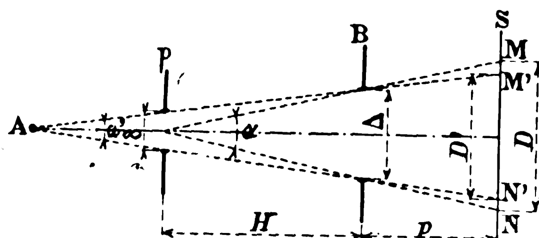


Fig. 9. — Etalonnement du photomètre portatif universel, sans objectif, pour la mesure de l'éclairement apparent ou réel d'un mur vertical.

surface sur laquelle l'œil opère cette mesure de brillance, car il y a avantage à la réduire le plus possible pour préciser la conclusion de la mesure. Deux cas sont à considérer suivant qu'on fait cette mesure avec ou sans objectif.

1° *Sans objectif* (fig. 9). — Après enlèvement de la bonnette, la surface étudiée se trouve délimitée théoriquement par un cône ayant pour base l'ouverture de la boîte B et pour sommet le centre de la pupille artificielle p et, pratiquement, par un tronc de cône dont la petite base est l'ouverture *r* de cette pupille, de diamètre δ.

Si l'on appelle *p* la distance du centre de l'ouverture B de diamètre Δ, au centre de la surface étudiée de diamètre $MN = D$, et H la distance de cette même ouverture B au centre de la pupille artificielle *p*, le demi-angle théorique au sommet du cône a pour tangente

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \frac{D}{2(p+H)}$$

et le diamètre MN est

$$D = \Delta\frac{p+H}{H}.$$

Dans le cône pratiquement utile, ayant son sommet en A, cet angle est remplacé par α' avec

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha'}{2} = \frac{D-\delta}{2(p+H)}$$

et le diamètre M'N' de la surface observée à pleine pupille se réduit à

$$M'N' = D' = \Delta\frac{p+H}{H} - \delta.$$

La précision de la localisation du point éclairé est d'autant plus grande que *p* est plus petit.

2° *Avec objectif* (fig. 10). — L'objectif a son foyer au centre de la pupille artificielle du côté de l'œil et on

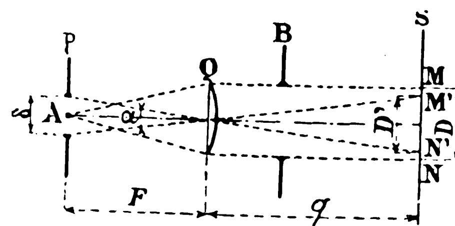


Fig. 10. — Etalonnement du photomètre portatif avec objectif pour la mesure de l'éclairement apparent ou réel d'un mur vertical.

connaît sa longueur focale F (en pratique $F = 120$ mm); le diamètre de l'objectif est un peu plus petit que l'ouverture B.

L'aire théorique vue depuis le point foyer serait égale au diamètre utile Δ' de l'objectif, mais la surface vue réellement par l'œil à pleine pupille et sans pénombre aux bords se trouve réduite par suite de la divergence correspondante à l'ouverture de la pupille, le demi-angle étant égal à $\frac{\varphi}{F}\delta$.

Appelons X' et H les distances de la surface au point nodal extérieur de l'objectif et du point nodal postérieur à la pupille artificielle, en considérant non plus la distance de la source à l'ouverture B mais celle q de la source à l'objectif. MN est remplacé par

$$M'N' = D' = \Delta' - \frac{q}{F}\delta.$$

Ces formules seront employées plus loin, comme on le verra, pour déterminer la surface utilisée dans le lumenmètre pour la surface de flux lumineux; elles montrent que, si l'on veut déterminer avec précision l'éclairement en un point d'une surface, on doit préférer l'emploi de l'objectif et que la précision est alors d'autant plus grande que la distance X' sera plus petite.

On peut encore améliorer la précision en plaçant entre la surface étudiée et l'objectif un collimateur (fig. 11), c'est-à-dire une lentille Q_1 dont le foyer se

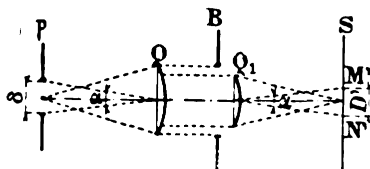


Fig. 11. — Étalonnement du photomètre portatif dans les mêmes conditions que pour la figure 10, mais en intercalant un collimateur entre la surface étudiée et l'objectif.

trouve placé au centre de la surface MN elle-même : dans ce cas, la largeur de l'objectif n'intervient plus dans la formule et le diamètre de l'aire photométrée au point de vue de la brillance n'est plus déterminé que par la divergence due à la pupille artificielle; MN se réduit à M'N' dont la mesure est

$$D' = \frac{q\delta}{H}.$$

On peut s'en rendre compte d'ailleurs, dans le cas particulier, sans avoir à faire de calculs de divergences, en remarquant que le diamètre MN de l'aire utilisée n'est autre que le diamètre de l'image conjuguée de la pupille artificielle formée par l'ensemble des deux lentilles par la surface brillante à étudier. L'image formée d'abord par rapport à l'objectif Q est rejetée à l'infini et a pour diamètre angulaire apparent l'angle arc tg $\frac{\delta}{H}$, soit très approximativement $\frac{\delta}{H}$, formé par deux droites tracées du centre optique de la lentille mince jusqu'aux bords du diamètre de la pupille [1]. L'image à l'infini donne, par rapport au second objectif placé en avant, une image réelle placée au foyer antérieur de cet objectif, c'est-à-dire sur la surface étudiée, et dont le diamètre angulaire apparent, vu du centre optique du second objectif, est égal au diamètre angulaire $\frac{\delta}{H}$ de l'image à l'infini.

Les diamètres de la pupille δ et de son image D sont donc proportionnels respectivement aux longueurs focales F et F_1 des deux objectifs ; on a ainsi

$$D = \frac{F_1\delta}{F} = \frac{q}{F}\delta,$$

car, pratiquement, F_1 diffère peu de la distance q de la surface étudiée au second objectif. Un calcul plus précis de la longueur focale n'est nécessaire que quand le second objectif est un objectif microscopique ; je ne traiterai pas ici ce cas particulier, qu'on ne rencontre pas en général, dans les mesures d'éclairement, mais seulement dans les mesures de brillance.

D'ailleurs, pour ces dernières, l'emploi d'un second objectif ne présente pas un intérêt bien grand puisqu'on opère toujours au moins à un mètre de distance de la surface qu'on veut étudier [1] ; il en est de même dans le cas du lumenmètre dont on parlera plus loin.

Dans tout ce qui précède, on a supposé que le second objectif, placé en avant du premier, a un diamètre plus petit que l'objectif principal, de façon que tous les rayons qu'il reçoit de l'aire brillante MN, définie ci-dessus comme image de la pupille, tombent sur le premier objectif : c'est le cas ordinaire. S'il en était autrement, on aurait à faire une petite correction pour tenir compte de la pénombre qui peut en résulter sur les bords de la tache et qui réduit la partie utilisable de celle-ci.

On peut d'ailleurs ajouter utilement, dans certains cas, un diaphragme de 3 à 15 mm entre les deux objectifs pour limiter le faisceau ; par exemple contre la face avant ou arrière du double prisme, de façon à donner au champ une limite assez nette ; on peut ainsi utiliser ce procédé pour mesurer la brillance d'un astre, la lune par exemple. Il est alors préférable de donner au diaphragme la forme d'une ouverture rectangulaire ayant une largeur quelconque et une hauteur réduite à 1 ou 2 mm, de façon à permettre d'orienter facilement l'appareil. Il est avantageux, dans ce cas, d'avoir dans le double prisme une bande

[1] Je parle ici, pour simplifier, des centres optiques, les lentilles étant supposées très minces ; quand elles sont épaisses, il suffira de considérer les points nodaux antérieur et postérieur, mais cela ne change rien au raisonnement ; de même pour le second objectif.

[1] Ordinairement $F = 120$ mm et δ varie de 4 à 6 mm, sauf dans les mesures de précision pour lesquelles, si l'on a un éclairement assez fort, on peut réduire δ à 1 mm (et même 0,5 mm). Le rapport $\frac{\delta}{F}$ est donc de l'ordre de 1/30 à 1/20. Si l'on place la surface étudiée à 1,20 m par exemple, le diamètre de l'aire utilisée de cette surface sera de 40 à 60 mm. L'emploi d'un second objectif en avant, formant foyer conjugué sur cette surface, n'en réduirait l'aire que d'une quantité égale au diamètre de l'objectif, c'est-à-dire pratiquement 18 mm ; un tel résultat ne justifie donc pas, en général, l'emploi du second objectif.

argentée dont la largeur soit de 0,5 à 1 mm seulement.

B. Deuxième méthode : Emploi d'un objectif comme surface lumineuse. — On a indiqué plus haut (voir fig. 3) le principe de cette seconde méthode : en enlevant la bonnette B de l'appareil, en dirigeant, comme on l'expliquera plus loin, la ligne de visée de la lunette exactement sur une source placée à grande distance qu'on peut photométrer; on voit l'objectif se présenter comme un disque lumineux dont la brillance doit être comparée à celle de l'écran opalin E.

Pour obtenir un résultat, j'ai dû modifier, comme il a déjà été indiqué plus haut, la méthode de lord Rayleigh en ajoutant devant l'œil, au foyer de la lunette, une pupille artificielle de 3 à 4 mm de diamètre, limitant à une ouverture constante, les rayons qui pénètrent dans l'œil, en venant de la surface de comparaison.

En effet, la quantité de lumière reçue de la source à grande distance étant concentrée en un point-foyer qui se forme au centre de la pupille, les variations d'ouverture de celle-ci ne modifient pas l'éclairement apparent de l'objectif, tandis qu'elles auraient modifié l'éclairement apparent de la surface de comparaison; la pupille artificielle rend constante la quantité de lumière provenant de cette surface qui peut pénétrer dans l'œil.

Soient E l'éclairement reçu de la source à étudier par le verre opalin qui suit pratiquement la loi de Lambert dans la limite d'emploi, k son coefficient de transmission d'après ce qu'on a vu plus haut, B la brillance, c'est-à-dire l'intensité de lumière par unité de surface apparente, l'intensité lumineuse i produite sous l'angle d'émission φ par un élément très petit de surface ds de l'écran a pour expression

$$i = k\frac{E}{\pi}\,\mathrm{d}s\cos\varphi,$$

$\frac{kE}{\pi}$ étant le flux émis par unité de surface apparente suivant la normale.

L'œil placé à une distance f de l'écran et éclairé par celui-ci à travers un diaphragme de surface ds placé près de l'écran et perpendiculaire à la direction de visée ne reçoit ainsi qu'un éclairement égal à

$$e = \frac{i}{f^2} = k\frac{E\,\mathrm{d}s}{\pi f^2}.$$

Or, il ne peut entrer dans la pupille, dont nous appellerons R le rayon, qu'un flux de lumière proportionnel à la surface de cette pupille, c'est-à-dire à πR^2; le flux utilisé par unité de surface ds de l'écran diffusant observé est donc

$$\frac{\mathrm{d}F}{\mathrm{d}s} = kE\frac{R^2}{f^2}. \tag{1}$$

Au contraire, dans la méthode de Rayleigh, une même surface élémentaire ds de l'objectif servant d'écran, envoie dans l'œil un flux dF', indépendant de f,

$$\mathrm{d}F' = k'E\,\mathrm{d}s, \tag{2}$$

en appelant k' le coefficient de transmission de la lentille. Ce dernier est voisin de l'unité, tandis que pour un verre opalin, il varie entre 0,80 et 0,30 et peut même descendre encore plus bas si l'on emploie des verres opalins très épais.

Le coefficient γ de majoration de l'éclairement apparent observé par la méthode de lord Rayleigh par rapport à celle du verre diffusant est donc, pour un même éclairement E des deux surfaces,

$$\gamma = \frac{F'}{F} = \frac{k'}{k}\left(\frac{f}{R}\right)^2. \tag{3}$$

Si le diamètre de la pupille est, par exemple, 6 mm et la longueur focale 120 mm, on a

$$\left(\frac{f}{R}\right)^2 = 400,$$

et on se rend compte de l'énorme accroissement de sensibilité γ ainsi obtenu, et qui atteint facilement 1 000.

Mais quand j'ai voulu employer cette méthode dans les luxmètres, où la surface de comparaison est un verre opalin éclairé par une source indépendante, je me suis heurté immédiatement à une difficulté de principe : la brillance apparente de l'objectif ne varie pas avec l'ouverture de la pupille, parce que la lumière est concentrée au centre de l'ouverture de la pupille placée au foyer et n'occupe qu'une très faible partie de la surface de la pupille; la rétine reçoit donc toujours le flux lumineux entier F' qui lui est renvoyé. Au contraire, le flux de lumière F qui, lui, provient de la surface de comparaison variera avec l'ouverture de la pupille, ouverture constamment variable, suivant les conditions de l'éclairage ambiant; on sait que le diaphragme d'ouverture de la pupille peut être de 3 mm environ, par exemple, en plein soleil et 8 mm dans l'obscurité.

La méthode de lord Rayleigh est donc inutilisable dans un luxmètre construit à la manière ordinaire. Pour éviter cette incompatibilité, j'ai eu recours à l'artifice suivant : placer devant la pupille une pupille artificielle de diamètre fixe, assez faible pour qu'il reste inférieur à l'ouverture totale de la pupille, même quand on déplace légèrement l'œil, mais assez grand pour laisser embrasser complètement la tache de diffusion correspondant à l'image focale donnée par la lunette, et, d'autre part, pour ne pas affaiblir par trop la quantité de lumière reçue de la plage de comparaison par la rétine; car tout affaiblissement de ce côté entraine la nécessité de renforcer l'éclairement de la plage de comparaison. Si l'on veut rester dans les

limites de bonne sensibilité pour la comparaison photométrique, il faut donc, dans la formule (3), remplacer R, rayon de la pupillle de l'œil, par r, rayon de la pupille artificielle.

Un diamètre de 4 mm paraît convenable, car il ne réduit guère que de moitié l'éclairement apparent correspondant aux conditions moyennes d'ouverture de la pupille et il permet un centrage convenable. On ajoute d'ailleurs la pupille artificielle pour la méthode de lord Rayleigh seulement et on peut l'enlever lorsqu'on emploie la méthode ordinaire de comparaison des deux écrans, la réduction de la brillance apparente provoquée par l'addition de la pupille artificielle entraînant la nécessité du renforcement de la source de lumière de comparaison.

Appelons E' et E les éclairements respectifs de l'objectif et de l'écran diffusant de comparaison (réduit du coefficient de réflexion de la bande argentée); I, l'intensité de la source étudiée; p, sa distance; l'égalisation des brillances apparentes proportionnelles aux flux respectivement reçus par la pupille artificielle, obtenue par la manœuvre de l'œil-de-chat, entraîne l'égalité

$$\frac{k'Er^2}{f^2} = k'E' = k'\frac{I}{p^2}. \qquad (4)$$

d'où

$$KE = \frac{I}{p^2}, \qquad (5)$$

en posant

$$K = \frac{k}{k'}\left(\frac{r}{f}\right)^2,$$

quantité qui est une constante, car f est, en effet, pratiquement constant.

1. Mode d'emploi. — Dans la méthode de lord Rayleigh, il faut avoir soin d'abord d'orienter d'une façon très précise l'axe de la lunette sur la source éloignée de façon qu'il passe au centre de cette source. Dans ce but on met en place l'oculaire en le vissant sur l'œilleton.

Cet oculaire constitue, par sa combinaison avec l'objectif, une lunette terrestre permettant de diriger rapidement l'appareil, la bonnette B étant enlevée, sur toute source lointaine à photométrer. On oriente le photomètre de façon à amener l'image réelle regardée à travers l'oculaire au centre de l'œilleton en concordance avec le réticule. On met au point sur le réticule en faisant coulisser l'oculaire; on n'a pas à s'occuper de la position de l'objectif par rapport au prisme.

Étalonnage. — On vise ainsi la lampe étalon (de 50 bougies, par exemple, placée à 10 m) à l'aide de la lunette terrestre de manière qu'on voie la lampe étalon nettement au milieu du champ de la lunette, au croisement des fils du réticule. Il faut avoir soin de bien la fixer dans cette position; ensuite, on enlève l'oculaire mobile, on met l'œil à l'œilleton et on règle la position de l'objectif par la crémaillère de façon à voir nettement les bords de la bande argentée. L'objectif doit apparaître comme un disque uniformément éclairé. On égalise l'éclairement de ce disque et celui de la bande argentée en réglant l'ouverture de l'œil-de-chat; si l'on ne peut pas arriver à cette égalité parce que le disque est trop éclairé, on s'éloigne davantage de la lampe étalon jusqu'à ce qu'on puisse faire l'égalisation.

Si l'égalité est obtenue à une distance q_0 entre l'objectif (dont il suffit de connaître, à quelques millimètres près, la distance à la paroi extérieure de l'appareil) et le centre de l'étalon lumineux quand l'œil-de-chat est réglé à n_0 divisions, on en déduit la constante K de l'appareil applicable à la seconde méthode. La formule (5) donne, en appelant I_0 l'intensité de la lampe en bougies,

$$K = \frac{I_0}{n\,q_0^2}.$$

Il serait possible d'avoir pour cette constante un nombre rond en modifiant la position de la lampe intérieure de l'appareil, mais il est préférable de s'en tenir à la position choisie pour la première méthode et de déterminer expérimentalement la constante correspondante.

On peut refaire le même tarage en ajoutant devant le trou de la bonnette, des verres neutres absorbants (dont le coefficient d'absorption sera obtenu par la nouvelle constante K) [1].

Mesures. — Quand on veut faire la mesure d'une autre source S d'intensité I et éloignée de q, on opère exactement de même que pour l'étalonnage, il n'y a qu'à déterminer la nouvelle lecture n de l'œil-de-chat qui donne l'égalité et à employer la formule

$$I = Knq^2 = I.\ \frac{q'^2}{q^2_0}\ \frac{n}{n_0}.$$

2. Vérification de l'appareil pour l'emploi de cette méthode. — 1° *Vérification de la longueur focale de l'objectif par rapport à la longueur du tube objectif.* — On enlève d'abord la bonnette en verre opalin, puis on vise une source de lumière éloignée; on place un papier blanc à une distance de 5 mm de la face antérieure de l'œilleton; l'image doit se faire sur le papier placé à cette distance de l'œilleton, à laquelle on placera la pupille lors des mesures photométriques.

2° *Vérification de la position du réticule.* — On visse le porte-oculaire. Après avoir amené le plan du réticule à 5 mm en avant du plan de l'œilleton, on examine l'image à l'aide de l'oculaire qu'on met au point en le faisant coulisser; l'image doit être dans le plan du réticule.

[1] On peut faire le même étalonnage pour d'autres verres opalins placés dans l'appareil, entre la lampe et le prisme. Ces verres opalins peuvent être remplacés d'ailleurs par une ou plusieurs épaisseurs de papier blanc suivant l'affaiblissement qu'on veut obtenir; on peut déterminer dans chaque cas la constante K correspondante.

V. **Emploi du photomètre portatif pour la mesure du flux lumineux.** — Le photomètre portatif se combine très avantageusement avec le lumenmètre sphérique diffusant pour la mesure du flux et permet, quand on l'emploie convenablement avec la sensibilité maximum, de mesurer le flux des sources même très faibles dans une grande sphère établie primitivement pour des sources de plus grande puissance.

La figure 12 représente la disposition réalisée avec une sphère diffusante de 1 m de diamètre, construite d'après mes indications [1]. Les calottes sont assemblées sur un cercle à cornières obliques GH ; les calottes supérieures pouvant être soulevées à volonté pour l'introduction des lampes et éventuellement munies d'une ouverture latérale pour le même objet.

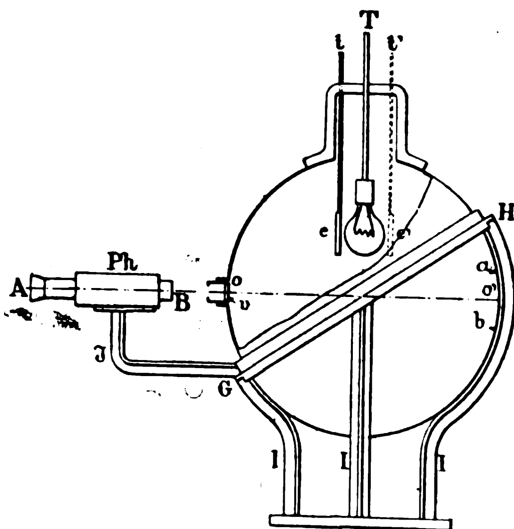


Fig. 12. — Emploi du photomètre universel portatif pour la mesure du flux lumineux en utilisant une sphère diffusante spéciale de 1 m de diamètre.

Un étrier placé à la partie supérieure supporte une tige creuse déplaçable T par laquelle le courant est amené à la douille qui supporte la lampe à étudier. Un écran peut être placé à l'aide d'une tige t en e ou e', respectivement suivant que l'on veut empêcher la lumière directe du filament de tomber sur l'ouverture o aménagée sur le devant de la calotte hémisphérique supérieure ou sur une plage d'observation ab localisée sur la calotte inférieure, à l'extrémité o' du diamètre passant par le centre de o.

La cornière circulaire GH est portée par 4 pieds en cornières I recourbées, de forme appropriée, qui supportent, par une autre cornière J, une petite plate-forme sur laquelle vient se visser, par l'écrou inférieur, le photomètre portatif Ph, dont l'axe de visée est dirigé suivant oo'.

Deux méthodes peuvent alors être employées qui comportent chacune un étalonnement correspondant du photomètre. Dans un tube rapporté en avant de l'ouverture circulaire o, on déplace un autre tube portant un écran opalin v, jusqu'à ce que les bords de cet écran se raccordent avec les bords de la sphère et que l'écran reçoive ainsi l'éclairement de toutes les parois de la sphère, tout en étant protégé par l'écran e contre les rayons directs de la source.

Cet écran v devient une source de lumière secondaire qui peut servir à éclairer la bonnette ordinaire du photomètre, placée très près et utilisée comme un luxmètre. Mais on a plus de sensibilité en visant directement l'écran v par la lunette, sans interposition de verre opalin, comme s'il s'agissait d'en mesurer la brillance.

La brillance de v étant elle-même proportionnelle au flux lumineux total de la source de lumière, on peut étalonner l'ensemble lumenmètre et photomètre directement en flux, en introduisant dans la sphère une lampe dont le flux lumineux soit préalablement connu. On peut, par exemple, employer comme lampe d'étalonnement une lampe tube [1] à filament vertical, fonctionnant sous 20 v et 10 A, et donnant une intensité lumineuse de 400 b, dont on mesure au banc photométrique l'intensité horizontale I_{0h}. On sait que, dans ce cas, les flux lumineux en lumens sont égaux à $\pi^2 I_{0h}$.

Il suffit de noter le nombre de divisions lues sur la graduation du photomètre et de le diviser par ce flux lumineux exprimé en lumens pour avoir la constante d'étalonnement (lumens par division) permettant de mesurer ensuite le flux de n'importe quelle autre lampe plus puissante.

Une deuxième manière d'opérer, plus sensible, consiste à supprimer l'écran v en retirant sa douille de support et à viser directement par la lunette du photomètre la plage ab après avoir pris soin de placer l'écran protecteur en e' pour supprimer les rayons directs de la lampe sur cette plage.

On peut étalonner de même le photomètre, pour cette nouvelle disposition, au moyen d'une lampe étalon, comme il a été expliqué plus haut. Il convient de remarquer seulement que la plage lumineuse, dont l'œil reçoit l'image par la pupille artificielle, est alors plus grande que dans le premier cas ; on peut calculer son diamètre très facilement de la manière expliquée plus haut à propos des mesures d'éclairement.

VI. **Applications du luxmètre à la mesure du rendement des appareils d'optique.** — L'emploi du photomètre en combinaison avec une plus petite sphère diffusante (pour ne pas trop réduire l'éclairement), suivant un montage analogue à celui qu'on vient de décrire pour la mesure du flux lumineux, permet de déterminer aisément les pertes de lumière dans les objectifs, lunettes, etc. Il suffit de mesurer, dans une petite sphère diffusante appropriée, le flux qui a traversé l'appareil optique, au moyen de la méthode qu'on vient de décrire et de le comparer ensuite au flux lumineux, qui entre dans le même appareil : le rapport des deux quantités donne le coefficient de rendement photométrique.

[1] Suivant le principe photométrique d'Ulbricht.

[1] Par exemple du type Yvel.

Soit (fig. 13) S_p, la sphère diffusante intégratrice de petit diamètre (par exemple 0,20 m à 0,25 m) en coupe horizontale diamétrale; on pratique en o_1 une ouverture circulaire pouvant être fermée par une calotte sphérique munie, en son centre, d'une ouverture s'adaptant au diamètre de l'œilleton ou de la lentille terminale de l'appareil optique étudié. On aura un jeu de telles calottes, toutes également diffusantes.

Suivant un autre diamètre perpendiculaire au premier, on ménagera une petite ouverture o_2 dans

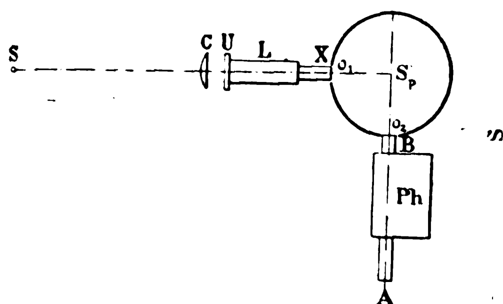


Fig. 13. — Emploi du photomètre universel portatif pour la mesure du rendement des appareils d'optique.

laquelle se placera la bonnette d'observation du photomètre ou simplement l'ouverture du photomètre, après enlèvement de la bonnette pour obtenir plus de sensibilité comme on l'a expliqué plus haut.

Soit à étudier une lunette L, ayant un objectif U et un oculaire X; on place l'oculaire, ou plutôt l'œilleton qui le termine, dans le plan de l'ouverture o_1 qui sera fermée par une petite calotte diffusante en carton bristol, percé seulement d'un trou de diamètre légèrement supérieur à celui de l'œilleton, pour laisser pénétrer librement la lumière dans la sphère, tout en réduisant au minimum l'ouverture par laquelle celle-ci peut rayonner, au dehors, la lumière diffuse intérieure. L'axe de la lunette sera dirigé suivant un diamètre de la sphère et sur le même axe, à une distance suffisante pour une bonne collimation; on l'éclairera par une lentille collimatrice ayant à son foyer sur le même axe optique une source de lumière ponctuelle S, telle qu'une petite lampe à incandescence à filament bouclé ou mieux la boule brillante d'une lampe « Pointolite » de 100 à 300 bougies.

Le flux lumineux qui tombe de la source sur la lentille C est rendu parallèle avant son entrée dans l'objectif; il traverse la lunette et ressort par l'œilleton; celui-ci doit être plus large que l'anneau oculaire, quand la lunette présente un anneau oculaire; toute la lumière reçue par l'objectif pénètre donc dans la sphère, à l'exception de ce qui a été absorbé par les verres; il produit, dans l'intérieur de la sphère, un certain éclairement dont on prend la mesure à l'aide du luxmètre visant le fond de la sphère.

Ensuite, on enlève la lunette et on ferme de nouveau l'ouverture o_1 par un écran blanc, percé d'un trou auquel on donne exactement le même diamètre que le diamètre d'entrée de l'objectif de la lunette. On rapproche ensuite, sur son axe optique, le collimateur et sa lampe, jusqu'à ce que la lentille C soit au contact de ce diaphragme; la lampe est maintenue au foyer de la lentille. Le flux lumineux qui pénètre dans la sphère est alors exactement le même que celui qui pénétrait précédemment dans la lunette. Il faut avoir soin d'employer une source de lumière très concentrée parce que, faute de cette précaution, la lumière pénétrant par l'objectif de la lunette dans la première mesure, pourrait être trop divergente et donner lieu à des réflexions intérieures augmentant en apparence le rendement en flux de la lunette.

En se plaçant au même point de vue, si l'objectif a un diamètre plus grand qu'il n'est nécessaire, une partie de la lumière provenant de la source ponctuelle peut se trouver arrêtée par des diaphragmes intérieurs. Dans ce cas il faudra placer, entre le collimateur et l'objectif, un diaphragme percé d'un trou circulaire limitant le faisceau incident, à un diamètre un peu plus petit que la limite imposée par le diaphragme intérieur.

L'objet de cet article ne me permet pas d'entrer dans des détails plus circonstanciés de cette méthode; je me contente d'en indiquer le principe.

VII. **Conclusions.** — Le photomètre portatif permet, soit seul, soit à l'aide de différents accessoires, de réaliser toutes les mesures utiles en photométrie, savoir :

1° Sans accessoires, la mesure de l'intensité lumineuse d'une source placée à petite distance et au même niveau que l'appareil ; l'addition d'une bonnette coudée permet de mesurer l'intensité lumineuse d'une source placée à une hauteur quelconque;

2° Avec la bonnette coudée, les mesures de l'éclairement, en un point de l'espace où est l'appareil, sur un plan orienté d'une manière quelconque; placé sur un pied de hauteur réglable, l'appareil permet en particulier de mesurer dans une rue ou dans un appartement, l'éclairement sur un plan horizontal placé à la hauteur normale de 1 m au-dessus du sol ;

3° En enlevant les verres opalins des bonnettes droite et coudée, la mesure de l' « éclairement apparent » d'une surface située en dehors de l'appareil et dans une orientation quelconque. Cette mesure peut être faite rapidement en tenant l'appareil à la main. Il est plus pratique de placer l'appareil sur un pied à rotule et de viser la surface à étudier. Le tube coudé permet, en plaçant l'appareil sur ce pied, de mesurer l'éclairement sur une surface blanche ou test-objet, placé à la surface du sol ;

4° Dans les mêmes conditions que pour 2° et 3°, la mesure des éclats de la surface de brillance ;

5° Avec addition d'un œilleton spécial et d'un oculaire amovible permettant de viser une source lumineuse lointaine : mesure de l'intensité lumineuse de cette source par la méthode de lord Rayleigh, modifiée par l'auteur de cet article. Il est recommandable pour cette application de monter l'appareil sur un pied à réglages

indépendants, analogue aux pieds des lunettes de batterie de l'artillerie.

6° Avec addition de l'œilleton spécial et d'un objectif microscopique formant collimateur à la place de la bonnette microphotométrique, la mesure de la brillance d'une surface extrêmement petite, 1 mm^2 par exemple ; application à la mesure de l'absorption des appareils optiques (ce sujet sera traité avec plus de détails dans une note spéciale) ;

7° Avec interposition de verres rouges dans l'oculaire, la mesure des températures par la méthode pyrométrique de Le Chatelier ;

8° Avec addition d'un lumenmètre sphérique, après enlèvement de la bonnette, et en visant le fond de la sphère diffusante par l'orifice de cette sphère, la mesure du flux lumineux total d'une source de lumière, ou de son intensité moyenne sphérique.

Dans toutes ces applications, les mesures sont faites par comparaison avec une source connue ou avec une source recevant un éclairement connu ou présentant une brillance connue. La comparaison peut être faite en laboratoire et se traduire par un essai de tarage de l'appareil pour le genre de mesure considéré. On peut déterminer ainsi pour l'appareil d'étalonnement les constantes suivantes :

1° *Constante d'intensité photométrique en bougies internationales pour la mesure des intensités lumineuses;* en réalité, il y a deux constantes, l'une relative à la bonnette droite, l'autre à la bonnette à tube coudé (car l'absorption du miroir du coude intervient alors) ;

2° *Constante d'éclairement sur la bonnette en lux ;* elle se détermine par le même tarage que le précédent, puisque la lecture qui correspond à l'intensité d'une bougie placée à un mètre correspond à l'éclairement de 1 lux ;

3° *Constante d'éclairement apparent en lux ou en phots*, qu'on obtient en photométrant préalablement une surface blanche de papier buvard recevant un éclairement connu ; distinguer encore le cas de la visée directe, de la visée avec coude, avec ou sans objectif au tube de l'appareil ;

4° *Constante de brillance en bougies par centimètre carré*, qu'on mesure en regardant un étalon de brillance de l'ordre de 1 ou de 0,5 bougie par centimètre carré ; la brillance sera mesurée avec les mêmes variantes que l'éclairement apparent. Pour des brillances très élevées, on peut déterminer la constante d'étalonnement en faisant une lecture sur un corps noir en enceinte fermée porté à haute température ou sur l'étalon tubulaire au platine incandescent des physiciens américains ; mais il faut alors intercaler un ou plusieurs verres absorbants étalonnés sur le trajet des rayons.

Pour tous ces tarages et mesures, on dispose de verres absorbants neutres au 1/10, c'est-à-dire absorbant 90 pour 100, ou au 1/100, c'est-à-dire absorbant 99 pour 100, qui peuvent être intercalés sur le trajet des rayons émanant de la source extérieure ou de la source intérieure de l'appareil.

Au lieu de ces verres absorbants, on peut intercaler des plaques photographiques teintées à grain très fin, dont la transparence aura été préalablement étalonnée par une mesure photométrique suivant la méthode décrite plus haut.

Les constantes peuvent être déterminées, dans chaque cas d'emploi, par comparaison avec un étalon approprié, en choisissant chaque fois la tension la plus favorable de la petite lampe à incandescence auxiliaire de façon à obtenir la teinte la plus convenable pour les comparaisons à faire et en réglant la position de la lampe dans le cylindre, de façon que la constante déterminée soit un nombre rond facile à manier. Lorsqu'il s'agit de mesures d'intensité ou de brillance, la détermination d'une constante est inutile quand on veut faire seulement une ou deux mesures ; on peut alors opérer simplement par la méthode de double mesure, c'est-à-dire en comparant l'étalon avec la source étudiée. Mais pour l'emploi de l'appareil en luxmètre, la constante d'étalonnage est utile [1].

L'objet du présent article a été d'exposer en détail le fonctionnement et les applications de l'appareil, avec les justifications nécessaires. On a pu voir par ce qui précède que le photomètre portatif est réellement un appareil *universel* et d'un maniement facile, qui se prête aux mesures industrielles aussi bien qu'aux recherches de laboratoire, ainsi que l'ont vérifié les spécialistes autorisés qui l'emploient dans les laboratoires universitaires ou industriels.

A. Blondel,
Membre de l'Institut.

Annexe : Règles pratiques d'emploi du photomètre

A. **Mise en service.** — Pour le transport, l'appareil est placé soigneusement dans la sacoche qui contient les accumulateurs, le voltmètre de batterie et le rhéostat.

Chaque fois que l'on doit utiliser le photomètre, s'assurer que les accumulateurs sont bien chargés jusqu'à 4, 5 v et compléter leur charge si cela est nécessaire. Sortir le photomètre et le visser sur un pied photographique. Placer la fiche du cordon souple dans la prise de courant du photomètre.

(1) On peut enfin, si l'on veut éviter le tarage et obtenir une précision assurée, demander les étalonnements au Laboratoire central d'Electricité, en indiquant la teinte de lumière qu'on désire. Ce laboratoire indiquera alors la tension à employer pour la lampe étalon, réglera la position de celle-ci et donnera les constantes correspondantes.

Il sera bon de monter en série dans le circuit un bon milliampèremètre permettant de vérifier que le courant a une intensité constante conforme à celle de l'étalonnage, malgré les variations éventuelles des résistances de contact.

Pour les mesures, avoir soin de régler le rhéostat comme on le dit plus loin, vers 3 à 3,6 v pendant que la lampe du cylindre intérieur est allumée.

Les deux lampes que contient l'appareil peuvent être éclairées alternativement en faisant tourner un commutateur (17) (fig. 14); la première (18) sert seulement

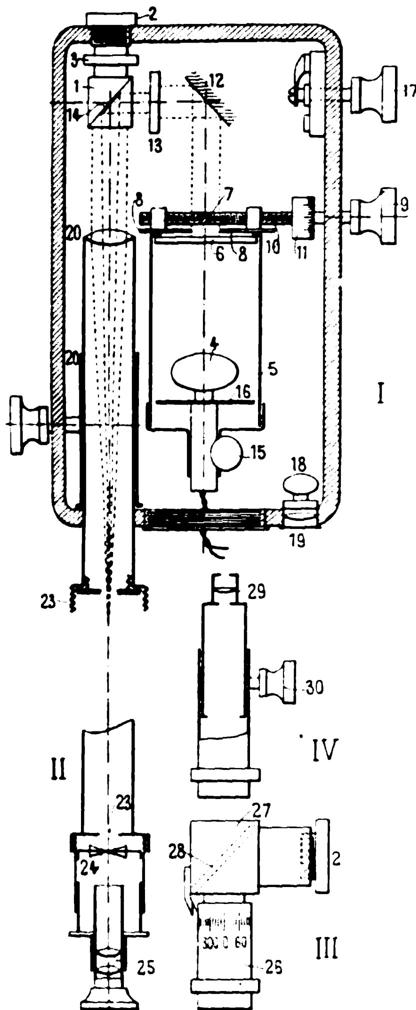


Fig. 14. — Coupe détaillée du photomètre universel portatif et de ses accessoires : I, Coupe du photomètre proprement dit : II, coupe de l'oculaire; III, bonnette coudée portant un verre opale : IV, objectif de microscope pour la mesure des brillances.

à éclairer la graduation intérieure de l'appareil. La deuxième (4) servant de comparaison (ampoule en macaron, en partie dépolie), est renfermée dans le cylindre (5), fermé par le verre opalin (6).

Le tambour, divisé en 100 divisions, est gradué de 0 à 100 unités; la réglette (10) est graduée 0, 1, 2, 3, 4; chaque division vaut 100 unités. Donc pour les lectures, lire le chiffre placé sur la réglette à droite de l'index et lui ajouter deux zéros, c'est-à-dire lire 100, 200, 300, puis additionner l'indication du tambour gradué.

Quand on veut lire les graduations par l'œilleton (19), tourner l'interrupteur en sens inverse des aiguilles d'une montre pour allumer la petite lampe auxiliaire (18) qui est contenue dans l'appareil.

Pour faire une mesure, on modifie l'éclairement de la bande argentée jusqu'à ce qu'elle se confonde avec les deux plages qui l'encadrent.

B. Utilisation. Première méthode : Emploi normal de l'appareil avec la bonnette en opaline. — 1° Mesure des intensités. Tarage de l'appareil. — Placer l'opaline (2) à une distance *L* (1 m par exemple) d'une lampe étalon (lampe étalon de 50 bougies du Laboratoire central d'Electricité) et au même niveau que le centre du filament de lampe. S'assurer que le régime de cette lampe correspond bien à sa fiche d'étalonnement, modifier cette tension si cela est nécessaire.

Orienter l'appareil pour que l'opaline reçoive bien perpendiculairement la lumière venant de la lampe étalon. S'assurer qu'on voit nettement dans la lunette la bande argentée au milieu du prisme : mettre au point sur cette bande en tournant le bouton molleté de gauche (21); allumer la lampe (4) de l'appareil en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre le bouton (17) de l'interrupteur placé sur le côté droit de l'appareil et vers l'avant. Modifier, en tournant le rhéostat contenu dans la sacoche, la teinte de la lumière produite par la lampe du cylindre sur la bande argentée pour qu'elle diffère aussi peu que possible de la couleur de l'opaline éclairée par la lampe étalon.

Mettre par le bouton (17) sur un nombre rond, 50 autant que possible, le tambour divisé que l'on aperçoit à l'intérieur de l'appareil par le petit regard situé en arrière et à droite, puis à l'aide du bouton moleté (15) situé à l'intérieur de l'appareil vers le milieu et qui déplace la lampe dans le cylindre, modifier l'éclairement jusqu'à égalisation de la teinte de l'argenture pour l'égaliser avec celle de la lampe étalon en agissant sur le rhéostat. Ensuite, amener à l'égalité par le bouton (15). Noter le nombre obtenu *N*. Une fois ce résultat obtenu, noter l'indication du galvanomètre et, à partir de ce moment, veiller à ne plus toucher au bouton (15) du photomètre.

Mesure. — Placer la source lumineuse que l'on veut mesurer à la hauteur du centre de la bonnette opaline 2 et à une distance mesurée (1, 2, 5 ou 10 m, selon qu'elle est plus ou moins intense). Allumer la lampe (4) du photomètre (s'assurer que le voltmètre indique bien la tension voulue 3,5 v et agir sur le rhéostat au besoin). Tourner le bouton qui commande le tambour divisé pour obtenir l'égalité d'éclairement de la bande centrale et des deux plages voisines. Une fois ce résultat obtenu, allumer la lampe auxiliaire à l'aide du

bouton et lire, comme on l'a expliqué plus haut, les indications du tambour (11) et de la réglette (10).

Si donc la distance L' de la lampe à photométrer à l'appareil est de 1 m, on aura l'intensité de cette lampe en bougies en lisant comme on l'a expliqué ci-dessus le nombre trouvé; si la distance est 2 m, multiplier par 4; si elle est de 5 m, multiplier par 25; si elle est de 10 m, multiplier par 100. Faire plusieurs opérations et prendre la moyenne des lectures.

Quand deux lectures N, N' ont été faites sur deux sources d'intensité I et I' placées à des distances L et L', la comparaison donne le rapport de ces intensités lumineuses

$$\frac{I'}{I} = \frac{N'}{N}\,\frac{L'^2}{L^2}.$$

L'appareil comprend deux verres fumés, absorbants, qui réduisent respectivement la lumière au dixième ou au centième de sa valeur; suivant les cas, on ajoute un de ces verres soit sur le parcours des rayons venant de la source extérieure à mesurer, soit sur le parcours des rayons intérieurs, pour affaiblir l'une ou l'autre; on multiplie ensuite par 10, ou par 100 suivant le verre, l'intensité de la source qui est ainsi affaiblie. Si l'affaiblissement au centième ne suffit pas, on emploie les deux verres l'un contre l'autre et on réalise ainsi un affaiblissement au millième.

2° Mesure des éclairements. — Pour la mesure des éclairements, deux méthodes sont à employer suivant qu'on veut l'éclairement en un point de l'espace ou l'éclairement d'une surface existante, telle qu'un mur ou un plafond.

a) *Mesure de l'éclairement en un point.* — On remplace la bonnette fixée en dehors de l'appareil par la bonnette à tube coudé de la figure 14 (III). On visse la bonnette sur la partie mobile du tube, et la pièce fixe qui porte la graduation sur le photomètre. La graduation permet de déterminer l'orientation donnée au tube mobile.

Cette méthode est employée surtout avec bonnette horizontale pour mesurer les éclairements horizontaux à une hauteur donnée : par exemple sur la voie publique, à une hauteur de 1 m au-dessus du sol.

Tarage de l'appareil. — On dirige le tube horizontalement à la même hauteur qu'une source de lumière connue, de 50 bougies par exemple, placée à une distance de 1 m de la bonnette 2, de façon que les rayons tombent sur celle-ci perpendiculairement. Cette mesure donnera alors $E = 50$ lux, et on détermine le chiffre N de la graduation correspondante de l'œil de chat. On a la constante

$$G_1 = \frac{E}{N} = \frac{50}{N} \text{ lux par division.}$$

b) *Mesure de l'éclairement d'un plafond.* — On conserve le même tube coudé, mais on enlève la bonnette et on dirige le tube mobile vers le plafond.

Tarage. — La lecture ainsi obtenue est comparée (comme en a) avec celle qu'on obtient en visant une surface de papier blanc, éclairée perpendiculairement par une source étalonnée de 50 bougies par exemple à 1 m de cette surface blanche. On en déduit une nouvelle valeur de G, soit G_2.

c) *Éclairement du sol.* — Placer sur le sol un écran blanc et le viser par la bonnette. Opérer ensuite comme en b). Même méthode pour mesurer l'éclairement sur une table.

d) *Mesure de l'éclairement d'un mur vertical.* — 1° Viser s'il est possible le mur par le tube coudé, sans bonnette. La mesure se fait alors comme dans le cas précédent ainsi que l'étalonnement ;

2° Ou bien enlever le tube coudé et viser directement le mur par l'ouverture libre du photomètre (sans bonnette).

Tarage. — Viser une surface blanche éclairée perpendiculairement par la source étalon placée à une distance connue. L'étalonnement de l'appareil n'est pas le même que dans le cas précédent. Calculer la nouvelle constante G_3 comme en a).

Deuxième méthode. Photométrie des sources de lumière placées à grande distance. — Enlever la bonnette 2 de verre opalin et viser les sources de lumière directement par la lunette, dont l'objectif devient une surface lumineuse, remplaçant celle du verre opalin.

Tarage. — Visser sur l'œilleton l'oculaire mobile, pointer l'appareil sur la lampe étalon placée à 10 m et dont l'image doit se détacher bien nettement au centre du trou 3. Enlever l'oculaire et placer l'œil en 23 comme précédemment. Agir sur le bouton 9 pour obtenir l'égalité d'éclairement de la bande argentée et des deux plages qui l'encadrent, lire les indications de la réglette multipliées par 100 et du tambour. Refaire l'opération six à dix fois de suite et prendre la moyenne N des valeurs obtenues. On déterminera le facteur de correction correspondant à ce mode d'utilisation en appliquant la formule

$$K = \frac{I}{NL^2}.$$

Mesure. — Mesurer d'abord la distance L' entre la source lumineuse et le photomètre. Visser l'oculaire mobile, puis amener l'image de la source à être bien au centre du trou de l'œilleton. Enlever l'oculaire mobile et opérer comme pour le tarage; faire plusieurs lectures et prendre la moyenne N'. L'intensité lumineuse de la source est donnée en bougies par la formule

$$I' = N' \times K \times L'^2.$$

Le rapport de cette lecture avec celle du tarage donne

$$\frac{I'}{I} = \frac{N'}{N}\,\frac{L'^2}{L^2}.$$

Il sera commode de choisir une distance qui se prête

à un calcul facile. Par exemple pour 10 m, L^2 vaut 100; pour 31,60 m, L^2 vaut 1 000; pour 100 m, L^2 vaut 10 000.

Lorsqu'on n'arrive pas à donner à la bande centrale un éclairement aussi élevé qu'aux plages qui l'encadrent, il y a lieu de placer sur le parcours des rayons soit le verre coloré 0,9 qui ramène l'éclairement de l'opaline au 1/10 de sa valeur, soit le verre coloré 0,99 qui ramène l'éclairement au 1/100, soit les deux réunis qui ramènent l'éclairement au 1/1000. Selon le ou les verres employés, les mesures sont à multiplier par 10, 100 ou 1 000.

C. **Remise de l'appareil au repos.** — Quand les opérations sont terminées, détacher le cordon souple, ramener à zéro le bouton du rhéostat et replacer le photomètre dans la case qui lui est affectée.

A. Blondel,
Membre de l'Institut.

Revues, analyses et informations

Qu'est-ce que l'électricité ?

Sous ce titre, qui semble promettre qu'une réponse sera donnée à la question qu'il pose, le professeur W-M. Thornton a fait récemment une conférence dans la série des « Faraday lectures » qu'organise chaque année l'Institution of electrical Engineers. Ces conférences s'adressent à des auditeurs appartenant à l'élite intellectuelle de la nation et s'intéressant aux grands problèmes scientifiques sans toutefois être spécialisés dans la branche de la science qui leur est exposée. Ce sont, par suite, des conférences de haute vulgarisation dans lesquelles le conférencier doit se borner à poser nettement les énoncés des problèmes qui sont étudiés et les solutions que l'état actuel de nos connaissances permet de leur donner, sans insister sur les détails des recherches théoriques ou expérimentales qui servent de base à ces solutions. On ne saurait donc leur demander de constituer un exposé didactique et complet des questions qui y sont traitées, mais seulement d'amener les auditeurs à réfléchir sur les différents points soulevés. C'est sous ces réserves et dans ce but que nous avons cru utile de donner ci-dessous une traduction presque littérale du compte rendu de la conférence de M. Thornton publié par les revues techniques britanniques (¹).

1. Généralités. — Les recherches sur la constitution de la matière ont montré que les atomes des corps répandus dans l'univers sont constitués par des charges électriques négatives ou électrons qui se déplacent avec une vitesse énorme autour d'un noyau central chargé positivement à la manière des planètes décrivant leurs orbites autour du soleil. A chaque trajectoire d'électron correspond une ligne dans le spectre atomique visible ou invisible.

La loi de la gravitation de Newton applicable, à de légères modifications près, aux systèmes stellaires les plus éloignés et les plus imposants par leurs dimensions, demeure encore valable pour les systèmes d'électrons qui constituent l'atome.

Le télescope nous révèle que les vastes régions interplanétaires sont dépourvues de matière. De tels espaces ont leur équivalent dans les parties creuses de l'atome dénuées de charges électriques grâce au mouvement des électrons décrivant leurs orbites avec une vitesse angulaire qui atteint 10^{15} révolutions par seconde. Ce mouvement d'électrons engendre, dans certaines conditions, des phénomènes oscillatoires extérieurs dont la fréquence est précisément égale à la vitesse de révolution des électrons. Ainsi, la lumière est un phénomène électrique, radiation électrique visible, qui requiert pour son émission l'oscillation d'une charge électrique, et pour sa réception et son enregistrement un organe tel que l'œil.

Il est, à présent, bien établi que la lumière qui nous parvient des étoiles les plus éloignées, situées parfois à des distances telles que la lumière ne les franchit qu'en un nombre d'années de l'ordre du million, est de même nature que la lumière produite par nos propres moyens. Nous pouvons donc conclure qu'il y a identité de nature entre l'électricité constituant les parties les plus éloignées de l'univers et celle dont notre propre monde est formé.

2. La nature de l'électricité. — Bien que la nature de l'électricité considérée comme une double entité ne puisse être déterminée d'une manière très précise, la somme de nos connaissances à ce sujet est assez importante. L'électricité n'est pas de la matière au sens strict du mot, mais une espèce de « sub-matière ». Les charges électriques ont, dans leur comportement électromagnétique, des caractères opposés et c'est pour cette raison qu'il est possible de dire qu'elles sont de signes contraires.

Le nombre des électrons contenus dans 1 pouce cubique (16 cm³) est d'environ 25 billions. Les protons sont encore plus petits que les électrons, mais sont 1 850 fois plus lourds. Pour rendre visible à l'œil nu les électrons contenus dans une goutte d'eau, il faudrait lui donner un volume égal à cent fois le volume de la terre. Quand nous achetons une livre de pain, de beurre ou de thé, c'est en réalité une livre d'électricité que nous achetons sous forme de ces aliments.

On a reconnu la possibilité d'existence de 92 éléments atomiques matériels parmi lesquels, d'ailleurs, un certain nombre restent à découvrir. Chacun de ces éléments contient normalement des quantités d'électricité égales et de signes contraires. Cette égalité peut s'expliquer si on admet l'existence d'un même processus d'action lors de la formation des deux espèces d'électricité.

La matière est, du fait de sa constitution électronique, un incroyable réservoir d'énergie. C'est ainsi qu'une masse d'une livre (453 g) contient une énergie suffisante pour porter au point d'ébullition une masse de 100 millions de tonnes d'eau froide ou pour fournir un travail de 16 millions de chevaux-heures. La preuve de ces faits est une des conséquences les plus solides de la théorie de la relativité.

L'électricité doit être formée d'éther et rien en effet ne peut, dans l'état actuel de nos connaissances, infirmer cette hypothèse. Comme lors de la formation des charges il y a exécution d'un travail par compression, tension ou torsion, il est nécessaire de déterminer la nature du travail accompli initialement. Or, s'il est impossible d'appliquer une force à l'éther à l'aide de la matière ordinaire, ce dernier peut, par contre, subir une torsion par une charge électrique en

(¹) *The electrical Review*, 25 mars 1927, t. C, p. 493-494, 1 600 mots et *The Electrician*, 25 mars 1927, t. XCVIII, p. 316-317, 2 300 mots.

mouvement. Il existe en effet autour de cette dernière, comme autour d'un courant, un champ magnétique, dextrorsum si la charge est positive et sinistrorsum si la charge est négative. Dans ces conditions, un champ magnétique circulant dans l'éther ressemble à un tourbillon fluide comme le démontrent les expériences réalisées dans les tubes à vide. Les nébuleuses spirales mettent aussi en évidence l'existence de vastes espaces où l'éther est en état de torsion, espaces d'une grandeur telle que le système solaire s'y trouverait perdu.

Le comportement électromagnétique des électrons et des protons est la preuve la mieux établie que ces derniers possèdent les propriétés des vis dextrorsum ou sinistrorsum suivant les cas. Quand leur mouvement s'arrête, la torsion cesse et le champ magnétique s'évanouit.

L'éther a une structure granuleuse très fine que Lord Kelvin a représenté comme un tourbillon spongieux, un enchevêtrement de fils creux extrêmement petits tordus autour de leur ligne de centre. Cette hypothèse a été soutenue par des savants éminents et on suppose à présent que les vis formant les protons et les électrons sont simplement des boucles permanentes sur les fils constitutifs des tourbillons d'éther. Cette permanence tient à ce que les deux côtés de la boucle sont liés ensemble du fait de leur circulation commune, exactement comme une boucle sur un conducteur électrique est maintenue à son point de croisement par le flux magnétique qu'elle émet.

3. L'origine des deux espèces d'électricité. — Si on imprimait une torsion importante à une portion d'éther constitué comme nous l'avons exposé précédemment, la moitié de ses fils constitutifs, qui sont déjà tordus, le serait encore plus étroitement, tandis que l'autre moitié ne subirait pas de torsion. Or, quand on soumet un fil matériel à une torsion suffisante, il se forme sur celui-ci une boucle qui est dextrorsum ou sinistrorsum, selon que les sens relatifs de la torsion initiale et de la torsion qu'on lui superpose sont les mêmes ou sont inverses l'un de l'autre. De telles boucles sur un des fils constitutifs d'un tourbillon d'éther possèdent les propriétés des charges électriques; quand elles se déplacent, elles produisent une circulation autour de leur trajectoire et ainsi mettent en évidence le champ magnétique produit par une charge électrique en mouvement. En effet, du fait que les boucles sont dextrorsum ou sinistrorsum, les flux magnétiques qu'elles émettent ont des signes opposés; de plus, une boucle très tordue est plus petite qu'une boucle ouverte, c'est pourquoi la charge électrique correspondant à la première est plus petite que celle qui correspond à la seconde. Ainsi le proton est plus petit que l'électron. La charge la plus petite offre au mouvement la plus grande résistance de la même manière qu'il est plus difficile d'obtenir un courant fluide à travers un orifice étroit qu'à travers un orifice large. Ceci explique que le proton qui a une masse apparente 1 850 fois plus grande que l'électron est plus difficile à mouvoir que ce dernier.

4. La combinaison des électricités pour la formation de la matière. — Il semble évident que l'éther n'est pas un fluide incompressible et que ses filaments constitutifs sont courts et de sections variées bien que chacun d'eux possède la même circulation en raison de l'égalité des charges électriques des protons et électrons. Imaginons que ces filaments se rejoignent continuellement et se brisent quand leur longueur devient trop considérable pour qu'ils puissent conserver leur stabilité, qu'ils soient en parfaite confusion et qu'enfin ils conservent leur énergie intrinsèque de torsion. Aucun de ces filaments ne possède un commencement et une extrémité bien définis; mais leurs mouvements s'accomplissent comme si chaque extrémité de filament avait une forme évasée. Quand deux filaments sur lesquels se sont formées des boucles permanentes viennent à se rapprocher, leurs extrémités qui ont le même sens de circulation s'unissent et les deux parties forment un atome ou un fragment d'atome. Avec deux parties, nous obtenons un atome d'hydrogène. L'atome d'hélium est beaucoup plus complexe et cette complexité augmente rapidement suivant des lois bien définies.

L'éther lui-même est un isolant, c'est-à-dire qu'il ne contient pas de charges électriques isolées. Il transmet les ondes électriques par l'ébranlement communiqué à ses filaments au moyen de l'oscillation d'une charge électrique dans un atome, auquel cas les ondes sont courtes, ou par des oscillations électriques dans des conducteurs tels que les antennes de télégraphie sans fil, ce qui correspond à des ondes de plusieurs miles de longueur. Dans tous les cas, qu'il s'agisse de rayons X, de lumière ou de télégraphie sans fil, le mécanisme de la formation des vibrations et la vitesse de transmission demeurent les mêmes.

Une charge entraîne dans son mouvement les filaments adjacents en contact avec elle. Ceux-ci se relâchent simultanément de leur position initiale; mais du fait qu'ils possèdent dans leur mouvement une énergie magnétique, ils dépassent leur position d'équilibre et oscillent en communiquant leur mouvement aux filaments voisins avec la vitesse de la lumière.

Du fait que l'éther oscille avec une fréquence très élevée, il se comporte, en raison de son énergie intrinsèque tourbillonnaire, comme un milieu très rigide ayant un coefficient d'élasticité de valeur considérable.

5. La matière en mouvement. — L'électricité en mouvement donne naissance à un champ magnétique. Or, toute matière est constituée par des charges électriques égales de chaque espèce; par suite, la matière qui se meut à travers l'espace ne peut donner lieu à aucun effet magnétique externe en raison de la compensation mutuelle des effets produits par les deux espèces d'électricité. Au contraire, quand le mouvement a lieu dans un champ magnétique, il s'exerce sur toutes les charges positives une force résultante dont la direction est oblique par rapport à la direction du mouvement, tandis qu'une force de sens contraire s'exerce sur les charges négatives. Il en résulte que les charges se séparent peu à peu et la matière est alors polarisée. Si le corps en mouvement est un isolant, la polarisation est proportionnelle à la vitesse de ce mouvement. Il en est de même s'il s'agit d'un conducteur; mais, seule, la charge négative peut se mouvoir. La charge positive demeure ancrée dans le noyau de l'atome et ne peut se déplacer tout entière. De plus, il existe dans les métaux un grand nombre de charges négatives libres de se mouvoir à la manière des molécules dans un gaz. Dans ces conditions, quand un corps conducteur se meut dans un champ magnétique, il se produit à une de ses extrémités une sorte de concentration des charges négatives qui constitue ce que nous appelons la tension à circuit ouvert. Quand on réunit les extrémités du conducteur, il se produit un courant d'électrons négatifs qui circulent dans le circuit extérieur et retournent dans le conducteur se mouvant dans le champ magnétique. Le travail exécuté pour contraindre les charges électriques à se déplacer dans le circuit fermé, se retrouve dans ce dernier sous forme d'énergie calorifique et d'énergie utilisable. — L. V.

SECTION INDUSTRIELLE

Les relais à courant alternatif

Cette étude complète une théorie générale des relais utilisés en téléphonie et en télégraphie, et publiée antérieurement dans la « Revue générale de l'Electricité » (*). L'auteur reprend la théorie des relais à courant alternatif, montre qu'il est possible d'y apporter des solutions satisfaisantes et décrit quelques types de relais répondant à des conditions de fonctionnement stable.

I. **Valeur de l'effort d'attraction dans un relais parcouru par un courant alternatif.** — Un relais parcouru par un courant alternatif, pour fonctionner dans des conditions satisfaisantes, doit attirer son armature sans aucune vibration pendant toute la durée du passage du courant dans son enroulement.

Or, nous savons que l'effort d'attraction F d'un électroaimant sur son armature est donné par la formule

$$F = \frac{4\pi (ni)^2 S}{100 (f + e)^2},$$

dans laquelle S désigne la section du noyau ou de l'épanouissement polaire, (ni), la force magnétomotrice, e, l'entrefer réel et f, l'entrefer fictif équivalant à la réluctance du fer du circuit magnétique. Si R_f est la réluctance du fer, $f = S \times R_f$. Si, en particulier, la section du fer est partout S, f est égal au quotient de la longueur de la ligne de force moyenne dans le fer divisée par la perméabilité μ.

Si le courant i est sinusoïdal, $i = I \sin \omega t$,

$$F = \frac{4\pi (nI)^2 S}{100 (f + e)^2} \sin^2 \omega t,$$

I représentant la valeur maximum du courant.

L'effort d'attraction est toujours de même sens, mais il varie entre

$$0 \quad \text{et} \quad \frac{4\pi (nI)^2 S}{100 (f + e)^2}.$$

Sa valeur moyenne pendant une période T est

$$F_{moy} = \frac{1}{T} \frac{4\pi (nI)^2 S}{100 (f + e)^2} \int_0^T \sin^2 \omega t \, dt$$

$$= \frac{1}{2} \frac{4\pi (nI)^2 S}{100 (f + e)^2} = \frac{1}{2} F_{max}.$$

Mais l'armature d'un tel relais vibrera et l'on ne pourra qu'atténuer les vibrations en utilisant une armature à grand moment d'inertie.

Il est donc intéressant d'obtenir un effort d'attraction constant. Nous pouvons remarquer que, si nous faisons agir sur la même armature deux noyaux différents, mais dont les enroulements sont parcourus par des courants déphasés de $\frac{\pi}{2}$, l'effort total sera

$$F = F_{max} (\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t) = F_{max}.$$

Nous obtiendrons donc un effort constant.

Si les deux noyaux ne sont pas à égale distance de l'axe de rotation de l'armature, nous devons considérer le couple résultant (fig. 1)

$$C = F_1 l_1 \sin^2 \omega t + F_2 l_2 \cos^2 \omega t$$

et nous aurons encore un couple constant si

$$F_1 l_1 = F_2 l_2 = Fl.$$

Nous voyons donc que, suivant la réalisation mécanique du relais et suivant le procédé utilisé pour obtenir ces courants déphasés, nous pouvons trouver plusieurs types de relais répondant à la condition posée.

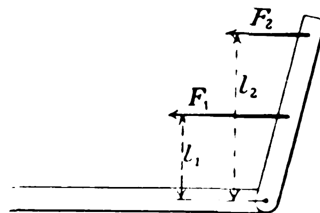


Fig. 1. — Cas de deux efforts d'attraction s'exerçant sur l'armature à des distances différentes de l'axe de rotation.

II. **Différents types de relais à courant alternatif.** — 1. Relais de la Siemens und Halske Aktiengesellschaft. — Le circuit magnétique de ce relais est constitué comme celui d'un relais ordinaire, mais

(*) R. Parésy : Théorie des relais téléphoniques et télégraphiques. *Revue générale de l'Electricité*, 1er et 8 janvier 1927, t. XXI, p. 3-13 et 43-59.

nous trouvons deux noyaux raccordés à la même culasse et agissant sur la même armature. Chacun de ces noyaux porte un bobinage et l'effort d'attraction sur l'armature est la somme des efforts d'attraction dus à chacun des bobinages (fig. 2).

Appelons n_1 le nombre de tours du premier enroulement; I_1, le courant maximum qui le traverse; R_1, sa résistance; L_1, son inductance et C_1, la capacité mise en

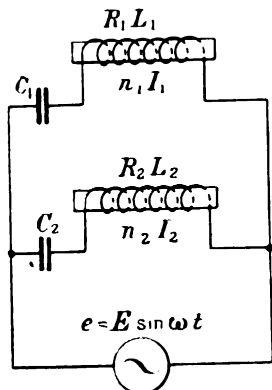


Fig. 2. — Disposition schématique des deux bobinages du relais Siemens und Halske.

série avec lui. Désignons par les mêmes lettres, affectées de l'indice 2, les constantes du circuit du deuxième enroulement.

Nous aurons dans le premier enroulement

$$I_1 = \frac{E}{\sqrt{R_1^2 + \left(L_1\omega - \frac{1}{C_1\omega}\right)^2}},$$

$$i_1 = I_1 \sin(\omega t - \varphi_1),$$

et le déphasage φ_1 du courant sur la force électromotrice $e = E \sin \omega t$ sera défini par

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{L_1\omega - \frac{1}{C_1\omega}}{R_1}.$$

Nous aurons, de même, dans le second enroulement

$$I_2 = \frac{E}{\sqrt{R_2^2 + \left(L_2\omega - \frac{1}{C_2\omega}\right)^2}},$$

$$i_2 = I_2 \sin(\omega t - \varphi_2),$$

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{L_2\omega - \frac{1}{C_2\omega}}{R_2}.$$

Le circuit magnétique du relais étant supposé parfaitement symétrique, l'effort d'attraction sur l'armature sera

$$F = \frac{4\pi S}{100(f+e)^2}[(n_1 I_1)^2 \sin^2(\omega t - \varphi_1) + (n_2 I_2)^2 \sin^2(\omega t - \varphi_2)].$$

L'effort d'attraction sera donc constant si la dérivée est nulle, quel que soit le temps, soit

$$0 = \frac{dF}{dt} = \frac{4\pi\omega S}{100(f+e)^2}[(n_1 I_1)^2 \sin 2(\omega t - \varphi_1) + (n_2 I_2)^2 \sin 2(\omega t - \varphi_2)].$$

Développons cette expression

$$\sin 2\omega t [(n_1 I_1)^2 \cos 2\varphi_1 + (n_2 I_2)^2 \cos 2\varphi_2] = \cos 2\omega t [(n_1 I_1)^2 \sin 2\varphi_1 + (n_2 I_2)^2 \sin 2\varphi_2].$$

Cette égalité n'est possible que si nous avons

$$(n_1 I_1)^2 \cos 2\varphi_1 + (n_2 I_2)^2 \cos 2\varphi_2 = 0,$$

$$(n_1 I_1)^2 \sin 2\varphi_1 + (n_2 I_2)^2 \sin 2\varphi_2 = 0,$$

ou

$$\left(\frac{n_1 I_1}{n_2 I_2}\right)^2 = -\frac{\cos 2\varphi_2}{\cos 2\varphi_1} = -\frac{\sin 2\varphi_2}{\sin 2\varphi_1}.$$

De la dernière égalité, nous tirons

$$\operatorname{tg} 2\varphi_1 = \operatorname{tg} 2\varphi_2,$$

d'où

$$\varphi_1 = \varphi_2 \quad \text{ou} \quad \varphi_1 = \varphi_2 + \frac{\pi}{2}.$$

Or $\varphi_1 = \varphi_2$ ne convient pas, car

$$\frac{\cos 2\varphi_2}{\cos 2\varphi_1} = -\frac{(n_1 I_1)^2}{(n_2 I_2)^2}.$$

Il faut donc

$$\varphi_1 = \varphi_2 + \frac{\pi}{2} \quad \text{et} \quad n_1 I_1 = n_2 I_2.$$

La condition d'égalité des forces magnétomotrices peut recevoir une solution simple si les deux enroulements sont égaux. Dans ce cas

$$R_1 = R_2 = R, \quad L_1 = L_2 = L, \quad n_1 = n_2 = n.$$

La relation

$$n_1 I_1 = n_2 I_2 \quad \text{devient} \quad I_1 = I_2,$$

d'où

$$R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C_1\omega}\right)^2 = R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C_2\omega}\right)^2$$

ou

$$L\omega - \frac{1}{C_1\omega} = \pm\left(L\omega - \frac{1}{C_2\omega}\right).$$

La relation

$$\varphi_1 = \varphi_2 + \frac{\pi}{2} \quad \text{ou} \quad \operatorname{tg} \varphi_1 \times \operatorname{tg} \varphi_2 = -1$$

nous donne

$$\frac{L\omega - \frac{1}{C_1\omega}}{R} \times \frac{L\omega - \frac{1}{C_2\omega}}{R} = -1.$$

Il faut donc prendre

$$L\omega - \frac{1}{C_1\omega} = -\left(L\omega - \frac{1}{C_2\omega}\right).$$

Nous aurons donc

$$L\omega - \frac{1}{C_1\omega} = R,$$

$$L\omega - \frac{1}{C_2\omega} = -R.$$

Le problème sera donc résolu avec deux bobinages identiques sous la seule condition $L\omega \geq R$. Les capacités à mettre en série avec chacun des enroulements seront

$$C_1 = \frac{1}{\omega(L\omega - R)}, \quad C_2 = \frac{1}{\omega(L\omega + R)}.$$

Les déphasages φ_1 et φ_2 seront respectivement

$$+\frac{\pi}{4} \quad \text{et} \quad -\frac{\pi}{4},$$

comme l'indique la figure 3.

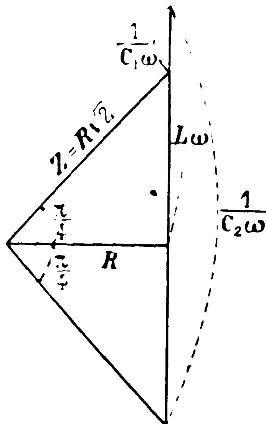


Fig. 3. — Diagramme vectoriel des impédances des deux circuits du relais Siemens und Halske.

L'effort d'attraction sera

$$F = \frac{2\pi \times 2(nI)^2}{100(f+e)^2} = \frac{4\pi(nI)^2}{100(f+e)^2}$$

avec

$$I = \frac{E}{R\sqrt{2}},$$

$R\sqrt{2}$ représentant l'impédance de chacun des bobinages à la fréquence envisagée.

Il faut bien remarquer que la stabilité parfaite de l'effort n'est obtenue que pour une fréquence et un entrefer déterminés. Si, en effet, nous faisons varier cet entrefer, l'inductance du relais varie et les conditions ne se trouvent plus exactement remplies. Il en résulte que le fonctionnement parfait de ce relais dépendra de son réglage et de la stabilité de la fréquence du courant alternatif employé. On pourra d'ailleurs s'écarter notablement de ces conditions théoriques sans cesser d'avoir pratiquement un fonctionnement satisfaisant.

2. Relais a deux circuits magnétiques de la société Le Matériel téléphonique. — Ce relais, dont le circuit magnétique est représenté schématiquement par la figure 4, est essentiellement dyssymétrique. Il nous

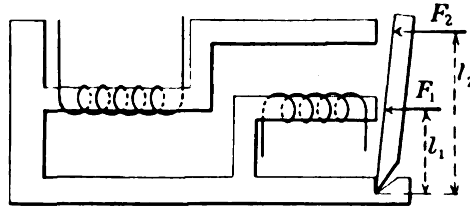


Fig. 4. — Electroaimant à deux enroulements dyssymétriques de la société Le Matériel téléphonique.

faut ici considérer, non plus l'effort d'attraction, mais le couple d'attraction

$$C = F_1 l_1 \sin^2(\omega t - \varphi_1) + F_2 l_2 \sin^2(\omega t - \varphi_2).$$

Le même calcul que précédemment nous conduirait à la conclusion que le couple C est constant si nous avons

$$F_1 l_1 = F_2 l_2 \quad \text{et} \quad \varphi_1 = \varphi_2 + \frac{\pi}{2}$$

avec

$$F_1 = \frac{4\pi(n_1 I_1)^2}{100(f_1 + e_1)^2} \quad \text{et} \quad F_2 = \frac{4\pi(n_2 I_2)^2}{100(f_2 + e_2)^2}.$$

Si nous connaissons les constantes de chacun des bobinages et de chacun des circuits magnétiques, nous pourrons encore déterminer les deux capacités C_1 et C_2 à mettre en série sur les enroulements pour obtenir un couple constant.

3. Relais plat de la Western electric Company. — 1° *Calcul de l'attraction de l'armature.* — Dans ce type de relais, le noyau porte un bobinage unique. L'extrémité du noyau en regard de l'armature se divise en fourche dont une des branches porte une bague de cuivre (fig. 5). Somme toute, c'est cette bague qui constitue le deuxième enroulement que nous avons trouvé dans les relais précédents et nous allons voir que son rôle est précisément de créer une différence de phase entre les flux qui traversent les deux branches de la fourche.

Appelons e l'entrefer, $2S$ la section totale des deux branches de la fourche et f la réluctance, ramenée à cette section $2S$ de tout le circuit magnétique dans le fer. Nous aurons entre la force magnétomotrice maxi-

mum nI, la réluctance et le flux maximum 2Φ la relation

$$\frac{nI}{10} = \frac{2S}{e+f} \times 2\Phi,$$

et le flux sera $2\Phi \sin \omega t$.

Le flux 2Φ se divise, par raison de symétrie, en deux parties égales traversant chacune des branches de la fourche, mais l'une de celles-ci portant un enroulement en court-circuit, le flux Φ qui le traverse donne naissance à une force électromotrice d'induction égale à

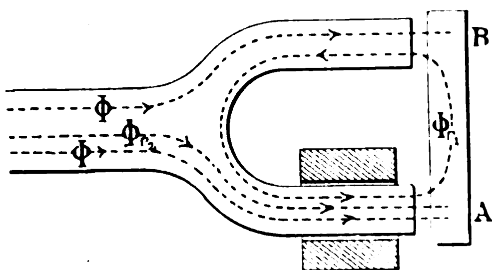


Fig. 5. — Répartition des flux dans les deux branches de la fourche d'un relais de la Western electric Company.

$$-\frac{d(\Phi \sin \omega t)}{dt} = -\omega\Phi \cos \omega t = \omega\Phi \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right).$$

Un courant i parcourt donc la bague et, si nous appelons ρ sa résistance et λ son inductance, nous aurons

$$i = \frac{\omega\Phi}{\sqrt{\rho^2 + \lambda^2\omega^2}} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi\right) \quad \text{avec} \quad \text{tg}\,\varphi = \frac{\lambda\omega}{\rho}.$$

Nous pouvons remarquer que le courant i est déphasé en arrière de $\left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right)$ sur le flux Φ.

Ce courant produit un flux Φ_r qui est en phase avec lui

$$\Phi_r \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi\right) = \lambda i = \frac{\lambda\omega\Phi}{\sqrt{\rho^2+\lambda^2\omega^2}} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi\right),$$

$$\Phi_r = \frac{\lambda\omega\Phi}{\sqrt{\rho^2+\lambda^2\omega^2}} = \frac{\Phi}{\sqrt{1+\frac{\rho^2}{\lambda^2\omega^2}}} = \frac{\Phi}{\sqrt{1+\frac{1}{\text{tg}^2\varphi}}} = \Phi \sin \varphi.$$

Deux circuits magnétiques sont alors à considérer ; le premier comprenant les deux branches de la fourche et les deux entrefers ; le second comprenant une seule branche de la fourche, le noyau, la culasse du relais et un seul entrefer. En raison des faibles dimensions de la fourche, nous pouvons négliger devant les deux entrefers la réluctance du fer du premier de ces circuits. Par suite, les réluctances seront respectivement

$$\mathcal{R}_1 = \frac{2e}{S} \quad \text{et} \quad \mathcal{R}_2 = \frac{e}{S} + \frac{f}{2S} = \frac{2e+f}{2S}.$$

Le flux Φ_r va donc se partager entre les deux circuits magnétiques en raison inverse de leur réluctance et nous aurons

$$\Phi_{r1}\mathcal{R}_1 = \Phi_{r2}\mathcal{R}_2, \quad \text{avec} \quad \Phi_{r1} + \Phi_{r2} = \Phi_r,$$

$$\Phi_{r1}\left(1 + \frac{\mathcal{R}_1}{\mathcal{R}_2}\right) = \Phi_r.$$

Nous en tirons

$$\Phi_{r1} = \frac{\mathcal{R}_2\Phi_r}{\mathcal{R}_1 + \mathcal{R}_2} = \frac{2e+f}{6e+f}\Phi_r,$$

$$\Phi_{r2} = \frac{\mathcal{R}_1\Phi_r}{\mathcal{R}_1 + \mathcal{R}_2} = \frac{4e}{6e+f}\Phi_r.$$

Il en résulte que nous aurons, en fin de compte, au point de vue de l'attraction sur l'armature, un flux résultant qui sera la somme des flux Φ, Φ_{r1} et Φ_{r2}.

Nous pouvons tracer le diagramme vectoriel de la figure 6 pour la composition des flux, Φ_A et Φ_B indiquant respectivement les flux dans la branche baguée et dans l'autre branche.

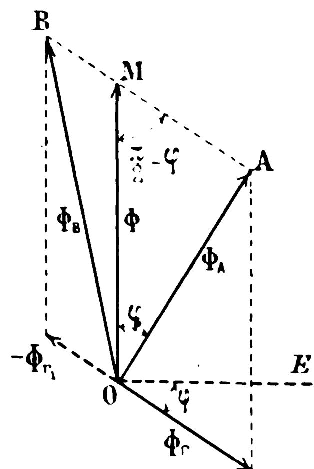


Fig. 6. — Diagramme vectoriel des flux dans le relais de la Western electric Company : E, force électromotrice d'induction.

Dans le triangle OMA, nous avons

$$OM = \Phi, \quad MA = \Phi_r = \Phi \sin \varphi.$$

Mais l'angle OMA est égal $\frac{\pi}{2} - \varphi$ et $MA = \Phi \sin \varphi$. Il vient donc

$$MA = OM \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right).$$

Le triangle OMA est rectangle en A et $\Phi' = OA = \Phi \cos \varphi$.

Nous voyons donc que l'angle MOA est égal à φ et que, par suite, Φ_A est déphasé de φ en arrière par rapport à Φ.

Dans le triangle rectangle OAB nous avons la relation

$$\overline{OB}^2 = \overline{OA}^2 + \overline{AB}^2$$

$$AB = \Phi_r + \Phi_{r1} = \Phi_r\left(1 + \frac{2e+f}{6e+f}\right) = 2 \times \frac{4e+f}{6e+f}\Phi \sin\varphi.$$

Posons $\alpha = \dfrac{4e+f}{6e+f}$:

$$\Phi_B^2 = \Phi^2(\cos^2\varphi + 4\alpha^2 \sin^2\varphi).$$

Nous pouvons déjà remarquer que nous ne saurions avoir $\Phi_A = \Phi_B$, puisque $\Phi_A = \Phi \cos\varphi$ est toujours inférieur à Φ et Φ_B est toujours supérieur à Φ. Il est facile de voir, en effet, que $4\alpha^2$ est supérieur à 1, puisque $\alpha > \frac{2}{3}$.

Nous avons de plus dans le triangle rectangle AOB

$$\sin\widehat{AOB} = \frac{AB}{OB} = \frac{2\alpha\Phi\sin\varphi}{\Phi\sqrt{\cos^2\varphi + 4\alpha^2\sin^2\varphi}}$$

$$\sin\widehat{AOB} = \frac{2\alpha\sin\varphi}{\sqrt{\cos^2\varphi + 4\alpha^2\sin^2\varphi}}$$

et

$$\cos\widehat{AOB} = \frac{\cos\varphi}{\sqrt{\cos^2\varphi + 4\alpha^2\sin^2\varphi}}.$$

Lorsque φ varie de 0 à $\frac{\pi}{2}$, le numérateur décroît constamment. La quantité sous le radical qui est égale à : $[1 + \sin^2\varphi(4\alpha^2 - 1)]$ croît constamment, par suite l'angle $\widehat{AOB}$ croît constamment de 0 à $\frac{\pi}{2}$. Nous avons vu que nous devions chercher à obtenir deux flux déphasés de $\frac{\pi}{2}$: mais pour

$$\varphi = \frac{\pi}{2}, \quad \Phi_A = 0 \quad \text{et} \quad \Phi_B = 2\Phi\alpha,$$

nous aurons perdu tout le bénéfice cherché puisqu'il n'existe alors de flux que dans une seule branche.

Les variations de Φ_A et de Φ_B en fonction de φ représentées par les courbes de la figure 7.

L'effort total exercé sur l'armature sera de la forme

$$F = 2K[\Phi_B^2\sin^2\omega t + \Phi_A^2\sin^2(\omega t - \widehat{AOB})]$$

$$= K(\Phi_B^2+\Phi_A^2) - K[\Phi_B^2\cos 2\omega t + \Phi_A^2\cos 2(\omega t - \widehat{AOB})]$$

en posant $2K = \dfrac{4\pi}{S}$.

Nous aurons donc superposition d'un effort constant

$$F_1 = K(\Phi_A^2 + \Phi_B^2) = K\Phi^2(2\cos^2\varphi + 4\alpha^2\sin^2\varphi)$$

et d'un effort perturbateur qui est une fonction sinusoïdale du temps

$$-F_2\sin(2\omega t+\gamma) = -K[\Phi_B^2\cos 2\omega t + \Phi_A^2\cos 2(\omega t - \widehat{AOB})]$$

$$F_2(\sin 2\omega t\cos\gamma + \cos 2\omega t\sin\gamma) =$$

$$K[(\Phi_B^2 + \Phi_A^2\cos 2\widehat{AOB})\cos 2\omega t + \Phi_A^2\sin 2\widehat{AOB}\sin 2\omega t].$$

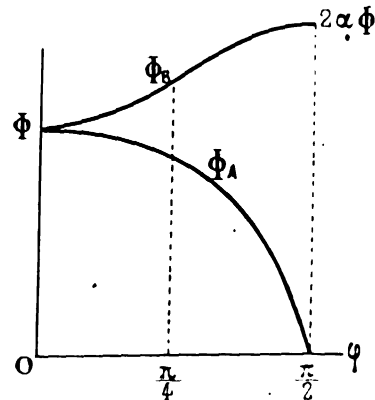


Fig. 7. — Variations des flux dans les deux branches de la fourche du relais en fonction de φ; $\left(\operatorname{tg}\varphi = \frac{\lambda\omega}{\rho}\right)$.

Nous en tirons

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{\Phi_B^2 + \Phi_A^2\cos 2\widehat{AOB}}{\Phi_A^2\sin 2\widehat{AOB}},$$

$$F_2 = \frac{K\Phi_A^2\sin 2\widehat{AOB}}{\cos\gamma}.$$

Par suite, le fonctionnement le plus satisfaisant sera obtenu lorsque l'effort perturbateur F_2 sera minimum. Nous devons donc chercher le minimum de F_2 ou celui de F_2^2. Or

$$F_2^2 = \frac{K^2\Phi_A^4\sin^2 2\widehat{AOB}}{\cos^2\gamma} = K^2\Phi_A^4\sin^2 2\widehat{AOB}(1 + \operatorname{tg}^2\gamma)$$

$$= K^2[\Phi_A^4\sin^2 2\widehat{AOB} + (\Phi_B^2 + \Phi_A^2\cos 2\widehat{AOB})^2]$$

$$= K^2[\Phi_A^4 + \Phi_B^4 + 2\Phi_A^2\Phi_B^2\cos 2\widehat{AOB}].$$

Or $\cos 2\widehat{AOB} = 2\cos^2\widehat{AOB} - 1$.

$$F_2^2 = K^2[(\Phi_B^2 - \Phi_A^2)^2 + 4\Phi_A^2\Phi_B^2\cos^2\widehat{AOB}].$$

Mais $\Phi_B\cos\widehat{AOB} = \Phi_A$, et l'on a.

$$F_2^2 = K^2[(\Phi_B^2 - \Phi_A^2)^2 + 4\Phi_A^4]$$

$$= K^2\Phi^4(16\alpha^4\sin^4\varphi + 4\cos^4\varphi)$$

$$\frac{dF_2^2}{d\varphi} = 16K^2\Phi^4\sin\varphi\cos\varphi(4\alpha^4\sin^2\varphi - \cos^2\varphi).$$

Cette dérivée s'annule pour $\varphi = 0$, $\varphi = \frac{\pi}{2}$ et

$$\varphi = \operatorname{arc\,tg}\frac{1}{2\alpha^2}.$$

Nous avons donc pour les variations de F_2 en fonction de φ les courbes de la figure 8. Le minimum de F_2 correspond à la valeur de φ définie par

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{2\alpha^2}$$

et il est égal à

$$F_{2\,\min}^2 = \frac{4K^2\Phi^4}{\left(1 + \frac{1}{4\alpha^4}\right)^2}\left(1 + \frac{4\alpha^4}{16\alpha^8}\right) = \frac{4K^2\Phi^4}{1 + \frac{1}{4\alpha^4}}.$$

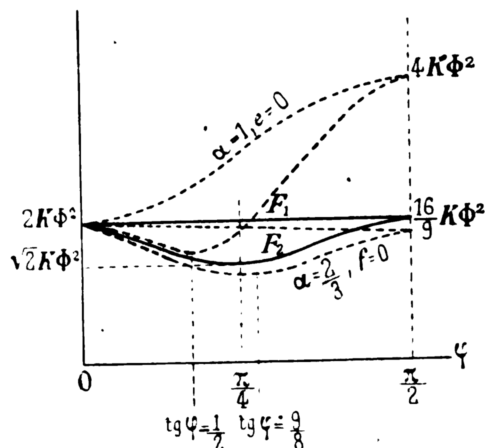


Fig. 8. — Variations des efforts F_1 et F_2 en fonction de φ, pour diverses valeurs de α comprises entre $\frac{2}{3}$ ($f = 0$) et 1 ($e = 0$).

L'effort F_1 est, d'après ce qui précède

$$F_1 = K\Phi^2 (2\cos^2\varphi + 4\alpha^2 \sin^2\varphi)$$
$$= 2K\Phi^2 [1 + (2\alpha^2 - 1)\sin^2\varphi].$$

2° *Discussion suivant la valeur des composantes de l'effort d'attraction.* — *a*) Cas où $2\alpha^2 = 1$. On a alors

$$\alpha = \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{4e + f}{6e + f},$$

c'est-à-dire, si

$$e = f\,\frac{2 - \sqrt{2}}{6\sqrt{2} - 8} = e_1.$$

F_1 sera constant et égal à $2K\Phi^2$, quel que soit φ. F_2 sera minimum pour

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{1}{2\alpha^2} = 1, \quad \text{soit pour} \quad \varphi = \frac{\pi}{4}$$

et son minimum sera égal à $\sqrt{2}\,K\Phi^2$.

b) Cas où $2\alpha^2 < 1$. On a $e > e_1$ et F_1 décroît constamment de $2K\Phi^2$ à $4\alpha^2 K\Phi^2$, lorsque φ varie de 0 à $\frac{\pi}{2}$; F_2 est minimum pour $\operatorname{tg}\varphi = \frac{1}{2\alpha^2} > 1$ c'est-à-dire pour $\varphi > \frac{\pi}{4}$ et ce minimum sera inférieur à $\sqrt{2}\,K\Phi^2$.

c) Cas où $2\alpha^2 > 1$. On a $e < e_1$ et F_1 croît constamment de $2K\Phi^2$ à $4\alpha^2 K\Phi^2$, lorsque φ varie de 0 à $\frac{\pi}{2}$; F_2 sera minimum pour $\operatorname{tg}\varphi = \frac{1}{2\alpha^2} < 1$, c'est-à-dire pour $\varphi < \frac{\pi}{4}$ et son minimum sera supérieur à $\sqrt{2}\,K\Phi^2$.

Nous voyons que, dans les conditions normales où l'entrefer à l'attraction est petit et où, par suite, e et f sont du même ordre de grandeur, les constantes de la bague devront être telles que φ soit voisin de $\frac{\pi}{4}$; $\operatorname{tg}\varphi = \frac{\lambda\omega}{\rho}$ sera voisin de 1.

III. Conclusion de l'étude. — L'étude qui précède nous montre qu'il est possible de construire différents types de relais ayant un fonctionnement satisfaisant en courant alternatif. Les deux premiers types étudiés correspondent à un fonctionnement parfaitement stable dans certaines conditions de réglage. Si le fonctionnement du troisième type est moins parfait, il peut cependant très bien convenir dans la pratique et ce dernier relais présente l'avantage d'avoir une construction particulièrement simple. Des essais faits sur de tels relais ont d'ailleurs montré qu'ils fonctionnent encore parfaitement avec un courant de 5,5 milliampères, soit une résistance de ligne de 7 000 ohms et que les vibrations ne commencent que pour un courant de 5,3 milliampères, c'est-à-dire pour une ligne de 8 000 ohms, en admettant que la machine d'appel

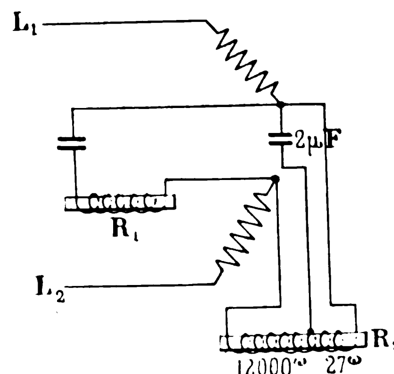


Fig. 9. — Schéma de montage du relais R_1, retransmetteur d'appel et du relais R_2 de 12 000/27 ohms, à l'extrémité d'une ligne L_1 L_2.

utilisée présente aux bornes une tension de 80 v et que ce relais est monté en série avec un condensateur de 2 μF et shunté par un relais de 12 000 ohms de type courant (fig. 9). Ces conditions de fonctionnement sont très largement satisfaites, puisque dans la pratique on n'a jamais à considérer de lignes dont la résistance est supérieure à 1 500 ohms.

R. Parésy,
Ingénieur des Télégraphes.

Les aménagements hydroélectriques de la rivière Jucar et l'usine génératrice de Villalba de la Sierra (Espagne)

Cet article qui est la traduction résumée d'une brochure que nous a communiquée la Sociedad Eléctrica de Castilla, décrit les aménagements hydroélectriques réalisés par cette société pour utiliser l'énergie d'une chute de 150 mètres de hauteur alimentée par les eaux de la rivière Jucar. Il y a lieu de remarquer, en particulier, les dispositions adoptées pour assurer la régularisation annuelle et journalière de la puissance disponible et celles relatives au flottage des troncs d'arbres provenant des coupes effectuées dans les forêts qui constituent la principale richesse de la région.

I. Généralités. — Le développement rapide des distributions d'énergie électrique de la ville de Madrid et de ses environs a donné lieu à la fondation de la Sociedad Eléctrica de Castilla dans le but d'aménager et d'utiliser la chute de Villalba de la Sierra (province de Cuenca). Cette chute, d'une hauteur de 150 m est alimentée par les eaux de la rivière Jucar.

Ces aménagements dont nous entreprenons la description ont été mis en service dans le courant de l'année 1926. Ils permettent de disposer d'une puissance de 15000 ch répartie actuellement sur deux groupes générateurs à l'usine de Villalba de la Sierra. Cette installation située sur le territoire du village du même nom est distante de 140 km de la capitale espagnole et de 23 km de Cuenca, comme il ressort du plan de situation de la figure 1.

La puissance de l'usine de Villalba sera portée ultérieurement à 22000 ch par l'adjonction d'un troisième

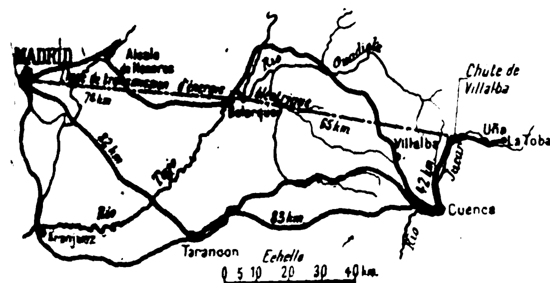


Fig. 1. — Plan de situation.

groupe générateur. De plus, les aménagements hydrauliques ont été prévus pour permettre ultérieurement l'équipement de deux usines auxiliaires, situées comme nous le verrons plus loin, l'un à la lagune de Uña, l'autre au réservoir futur de La Toba et qui permettront d'obtenir à l'usine de Villalba un apport de puissance d'environ 1 500 kw.

Le courant produit à 60000 v à Villalba, est amené par une ligne aérienne d'une longueur de 65 km à l'usine hydroélectrique de Bolarque appartenant à l'Union eléctrica madrileña. L'énergie fournie par cette dernière et celle reçue de Villalba sont alors transmises à Madrid par deux lignes aériennes d'une longueur de 76 km.

II. Hydrologie du bassin du Jucar. — La rivière Jucar prend naissance dans le massif de la Muela de San-Juan au pied de la colline de San-Felipe (1 800 m), près du village de Tragacete (sierra de Cuenca). C'est dans ce massif que naissent le Tage et ses affluents le Guadelia, le Cabriel et le Turia.

Après avoir reçu à Cuenca les eaux du Huecar, le Jucar traverse le plateau de la Manche puis franchit les sierras côtières des provinces de Murcie et de Valence pour atteindre finalement, après un parcours de 500 km, la côte méditerranéenne à Cullera au sud de la plaine de Valence.

La carte de la figure 2 montre le parcours du Jucar et le tracé du canal d'amenée entre Villalba, Uña et le

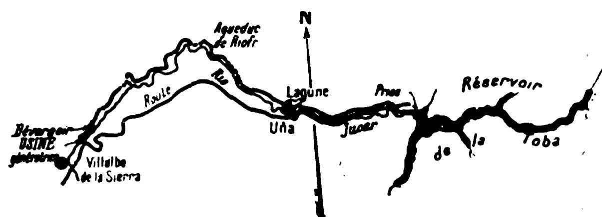


Fig. 2. — Plan général des aménagements.

futur réservoir de La Toba sur l'emplacement duquel sont recueillies les eaux d'un bassin versant de 500 km². La précipitation moyenne annuelle atteint, sur ce bassin, 900 mm. A ce sujet, il faut remarquer que la climatologie de la région est assez particulière en raison de la forme en gradins que présente la Sierra entre Villalba et Uña. Bien que ces deux villages soient distants de seulement 10 km et que leur différence d'altitude soit de 150 m, leur climat est complètement différent en raison du phénomène connu des pluies de relief, lequel se manifeste clairement dans ces régions. Les orages qui remontent la vallée du Jucar entrent en contact avec les montagnes de la Sierra et produisent l'élévation et la condensation de la vapeur d'eau. De la sorte, les précipitations annuelles qui sont de 600 mm à Villalba atteignent 800 mm à Uña et 1 000 mm à Tragacete.

Les eaux d'alimentation de la chute ne proviennent pas seulement du Jucar; on a également capté les eaux du ruisseau de la lagune de Uña, lequel, malgré sa

faible longueur (2 km) est alimenté par les sources abondantes du Rincoln. Ce ruisseau, avant de se déverser dans le Jucar, dépose du carbonate de calcium en dissolution dans ses eaux en formant ainsi une vaste zone de tuf qui constitue la lagune de Uña. Avant l'exécution des travaux, le niveau des eaux de la lagune était à la cote de 1 129 m et la superficie de cette dernière couvrait 6 hectares avec une profondeur máximum de 7 m.

III. **Régulation et conditions d'établissement de la chute.** — En partant du diagramme des variations de l'énergie consommée par la ville de Madrid où les utilisations de natures très diverses comprennent des charges importantes de traction, on a reconnu la nécessité de disposer d'une accumulation d'eau permettant de répondre aux pointes journalières susceptibles de se produire dans la demande.

De plus, il était nécessaire de prévoir une régulation annuelle pour tenir compte du régime torrentiel du Jucar, lequel, à certaines époques, présente, par contre, un débit qui serait insuffisant pour répondre à la demande d'énergie électrique à l'usine de Villalba. On a donc été conduit à entreprendre les travaux d'aménagement d'un réservoir aussi important que le permettent les conditions locales. Ce réservoir

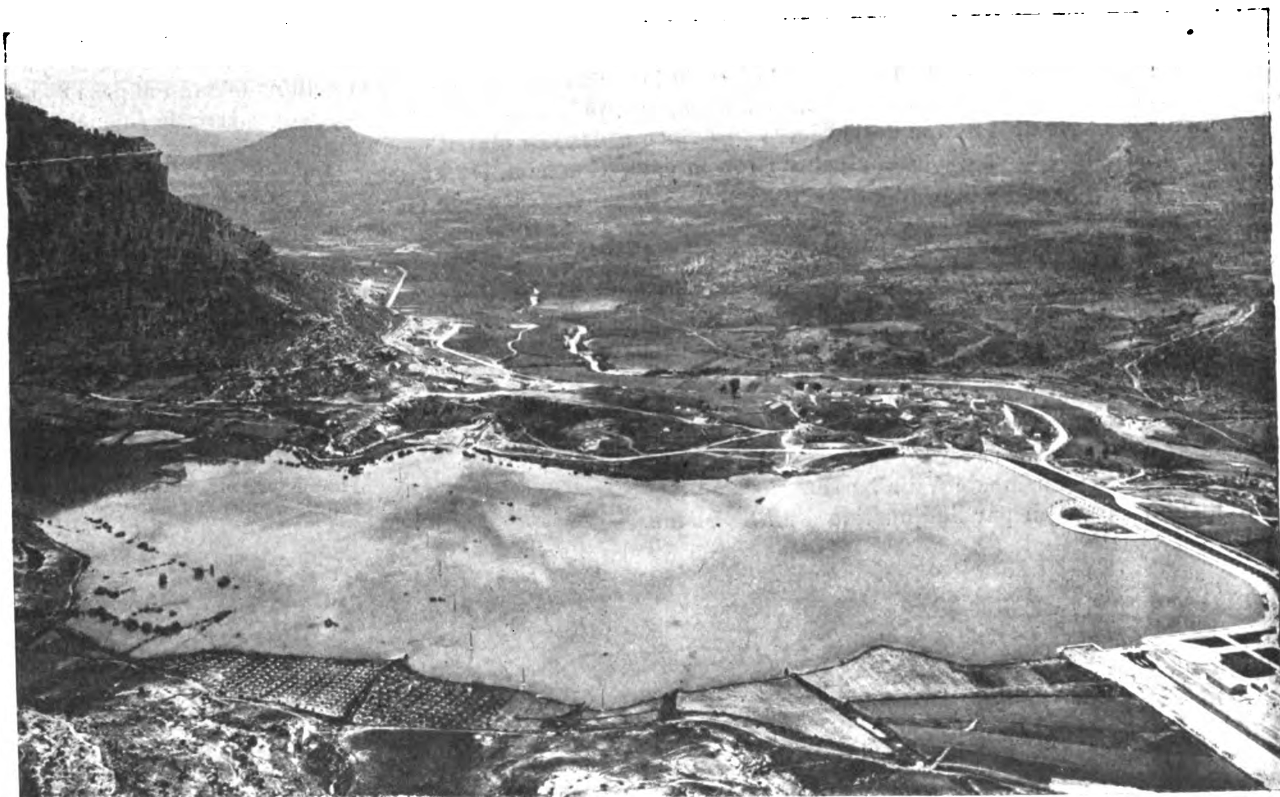


Fig. 3. — Vue de la lagune de Uña.

appelé réservoir de La Toba est actuellement en voie de réalisation et aura une capacité de 35 millions de mètres cubes.

La prise d'eau établie à proximité du futur réservoir de La Toba étant située à environ 20 km de l'usine génératrice, on ne pouvait songer à utiliser ce dernier pour assurer la régulation journalière et la compensation des variations instantanées de la charge; à cet effet, on a aménagé la lagune de Uña en un réservoir d'une capacité de 500 000 m³. De plus, on a donné à la chambre de mise en charge des conduites forcées de l'usine une capacité de 15 000 m³ afin de répondre aux variations de charge rapides et de courte durée.

Le plan général des ouvrages est alors le suivant : les eaux du Jucar sont dérivées, à proximité du réservoir de La Toba, dans un canal qui aboutit à la lagune de Uña; un second canal, appelé canal industriel, réunit cette dernière à la chambre de mise en charge d'où partent les deux conduites forcées de l'usine de Villalba. Ces canaux sont construits soit à ciel ouvert, soit en tunnel; en particulier, le canal industriel a motivé la construction de deux importants ouvrages décrits ci-après : l'aqueduc de l'Arroyo de la Madera et l'aqueduc-siphon de Riofrio.

Une particularité d'établissement des ouvrages a été motivée par le fait suivant : la plus grande richesse de la région consiste en des forêts de pins dont l'exploitation requiert des voies de communication constituées principalement par les rivières, la région étant dépourvue de routes utilisables pour le transport des

bois. L'Etat a donc imposé à la société l'obligation de réaliser l'aménagement des ouvrages en prenant toutes mesures utiles pour sauvegarder ce mode de transport. Comme le cours du Jucar entre la prise et Villalba est d'environ 20 km, on ne pouvait songer à réduire le débit du canal lors de la flottaison des bois qui dure parfois deux mois pendant lesquels la puissance de la chute eût été diminuée. La solution adoptée a été d'assurer la flottaison dans le canal même, depuis la prise jusqu'à la chambre de mise en charge et de compensation et de restituer les bois au Jucar au moyen d'un canal de fuite au moment où la demande d'énergie à l'usine est réduite.

IV. Description des ouvrages. — 1. Prise de dérivation et canal. — L'emplacement où il était nécessaire d'établir la digue de la prise de dérivation révélait l'existence du calcaire jurassique à une profondeur de 18 m au-dessous des alluvions formant le lit du Jucar. C'est donc à cette profondeur qu'il a été nécessaire de creuser pour établir les fondations de la prise sur le sol ferme, travail qui a requis l'emploi de caissons à air comprimé. Un tunnel de 350 m de longueur a été

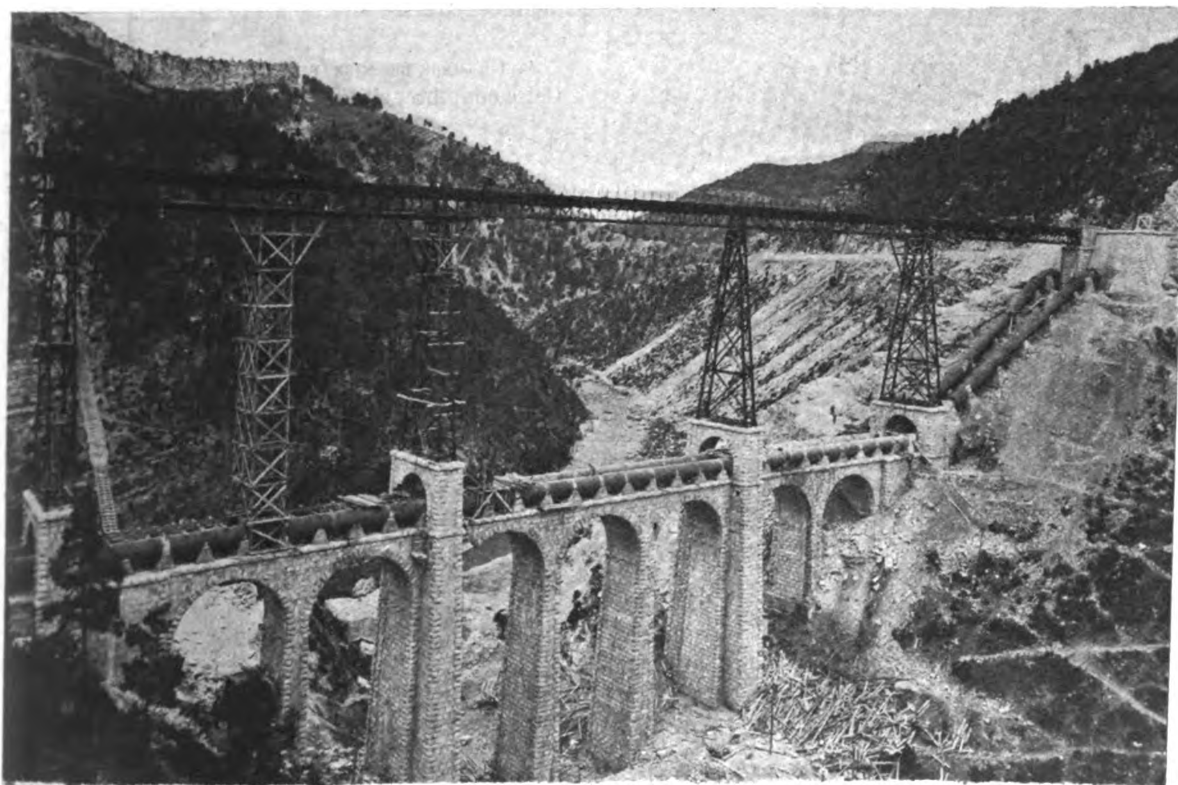


Fig. 4. — Aqueduc de Riofrio.

établi pour livrer passage aux eaux que ne peut admettre le débit du canal issu de la prise et aboutissant à la lagune de Uña. La section de ce canal est rectangulaire et mesure 3,50 m × 1,50 m ; son débit est de 7 m³ : s.

Après un parcours de 2 km, le canal atteint la dépression de Masegosillo où, le terrain ne présentant pas une consistance suffisante, il a été nécessaire de construire un tunnel à une profondeur de plus de 20 m. Ce tunnel, d'une longueur de 600 m, est pourvu d'une passerelle pour faciliter sa visite et surveiller les pièces de bois qui flottent sur l'eau du canal.

Le canal rejoint la lagune en un point qui se trouve à 6 m au-dessus du niveau de cette dernière. Une telle dénivellation correspond, avec un débit de 7 m³ : s, à une puissance de 400 ch. Dans le but d'utiliser ultérieurement de cette énergie, on a aménagé un puits pour l'installation d'une turbine à chambre ouverte avec sa décharge et exécuté les fondations nécessaires pour une petite usine génératrice dont l'énergie électrique sera transmise à l'usine de Villalba. On a construit également une décharge de désablage et un canal spécial pour le passage des pièces de bois.

2. Lagune de Uña. — Le développement du terrain présenté par la lagune de Uña a permis, en élevant le plan d'eau de seulement 2 m, de porter de 6 à près de 20 hectares la superficie du lac qu'elle forme (fig. 3).

Cette surélévation de niveau a été obtenue par la construction de digues en terre recouvrant un mur d'argile de section trapézoïdale. Des fuites s'étant révélées sur les contours de la lagune, on les a combattues au moyen d'un revêtement d'argile imperméable.

3. Canal industriel. — Le canal industriel issu de la lagune présente une section rectangulaire de 3,80 m × 1,80 m et son débit est de 10 m³ : s. Il traverse, après la lagune, une zone de terrains glissants, ce qui a nécessité le battage de pilots sur lesquels repose le canal formé d'une carcasse de béton armé sous laquelle le terrain peut glisser librement.

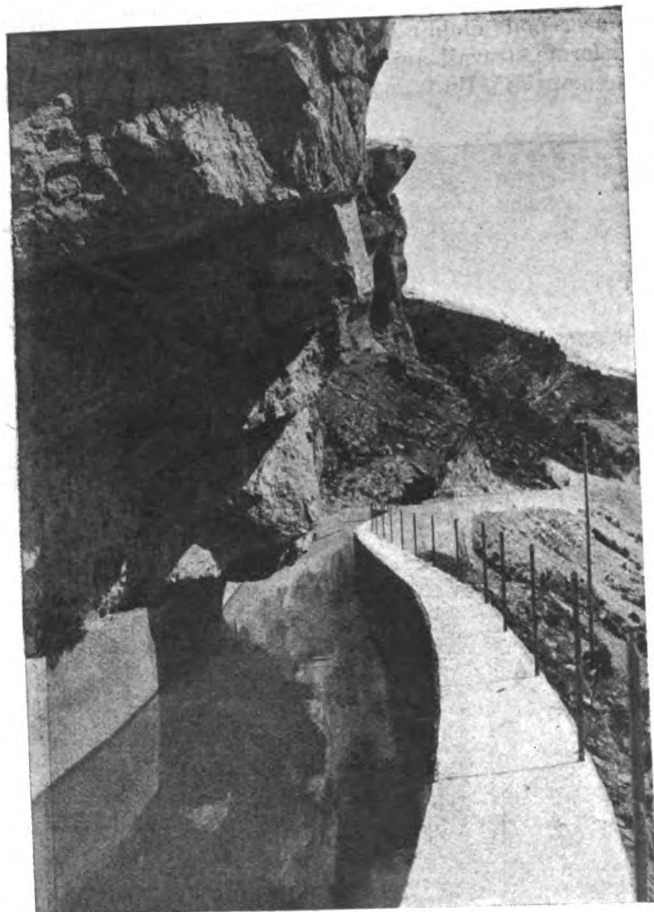


Fig. 5. — Vue prise sur le canal.

Pour la traversée de la fondrière de la Madera, on a, afin d'éviter un détour de 2 km, construit un aqueduc à deux étages et le terrain très abrupt en cet endroit a nécessité la construction d'un tunnel d'une longueur de 800 m.

A la sortie de ce tunnel, le canal ne présente pas de particularités jusqu'à la fondrière de Riofrio dont le fond est à 70 m du niveau des eaux. La traversée s'effectue encore par un aqueduc à 7 arches, de 110 m de longueur, supportant les tuyaux d'un siphon qui livre passage aux eaux du canal. Sur cet aqueduc est monté un viaduc métallique à 5 travées dont le tablier, d'une longueur totale de 190 m, supporte un canal permettant le passage des pièces de bois grâce à sa disposition en prolongement du canal industriel (fig. 4).

La partie du canal située entre l'ouvrage de Riofrio et la chambre de mise en charge et de compensation ne présente pas de particularités importantes bien que la déclivité du terrain ait exigé fréquemment la résolution de problèmes délicats de construction.

C'est ainsi qu'au lieu dénommé Parralejo, on a pu éviter de construire un tunnel en logeant le canal dans une saignée pratiquée dans la roche surplombante et en assurant son soutènement au moyen d'arches inclinées (fig. 5).

4. Chambre de mise en charge et de compensation. — Cette chambre, située à l'extrémité du canal industriel, a une capacité de 15 000 m³. Sa forme a été adaptée à celle du terrain, de manière à réduire le volume de l'ouvrage qui a exigé 13 000 m³ de matériaux. Sur le mur de la chambre correspondant au Jucar, on a établi, d'une part, un déversoir (fig. 6) capable d'évacuer la charge entière du canal et, d'autre part, deux dispositifs de décharge : l'un en communication avec le canal pour une évacuation rapide des corps étrangers impor-

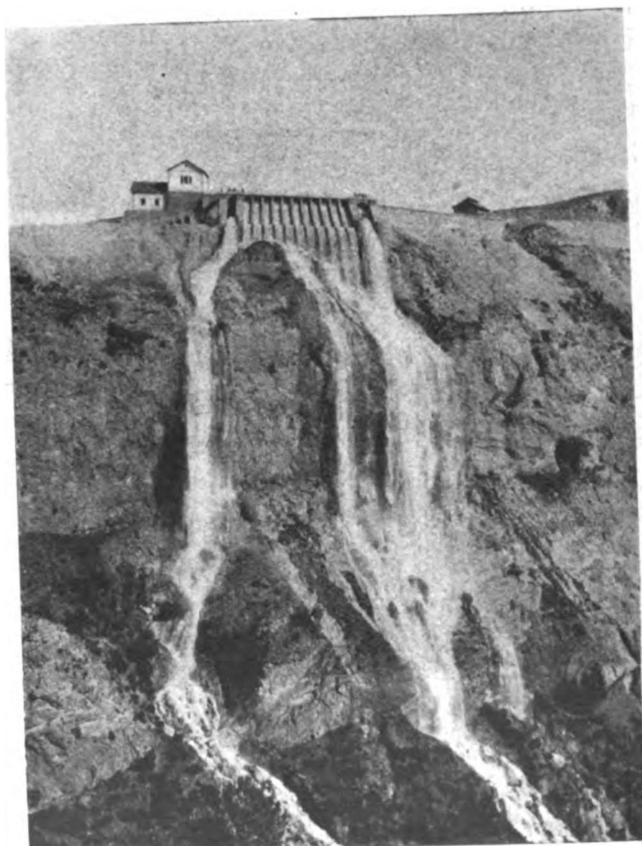


Fig. 6. — Déversoir de la chambre de mise en charge et de compensation.

tants, l'autre en communication avec la chambre pour évacuer les corps de petites dimensions.

En ce qui concerne le passage des bois qui, à l'extrémité du canal industriel doivent réintégrer le Jucar,

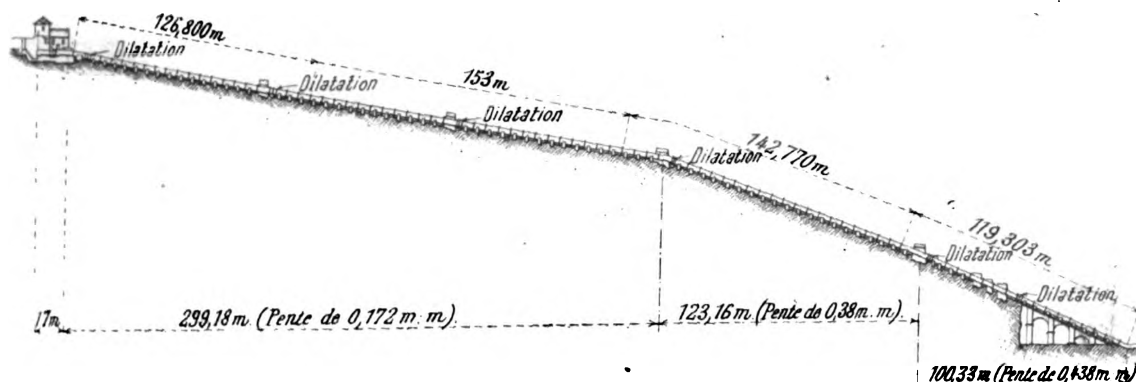


Fig. 7. — Profil des conduites forcées.

on a établi un dispositif analogue à celui existant à la lagune de l'Ña : les bois passent dans un conduit spécial à pente accentuée et dont les contours sont calculés pour livrer passage aux plus grandes pièces. De plus la disposition est telle qu'il suffit d'une faible quantité d'eau pour produire l'entrainement des bois.

5. Conduites forcées. — Les conduites forcées partent de la chambre de mise en charge dont la profondeur est suffisante pour pouvoir être vidée presque complètement sans donner lieu à des rentrées d'air dans les conduites. Ces dernières, au nombre de deux, comportent des vannes manœuvrables à la main et des vannes à fermeture automatique en cas de rupture d'une des conduites

Le diamètre des conduites décroit de 1,8 m à 1,5 m ; leur épaisseur varie de 10 mm à 17 mm. Elles sont en acier soudé et forment des tronçons d'environ 6 m de longueur réunis entre eux par des joints emboîtés et rivés. Ces tronçons s'appuient sur des chevalets en béton armé par l'intermédiaire d'un fer en U qui épouse le tuyau sur environ 3/8 de sa circonférence.

Aux points où les conduites présentent un changement de direction, les tuyaux sont ancrés sur des massifs ; enfin on a prévu des joints de dilatation en divers endroits.

Le profil des conduites (fig. 7) présente trois pentes distinctes : la première de 17 pour 100 sur une longueur de 300 m ; la seconde de 38 pour 100 sur une longueur de 123 m et la troisième de 44 pour 100 sur une longueur de 100 m. C'est cette dernière partie qui est réunie au collecteur de l'usine génératrice.

Chaque conduite est pourvue d'une valve à papillon placée près du joint du collecteur de l'usine ; les conduites peuvent donc fonctionner séparément ou en parallèle.

Le collecteur est un tuyau de section décroissante en prolongement d'une des conduites et auquel l'autre conduite vient se jonctionner latéralement. Il comporte les trois tubulures de dérivation pour l'alimentation de chacune des turbines.

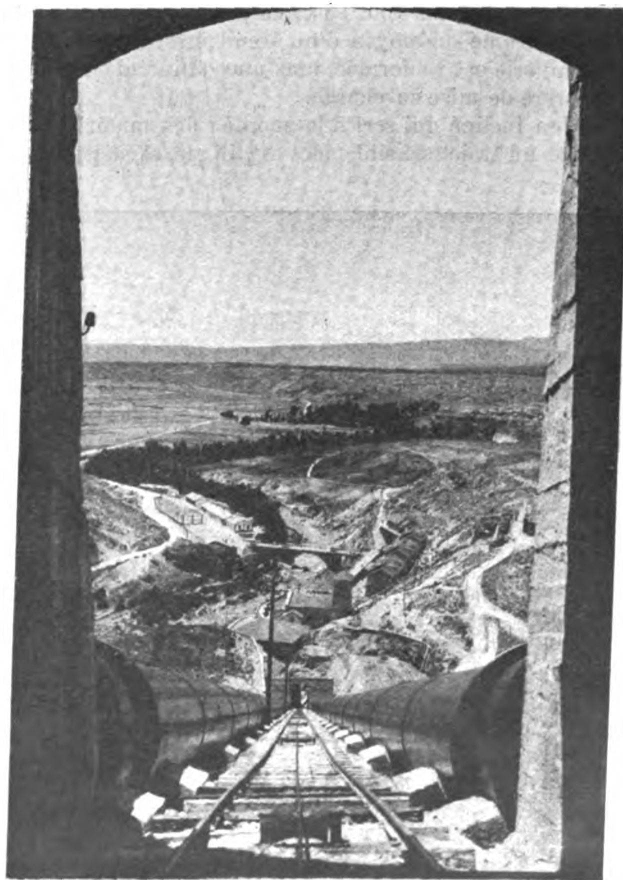


Fig. 8. — Vue des conduites et du plan incliné.

Les conduites forcées ont été exécutées par les Mannesmannröhrenwerke de Düsseldorf et les vannes

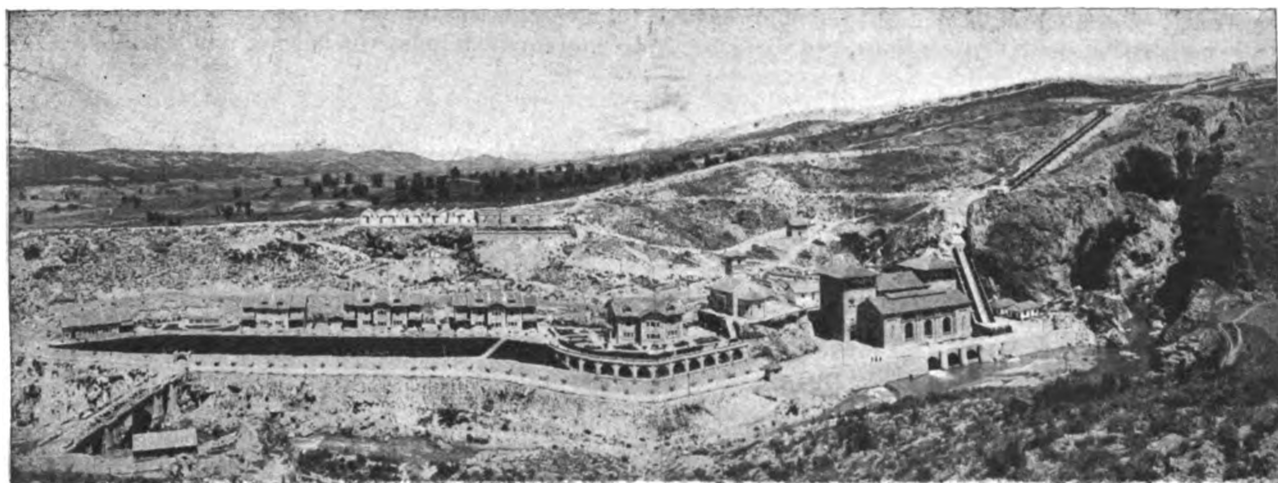


Fig. 9. — Vue de l'ensemble de l'usine génératrice et de ses dépendances.

proviennent des Ateliers des Charmilles de Genève. Un plan incliné (fig. 8) disposé entre les deux conduites supporte une voie où circule une plate-forme. Celle-ci est mue au moyen d'un treuil électrique dont la machinerie est renfermée dans une cabine adossée à la chambre de mise en charge.

Ce plan incliné qui sert à la montée des matériaux présente un trajet sensiblement rectiligne et, à partir du coude formé par le dernier tronçon des conduites, il passe sous l'une de ces dernières, traverse un tunnel et franchit un viaduc à quatre arches d'une longueur d'environ 35 m et d'une hauteur maximum de 19 m. Ce viaduc, comme on le voit sur les figures 9 et 10, est situé derrière le bâtiment de l'usine.

L'accès à l'usine a lieu par un chemin de 425 m de longueur issu de la route de Estado située sur la rive

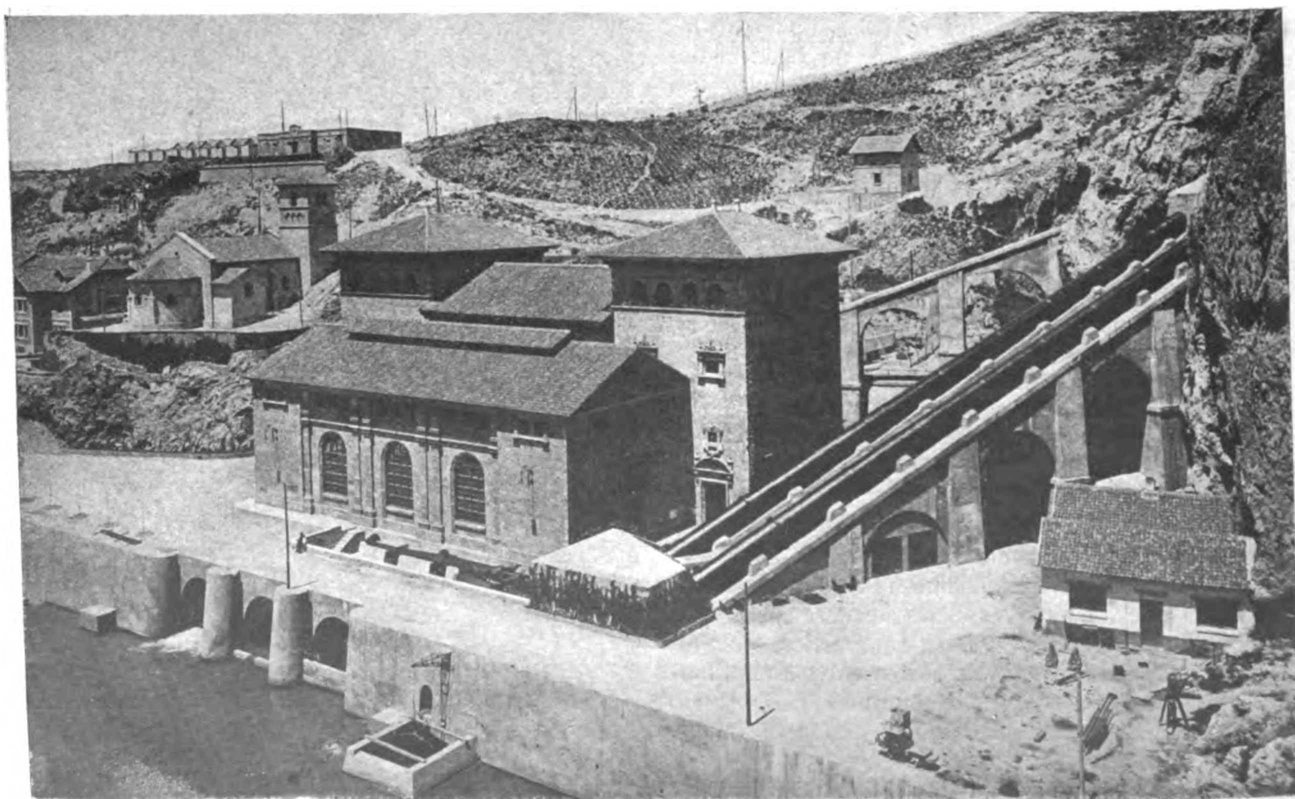


Fig. 10. — Vue du bâtiment de l'usine.

gauche du Jucar (fig. 9). Le chemin franchit cette rivière sur un pont présentant trois arches de 5 m et une arche de 19 m d'ouverture, cette dernière dimension étant motivée par la nécessité d'assurer sans gêne la flottaison des bois.

V. **Usine génératrice de Villalba.** — 1. Bâtiment. — Le bâtiment de l'usine se compose de deux corps adossés (fig. 10) : le premier possédant un seul étage constitue la salle des machines ; le second, à trois étages, est le bâtiment du tableau.

La salle des machines mesure 52 m de longueur sur 14 m de largeur. Elle est desservie sur toute sa longueur par un pont roulant d'une force de 13 t construit par la Maschinen-Fabrik de Nuremberg. Les départs des lignes aériennes à 60 000 v se font à partir de deux tours placées à chaque extrémité du bâtiment du tableau.

L'édifice est construit en béton armé et repose sur le roc ferme à une profondeur assez considérable. La salle des machines est disposée parallèlement à la rive droite du Jucar dans lequel se déversent les eaux sortant des chambres de décharge des turbines à la cote de 971 m.

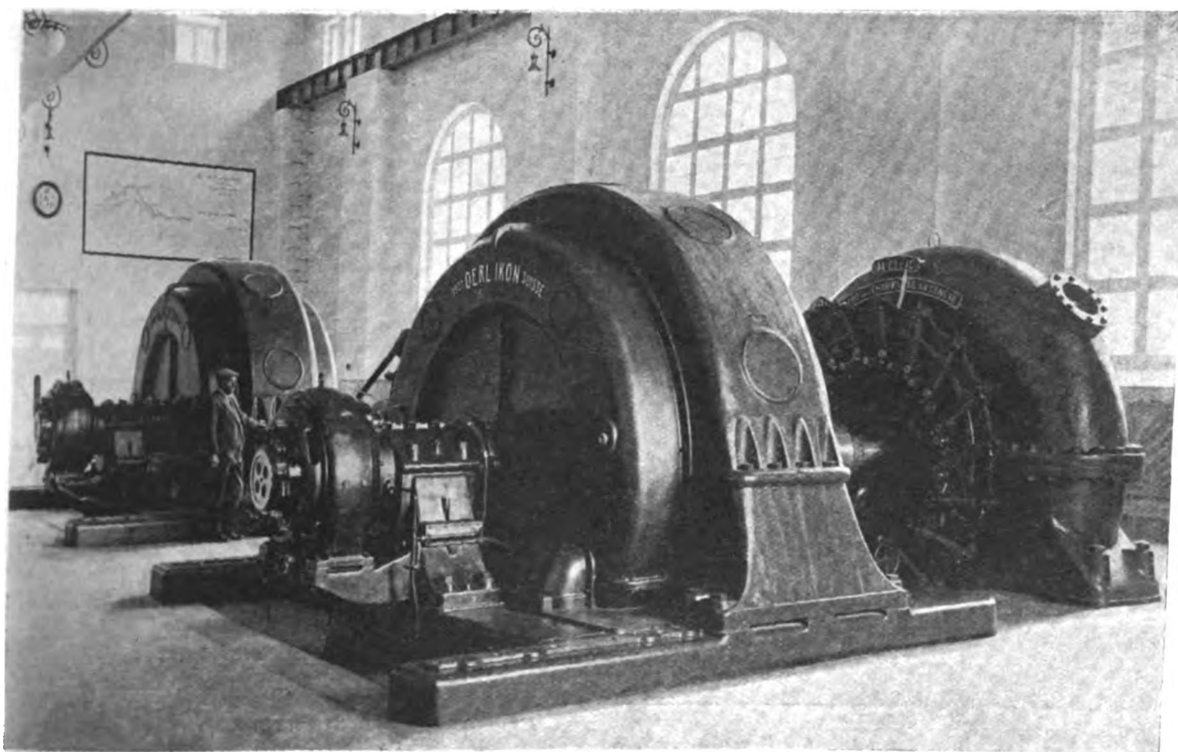


Fig. 11. — Intérieur de la salle des machines.

2. Turbines. — La salle des machines dont la figure 11 représente l'intérieur est prévue pour recevoir trois groupes générateurs dont deux sont actuellement installés. Chaque groupe se compose d'une turbine Francis à une roue, des Ateliers des Charmilles, à Genève, et d'un alternateur triphasé de la Société Œrlikon avec excitatrice en bout d'arbre. Les caractéristiques de chacune des turbines sont les suivantes :

Puissance	7 500 ch
Chute utile	150 m
Vitesse normale	500 t : mn
Vitesse d'emballement	900 t : mn
Rendement à pleine charge	83 pour 100
Rendement à 3/4 de charge	83 id.
Rendement à 1/2 charge	78 id.

Régulation : lorsque la charge diminue brusquement de

25	50	100	pour 100

la vitesse augmente respectivement de

3,3	5,0	7,3	pour 100

En cas de décharge brusque totale, la surpression dans la conduite ne doit pas excéder une pression équivalente à une charge hydrostatique de 15 m, soit 10 pour 100 de la pression de régime.

Le remplissage de la chambre des turbines s'effectue au moyen d'une vanne spéciale de manière à éviter les surélévations de pression au moment de la mise en service.

Chaque turbine comporte une seule roue en bronze. Les aubes directrices du distributeur sont en acier et

sont réunies par l'intermédiaire de bielles à une couronne mobile commandée par le régulateur. Ces bielles ne sont pas rigides mais sont, au contraire, déformables, grâce à l'action de puissants ressorts, de telle sorte que l'introduction de corps étrangers dans le distributeur ne peut provoquer la rupture de ses aubes.

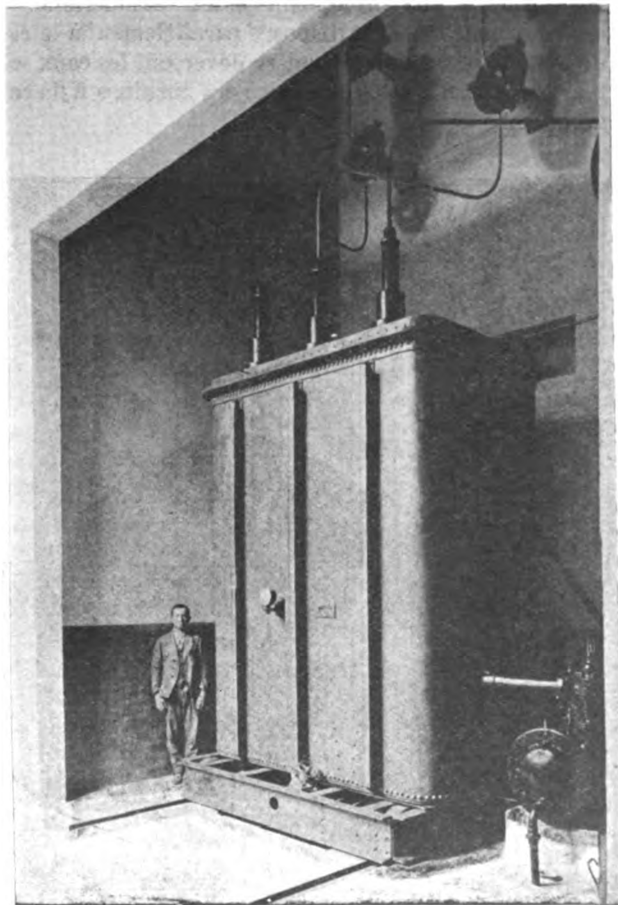


Fig. 12. — Transformateur de 6500 kV-A, 6000/85000 V installé dans sa cellule.

Le régulateur fonctionne à pression d'huile au moyen d'une pompe à six cylindres commandée par courroie. Un dispositif spécial provoque, en cas de rupture de la courroie, la fermeture de la vanne et l'arrêt de la turbine. Le degré d'ouverture maximum du distributeur peut être réglé à volonté dans le but de limiter, le cas échéant, la puissance de la turbine.

Le régulateur est combiné avec une valve d'équilibre destinée à éviter les surpressions dans les conduites lors des variations brusques de charge subies par les turbines. Cette valve est normalement fermée par la pression de l'huile qui équilibre la pression de l'eau, laquelle tend au contraire à l'ouvrir. En cas de décharge brusque, l'accroissement de vitesse de la turbine provoque un afflux d'huile au régulateur et en même temps l'ouverture de la valve. De cette manière, la manœuvre du régulateur et l'ouverture de la valve d'équilibre s'opèrent presque simultanément.

3. Alternateurs. — Chaque alternateur comporte deux paliers et son accouplement à la turbine est effectué par un plateau rigide. Sur le prolongement de l'arbre est montée une excitatrice à courant continu d'une puissance de 45 kW sous 110 V.

Les caractéristiques des alternateurs sont les suivantes :

Puissance normale apparente	6 500 kV-A
Tension	6 000 V
Vitesse	500 t : mn
Fréquence	50 p : s

Rendement des alternateurs (valeurs obtenues aux essais),

	cos φ = 1	cos φ = 0,8
6 500 kV-A	97,1	96,2
3 250 kV-A	95,2	93,9

Le rotor est muni de ventilateurs qui aspirent l'air frais dans un canal ménagé dans les fondations de la salle des machines et le refoulent à travers l'alternateur dans une galerie d'évacuation aménagée également sous le plancher de la salle.

4. Transformateurs. — A chaque alternateur correspond un transformateur-élévateur de tension. Ces appareils construits par la Société Œrlikon ont chacun une puissance de 6500 kV-A, 6000/60 000/85 000 V à la fréquence de 50 p : s.

Le refroidissement est obtenu par circulation de l'huile dans un réfrigérant extérieur traversé par un courant d'eau froide provenant d'un groupe motopompe électrique. Des dispositifs de signalisation électrique sont prévus pour fonctionner en cas d'arrêt de la circulation d'eau ou de surélévation anormale de la température.

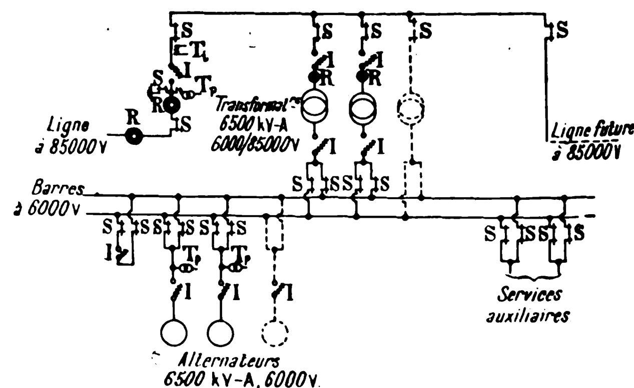


Fig. 13. — Schéma de principe des connexions.

Chaque transformateur est monté sur chariot et installé dans une cellule (fig. 12) d'où on peut le sortir sur une plate-forme circulant sur une voie longeant les

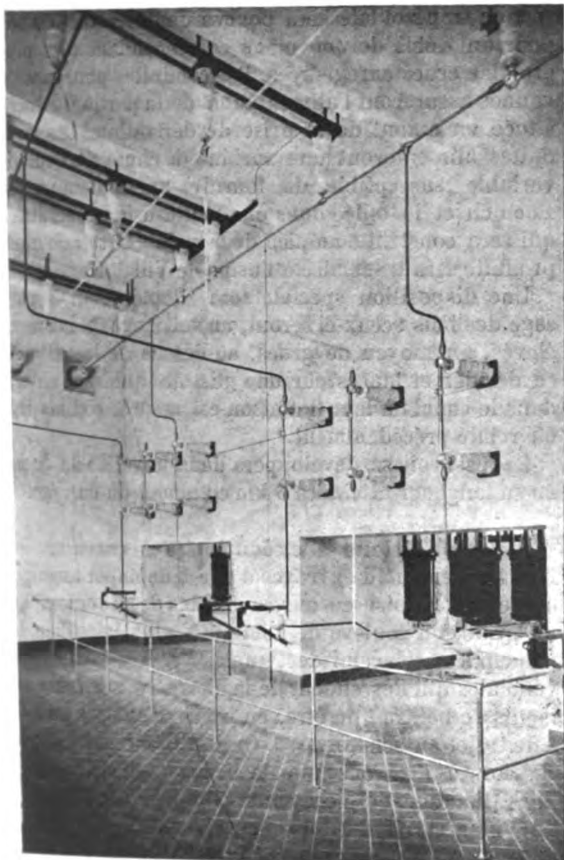


Fig. 14. — Barres générales à 85 000 v.

cellules. On peut donc, de la sorte, amener un quelconque des transformateurs dans un atelier de réparation qui est pourvu d'un palan différentiel d'une force de 16 t permettant de sortir la partie active hors de la cuve.

Les transformateurs, comme d'ailleurs tout l'appareillage à haute tension, ont été prévus pour une tension de service de 85 000 v bien que la tension actuelle de fonctionnement soit seulement de 60 000 v.

5. Tableau de distribution. — La figure 13 montre le schéma de principe des connexions. On voit que les alternateurs débitent sur un double jeu de barres à 6 000 v sur lequel sont dérivés les départs des services auxiliaires et que les transformateurs sont connectés du côté secondaire sur un jeu de barres unique (fig. 14).

La disposition du tableau, dont la figure 15 donne une coupe transversale, procure le maximum de sécurité avec le minimum de complexité dans les manœuvres.

Les dispositifs de commande à distance des appareils de contrôle et de mesure sont centralisés sur un pupitre et un tableau vertical disposés sur une passerelle dominant la salle des machines à la hauteur du premier étage du bâtiment. Les organes du pupitre sont relatifs à la commande des alternateurs et transformateurs et à la mise en parallèle entre alternateurs ou entre l'usine et l'installation de Bolarque. Le tableau dessert l'appareillage des départs de ligne et porte les enregistreurs et l'appareillage des services auxiliaires de l'usine. Tous les interrupteurs sont manœuvrés par des servomoteurs à électroaimant alimentés à 110 v par une batterie d'accumulateurs d'une capacité de 100 A-h.

6. Ligne de transmission. — La transmission de l'énergie entre l'usine de Villalba et celle de Bolarque où la Unión electrica madrileña en prend livraison dans un poste spécial, se réalisera par deux lignes indépendantes à 85 000 v, dont une seule est construite et actuellement en service à 60 000 v.

Cette ligne, d'une longueur de 65 km, est constituée par des pylônes de deux types différents, l'un normal, en treillis de 17 m de hauteur (fig. 16), l'autre beaucoup plus robuste pour les ancrages et les points particuliers de la ligne. Ces pylônes espacés normalement d'environ 140 m sont réunis à leur sommet par un câble d'acier formant fil de terre. Les conducteurs d'une section de 50 mm² sont supportés par des isolateurs à chaine. Un réseau téléphonique monté sur des poteaux en bois suit la ligne entre Villalba et l'usine

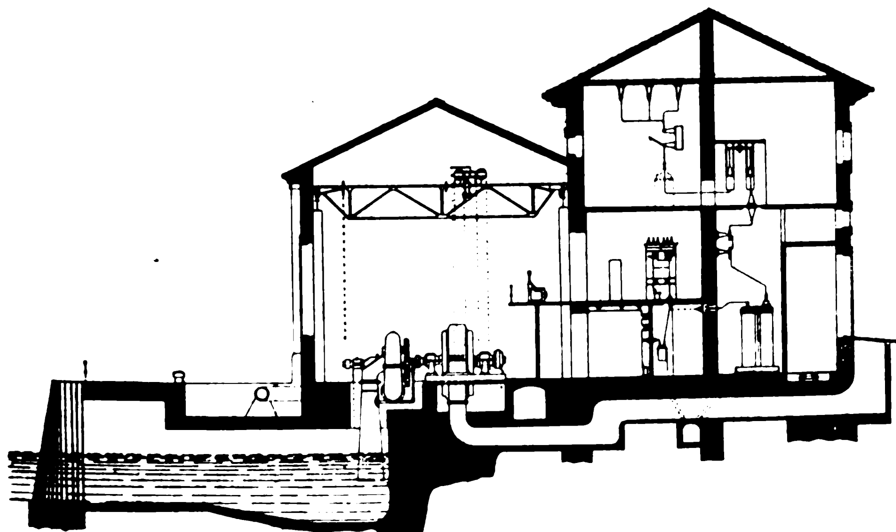


Fig. 15. — Coupe transversale du bâtiment de l'usine.

de Bolarque reliée elle-même aux services centraux de Madrid.

Des postes de sectionnement situés sur le parcours de la ligne à Torralba, Olmeda et Villalba del Rey permettront, quand les deux lignes fonctionneront en parallèle, d'interchanger les tronçons; de plus, si plus plus tard, on en reconnait la nécessité, ces postes pourront être aménagés avec des transformateurs dans le but d'assurer des distributions locales d'énergie.

La transmission de l'énergie entre Bolarque et

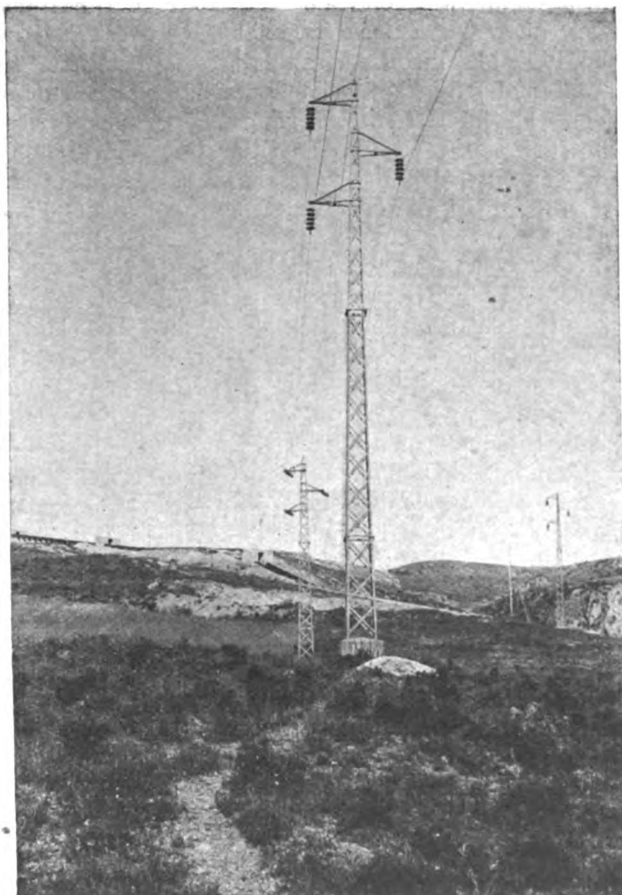


Fig. 16. — Ligne de transmission à 85 000 v.

Madrid s'effectue au moyen de deux lignes à 55 000 v appartenant à la Unión eléctrica madrileña.

VI. **Réservoir de La Toba**. — Le complément des ouvrages que nous avons décrits sera constitué par le réservoir de La Toba qui permettra de régulariser le débit du Jucar en assurant la constance de la puissance de la chute. On a profité, pour établir ce réservoir, de l'élargissement qu'offre la vallée du Jucar au lieu appelé La Toba où la prise de dérivation a été établie. La capacité offerte sera de 35 millions de mètres cubes grâce à la construction d'un barrage d'une longueur de 406 m et d'une hauteur de 30 m. Ce barrage de section trapézoïdale sera pourvu de déversoirs établis pour un débit de 400 m³ : s correspondant aux plus grandes crues enregistrées. Des conduites pourvues de vannes assureront l'alimentation de la partie du Jucar située en amont de la prise de dérivation. Ces conduites alimenteront une turbine à chute de hauteur variable susceptible de fournir une puissance de 2 000 ch et installée dans une petite usine génératrice qui sera construite au pied de la prise. L'énergie ainsi produite sera transmise à l'usine de Villalba.

Une disposition spéciale sera adoptée pour le passage des bois : ceux-ci seront, au voisinage du barrage, élevés, au moyen de grues, au-dessus de la crête de ce dernier et lancés sur une glissoire qui les amènera dans le canal où leur flottaison est assurée comme il a été relaté précédemment.

Le réservoir se développera dans la vallée du Jucar où sa longueur atteindra 8 km en amont du barrage.

VII. **Conditions d'exécution des travaux**. — L'aménagement d'ouvrages d'une telle importance qui ont exigé la mise en œuvre de plus de 250 000 m³ de matériaux a soulevé de nombreux problèmes dont le principal a été celui des transports. A cet effet, les véhicules qui descendent de la Sierra avec des chargements de bois ont pu être, en partie, employés lors de leur trajet en sens inverse. On a utilisé également des chariots à traction animale et des camions automobiles. Il a donc été nécessaire, en raison du dénuement des villages voisins, d'installer des ateliers d'entretien dotés de moyens d'action très complets. On a installé également dans la zone des travaux un grand nombre de maisons d'habitation, une coopérative et un hôpital.

Afin de pourvoir à l'alimentation en énergie des divers chantiers, on a construit une usine génératrice pourvue d'un moteur Diesel de 300 ch. Plus tard, on aménagea une chute de 300 ch et quand la ligne de transmission fut construite, on utilisa l'énergie provenant de l'usine de Bolarque.

La construction du canal a été exécutée en utilisant pour la fabrication du béton des trains semi-fixes comportant bétonnière, broyeurs, etc., qu'on déplaçait sur une voie au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Les conditions défectueuses d'habitation dans le village de Villalba de la Sierra et, d'autre part, la nécessité pour le personnel de résider aux abords immédiats de l'usine ont conduit la société à construire à côté de cette dernière une petite cité sur la rive droite du Jucar. Cette cité comporte la maison du directeur de l'usine, 9 maisons d'habitation, un hôtel, une école et une chapelle. Dans la zone de Uña, la société dispose autour de la lagune de divers édifices d'habitation et d'une caserne pour la garde civile.

De la même manière, la société a construit dans la zone de La Toba un certain nombre de bâtiments : bureaux, garages, magasins de vivres, hôtellerie, etc., dont le nombre s'accroîtra au fur et à mesure que l'importance des travaux entrepris l'exigera.

L. Vellard.

Revues, analyses et informations

Installation de commutatrices à Borgsdorf pour les chemins de fer de la banlieue de Berlin (¹).

La sous-station de Borgsdorf a été récemment équipée avec trois commutatrices, construites par la Pœge Elektrizitäts Aktien-Gesellschaft, à Chemnitz. En service depuis août 1925, ces commutatrices ont donné toute satisfaction lors des essais de réception effectués avec le plus grand soin. La description de ces commutatrices et la discussion des résultats d'essais font l'objet de l'étude qui nous occupe. Le cahier des charges concernant ces machines a stipulé la possibilité d'obtenir sans oscillations une surcharge de 100 pour 100 durant vingt secondes à intervalles de quinze minutes, un démarrage facile en courant triphasé, une résistance élevée contre les courts-circuits, la protection de la machine contre les poussières provenant des balais et la garantie du rendement.

1. Description de l'installation. — Chacune des commutatrices a une puissance de 1 500 kw en courant continu ; l'intensité du courant débité est de 1 875 A, la tension nominale, de 800 v et la vitesse, de 500 t : mn.

Les dimensions caractéristiques principales de ces machines sont les suivantes : diamètre extérieur d'induit, 1 550 mm ; épaisseur du paquet de tôles, 300 mm ; diamètre extérieur du collecteur, 1 200 mm ; longueur du collecteur, 420 mm ; entrefers, 6 et 25 mm respectivement pour les pôles principaux et pour les pôles supplémentaires. La régulation de la tension en courant continu s'effectue au moyen de bobines de self-inductance à bain d'huile entre les limites de 776 à 824 v. La tension en courant triphasé de 30 kv à 50 p : s est abaissée à 300 v par phase dans le couplage hexaphasé. La figure 1 représente le schéma de l'installation d'une commutatrice.

La prise d'air de ventilation se trouve à côté des bagues. L'air, aspiré dans une buse par le ventilateur, traverse la machine, puis lèche le collecteur et contribue à l'extinction des coups de feu. Les barres d'amortissement de l'induit ont une position oblique par rapport à l'axe de la machine pour faciliter le démarrage à partir d'une position quelconque de l'induit. Au démarrage on applique aux bagues une tension réduite à 29 pour 100 de la valeur normale. Après que le synchronisme est atteint, on manœuvre le commutateur d et on applique aux bagues la tension de régime. La polarité étant convenable, on peut mettre en charge la commutatrice. Cette série d'opérations se ramène, en définitive, à trois manœuvres.

2. Résultats d'essais. — Les essais de démarrage ont prouvé qu'une tension réduite à 22 pour 100 de la valeur normale est suffisante pour la mise en marche. La durée du démarrage jusqu'à l'accrochage et celle de la mise en parallèle sur le réseau à courant continu sont respectivement de trente secondes et une minute. Pendant le démarrage, le régulateur d'excitation reste dans sa position de régime. L'auteur publie un oscillogramme de la mise en marche avec tension réduite et un autre correspondant à la manœuvre suivante, c'est-à-dire à l'application de la tension totale. Une courbe sur chaque oscillogramme correspond à la variation du courant, et une seconde, à la tension d'une phase mesurée entre deux bagues.

Sur le premier oscillogramme, les courbes se superposent. Au moment de la mise sous tension, il se produit un à-coup de courant s'élevant à 1 380 A qui diminue d'abord lentement et se réduit, après de légères oscillations au moment de l'accrochage, à la valeur du courant à vide. En même temps

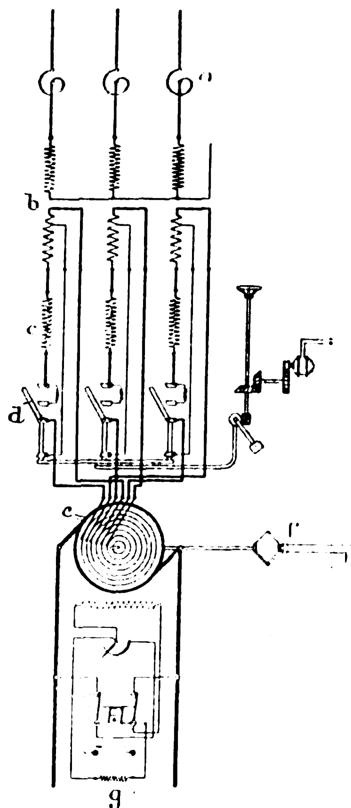


Fig. 1. — Schéma de montage d'une commutatrice de la sous-station de Borgsdorf : a, bobines de self-inductance de protection, insérées dans la ligne à haute tension ; b, transformateur triphasé-hexaphasé avec sorties supplémentaires pour le démarrage en moteur asynchrone ; c, bobines de self-inductance pour la régulation de la tension ; d, commutateur à action rapide pour la mise en marche, actionné à distance et possédant des résistances d'amortissement insérées momentanément dans le circuit avant l'application de la tension totale ; e, commutatrice ; f, limiteur de vitesse à force centrifuge ; g, inverseur d'excitation avec résistance de protection.

la tension monte de 140 à 190 v. En fermant le commutateur d par la résistance intermédiaire, le courant s'élève d'abord à 391 A, puis à 685 A lors du court-circuit de cette dernière.

A l'établissement du régime, le courant revient à sa valeur à vide tandis que la tension monte à sa valeur normale de 620 v. Pour obtenir une bonne commutation, on a prévu pour les pôles supplémentaires un nombre élevé d'ampères-tours, afin de combattre avec succès la réaction d'induit en

(¹) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 28 octobre 1926, t. XLVII, p. 1354-1357, 1600 mots, 11 figures.

court-circuit, lorsque l'équilibre entre les champs dus aux courants de l'induit disparait. La puissance de la machine en court-circuit est, en effet, fournie essentiellement par l'énergie cinétique de l'Induit. Pour permettre une adaptation rapide aux variations du débit, les pôles supplémentaires sont feuilletés.

Le rendement a été déterminé, par la méthode des pertes séparées ; il atteint 96 pour 100 à pleine charge et 90,55 pour 100 au quart de la pleine charge. Les pertes dans le fer ne sont que de 11,5 kw. Les essais d'échauffement ont indiqué une élévation de la température de 31° C dans l'induit, de 40°C au collecteur, de 19°C aux bagues, de 40°C aux bobines inductrices en dérivation et 30°5C, sur les pôles supplémentaires. Toutes ces valeurs restent au-dessous des limites admissibles et permettent une surcharge, même d'une longue durée. Les essais de court-circuit ont prouvé la grande résistance des machines. Une des commutatrices a subi 20 courts-circuits consécutifs.

L'auteur publie la reproduction de l'oscillogramme relevé lors d'un court-circuit qui a eu lieu à une distance de 500 m de la sous-station. Le courant maximum atteint 5700 A, c'est-à-dire trois fois l'intensité normale ; la tension aux bornes baisse d'abord de 820 à 570 v, remonte jusqu'à 1180 v pendant le déclenchement du disjoncteur, puis retombe à sa valeur normale de 820 v. Pendant cet essai on n'a pu observer qu'une légère étincelle au collecteur. L'oscillogramme d'un court-circuit provoqué à proximité de la sous-station indique un courant maximum de 8600 A, soit 4,6 fois le courant normal et une tension maximum de 1500 v. Lors de cet essai, un coup de feu s'est produit au collecteur et a fait déclencher le disjoncteur sur le circuit primaire. Au cours de ces essais, la commutatrice ne s'est jamais décrochée. Après nettoyage du collecteur, elle était, au bout de deux minutes, de nouveau en état de marche. Les essais, excessivement durs, n'ont nécessité le changement d'aucune pièce, ce qui prouve que les commutatrices sont capables de supporter les plus rudes exigences de la traction électrique. — Q. D.

Tôles de transformateurs en alliages à base de fer électrolytique (1).

L'attention des techniciens avait été attirée à un certain moment par les excellents résultats donnés, au point de vue magnétique, par les éprouvettes que Yensen avait établies avec du fer électrolytique très pur fondu dans le vide et avec des alliages de ce fer à teneur variée et assez élevée de silicium et d'aluminium. On entrevoyait déjà une construction légère et à bon marché des machines électriques. Mais il convient de préciser que les essais de Yensen concernaient des mesures statiques effectuées sur des éprouvettes cylindriques et qu'il n'était pas sûr, à priori, que les mêmes alliages façonnés en tôles sous cette forme presque exclusivement adoptée dans la construction électrique, donneraient des résultats aussi bons. Le laminage détermine une si forte contrainte mécanique, abaissant les propriétés magnétiques du métal, qu'il paraît impossible d'en atténuer les conséquences par un traitement thermique. M. Fukuda a transformé en tôles de 0,35 mm d'épaisseur les éprouvettes que Yensen avait laissées à l'Institut électrotechnique de l'Université de l'Illinois. Il a découpé dans ces tôles des anneaux de 44 mm de diamètre extérieur et de 33 mm de diamètre intérieur et, après des traitements thermiques variés, a procédé à des essais dont il a publié les résultats(1). Les éprouvettes étaient composées soit de fer électrolytique pur, ayant subi deux raffinages, soit d'alliages à 0,47 ; 2,28 et 3,12 pour 100 de silicium ou 4,55 et 7,95 pour 100 d'aluminium. Les esais ont consisté dans la détermination du coefficient de perméabilité, de la force coercitive, de la rémanence et des pertes par hystérésis au moyen de la méthode balistique et des pertes totales suivant le procédé dynamométrique, avec lequell est possible, en opérant à différentes fréquences, de séparer les pertes par hystérésis de celles par courants de Foucault.

Les résultats obtenus avec du fer électrolytique sous les formes de barres cylindriques et de tôles ne sont pas comparables car les mesures ont été effectuées avec les barres jusqu'à une induction de 18000 unités C. G. S. et avec les tôles jusqu'à 13200 unités C. G. S. seulement. Ils ont cependant montré la supériorité des barres sur les tôles, la perméabilité maximum étant de 13000 dans le premier cas et de 6000 dans le second, tandis que les pertes par hystérésis, exprimées en ergs par centimètre cube de métal pour un cycle, passent de 1165, dans le premier cas, à 1482 dans le second. Le tableau I permet la comparaison des résultats obtenus avec les différents alliages. Il montre qu'en général le champ coercitif H_c est plus petit pour les barres que pour les tôles et que l'inverse se produit pour l'induction rémanente.

Ce qui confirme d'ailleurs la formule empirique qui relie l'induction rémanente B_r, le champ coercitif et le coefficient de perméabilité

$$\mu_m = 0,5 \, B_r \times H_c . \mu_m .$$

Ce n'est qu'avec une teneur de 8 pour 100 en aluminium, que les propriétés magnétiques du métal en barre sont comparables à celles du métal en tôle. La rémanence atteint, pour le métal en barre, une valeur relativement basse et il peut être précieux d'utiliser cette particularité.

En général, les faibles valeurs du champ coercitif correspondent à de faibles pertes par hystérésis. Pour l'alliage à très faible teneur en silicium, la tôle accuse, malgré un champ coercitif assez prononcé, de faibles pertes par hystérésis, ce qui ne saurait être expliqué, s'il n'y a ni erreur de mesure, ni faute d'impression, que par l'allure très raide de la courbe d'hystérésis de la tôle.

La comparaison de l'alliage à environ 4 pour 100 de silicium avec le fer électrolytique fondu dans le vide et l'alliage de fer ordinaire à 4 pour 100 de silicium permet de conclure que l'emploi d'un alliage contenant du fer très pur ne procure aucun avantage notable.

Cette conclusion est cependant démentie par l'expérience déjà acquise par l'auteur. En général, l'utilisation d'un fer très pur fondu dans le vide doit donner des résultats extrêmement favorables et, en fin de compte, se pose seulement le problème économique de savoir si le gain réalisé permet ou non de gager un matériel très coûteux. Les qualités magnétiques de ce fer sous la forme de tôles ne doivent pas être si mauvaises par rapport à celles du fer en barres et cette question n'est pas encore définitivement tranchée. L'auteur n'indique pas pendant combien de temps la température de recuit a été maintenue. On sait en effet que, par une chauffe simple à haute température et un long refroidissement, les inconvénients dus au laminage ne disparaissent pas complètement. Pour obtenir un bon résultat, il

(1) E. Gumlich. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 11 novembre 1926, t. XLVII, p. 1333-1334, 1650 mots.

(1) M. Fukuda. Les propriétés magnétiques et électriques du fer électrolytique. *J. I. E. E. of Japan*, octobre 1924, n° 435, p. 978-1007. Analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 21 mars 1925, t. XVII, p. 115 D.

faut procéder à un réchauffage et à un recuit de plusieurs heures et répéter l'opération de cuisson. Pour chaque alliage, l'expérience indique un traitement thermique approprié. Les indications données par l'auteur sont donc très incomplètes. Les mesures, effectuées au dynamomètre, des pertes totales et leur séparation en pertes par hystérésis et

TABLEAU I. — *Résultats d'essais magnétiques effectués sur des échantillons de fer électrolytique.*

MÉTAL	FORME	TEMPÉRATURE DE RECUIT degrés centésimaux	PERMÉABILITÉ MAXIMUM μm	RÉMANENCE unités C.G.S.	CHAMP COERCITIF H_c POUR une induction de 15 000 unités C.G.S. en gauss	PERTES PAR HYSTÉRÉSIS POUR une induction de 10 000 unités C.G.S. en ergs par centimètre cube et par cycle
Fer électrolytique + 0,47 pour 100 Si.	barre	900	14 000	11 700	0,33	1 863
Id. + 0,47 pour 100 Si.	id	1 100	31 150	14 200	0,21	1 358
Id. + 0,47 pour 100 Si.	tôle	920	6 600	8 000	0,48	1 525
Id. + 2,28 pour 100 Si.	id	850	11 680	7 300	0,30	834
Id. + 2,38 pour 100 Si.	id	925	11 680	7 250	0,31	870
Id. + 3,92 pour 100 Si.	id		6 200	5 800	0,57	
Fer ordinaire + 4 pour 100 Si.	id	925	6 600	8 750	0,64	1 525
Fer électrolytique + 4,55 pour 100 Al.	barre	900	14 400	9 600	0,42	1 304
Id. + 4,55 pour 100 Al.	id	1 100	19 800	8 800	0,27	985
Id. + 4,55 pour 100 Al.	tôle	930	4 500	6 160	0,6	1 620
Id. + 4,55 pour 100 Al.	id	850	5 700	7 000	0,46	
Id. + 7,95 pour 100 Al.	barre	900	3 800	4 500	0,8	2 350
Id. + 7,95 pour 100 Al.	id	1 100	3 060	3 140	0,8	2 065
Id. + 7,95 pour 100 Al.	tôle	850	6 600	4 400	0,45	
Id. + 7,95 pour 100 Al.	id	925	5 500	7 300	0,56	1 735

pertes par courants de Foucault n'offre aucune particularité nouvelle. En déduisant des recherches relatées la relation entre les résistivités des alliages de silicium et d'aluminium et la teneur en ces métaux, on vérifie que les pertes par courants de Foucault décroissent à mesure qu'augmente la teneur en silicium. Cependant l'auteur, à la suite de ces mesures, croit pouvoir conclure que la résistivité des éprouvettes en forme de tôles est plus grande que celle des éprouvettes en forme de barres et qu'elle décroît un peu par le recuit des tôles. Enfin on peut constater que les qualités magnétiques de l'alliage à l'aluminium, si difficile à produire, n'atteignent pas celles de l'alliage au silicium. — B. H.

Mesures comparatives des courants de rupture et tensions de percement entre spires de l'enroulement d'un transformateur de 3 000 kilovolts-ampères, 60 kilovolts [1].

1. NATURE DES ESSAIS. — A la suite de fréquentes perforations survenues ces dernières années entre les spires des enroulements des transformateurs en service, surtout après de violents orages, on fut conduit à porter plus d'attention à l'isolement entre spires, qu'on négligeait précédemment, pour apporter tout son soin à l'isolement entre l'enroulement et la masse. Actuellement les précautions sont prises pour que n'importe quelle partie du bobinage soit capable de résister à de très hautes tensions, et non plus seulement les spires d'entrée comme dans les transformateurs d'ancien modèle.

La question se pose alors de vérifier la résistance du bobinage aux surtensions produites par les courants de rupture. Or, les conditions de ces essais ne sont pas aussi faciles à établir que celles des essais de l'isolement entre l'enroulement et la masse. Les prescriptions relatives à ces essais et auxquelles fait appel l'auteur sont celles du Verband deutscher Elektrotechniker et de l'Association suisse des Electriciens. Il a également utilisé un montage dû à Peek pour l'épreuve par choc de la résistance au percement entre spires. Ce montage permet de connaître exactement la tension appliquée à la spire et d'apprécier avec une approximation suffisante l'énergie absorbée par le percement.

2. CARACTÉRISTIQUES DU TRANSFORMATEUR D'ESSAI. — Le transformateur prévu pour une puissance de 3000 kv-A, était destiné à élever la tension de 15 à 60 kv, la fréquence

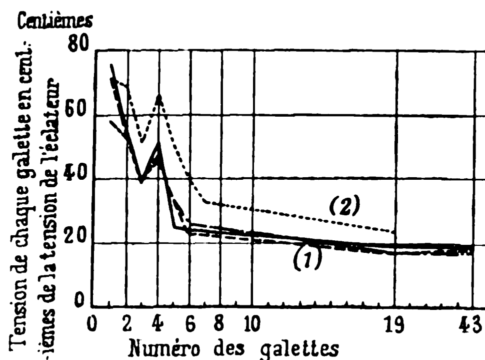


Fig. 1. — Courbes de la répartition de la tension le long des enroulements d'un transformateur : 1, faisceau de courbes relatives à un transformateur dans l'air, pour diverses valeurs de la tension d'essai; 2, courbe relative à un transformateur dans l'huile.

étant de 16,66 p : s et la puissance apparente absorbée à vide, de 136 kv-A.

Ce transformateur avait deux colonnes sur lesquelles

[1] M. WELLAUER. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 16 janvier 1927, t. XLV, p. 41-50, 7 000 mots, 19 figures.

étaient montés l'enroulement à haute tension à l'intérieur et l'enroulement à basse tension à l'extérieur.

L'enroulement à haute tension, qui nous intéresse particulièrement se composait de 44 galettes par colonne dont les trois premières considérées comme galettes d'entrée étaient constituées de 12 spires très fortement isolées. Les galettes normales comprenaient 44 spires.

De nombreuses prises étaient prévues, entre les huit premières galettes, à la dix-neuvième et à la quarante-troisième, ainsi qu'entre chaque spire de la première galette, pour la détermination de la répartition de la tension.

Le transformateur était alimenté par du courant alternatif à 50 p : s. Le réglage de la tension se faisait par un transformateur intermédiaire et une self-inductance variable. L'étincelle éclatait entre deux sphères métalliques aux bornes desquelles on pouvait mesurer la tension.

3. Principaux résultats d'essai. — L'application des prescriptions de l'Association suisse des Electriciens a conduit aux résultats enregistrés sur les courbes des figures 1 et 2.

Celles de la figure 1 représentent la répartition le long du bobinage à haute tension, de la tension d'éclatement du spintermètre en centièmes. La tension supportée par la première galette est maximum ; elle décroît pour les galettes 2 et 3, puis remonte brusquement pour la galette 4 pour décroître ensuite, avec une pente de moins en moins accentuée, jusqu'à la dernière galette.

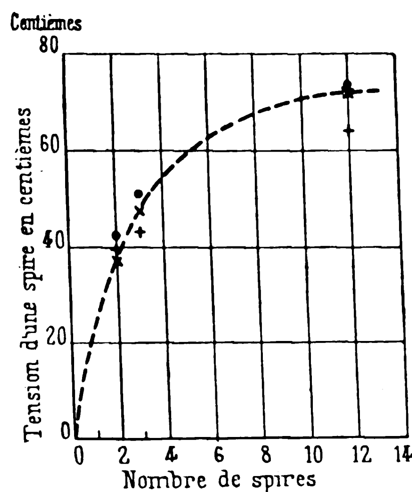


Fig. 2. — Courbe de la répartition de la tension le long d'une galette.

L'examen de ces courbes montre que leur allure moyenne se rapproche de celle des courbes relatives à la répartition de la tension aux bornes d'une chaine de condensateurs ; de plus, la tension, qui semble anormale, de la galette 4 s'explique par le fait du passage de l'onde des galettes d'entrée aux galettes normales qui ont un plus grand nombre de spires.

La courbe de la figure 2 donne la répartition de la tension par spire le long de la première galette. Elle montre que la tension appliquée à la première spire est maximum, d'environ 35 pour 100 de la tension de la première galette.

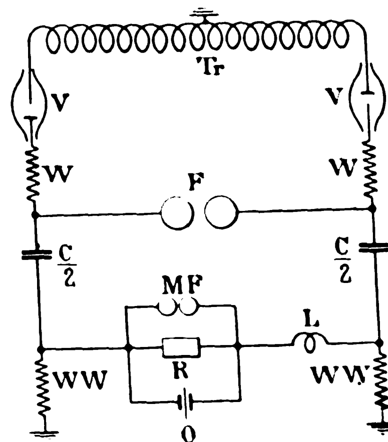


Fig. 3. — Schéma du montage pour l'essai au percement entre spires : Tr, transformateur ; V, tubes à vide fonctionnant en redresseur ; F, éclateur ; R et W, résistances ; C, condensateur ; L, inductance ; MF, éclateur à sphères ; O, objet soumis à l'épreuve.

Les mêmes mesures faites sur l'enroulement à basse tension ont donné la même allure de courbes.

Les essais faits suivant les prescriptions du Verband deutscher Elektrotechniker ont donné des résultats semblables.

Une méthode différente de celle employée par ces deux associations a conduit à un résultat qui s'écarte beaucoup des précédents pour ce qui concerne la tension sur les premières spires. Cet écart s'explique par une longueur exagérée du conducteur d'amenée du courant au transformateur.

Pour l'essai du percement entre spires, le montage était celui représenté sur la figure 3.

4. Conclusion. — L'auteur conclut des résultats obtenus qu'il est possible d'énoncer des prescriptions relatives à ces essais très simples, et ceci de la façon suivante : application de toute la tension de service à 50 p : s aux spires d'entrée et de la moitié de cette tension aux spires normales, pendant une minute. Notons que l'Administration des Chemins de fer fédéraux suisses exige, pour les nouveaux transformateurs construits à son intention, l'application de la moitié de la tension de service à 50 p : s pendant 5 secondes.

Il faudrait établir des conditions moyennes sans exagérer la différence entre les galettes d'entrée et les galettes normales, afin de faciliter au constructeur le passage de l'une à l'autre. — S. S.

ERRATUM

Dans l'article de M. A. Foucault, intitulé « Etude sur le fonctionnement, l'amélioration et le choix des réfrigérants d'eau de condensation », publié dans notre numéro du 25 juin 1927, t. XXI, p. 1019-1030, il y a lieu de faire les rectifications suivantes :

Page 1026, équations (3) et (4) : changer les termes m par q.

Page 1029, figure 19, courbes IV : au lieu de Prix de ... kw-h, courbes b et c, lire Prix de 1000 kw-h, courbes a et c.

Au lieu de (Dépense du réfrigérant seul) courbe a, lire courbe b.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Revues, analyses et informations

L'emploi de la main-d'œuvre étrangère en France.

Dans les fascicules des « Documents parlementaires, Sénat » annexés aux numéros des 22 et 26 mai 1927 du « Journal officiel » est publié un rapport de M. Louis Pasquet, sénateur, sur le budget du Ministère du Travail, de l'Hygiène, de l'Assistance et de la Prévoyance sociales pour l'exercice 1927. Ce rapport, qui s'étend de la page 347 à la page 357, contient des considérations fort instructives sur les conséquences financières des projets et propositions de lois concernant les assurances sociales actuellement soumises au Parlement, sur les conséquences économiques de la loi des huit heures de travail ainsi que sur celles résultant de l'emploi de la main-d'œuvre étrangère en France. Nous reproduisons ci-dessous la partie du rapport qui concerne ce dernier point.

I. Généralités. — Il est difficile d'évaluer exactement le nombre des travailleurs salariés étrangers occupés actuellement en France.

En 1911, on en comptait 529 000; en 1921, 670 000 dont 617 000 dans les 96 départements de la France de 1914.

Le recensement de 1926 ne sera pas dépouillé au point de vue professionnel, avant trois ou quatre ans. Toutefois, on peut se rendre compte de l'augmentation du nombre des travailleurs étrangers, d'une part, par la statistique des entrées et des sorties contrôlées de ces travailleurs, d'autre part, d'après les résultats du recensement de la population en général.

D'après celui-ci, le nombre des étrangers de tout âge et de tout sexe, travailleurs ou non, a augmenté d'environ un million. La proportion des travailleurs salariés, par rapport au total de la population étrangère, était de 44 pour 100 d'après le recensement de 1921. La proportion, parmi les nouveaux venus, doit être sensiblement supérieure, bien que beaucoup d'hommes mariés soient venus avec leur famille ou l'aient fait venir ultérieurement. On peut évaluer cette proportion à 60 pour 100, ce qui porterait à 600 000 le nombre des travailleurs étrangers introduits et restés en France du recensement de 1921 au recensement de 1926. En y ajoutant les ouvriers entrés et en défalquant ceux qui sont sortis depuis ce recensement, on arrive à un chiffre voisin de 1 300 000.

On est loin des chiffres de 3 millions donnés quelquefois dans la presse, et qui sont manifestement inexacts, puisque la population étrangère totale, femmes, enfants et oisifs compris, ne dépasse pas 2 500 000.

Les éléments dominants sont : dans le Nord, les Belges et les Polonais; dans le Midi, les Italiens et les Espagnols. Viennent ensuite les Suisses et les Allemands, la grande majorité de ces derniers se trouvant dans les trois départements recouvrés.

Des traités de travail, des conventions internationales sur les accidents du travail, sur l'assistance, sur les retraites ouvrières et paysannes, ont été signés avec la Belgique, la Grande-Bretagne, l'Italie, le Luxembourg, la Pologne, la République de Saint-Marin, le Territoire de la Sarre et la Tchécoslovaquie.

La politique française à l'égard de ces étrangers paraît toujours avoir consisté, étant donné la faible natalité de notre pays, à assimiler le plus possible les bons éléments d'apport.

Néanmoins, l'opinion publique a été saisie par des campagnes très vives de la situation de ces groupements.

Alors que certains étrangers sont disséminés dans la France, les Polonais et les Italiens tentent dans certaines régions de se grouper et, il faut l'avouer, de résister autant que possible à toute assimilation.

Il vient en France des évêques et des missionnaires ecclésiastiques polonais, comme des évêques et des missionnaires italiens. Les employeurs se sont engagés, lorsqu'ils occupaient un très grand nombre de sujets polonais, à subventionner des instituteurs spéciaux faisant des cours de polonais aux enfants de ces travailleurs.

Il pourrait en résulter de véritables états dans l'Etat, et si l'on n'y prend garde, la conscience de quelques-uns de nos concitoyens risque d'être troublée.

Dans certains départements frontières, la densité de la population étrangère est si considérable qu'on a pu penser à des mouvements sociaux qui seraient particulièrement regrettables pour notre pays.

On a comparé les introductions massives de travailleurs étrangers aux envahissements de la Gaule par les peuplades de l'Est et du Sud. Cette conception semble par trop pessimiste.

Il est évident, qu'au point de vue de la sécurité publique, il faut examiner avec attention les étrangers qui se présentent à la frontière. Il est indispensable de reconnaître les bons éléments assimilables des mauvais et d'écarter ces derniers.

Il faudrait régler de manière précise la façon dont sont recrutés, dans leur pays d'origine, les ouvriers qui viennent en France. Il faudrait aussi connaître quelles sont les mesures dont dispose notre pays pour discriminer les bons éléments des mauvais.

II. Organisation intérieure des pays d'émigration et des pays d'immigration. — Quelle est l'organisation intérieure des pays d'émigration? En particulier, quelles précautions a été amené à prendre le plus grand des pays d'immigration, les Etats-Unis d'Amérique, pour éviter l'afflux d'éléments indésirables?

1. *Pays d'émigration.* — Des traités de travail nous lient, entre autres, avec trois grands pays : la convention du 3 septembre 1919 avec la Pologne, le traité du 30 septembre 1919 avec l'Italie et la convention du 30 mars 1920 avec la République de Tchécoslovaquie.

Ces trois pays ont chacun des offices d'émigration où sont groupés tous les renseignements concernant leurs nationaux qui songent à aller s'établir à l'étranger. Ces pays ont négocié avec notre Gouvernement des accords et conventions concernant le travail, les retraites ouvrières, les accidents du travail et l'assistance.

Aux termes des traités de travail, le salaire des ouvriers étrangers sur notre territoire doit être égal au salaire des ouvriers français de la même profession dans la même région.

Par application de ce principe d'égalité, en cas de modifications par mesure générale des salaires des ouvriers français auxquels ils sont assimilés, les salaires des travailleurs étrangers seront relevés ou diminués de plein droit dans les mêmes proportions.

Il ne peut être opéré de retenues sur les salaires des ouvriers étrangers que dans les limites admises par les articles 50 et 51 du livre premier du Code du travail.

En outre, la législation française en matière d'accidents du travail est applicable aux ressortissants des pays que nous avons nommés au commencement de cet exposé, en vertu d'accords passés avec la France.

2. *Pays d'immigration.* — Pour les Etats-Unis d'Amérique, des précautions très sévères sont prises en vue d'empêcher l'entrée des indésirables.

Nous pouvons définir l'indésirable, en Amérique, de la façon suivante : « Est indésirable tout homme songeant à s'établir dans ce pays et qui présente des tares physiques, morales ou politiques ».

Les Etats-Unis considèrent, selon l'expression du professeur Léon Bernard dans son opuscule sur le problème sanitaire de l'immigration, que la question « est une question nationale intérieure ».

Les Etats-Unis ont codifié l'immigration par une série de lois de 1917 à 1922.

L'immigrant qui se présente aux Etats-Unis est minutieusement questionné et ses papiers sont examinés rigoureusement par l'administration américaine.

En France, un ouvrier muni d'un passeport et d'un contrat de travail en règle est accepté les yeux fermés ; il passe quelquefois une visite médicale, mais on ne s'occupe pas de son passé, ni des condamnations qu'il aurait pu subir.

Les Etats-Unis, au contraire, ont des agents de l'immigration sur le bateau même, qui questionnent en véritables juges d'instruction chacun des candidats immigrants.

Il faut que chacun prouve qu'il n'a pas été condamné dans le passé. Les pièces sont examinées par des agents compétents et connaissant les langues étrangères.

L'entrée d'un port est refusée à toute personne dont l'occupation est jugée immorale ou se rattachant à la prostitution. Une telle personne n'abordera même pas en Amérique.

Les opinions subversives elles-mêmes, qui pourraient porter préjudice à la sécurité publique ou à la politique des Etats-Unis, sont examinées avec toute l'attention nécessaire.

Chacun des immigrants est interrogé, même au point de vue psychologique ; l'administration américaine n'a pas peur de perdre du temps et de dépenser de l'argent pour une question aussi grave,

L'acte fondamental du 5 février 1917, dans sa section 3, spécifie que le droit d'entrée aux Etats-Unis est interdit aux « idiots, imbéciles, faibles d'esprit, paralytiques, les personnes qui ont eu une ou plusieurs crises de folie, quelle qu'en soit l'époque, les personnes atteintes d'épilepsie, d'alcoolisme chronique, les personnes atteintes de tuberculose, quelle que soit la forme, ou d'une maladie repoussante ou dangereuse et à toute personne non comprise dans un des cas ci-dessus dont il est constaté, certifié par le médecin examinant, qu'elle se trouve dans un état d'infériorité morale ou physique de nature à nuire à ses facultés de gagner sa vie ».

Dans cette énumération, il est trois sortes d'indésirables physiques : les contagieux, les individus tarés au point de vue mental et ceux incapables de gagner leur vie et, par conséquent, susceptibles de tomber à la charge de la communauté.

L'intéressé doit faire une déclaration attestant qu'il n'est pas malade et qu'il n'a jamais été condamné. Cette déclaration est vérifiée par le médecin du bord avant et pendant la traversée ; elle est confirmée ensuite devant un fonctionnaire consulaire des Etats-Unis.

Les compagnies de transport sont responsables des malades qu'elles acceptent. Ceux-ci ne peuvent être mis en traitement dans un hôpital des Etats-Unis que dans le cas où il serait inhumain d'agir autrement.

Les républiques d'Amérique du Sud prennent également des mesures pour éviter l'entrée d'immigrants malades.

III. Mesures prises pour le recrutement et le contrôle de la main-d'œuvre étrangère. — Quelles sont les mesures prises par la France à ce sujet ?

1. *Recrutement. Missions à l'étranger.* — Dans les pays où se recrutent la plupart des ouvriers étrangers, le Ministère du Travail n'est pas, en général, représenté.

La seule mission officielle de main-d'œuvre qui existe, est celle de Poznan (Pologne). Elle comprend, comme personnel français : un chef, un sous-chef et un médecin.

Elle est chargée du contrôle du très grand nombre d'ouvriers polonais qui viennent s'établir dans notre pays. Parfois, elle recrute pour l'employeur, mais c'est une exception assez rare.

A côté de la mission du ministère se trouve, en Pologne, un organisme de recrutement privé accrédité par le gouvernement, fondé par une association française d'employeurs. Les représentants de cette association sont, il est inutile de le dire, bien mieux rémunérés que les fonctionnaires du ministère, et leur situation, vis-à-vis des autorités polonaises, s'en ressent. Les trois quarts des ouvriers polonais qui viennent s'établir en France sont recrutés par cette société privée, sous le contrôle de la mission française.

Dans les autres pays, nous n'avons pas de représentants, mais il n'en est pas de même pour les employeurs. Ils ont partout des agents chargés d'effectuer le recrutement.

En conséquence, on peut dire que la sélection sanitaire et professionnelle, nécessaire pour écarter les mauvais éléments d'apport, est confiée à des représentants de sociétés privées, agissant en qualité de mandataires des employeurs. Il en résulte que l'immigration, qui logiquement devrait faire l'objet d'une politique gouvernementale, dépend presque totalement de ces sociétés qui agissent dans un but lucratif et pour le bénéfice exclusif d'une certaine classe de Français.

Ce sont elles qui introduisent en France les ouvriers sous leur responsabilité.

Il serait indispensable qu'un pays d'immigration, comme la France, qui n'est pas protégé par l'Océan comme le sont les Etats-Unis, ait des missions sérieuses de recrutement dans tous les grands pays d'émigration.

Ces missions sélectionneraient les ouvriers avant leur départ pour notre pays. Elles effectueraient la visite médicale minutieuse indispensable pour qu'aucun élément chétif ne vienne amoindrir notre race. Enfin, elles pourraient effectuer l'essai professionnel donnant pleine satisfaction aux employeurs et, au besoin, devant les représentants de ceux-ci.

2. *Contrôle à la frontière.* — Les travailleurs étrangers arrivent en France munis d'un extrait de leur contrat collectif ou d'un contrat nominatif. Ceux qui font partie d'un recrutement collectif arrivent en convois organisés par les sociétés dont nous avons parlé et sont introduits par les dépôts de travailleurs étrangers de Toul et Marseille ou par les contrôles de Modane et Menton. Là, ils passent une visite sanitaire et un sauf-conduit leur est délivré, s'ils sont titulaires de l'extrait de leur contrat et d'un passeport en règle. On ne s'occupe nullement de leur passé. Aucune vérification morale n'a lieu, l'extrait du casier judiciaire ou toute pièce similaire n'est même pas exigé,

Si la visite médicale leur a été favorable, munis du sauf-conduit, ils seront dirigés vers l'établissement employeur.

Les ouvriers étrangers qui viennent spontanément en France, doivent être munis d'un contrat nominatif, visé par le Ministère du Travail.

Le contrat nominatif, comme le contrat collectif, n'est valable qu'après une enquête effectuée par des offices de placement, qui vérifient s'il n'y a pas de chômeurs parmi les Français, dans la catégorie et dans la profession de l'ouvrier intéressé.

Il est aussi des ouvriers qui arrivent individuellement. Ici, le contrôle est à peu près nul, Ils passent la frontière et régulièrement, devraient aller se présenter au commissaire spécial du poste par lequel ils sont admis à pénétrer en France, et lui montrer leur contrat de travail et leur passeport, afin d'obtenir un sauf-conduit. Mais cette formalité est rarement remplie par les ouvriers qui, d'ailleurs, pèchent en général par ignorance.

En vérité, notre contrôle sur l'immigration individuelle est réduit au strict minimum. Au point de vue sanitaire, les ouvriers ne passent aucune visite, pas plus au départ qu'à l'arrivée. Il est inutile d'insister sur les dangers que présente pareil procédé. La visite médicale devrait être exigée pour tous les immigrants arrivant en France. Il devrait être stipulé sur tous les contrats conclus, d'accord avec les pays étrangers, que l'immigrant, même individuel, devrait se présenter à un poste frontière déterminé pour y subir la visite médicale.

Aucune vérification de ses papiers et de son passé n'a lieu et, comme toujours, la « visite morale » est évitée.

L'intéressé arrive donc sans aucune garantie chez son employeur qui l'a cependant librement choisi et qui est responsable de son choix.

3. *Contrôle des étrangers en France.* — L'ouvrier, une fois en France, doit faire établir sa carte d'identité sur laquelle il sera précisé qu'il est un travailleur industriel ou agricole. Cette carte d'identité sera le papier essentiel de l'étranger en France et c'est grâce à elle que pourra avoir lieu un certain contrôle sur les immigrants installés dans notre pays.

Jusqu'au 3 août 1926, on demandait, pour délivrer cette carte d'identité, la somme de 68 fr pour les non-travailleurs et 10 fr pour les travailleurs.

Actuellement, et depuis le 3 août, ces sommes ont été respectivement élevées à 375 fr et 40 fr.

Mais encore, à ce sujet, il est à signaler que les préfets, si nos renseignements sont exacts, interprètent la loi de façon différente les uns des autres, et que les taxes nouvelles sont exigées, dans certaines localités, dans certains cas, et les taxes anciennes, dans d'autres localités et dans d'autres cas

Quoi qu'il en soit, voici l'ouvrier chez son employeur. S'il est mécontent de ses conditions de vie, si un différend s'élève entre lui et son patron, il doit, selon son contrat, s'adresser au service de la main-d'œuvre étrangère, compétente pour trancher le différend.

Mais les ouvriers, en général, n'attendent pas le résultat de l'enquête faite par la main-d'œuvre étrangère sur leurs plaintes et rompent, purement et simplement, leur contrat de travail, en quittant l'employeur contre lequel ils croient avoir des griefs.

En cas de rupture du contrat, jusqu'à la loi du 11 août 1926, les difficultés de contrôle étaient immenses. La nouvelle loi est venue, exigeant que chaque patron demande à l'ouvrier étranger qu'il emploie, sa carte d'identité et le certificat attestant qu'il est libre de tout engagement envers son ancien employeur. L'employeur ne peut être plus difficile que l'administration et n'est pas obligé, de par la loi, d'exiger un casier judiciaire ou de faire passer une visite médicale. Certains employeurs, cependant, prennent ces précautions.

L'ouvrier étranger devrait être inscrit par l'employeur sur un registre spécial, dans sa propre usine.

Mais les modalités de ces différents articles de la loi du 11 août 1926 auraient dû être prévues par un règlement d'administration publique, pris en commun par les ministères intéressés. On en est toujours à la discussion et aucun règlement n'est paru.

4. *Régularisation.* — D'autres ouvriers se sont introduits en fraude en France et cherchent à régulariser leur situation. Il faut exiger d'eux un certificat de l'employeur. Là encore, le contrôle est infime et la loi même est assez confuse. L'étranger introduit comme non-travailleur et qui, par suite, occupe honorablement un emploi rémunéré, peut assez facilement obtenir un avis favorable du Ministère du Travail, le refoulement administratif étant d'une très grande difficulté et pratiquement inopérant.

5. *Contrôle du marché du travail.* — Le contrôle de l'ouvrier ayant rempli tous ses devoirs vis-à-vis de l'employeur n'est effectué, normalement, que pendant un an.

En général, l'ouvrier honnête terminera son contrat et sera libéré de tout engagement vis-à-vis de son ancien employeur.

Dans des cas prévus par le contrat, et à condition de rembourser les frais d'introduction avancés par l'employeur, l'ouvrier pourra même être libéré, s'il est d'accord avec ce dernier, avant la date prévue au contrat.

L'ouvrier, en ce cas, peut se placer sans contrat et à sa volonté. Il peut changer de profession et d'employeur autant qu'il veut, sans aucune espèce de contrôle. La seule relation qu'il aura, par la suite, avec le Ministère du Travail, sera de lui porter un certificat de son employeur, lors des renouvellements de sa carte d'identité.

IV. Conclusion. — On voit donc toutes les difficultés de la question de l'immigration en France et combien la législation est encore loin d'avoir réalisé tout ce qu'on pourrait espérer d'elle. La question est grave, d'une gravité qui s'affirme de jour en jour plus grande. Elle inquiète l'opinion publique. Des mesures urgentes devraient être prises et les lois et règlements à venir devraient être aussi minutieux qu'ils le sont aux Etats-Unis.

Nous ne saurions trop insister sur la nécessité d'un contrôle médical très sérieux et de déclarations sanitaires des immigrants. Il nous semble aussi indispensable de connaître leur passé et de savoir s'ils n'ont pas subi antérieurement des condamnations.

La France veut bien être un pays d'immigration, mais ne veut pas être l'hôpital et la prison qui abritent les étrangers indésirables, rejetés par leur pays d'origine.

Assemblées générales

Compagnie centrale d'Energie électrique.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 26 AVRIL 1927.

D'après le rapport annuel de cette compagnie au capital de 35 millions de francs, et dont le siège est à Paris, 3, rue Moncey, le développement de la consommation d'énergie s'est continué d'une manière satisfaisante pendant la plus grande partie de l'année; toutefois, à partir du mois d'octobre, l'élévation anormale du prix du charbon, due à la grève minière anglaise, a apporté une gêne croissante au fonctionnement des industries; il en est résulté un ralentissement des ventes qui a persisté durant les premiers mois de l'année en cours. Dans l'ensemble, les résultats obtenus en 1926 marquent cependant une notable progression par rapport à 1925 (1).

En 1926, l'usine de Grand-Quevilly, qui alimente la région de Rouen, a produit 91 600 800 kw-h contre 81 millions 210 200 kw-h en 1925.

D'importants travaux ont été exécutés à l'usine : le nouvel appontement en béton armé a été mis en service dans le courant du mois de décembre 1926; la réfection des fondations supportant les quatre chaudières Stirling de 700 m² installées en 1925 a été exécutée dans les délais prévus et ces unités ont pu être utilisées au début de l'hiver 1926-1927. Quatre chaudières supplémentaires de même capacité ont été commandées et sont entrées en montage au début de 1927. L'installation du groupe de 15 000 kw, qui doit remplacer l'une des anciennes turbines de 6 000 kw, est actuellemement entreprise.

Le réseau intercommunal de Buchy, qui dessert trente-deux communes rurales, a été mis en service en grande partie dans le courant de l'année écoulée. Les dernières distributions ont été raccordées au début de cette année. La compagnie a également exécuté au titre de l'électrification rurale les travaux du Syndicat de Cléon qui comprend quatre communes.

L'usine de Châteauroux a produit 5 474 903 kw-h contre 4 955 226 kw-h en 1926.

Un nouveau groupe de 2 000 kw a été installé, ce qui porte à 4 600 kw la puissance de l'usine.

A la suite d'une entente intervenue avec la société chargée de l'électrification rurale dans une partie du département, la répartition des zones desservies a subi quelques ajustements, d'accord avec les syndicats intéressés, et la compagnie a été chargée de l'alimentation en haute tension de trois réseaux intercommunaux dont elle n'assure pas directement la gestion.

Les exploitations de la filiale, la Société algérienne d'Eclairage et de Force, ont continué à se développer.

Au bilan, il y a lieu de signaler que le compte renouvellement et grosses réparations, destiné à couvrir les dépenses supplémentaires résultant de la plus-value du matériel de remplacement ou des frais exceptionnels de grosses réparations, a été débité d'une somme de 2 106 383,40 fr correspondant aux travaux effectués au cours de l'année, et crédité d'une somme de 4 950 000 fr prélevée sur les produits de l'exercice.

(1) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 12 juin 1926, t. XIX, p. 958.

Les recettes, comprenant le produit des clauses correctives, se sont élevées à 38 226 462,24 fr contre 30 millions 371 206,57 fr en 1925, et les dépenses à 28 872 406,60 fr contre 15 806 336,47 fr. Le bénéfice net de l'exploitation ressort à 4 416 159,89 fr.

Après prélèvement de 5 pour 100 pour la réserve légale, soit 220 807,99 fr, il reste 4 195 351,90 fr qui sont répartis comme il suit :

Un premier dividende de 6 pour 100 aux actions nouvelles, 600 000 fr; un premier dividende de 6 pour 100 aux actions anciennes, 1 500 000 fr, soit ensemble 2 100 000 fr.

Sur le surplus des bénéfices, de 2 095 351,90 fr, 10 pour 100 soit 209 535,19 fr, sont attribués au conseil. Il reste 1 885 816,71 fr permettant de répartir un dividende supplémentaire de 5 pour 100 à toutes les actions, soit 1 750 000 fr.

Il reste une somme de 135 816,71 fr qui, ajoutée au reliquat de l'an dernier, soit 607 331,79 fr, donne un total de 743 148,50 fr qui est reporté à nouveau.

Le dividende distribué, de 11 pour 100, est payable aux actions anciennes et nouvelles depuis le 15 mai 1927, à raison de 55 fr par action, sous déduction des impôts, contre remise du coupon n° 12.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Terrains et bâtiments	11 597 613,10
Machines et installations fixes	29 265 816,51
Réseaux de distribution aérien et souterrain	24 149 142,29
Gros et petit outillage	109 432,85
Compteurs et appareils en location	2 168 745,80
Installations téléphoniques	1 »
Mobilier	1 »
Acquisition des fonds de commerce de l'Exploitation de Rouen	5 343 048,82
Frais de mise en marche, indemnités et divers	1 »
Cautionnements déposés par la compagnie	49 214,85
Approvisionnements et marchandises en magasin	6 487 288,77
Espèces en caisses et en banques	4 916 234,84
Titres en portefeuille	5 764 750 »
Débiteurs divers et comptes d'ordre	11 461 412,73
Prime de remboursement et frais d'émission des obligations	3 155 055,80
	104 472 760,36

Passif.

	fr
Capital :	
70 0000 actions de 500 fr	35 000 000 »
Obligations de 500 fr à 5 pour 100, en circulation	15 125 000 »
Obligations de 500 fr à 6 pour 100, en circulation	27 590 000 »
Réserve légale	670 012,33
Renouvellement et grosses réparations	7 160 392,25
Amortissement par remboursement d'obligations	5 810 207,60
Créditeurs divers et comptes d'ordre	7 393 8[illegible]0,49
Coupons à payer et obligations à rembourser	699 856,01
Profits et pertes :	
Reliquat du précédent exercice	607 331,79
De l'exercice 1926	4 416 159,89
	104 472 760,36

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : J. **BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 2. 9 JUILLET 1927.

Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension. — La séance de clôture de cette conférence a eu lieu dans la matinée du samedi 2 juillet, sous la présidence de M. Henri Cahen, vice-président de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Au cours de cette séance, MM. Roth, Duval et Parodi, rapporteurs généraux, ont lu leurs rapports sur les travaux de chacune des trois sections de la conférence; on trouvera plus loin les textes de ces rapports. Il fut ensuite institué sept comités d'études chargés de poursuivre les études commencées et d'établir, pour la session de 1929, des rapports généraux sur les questions qui seront soumises à la discussion dans cette session ; puis, il fut donné lecture des vœux émis par la Conférence. M. Henri Cahen félicita les délégués étrangers d'être venus en si grand nombre aux travaux de cette session ; M. Mailloux, au nom des délégués étrangers, remercia les organisateurs. Puis, l'assemblée décida de faire parvenir des adresses de remerciements au Président de la République française ainsi qu'à MM. Blondel et Semenza, président d'honneur de la Conférence.

Dans l'après-midi, les membres de la Conférence visitèrent, ainsi que nous l'annoncions dans notre dernier numéro, le Laboratoire Ampère de la Compagnie générale d'Electro-Céramique, dont les installations permettent d'obtenir des tensions de l'ordre de 1 million de volts. Ils y furent reçus par M. Bizet, administrateur et directeur général des distributions d'énergie de la Compagnie générale d'Electricité dont la Compagnie générale d'Electro-Céramique est une filiale, ainsi que par MM. Cruchon, vice-président du Conseil d'administration et M. Duché, administrateur et directeur général de cette dernière compagnie.

M. Bizet rappela l'historique de la création du Laboratoire Ampère qui fut inauguré le 11 décembre 1923 par M. Gaston Vidal, sous-secrétaire d'Etat à l'Enseignement technique, puis il exposa les divers essais qui y sont effectués et termina en faisant savoir que la Compagnie générale d'Electro-Céramique n'entend pas garder pour elle seule les enseignements précieux que peuvent donner les essais à très haute tension et qu'elle envisagera favorablement toute combinaison permettant le développement des emplois et des services que le Laboratoire Ampère est capable de rendre à l'industrie électrique.

Après cet exposé, diverses expériences furent faites sous la direction des ingénieurs du laboratoire, notamment de M. Bellon et de M. Lequerlec, directeur commercial de la Compagnie générale d'Electro-Céramique.

A la suite de cette visite, M. Grosselin, délégué général de la Société française des Electriciens, invita les membres de la Conférence à visiter les nouveaux bâtiments de l'Ecole supérieure d'Electricité, à Malakoff, où ils furent reçus par M. Eugène Geofroy, président du Conseil d'Aministration de la Société pour le Développement du Haut Enseignement électrotechnique en France et M. Paul Janet, directeur de l'Ecole. Les membres de la Conférence purent ainsi se rendre compte de l'effort entrepris par l'industrie électrique française aidée par le Gouvernement et la Ville de Paris pour fournir à l'Ecole supérieure d'Electricité un cadre digne du haut enseignement qui y est donné.

Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension

Rapports généraux sur les travaux des différentes sections

Dans notre précédent numéro, nous avons donné un compte rendu succinct concernant l'ouverture de la Quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à Haute Tension, et y avons reproduit le discours prononcé, à cette occasion, par M. H. Cahen, vice-président de l'Union des Syndicats de l'Electricité. Nous publions ci-dessous, ainsi que nous l'avons fait, pour les précédentes sessions de cette Conférence, les rapports généraux présentés à la séance de clôture par les présidents des sections. Ces rapports donnent une vue d'ensemble sur les travaux qui ont été accomplis au cours de cette quatrième session de la Conférence.

Première section [1]. — Les travaux de la première section peuvent se grouper sous les rubriques suivantes : 1. Utilisation des combustibles; 2. Machines électriques; 3. Transformateurs; 4. Appareillage; 5. Huiles pour transformateurs et interrupteurs; 6. Isolants; 7. Marques de qualité.

1. Utilisation des combustibles. — Trois rapports ont été présentés à ce sujet : ceux de M. Mailloux, du Docteur John-W. Lieb et de M. Overweg.

Le premier avait été demandé à son auteur par notre Conférence au cours de la session de 1925. Il constitue une synthèse vraiment remarquable de tout ce qui a été fait jusqu'à présent en matière d'utilisation rationnelle du combustible et contient, en outre, des vues fort intéressantes sur l'avenir. Les deux autres rapports, de caractère descriptif, viennent l'étayer en apportant des exemples concrets d'installations modernes. Il est fort désirable, ainsi que l'a dit M. Mailloux, que de tels renseignements soient apportés par tous les pays aux prochaines sessions de la Conférence afin que tous puissent profiter des expériences réalisées dans les différentes centrales modernes.

2. Machines. — a) *Constructions.* — M. Wilczek nous a décrit un type de rotor blindé dont le point milieu de l'enroulement est connecté à la masse.

b) *Mesures.* — Le rapport de MM. Tolwinski et Efremov sur la mesure de la réactance de fuite des alternateurs a donné lieu à une intéressante discussion sur la mesure, toujours délicate, de cette grandeur.

c) *Autoexcitation des alternateurs.* — Cette question qui avait déjà fait l'objet de rapports aux séances antérieures de la Conférence a été traitée cette année par M. Petresco, qui a exposé une méthode de prédétermination des effets de l'autoexcitation. Au cours de la discussion qui a suivi, M. Duquesne a attiré l'attention sur le danger que pouvait présenter l'autoexcitation des génératrices asynchrones reliées à un réseau. Il a cité deux accidents mortels ayant cette origine.

d) *Tension d'épreuve des machines.* — 1° Le rapport de MM. Bakker et Van Staveren donne lieu à une discussion particulièrement importante. Plusieurs membres de la Conférence ont indiqué que la valeur habituellement employée de $2E + 1000$ v comme tension d'épreuve de la machine complète leur avait donné satisfaction.

2° Il est bien certain que les machines peuvent, dans des cas particuliers, être soumises à des surtensions plus élevées, mais en général de très courte durée. Il est établi que les diélectriques solides peuvent supporter, pendant des temps très courts, des contraintes beaucoup plus élevées qu'en service continu.

3° Pourtant, plusieurs pays estiment que la tension d'épreuve doit être, en partie, fonction de la puissance des machines.

Enfin, de toute façon, les essais proposés par les auteurs peuvent être fort intéressants pour l'examen des isolants utilisés dans la construction.

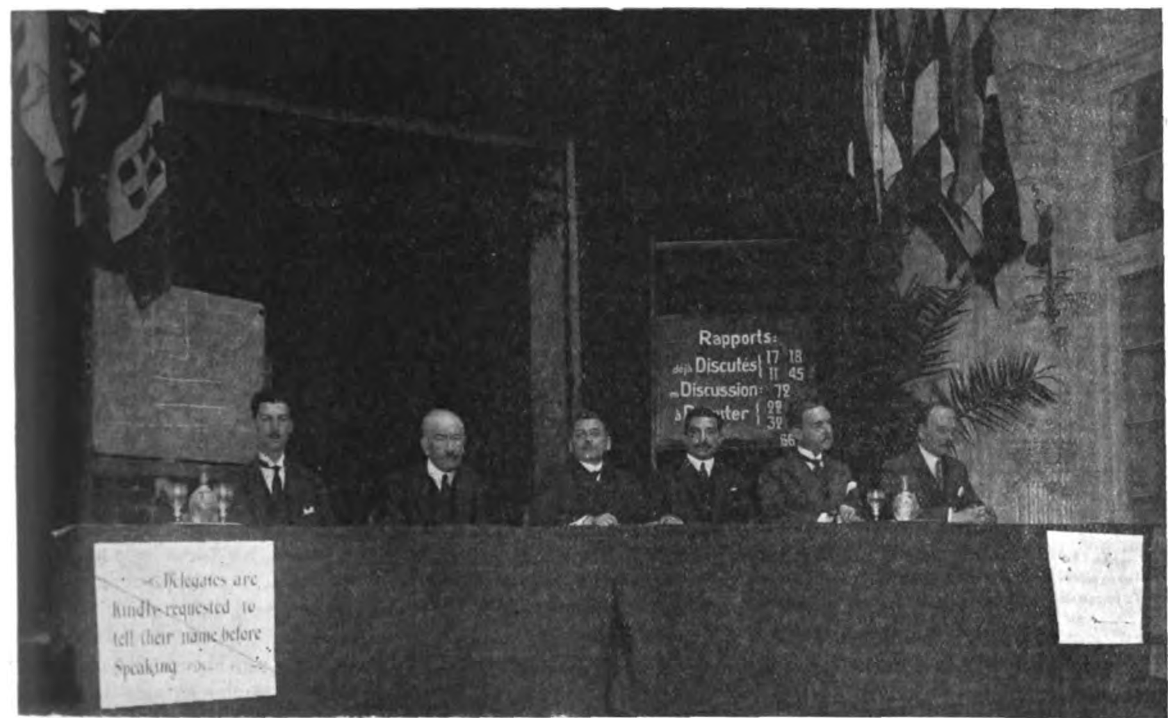
3. Transformateurs. — a) *Construction.* — Le rapport de M. Smouroff sur les bornes condensateur, et la discussion qui l'a suivi, ont montré que le problème de la de la réalisation des bornes « condensateur » semble maintenant résolu malgré les difficultés de réalisation pratique qu'ont dû surmonter les constructeurs. Leur emploi semble se répandre assez rapidement.

M. Hill a décrit un dispositif de changement de prises sur les transformateurs en charge, qui retiendra certainement l'attention bien que malheureusement il n'ait pas donné lieu à discussion.

b) *Exploitation.* — MM. Fallou et Kopeliovitch ont étudié les surtensions dans les transformateurs et apporté des résultats d'expériences fort intéressantes. Ce problème est d'ailleurs encore loin d'être résolu, notamment par suite de l'insuffisance des théories émises jusqu'à présent, sur la propagation des ondes de basse fréquence le long des enroulements. Au cours de

[1] Cette section était présidée par M. E. Roth, ingénieur en chef de la Société alsacienne de Constructions mécaniques.

Quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension



Photographie du bureau, prise au cours d'une communication. De gauche à droite : M. Mac Mahon, ingénieur interprète ; M. Mailloux, président d'honneur de la Conférence ; M. Wilczek, rapporteur ; M. Parodi, président de la troisième section ; M. Tribot-Laspière, secrétaire général de la Conférence ; M. Hua, secrétaire à l'Union des Syndicats de l'Electricité.



Photographie de la salle des séances, prise au cours d'une communication.

la discussion, la question de la valeur des essais aux ondes à front raide a été une fois de plus soulevée. Les opinions à ce sujet sont encore divergentes.

Le rapport de M. Rutgers a soulevé l'importante question de la protection des transformateurs auxiliaires par fusibles et bobines de réactance. L'auteur estime que ces dernières donnent de très bons résultats dans ce cas particulier. Les exploitants semblent encore assez divisés à ce sujet et il serait intéressant qu'ils veuillent bien, à la prochaine session, nous apporter des éléments précis d'expérience comme l'a fait M. Rutgers.

Au cours de la discussion, M. Illiovici a signalé un autre dispositif consistant à transformer le courant pour l'accroître de façon à pouvoir utiliser des fusibles normaux qui déclenchent l'appareil de coupure.

4. Appareillage. — a) *Appareillage de protection.* — Dans leur rapport, MM. Fitz-Gérald et Petch ont résumé les conditions générales que doit remplir l'appareillage de protection et ont décrit des dispositifs applicables aux différents cas qui se présentent en pratique. Leur travail n'a pas soulevé d'observations au moment de son examen par la première section.

b) *Barres omnibus.* — M. Stephens a exposé un système de barres omnibus protégées qui, avec l'appareillage cuirassé dont l'usage est très répandu en Angleterre permet d'obtenir une réduction importante dans l'encombrement des usines. Ce système a été employé jusqu'à 50 000 v et pourra être construit pour des tensions supérieures lorsqu'on utilisera des câbles pour ces réseaux à tension très élevée.

c) *Régulateurs de tension.* — La vitesse avec laquelle la puissance réactive peut être modifiée lorsque la charge d'un réseau varie est un facteur très important de la stabilité dans les réseaux de transmission. M. Powell nous a décrit dans son rapport un régulateur à action rapide pour machines synchrones qui, combiné avec une excitatrice spéciale, donne à ce problème une solution très intéressante.

d) *Sous-stations extérieures.* — M. Henriod nous a présenté un film illustrant le rapport de M. Young, et les membres de la Conférence ont pu se rendre compte de la grande simplification introduite dans la construction des sous-stations par l'emploi de matériel normalisé et monté en usine dans toute la mesure où le permettent les moyens de transport.

5. Huiles pour transformateurs. — Cette question qui est à l'ordre du jour dans tous les pays a fait l'objet de quatre rapports : ceux de MM. Michie et Le Maistre, de MM. Pellissier, Weiss et Salomon, et de la délégation polonaise. La discussion a fait ressortir l'intérêt qui s'attache à voir travailler les problèmes par un aussi grand nombre de laboratoires que possible sans limiter leur activité à la mise en œuvre de méthodes d'essais qui sont toutes reconnues imparfaites, et à ce que ceux-ci communiquent réciproquement les résultats qu'ils pourront obtenir.

Des suggestions telles que celles contenues dans le rapport de M. Weiss, et celles présentées au cours de la discussion, par M. Riley sur les relations qui pourraient exister entre la qualité des huiles et la valeur de leur facteur de puissance, ouvrent des aperçus nouveaux qui méritent d'être étudiés soigneusement. Une commission spéciale s'est d'ailleurs réunie pour organiser cette collaboration.

Nous ne doutons pas que cette méthode permettra d'arriver plus rapidement à l'élaboration, par la Commission électrotechnique internationale, d'un cahier des charges satisfaisant.

6. Isolants. — Des essais à faire subir aux isolants autres que les huiles ont fait l'objet de deux rapports : celui de M. Bruckmann sur les masses isolantes utilisées dans les câbles et les boîtes de jonction et celui de M. Bitterli sur les isolants solides. Là, encore, les méthodes d'essais sont loin d'être comparables d'un pays à un autre et les échanges de vues seraient à désirer. Sur l'instance de M. Grosselin une petite commission s'est réunie pour les préparer.

Des rapports d'un caractère scientifique nous ont été en outre présentés par MM. Dunsheath et Smouroff.

Le premier a commenté un film du plus haut intérêt sur les mouvements diélectriques fluides sous tension. Il a fait ainsi apparaître d'une façon saisissante l'action d'un champ parallèle ou convergent, sur des globules dont les caractéristiques diélectriques sont différentes de celles du milieu ambiant.

Le second nous a présenté sur la nature physique des phénomènes diélectriques une méthode qui, certainement, retiendra l'attention de tous ceux qui s'intéressent à la constitution de la matière.

7. Marques de qualité. — La plupart des pays ont établi des prescriptions d'épreuve pour le matériel électrique. Un certain nombre se sont déjà préoccupés de donner à ces prescriptions une sanction pratique en s'inspirant des « marques de qualité » qui permettent à l'acheteur qui en dispose, par des moyens de contrôle, d'être assuré que le matériel est bon.

Par son rapport M. Bellaar Spruyt nous a rendu compte de l'enquête qu'il avait ouverte à ce sujet. La Conférence, approuvant ses conclusions, a constitué une commission chargée de poursuivre l'étude de cette question.

Plusieurs membres de la Conférence ont indiqué que la valeur habituellement employée de $2E + 10\,000$ v comme tension d'épreuve de la machine complète leur avait donné satisfaction.

Deuxième section [1]. — La séance du lundi matin 27 juin fut présidée par M. Perrochet, délégué de la Suisse ; divers rapports concernant les lignes aériennes furent présentés.

M. Ferrier présenta un rapport relatif à l'action ascendante du vent sur les lignes de faible section.

[1] Cette section était présidée par M. Ch. Duval, ingénieur en chef de la Société générale d'Entreprises.

cette action pouvant amener des irrégularités de service et des ruptures aux points d'attache. Des remarques intéressantes sont présentées sur ce sujet par divers membres de la Conférence.

M. Labbe exposa un exemple de rupture d'un pylône durant le montage d'une ligne et en déduisit d'utiles conseils sur les précautions à prendre pour la construction et le montage des lignes; une intéressante discussion s'engagea au sujet des effets de torsion sur les pylônes.

M. Montagni présenta ensuite un rapport sur le développement pris en Italie par l'emploi des supports en béton armé, en particulier pour la construction d'une ligne à 120 000 v; il résulte de la discussion que l'emploi du béton centrifugé se développe en divers pays.

M. Valensi exposa les dispositions intéressantes d'une grande traversée de la Loire par lignes à 10000 v, près de Nantes, et donne les conditions de son établissement.

M. Nuttal présenta ensuite un nouveau modèle de pylone récemment employé en Amérique pour lignes à 220 000 v et déjà très employé en France; une intéressante discussion a eu lieu sur ce sujet.

M. Darrieus décrivit un pylône articulé, déjà présenté par lui à la conférence de 1923 et invita les auditeurs à visiter la ligne d'essais construite dans la banlieue parisienne sur ces principes. M. Franck-G. Baum présenta ensuite d'intéressantes remarques sur le fonctionnement des lignes à 220000 v depuis quatre ans en Amérique. Enfin un très intéressant rapport sur les installations électriques de la Public Service Electric Gas Co de New-Jersey a été distribué aux congressistes.

Il résulte de la discussion des rapports que la tendance actuelle est dans l'emploi des longues portées pour les lignes tout en recherchant l'économie dans le poids des pylônes et le volume des massifs; d'autre part. l'usage des très hautes tensions conduit à des longs bras pour les pylônes et obligera dans l'avenir à tenir compte des efforts de torsion en cas de rupture d'un ou plusieurs conducteurs.

La deuxième séance du lundi 27 juin fut présidée par M. Krouge, délégué de la Russie et fut entièrement consacrée aux questions relatives aux câbles souterrains.

M. Bellaar Spruyt exposa la comparaison des câbles à ceinture et des câbles métallisés à 10000 v et fit ressortir les avantages de ces derniers.

M. le docteur Konstantinowsky présenta un nouveau type de câble et attira l'attention sur l'importance des phénomènes thermiques pour la conservation des câbles.

MM. Everett-S. See, Whitehead et Smouroff exposèrent les effets des gaz occlus, des cavités, de l'ionisation de l'air occlus, ainsi que l'influence de l'humidité, de la préparation et de l'imprégnation du papier.

M. Proos fit ressortir les dangers des points chauds dans les câbles et l'importance de l'étude des pertes diélectriques.

M. Delon a mis en évidence la nécessité d'essais assez complets sur les câbles : mesure des pertes, mesure du facteur de puissance, essais de rupture, essais de flexibilité et montra l'utilité d'unifier les cahiers des charges relatifs aux câbles.

M. Bellaar Spruyt proposa également dans un rapport général et après de longues études sur ces questions, de codifier les conditions des cahiers des charges de fourniture et d'essais des câbles.

Une très intéressante discussion d'ensemble de ces rapports s'engagea sur cette question; il fut reconnu que les discussions du précédent congrès de 1925 avaient contribué à provoquer d'importants progrès et qu'il serait utile de poursuivre de façon plus active les échanges de documents entre les divers pays. En conséquence, un sous-comité composé de MM. Bellaar Spruyt, Soleri et Delon fut désigné pour établir le questionnaire et le programme de travaux qui sera adressé aux divers comités nationaux, en vue de permettre de coordonner les études relatives aux câbles et d'activer la réalisation d'un accord international sur les conditions d'essais des câbles.

M. Silbermann a présenté un intéressant exposé de construction de condensateurs à câbles, avec projections.

Il résulte de la discussion que la tendance à l'emploi de tensions de plus en plus élevées pour les canalisations souterraines oblige à rechercher de nouvelles dispositions de la structure intérieure des câbles et à éliminer avec grand soin les défauts locaux que peuvent présenter ceux-ci de manière à utiliser au maximum les qualités des isolants et la section des conducteurs.

La séance du mardi matin 28 juin fut présidée par M. Kneidl délégué de la Tchécoslovaquie, elle fut consacrée à l'étude des isolateurs.

MM. Montandon et Lemoigne présentèrent tout d'abord un rapport très documenté relatif à l'isolement des lignes situées au voisinage de la mer. Le phénomène d'humidité par les embruns marins était très violent au Maroc et les auteurs y ont remédié par l'emploi d'isolateurs spéciaux à bain d'huile.

Il résulte de la discussion qu'une partie des troubles sur les lignes au bord de la mer peut aussi avoir pour cause une influence des charges statiques des lignes; ces phénomènes ne paraissent d'ailleurs pas complètement élucidés.

MM. Gillespie et Dejong proposèrent un essai de vie, avec détérioration accélérée, des isolateurs de divers types permettant de faire choix de l'isolateur dont le comportement est le meilleur.

M. Dejong donna connaissance de son rapport concernant les essais des isolateurs sur une ligne en service, et présenta à la Conférence un modèle de l'aislomètre qui est utilisé dans ce but.

Dans leur rapport, MM. Lequerler et Shuep ont exposé les résultats de leurs recherches sur la loi de variation de la durée d'un isolateur suspendu en fonction des contraintes électriques et mécaniques agissant simultanément. La discussion qui a suivi l'exposé de

ces trois rapports a mis en évidence la difficulté d'emploi de la méthode d'accélération du vieillissement des isolateurs, et particulièrement du vieillissement du ciment de scellement.

M. Franck-G. Bauma fait une communication très intéressante sur le processus de formation des décharges dans l'air et sous pluie; il présente des clichés relatifs à la formation de ces décharges.

Le rapport de M. Austin, présenté par M. Henriod, expose d'une façon très complète les avantages et les conditions de limitation d'emploi du bois dans les installations à haute tension.

Une discussion s'engagea sur ce rapport ainsi que sur ceux de M. Hawley concernant la protection des chaînes de suspension et sur les formes nouvelles des isolateurs Hewlet susceptibles de supporter des efforts mécaniques élevés. La question du cadre de garde parait encore discutée : son rôle principal est, pour les uns, de répartir mieux la tension et de protéger la chaîne contre les décharges, pour d'autres, de préserver le câble contre la fusion en cas d'amorçage.

Les difficultés signalées lors des précédentes conférences et dues au vieillissement des isolateurs semblent devenues moins préoccupantes du fait des grands progrès réalisés dans la fabrication des porcelaines à haute résistance mécanique, toutefois l'étude des essais électromécaniques et des essais de conservation sous les vibrations reste l'objet de travaux futurs.

Dans la séance de l'après-midi, présidée par M. Clough, délégué britannique, furent examinées les questions relatives aux conducteurs. M. Painton exposa les résultats des observations faites en Angleterre sur des câbles d'aluminium-acier; en particulier, l'âme d'acier n'est pas sujette à la rouille, même au voisinage de la mer. Mécaniquement, les câbles agissent comme un ensemble homogène.

M. Nuttal développa une méthode très simple pour la détermination de l'allongement des câbles bimétalliques.

Le rappel de la règle économique de lord Kelvin a fait l'objet du rapport de M. Poirson. L'attention de la Conférence sur l'emploi d'alliages d'aluminium à conductibilité élevée et à haute résistance mécanique a été attirée par deux rapports d'un grand intérêt : celui de M. Wiessling, présenté par M. Bauer, et celui de M. Dusaugey qui, dans son exposé, a fait apparaître de très intéressantes vues d'avenir par l'emploi du nouveau métal. Il résulte de la discussion, que les câbles mixtes ont donné satisfaction et continueront à être utilisés parallèlement avec les câbles d'almelecou d'alliage n° 3. Il a été exposé, également, que le choix du métal est une question économique de réduction au minimum de coût de la ligne, et que le nouveau métal est déjà employé avec succès sur diverses lignes en Suisse.

Dans le même ordre d'idées, M. Binz a présenté un exposé, accompagné de projections, des récents progrès dans la construction des lignes en aluminium en Amérique.

En résumé, l'ensemble des rapports très documentés qui ont été présentés et les discussions fort intéressantes qui ont suivi l'exposé de ces rapports ont fait apparaître les problèmes nouveaux et non encore résolus sur les questions des supports, des isolateurs et de la nature des conducteurs des lignes aériennes, ainsi que sur les questions des câbles souterrains dont la technique des essais, en particulier, paraît être une des principales questions à l'ordre du jour de la prochaine Conférence.

Troisième section (¹). — Les rapports présentés à la troisième section peuvent être groupés comme il suit :

Constitution des super-réseaux. — Les très grands réseaux de distribution desservant de vastes territoires se sont en général formés par fusion progressive mais complète d'une série de sociétés alimentant des distributions locales ou des industries particulières.

Depuis la guerre se sont constitués des groupements d'une forme nouvelle ayant pour objet d'obtenir, sans établissement de liens financiers directs entre participants, les mêmes avantages que ceux obtenus dans une société de distribution unique, en ce qui concerne l'utilisation optimum de l'énergie disponible.

Le plus ancien de ces groupements est l'Union des Centrales électriques de la Région de Liége, fondée en 1919. Cette union comprend actuellement 23 sociétés adhérentes exploitant déjà une trentaine de centrales thermiques (à vapeur et à gaz de hauts fourneaux ou de fours à coke) et prochainement des centrales hydrauliques.

Le second en date de ces groupements semble être la Société sidérurgique lorraine conçue suivant les mêmes principes que le précédent.

L'Union des Producteurs des Pyrénées occidentales, fondée en 1923, groupe 6 participants dont les usines génératrices hydrauliques représentent une puissance globale de 267000 kw.

Des études sont en cours en France pour essayer d'étendre au Massif central les principes d'union déjà appliqués aux Pyrénées, en vue de desservir les trois régions comprises entre le Massif central et les trois centres de consommation de Paris, Lyon et Marseille.

Des études analogues sont poursuivies en Belgique en vue d'étendre à l'ensemble du pays les méthodes d'organisation déjà appliquées dans la région de Liége.

L'organisation technique et commerciale de ces unions est tout à fait analogue à celle des super-réseaux à direction financière unique; les organisations ne diffèrent que par les moyens employés pour assurer une collaboration loyale entre participants et obtenir l'obéissance aux ordres du « dispatcher ».

Electrification rurale et constitution des réseaux maillés. — L'électrification rurale tend à se développer

(¹) Cette section était présidée par M. Parodi, ingénieur conseil à la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans.

de plus en plus malgré la très faible utilisation de la puissance demandée par chaque consommateur considéré isolément. Mais quand le réseau s'étend, que le nombre de communes alimentées par une même centrale augmente, la durée d'utilisation augmente également du fait de la diversité des courbes journalières de charge. Dans certains pays où les réseaux ruraux sont déjà très développés, on constate que, pour des puissances de 1 000 kw, l'utilisation est de l'ordre de 1 200 à 1 500 heures, alors que pour des puissances de 2 000 kw, elle dépasse 2 000 heures.

Le problème de l'électrification rurale doit donc être traité de haut en établissant des projets d'ensemble permettant de constituer des réseaux maillés de grande amplitude enclavés les uns dans les autres et dont les tensions successives auront été déterminées en vue de réaliser la dépense minimum.

Les moyens proposés pour atteindre ce but dérivent tous du principe d'utilisation et de simplification du matériel de ligne, des postes de transformation et des branchements.

Capacité des lignes de transport. — La capacité des lignes de transport qui croît comme le carré de la tension est, en régime, pour une tension donnée, beaucoup plus grande que celle ordinairement admise en pratique. Cette différence tient à la nécessité de se réserver une marge importante de puissance pour assurer la stabilité de fonctionnement en cas de variation brusque de charge.

La stabilité dynamique de l'ensemble ligne-usine ne paraît plus devoir dépendre des alternateurs, les constructeurs sachant maintenant construire des excitatrices susceptibles de répondre très rapidement aux fluctuations de puissance.

Échange d'énergie entre réseaux de fréquences différentes. — La discussion montre que pour des échanges d'énergie entre réseaux, le moyen le plus économique est d'unifier les fréquences au moins dans le cas des distributions de grandes villes comme Paris.

Quand deux réseaux voisins sont à des fréquences différentes ou ne peuvent marcher systématiquement en parallèle, on peut effectuer des échanges d'énergie en utilisant des groupes moteurs-générateurs analogues à ceux étudiés par les sociétés Brown-Boveri ou Siemens.

L'échange d'énergie s'effectue en faisant varier la fréquence du courant rotorique de la machine asynchrone et par suite son glissement.

Mesure de l'énergie. — La mesure de l'énergie active est actuellement faite au moyen de transformateurs de courant et de tension : il paraît possible de réduire les dépenses d'installation en utilisant les transformateurs principaux comme transformateurs de tension ; cette simplification peut être également adoptée dans le cas de la mesure de l'énergie dite réactive. Les appareils employés mesurent des énergies physiquement définies quand les tensions et courants sont rigoureusement sinusoïdaux.

La discussion faisant ressortir des divergences de vues sur la définition même de la puissance réactive quand les courbes de tension et de courant ne sont pas sinusoïdales, il paraît opportun de faire une étude d'ensemble de la question comme le demandent les représentants de la Roumanie.

Communications téléphoniques entre centrales par courant porteur suivant les lignes d'interconnexion. — Les applications, faites dans tous les pays du monde, de la téléphonie par courants porteurs suivant les lignes à haute tension, montrent que bien que la question ne soit pas encore complètement au point il est permis d'espérer arriver bientôt à une solution définitive : une tendance très nette vers l'unification des dispositifs en est la preuve.

Partout on utilise la marche en duplex sur deux fréquences, l'une affectée à l'émission, l'autre à la réception. L'emploi d'une fréquence unique, qui ne permet pas de fonctionner réellement en duplex, semble être limitée aux Etats-Unis.

Les fréquences employées pratiquement semblent être comprises entre 50000 et 150 000 p : s, bien que des essais aient été effectués à des fréquences plus faibles et à des fréquences plus élevées.

Le couplage entre appareils récepteurs ou émetteurs et ligne haute tension est effectué soit par condensateurs, soit par antennes. Le système à condensateurs permet seul d'affecter deux fils de ligne, l'un à l'aller, l'autre au retour du courant porteur, exactement comme dans une ligne téléphonique ordinaire. Avec les systèmes à antennes, le retour s'effectue par la terre, ce qui entraîne une plus grande consommation d'énergie et rend plus difficile le filtrage des parasites.

Pour utiliser deux fréquences avec le système à antennes, on peut employer, soit deux antennes accordées chacune pour une longueur d'onde déterminée, soit une seule antenne reliée à un système oscillant spécial permettant l'accord sur deux longueurs d'onde différentes.

En utilisant le couplage par deux condensateurs, des fréquences de l'ordre de 150 000 p : s et de deux systèmes de bouchons accordés sur les fréquences des courants porteurs, M. Dubois est arrivé à rendre l'accord régulier quelles que soient les positions d'ouverture ou de fermeture des interrupteurs et sectionneurs principaux de la ligne à haute tension, tout en réduisant notablement l'influence des parasites. Il a pu, en outre, en combinant le principe d'émission de Baudot à celui du télétype Carpentier, réaliser un télégraphe imprimant permettant d'enregistrer le texte des communications échangées.

Influence des lignes d'énergie électrique sur les lignes de télécommunication. — L'étude des phénomènes d'interférence entre ligne à courants forts et ligne à courants faibles a été poursuivie activement par la Commission permanente du Comité consultatif international des

Communications téléphoniques à grande Distance et il apparaît dès maintenant qu'en ce qui concerne « le danger », l'induction électrique est seule à envisager lorsqu'il s'agit de lignes d'énergie entièrement isolées du sol ; l'induction électromagnétique est seule à déterminer dans le cas de lignes d'énergie ayant un point relié à la terre en permanence.

Au point de vue théorique, les difficultés rencontrées dans le calcul du coefficient d'induction mutuelle entre lignes à courants forts et à courants faibles paraissent à peu près résolues et les valeurs de ce coefficient calculées d'après la formule de Rudenberg concordent d'une façon très satisfaisante avec les valeurs expérimentales déduites des essais effectués à Lancey en 1906.

Il ressort cependant des discussions qui ont eu lieu, que des expériences internationalement contrôlées sont indispensables pour vérifier certains résultats théoriques et fournir les éléments indispensables à de nouvelles recherches. Des essais vont être entrepris dans divers pays d'Europe conformément à un programme résumé dans le rapport de M. Brylinski.

Ces essais seront poursuivis par les administrations qualifiées avec le concours des constructeurs, ce qui donnera un poids encore plus grand aux conclusions de la commission.

Troubles produits dans les lignes par les surtensions et moyens d'y remédier. — M. F.-W. Peek a effectué des essais de surtension au moyen d'un « générateur de foudre » pouvant fonctionner jusqu'à la tension de 2 millions de volts.

M. F.-W. Peek déduit de ces essais, par application du principe de similitude, l'ordre de grandeur des surtensions qui peuvent se produire dans les lignes à haute tension, et il montre que l'importance des charges induites entraînera pour le système isolants, une fatigue beaucoup plus grande que celle admise jusqu'ici.

En ce qui concerne le fonctionnement des parafoudres et les méthodes d'essais de ces appareils actuellement employées aux Etats-Unis, avec utilisation du générateur de foudre de M. Peek, il y a lieu de s'associer pleinement au vœu exprimé par M. le professeur Mauduit, de voir reprendre ces essais en modifiant le dispositif de la façon suivante : le parafoudre à essayer sera placé à l'extrémité d'une ligne d'une longueur variable mais d'au moins quelques kilomètres, sur laquelle sera appliquée la tension normale de régime et à l'origine de laquelle on produira les impulsions destinées à provoquer le fonctionnement[1] du parafoudre. Cette méthode d'essais, grâce à l'emploi de l'oscillographe cathodique, permettra de voir comment se comporte le parafoudre dans une situation voisine de celle où il est normalement utilisé, et, en particulier, d'observer les oscillations qui pourraient se produire au moment de la décharge dans certains types de parafoudre et alors que ces oscillations ne peuvent se développer dans le générateur de foudre employé seul.

En ce qui concerne les déchargeurs statiques de ligne leur emploi ne peut être que favorable théoriquement. En pratique il s'agira seulement de savoir si les dépenses à engager pour installer des appareils de protection, assez largement dimensionnés pour ne pas créer un point faible dans le système, ne sont pas supérieures à celles entraînées par la réparation en cas d'accident, du système non protégé.

Dispositifs de sélection automatique des défauts et de manœuvre des appareils de coupure. — Depuis que M. Fortescue a montré comment pouvait être entreprise l'étude générale des systèmes déséquilibrés, une foule de recherches très intéressantes ont été faites. On sait qu'un système quelconque de trois vecteurs peut être considéré comme équivalant à trois systèmes de vecteurs équilibrés, un système *direct*, un système *inverse* de — 120° et enfin un système dit *asymétrique*.

Un réseau industriel étant pratiquement équilibré en service normal, on voit que toute perturbation provoquant la création d'une dyssymétrie donnera aux vecteurs du système inverse une valeur d'autant plus grande que le déséquilibre sera plus grand ; on pourra donc réaliser pour une ligne unique, par la considération des systèmes directs et inverses, des dispositifs de protection simples aussi sûrs que ceux réalisés normalement pour deux lignes identiques fonctionnant en parallèle.

La réalisation pratique de relais reposant sur ces principes fait l'objet de très intéressantes études et on peut espérer que l'expérience démontrera l'efficacité de la protection ainsi obtenue.

Questions diverses. — Des considérations fort intéressantes ont été exposées sur la normalisation internationale et sur l'utilité d'établissement de statistiques internationales. Ces questions d'une importance considérable méritent d'être étudiées d'une façon approfondie en collaboration avec les organismes qualifiés, en l'espèce le Comité électrotechnique international et l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique.

Une communication sur l'enseignement scolaire fait ressortir les heureux effets que l'on peut attendre de la vulgarisation des principes élémentaires de l'électrotechnique pour réduire les dangers qu'entraine, pour un personnel ignorant, l'emploi de l'électricité.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur l'inversion accidentelle du sens de rotation des moteurs d'induction à courants triphasés branchés sur un réseau de distribution d'énergie

Dans cet article, l'auteur explique au moyen de diagrammes simples, le fait assez fréquemment constaté (et quelquefois contesté par le personnel technique des réseaux de distribution) du démarrage en sens inverse de moteurs triphasés, à la suite de perturbations sur le réseau à haute tension. Il montre que ce phénomène est dû à l'alimentation accidentelle sur deux phases seulement du primaire du transformateur, par suite de la rupture d'un fusible à haute tension, et à la répartition dyssymétrique de l'éclairage sur les trois phases du secondaire. Le couple obtenu au démarrage est beaucoup plus grand quand le transformateur est connecté en étoile des deux côtés, mais il existe aussi dans le cas d'un primaire en triangle. Son sens dépend de la dyssymétrie existant entre deux des phases, et s'inverse avec cette dyssymétrie.

I. **Description du phénomène observé.** — Il a été constaté un certain nombre de fois que des moteurs triphasés, alimentés par des distributions urbaines ou rurales d'énergie électrique, se mettaient à tourner à l'envers, à la suite d'un incident ou accident survenu à cette distribution. Cette affirmation des intéressés a le plus souvent été contestée, quelquefois même avec des sourires ironiques, par le personnel de ces distributions.

Tout récemment un fait de ce genre observé sans conteste nous a été signalé par M. Lemainais, directeur du secteur électrique de Baccarat de la Compagnie lorraine d'Electricité. Certains propriétaires de moteurs ont pu continuer à utiliser les moteurs inversés en croisant les courroies. En vérifiant les conditions dans lesquelles cette inversion a pu se produire, M. Lemainais a constaté qu'un fusible à haute tension du transformateur alimentant la distribution rurale d'éclairage et de force motrice avait fondu, si bien que la distribution était ainsi restée alimentée seulement sur deux phases.

Le transformateur triphasé était du type usuel à flux forcés, possédant trois noyaux seulement sans retour indépendant pour les flux, avec primaire et secondaire en étoile. Les moteurs étaient branchés sur les trois phases sans conducteur neutre et l'éclairage était réparti entre les trois phases et un conducteur neutre relié au centre de l'étoile du secondaire.

Dans ces conditions, il est facile de voir que, bien que le primaire du transformateur soit alimenté en monophasé, il suffit d'une dyssymétrie entre les résistances des circuits d'éclairage, correspondant aux deux branches restées en liaison avec le réseau, pour entraîner dans le noyau non alimenté la production d'un flux et, par suite, pour engendrer dans la phase bobinée sur ce noyau une force électromotrice constituant avec les deux autres phases un système triphasé dyssymétrique. Ce système produira dans les moteurs un champ tournant elliptique susceptible d'assurer le démarrage sous un couple modéré et une fois en marche normale, le moteur, fonctionnant comme équilibreur de phase, améliorera à son tour le système des tensions définitivement existantes.

Le sens de rotation des phases du système dépendra du sens de la dyssymétrie introduite par le réseau d'éclairage et les moteurs pourront, par suite, démarrer soit dans leur sens normal, soit à l'envers, au hasard de cette dyssymétrie initiale.

Nous allons établir ces propriétés au moyen d'un diagramme très simple, imité des diagrammes de dyssymétrie que nous utilisons dans notre enseignement (1) et dont nous nous sommes déjà servis dans cette revue, pour l'étude des surintensités dans les systèmes à courant triphasé (2).

II. **Cas d'un transformateur étoile-étoile à flux forcés, alimenté au primaire en monophasé et fermé au secondaire sur une distribution d'éclairage à quatre fils.** — 1. Étude théorique du fonctionnement du système. — Considérons d'abord le cas d'un transformateur triphasé à flux forcés (fig. 1) dont le primaire est alimenté seulement par les bornes A_1 et C_1 (branches 1 et 3) et dont le secondaire, en étoile avec conducteur neutre, comporte sur les trois phases (entre fils de phase et neutre) des récepteurs d'éclairage de conductances g_1, g_2, et g_3, correspondant à des résistances

$$r_1 = \frac{1}{g_1}, \quad r_2 = \frac{1}{g_2} \quad \text{et} \quad r_3 = \frac{1}{g_3}.$$

Il n'y a pas de moteur branché sur ce réseau.

(1) A. Mauduit: *Machines électriques*, édité par la librairie Dunod, à Paris, 1922, p. 630.

(2) A. Mauduit: Courants de défaut et courants à la terre dans un réseau triphasé : influence du transformateur récepteur. *Revue générale de l'Electricité*, 9 août 1924, t. XVI, p. 227-233 et *Installations électriques à haute et à basse tension*, édité par la librairie Dunod, à Paris, 1926, p. 425.

Soient φ_1, φ_2, φ_3, les valeurs instantanées des flux dans les trois noyaux A, B et C; e_1, e_2 et e_3 les tensions des phases secondaires correspondantes; i_1, i_2, i_3, les courants secondaires, et i_0 le courant dans le fil neutre.

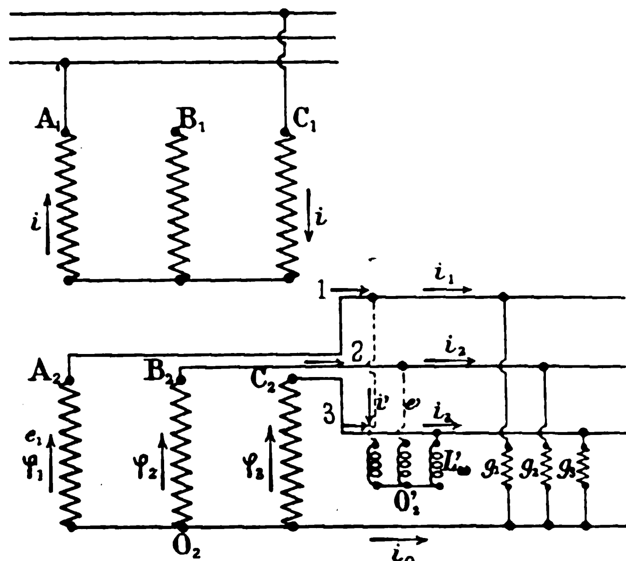


Fig. 1. — Schéma de montage du transformateur triphasé étoile-étoile alimenté en monophasé au primaire et fermé au secondaire sur une distribution d'éclairage et de force motrice.

Appelons i le courant primaire, pris positivement dans le sens des flèches.

Par suite des dyssymétries de courant, il faut prévoir que les deux traverses du transformateur pourront présenter entre elles une différence de potentiel magnétique $\mathcal{V}$. Si nous négligeons les chutes de tension non inductives et les fuites magnétiques, tant entre les deux enroulements de chaque phase qu'entre les traverses, et si nous appelons m le rapport $\frac{n_1}{n}$ des nombres de spires primaires et secondaires, $\mathcal{R}$ la réluctance d'un noyau entre les deux points de jonction inférieur et supérieur des flux φ, supposée la même pour les trois branches, u, la tension primaire appliquée entre les bornes A_1 et C_1, tension dont la valeur est constante et donnée, nous pouvons écrire les trois systèmes ci-dessous, établissant douze relations entre les douze inconnues :

$$\left.\begin{aligned} e_1 &= n\frac{d\varphi_1}{dt}, \\ e_2 &= n\frac{d\varphi_2}{dt}, \\ e_3 &= n\frac{d\varphi_3}{dt}, \\ e_1 - e_3 &= \frac{u}{m}, \end{aligned}\right\} \quad (1) \qquad \left.\begin{aligned} i_1 &= g_1 e_1, \\ i_2 &= g_2 e_2, \\ i_3 &= g_3 e_3, \\ i_1 + i_2 + i_3 + i_0 &= 0, \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

$$\left.\begin{aligned} 4\pi n(i_1 + mi) - \mathcal{R}\varphi_1 &= \mathcal{V}, \\ 4\pi n i_2 - \mathcal{R}\varphi_2 &= \mathcal{V}, \\ 4\pi n(i_3 - mi) - \mathcal{R}\varphi_3 &= \mathcal{V}, \\ \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 &= 0. \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

La dernière relation du système (3) exprime qu'il s'agit d'un tranformateur à flux forcés, dans lequel l'absence de retour commun pour les flux les oblige à avoir à chaque instant une somme nulle; en réalité, cette somme n'est pas tout à fait nulle, mais égale aux fuites entre les traverses que nous avons négligées, ce qui ne modifie que très peu l'allure des diagrammes, car ces fuites sont très faibles [1]. La combinaison de cette relation avec le système (1) entraîne la conséquence

$$e_1 + e_2 + e_3 = 0,$$

qui, avec la relation,

$$e_1 - e_3 = \frac{u}{m}, \quad (4)$$

permet de déterminer e_1 et e_3 en fonction de e_2 par les relations

$$\left.\begin{aligned} e_1 &= \frac{1}{2}\left(\frac{u}{m} - e_2\right), \\ e_3 &= -\frac{1}{2}\left(\frac{u}{m} + e_2\right). \end{aligned}\right\} \quad (4 \text{ bis})$$

Pour obtenir une troisième relation entre les tensions e, nous déterminons $\mathcal{V}$ en ajoutant les trois premières relations du système (3), ce qui donne, en tenant compte de (2),

$$(-4\pi n i_0) = 4\pi n(g_1 e_1 + g_2 e_2 + g_3 e_3) = 3\mathcal{V}. \quad (5)$$

En introduisant cette valeur de $\mathcal{V}$ dans la deuxième équation du système (3), et en passant à la notation en vecteurs plans, on obtient, en tenant compte de $\overline{E}_2 = jn\omega\overline{\Phi}_2$,

$$g_1\overline{E}_1 + g_2\overline{E}_2 + g_3\overline{E}_3 = \left(\frac{3\mathcal{V}}{4\pi n}\right) = 3g_2\overline{E}_2 + 3j\frac{\mathcal{R}}{4\pi n^2\omega}\overline{E}_2.$$

(L'opérateur j placé devant un vecteur $\overline{A}$ désigne un vecteur $j\overline{A}$, égal au vecteur A et en avance sur lui de $\frac{\pi}{2}$).

En remplaçant $\overline{E}_1$ et $\overline{E}_3$ par leurs valeurs tirées du système (4 bis) et appelant L le terme $\frac{4\pi n^2}{\mathcal{R}}$, inductance d'une phase du secondaire, nous arrivons à l'équation qui détermine $\overline{E}_2$,

$$\left(2g_2 + \frac{g_1 + g_3}{2}\right)\overline{E}_2 + 3j\frac{\overline{E}_2}{L\omega} = \frac{g_1 - g_3}{2}\frac{\overline{U}}{m}. \quad (6)$$

[1] Voir *Machines électriques*, loc. cit.

Cette relation définit un triangle rectangle dont l'hypoténuse est égale à $\frac{g_1 - g_3}{2} \frac{\overline{U}}{m}$, et dont les côtés de l'angle droit sont proportionnels à $\overline{E}_2$.

On voit immédiatement que, pour qu'il existe une tension E_2, il faut que g_1 et g_3 soient différents, c'est-à-dire qu'il y ait une dyssymétrie de répartition de l'éclairage sur les deux phases 1 et 3 alimentées par le primaire. Cette tension $\overline{E}_2$ sera alors déphasée par rapport à $\overline{U}$ puisque le coefficient du terme $j\overline{E}_2$ n'est pas nul. La présence d'une charge sur la phase 2, non alimentée directement, agira seulement sur la valeur du déphasage entre $\overline{E}_2$ et $\overline{U}$ et le sens de rotation des trois vecteurs $\overline{E}_1$, $\overline{E}_2$ et $\overline{E}_3$ s'inversera avec le sens de la différence $g_1 - g_3$. Suivant que la phase 1 sera plus chargée que la phase 3, ou la phase 3 plus chargée que la phase 1, les moteurs branchés sur le secondaire tourneront dans un sens ou dans l'autre, quels que soient leur sens de rotation normal et la charge réelle de la phase 2.

On obtient donc ainsi l'explication du phénomène d'inversion accidentelle du sens de rotation des moteurs signalé plus haut.

Le calcul des divers éléments du fonctionnement ne présente aucune difficulté. Le système (4 bis) donne $\overline{E}_1$ et $\overline{E}_3$; le système (2) fournit $\overline{I}_1$, $\overline{I}_2$ et $\overline{I}_3$; en retranchant membre à membre la première et la troisième équation du système (3), on obtient $m\overline{I}$. Il faut toutefois prendre garde que ces calculs ne sont valables que pour de faibles valeurs des dyssymétries, tant que la saturation n'est pas atteinte dans un noyau ; dès que la saturation se manifeste, les réluctances deviennent différentes et les calculs inexacts. Mais l'intérêt de cette étude réside, non dans le calcul des divers éléments, mais dans l'explication fort nette que fournit la relation (6) pour les démarrages directs et inverses des moteurs en cas de rupture de la liaison d'une phase sur le circuit à haute tension.

Donnons seulement la valeur de mI qui, combinée avec I_1 et I_3, permettra de se rendre compte de l'état de saturation des noyaux.

En retranchant la troisième équation du système (3) de la première et en tenant compte des autres systèmes, on obtient

$$2m\overline{I} = j\frac{\mathcal{R}}{4\pi n^2 \omega}\left(\overline{E}_3 - \overline{E}_1\right) + \overline{I}_3 - \overline{I}_1,$$

ou

$$m\overline{I} = -j\frac{\overline{U}}{2mL\omega} + \frac{g_3\overline{E}_3}{2} - \frac{g_1\overline{E}_1}{2} = -j\frac{\overline{U}}{2mL\omega} + \left(\frac{g_1+g_3}{4}\right)\frac{\overline{U}}{m} + \frac{g_1-g_3}{4}\overline{E}_2. \qquad (7)$$

Les courants magnétisants dans les noyaux A et C, évalués sur le secondaire, sont alors

$$\left.\begin{aligned} &\text{Pour le noyau A : } \overline{I}_1 + m\overline{I} = \frac{g_3\overline{E}_3}{2} - j\frac{\overline{U}}{2mL\omega}, \\ &\text{Pour le noyau C : } \overline{I}_3 - m\overline{I} = \frac{g_1\overline{E}_1}{2} + j\frac{\overline{U}}{2mL\omega}. \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

2. Application numérique. — Pour mettre en évidence le phénomène, il suffit de charger une seule phase, 1 ou 3 ; selon qu'on charge l'une ou l'autre phase, les moteurs démarrent dans un sens ou dans l'autre.

Soit un transformateur de 20 kv-A, à la tension étoilée secondaire normale de 115 v. Le courant magnétisant moyen dans les trois branches est, à 50 p : s, 2,88 A, ce qui correspond à $L\omega = 40$ ohms. Pour une tension $\frac{U}{m} = 192$ v, nous avons pris $g_1 = 0{,}26$ mho ($r_1 = 3{,}85$ ohm) ; $g_2 = g_3 = 0$; aucun moteur n'est branché.

La relation (6) devient

$$0{,}13\,\overline{E}_2 + j\,0{,}075\,\overline{E}_2 = 0{,}13 \times 192,$$

ou

$$\overline{E}_2 + j\,0{,}58\,\overline{E}_2 = 192.$$

Portons en $\overline{CA}$, sur la figure 2, la longueur $\frac{\overline{U}}{m} = \overline{U}_2 = 192$ v, sur laquelle, prise comme diamètre, nous décrivons une demi-circonférence. Au point C, nous menons $\overline{CG}$ faisant avec CA un angle α dont la tangente est 0,58, soit environ 30°. Nous obtenons alors $\overline{CG} = \overline{E}_2 = 166$ v.

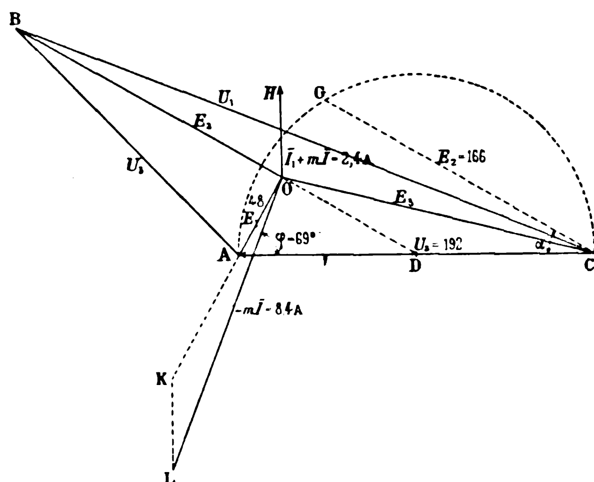


Fig. 2. — Diagramme calculé des tensions et des courants du transformateur de la figure 1, avec primaire monté en étoile et alimenté en monophasé et le secondaire chargé seulement sur la phase 1.

Pour déterminer le triangle, nous construisons à partir de A, d'après (4 bis), le vecteur

$$-\overline{E}_1 = -\frac{\overline{U}}{2m} + \frac{\overline{E}_2}{2} = \overline{AD} + \overline{DO} = 48 \text{ v.}$$

le point O est alors le point représentatif du potentiel du centre O_2 de l'étoile, et il suffit de porter $\overline{OB} = \overline{CG} = \overline{E}_2$, pour obtenir le troisième sommet B du triangle des tensions ; $\overline{OC}$ est alors égal à E_3.

Le courant débité par la branche 1 est

$$I_1 = 48 \times 0{,}26 = 12{,}5 \text{ A.}$$

Les formules (8) nous donnent pour le courant magnétisant dans le noyau A $\left(g_3 = 0 \quad \text{et} \quad \frac{\overline{U}}{m} = 192 \text{ v,}\right)$

$$\overline{I}_1 + m\overline{I} = -j\frac{192}{2 \times 40} = -j\,2{,}4 \text{ A,}$$

c'est-à-dire un courant de 2,4 A, en retard de $\frac{\pi}{2}$ sur $\overline{CA} = \overline{U}_2$, soit suivant $\overline{OH}$; pour le courant magnétisant dans le noyau C,

$$\overline{I}_3 - m\overline{I} = -m\overline{I} = 0{,}13 \times 48 + j\,2{,}4$$

$$= \overline{OK} + \overline{KL} = \overline{OL} = 8{,}4 \text{ A.}$$

Le courant absorbé sur le réseau primaire est relativement considérable et très en retard sur la tension $\varphi = 69°$, $\cos\varphi = 0{,}36$.

La puissance absorbée est

$$U_2 m I \cos\varphi = 192 \times 8{,}4 \times 0{,}36 = 580 \text{ w,}$$

et la puissance utile

$$E_1 I_1 = 48 \times 12{,}5 = 600 \text{ w,}$$

l'écart étant dû au peu de précision des graphiques.

C'est le noyau chargé au secondaire qui est soumis au flux le plus élevé et notablement saturé, puisque le courant magnétisant théorique y atteint 8,4 A, soit environ trois fois le courant magnétisant normal, 2,88 A.

Le diagramme ainsi calculé doit s'écarter assez notablement de la réalité, la saturation du noyau C introduisant des erreurs notables dans les formules utilisées.

3. Essai direct. — L'essai exécuté dans ces conditions a fourni les résultats consignés au tableau I donné plus loin, dans la ligne n° 2, avec lesquels on peut reconstituer le diagramme de la figure 3, qui ne diffère pas considérablement de celui de la figure 2.

Cependant les tensions E_1 et E_2 sont respectivement 60 et 142 v, au lieu de 48 et 166 v ; le courant débité est $I_1 = 15{,}6$ A au lieu de 12,5 A. Cet écart est dû à la saturation qui a fait diminuer notablement la perméance et l'inductance de la phase n° 3 (noyau C). D'autre part, la résultante des trois tensions E est légèrement différente de zéro : elle est représentée en $\overline{OB'} = \overline{OC} + \overline{CA'} + \overline{A'B'}$. Ce fait est dû aux fuites magnétiques entre traverses, à la valeur desquelles la somme $\overline{\Phi}_1 + \overline{\Phi}_2 + \overline{\Phi}_3$

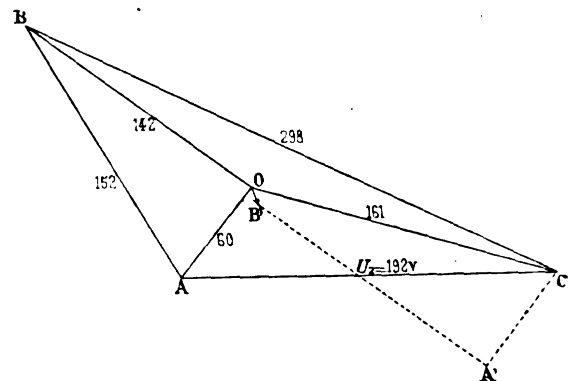


Fig. 3. — Diagramme relevé en essai du transformateur avec primaire en étoile alimenté en monophasé et secondaire fermé seulement sur la phase 1.

est égale, au lieu d'être rigoureusement nulle. Quand il n'y a pas de différence entre g_1 et g_3, la tension $\overline{E}_2$ reste nulle et l'on peut fermer la branche 2 sur une conductance g_2 sans obtenir de courant (premier essai du tableau I).

III. Même montage que le précédent, avec addition d'un moteur sans fil neutre. — 1. Étude théorique. — Si l'on ferme maintenant le stator d'un moteur sur les bornes A_2 B_2 C_2 (fig. 1, connexion en pointillé) en laissant le secondaire de ce moteur coupé, le diagramme des tensions se modifie. Le point neutre n'est pas relié au centre O_2 de l'étoile du transformateur.

Dans ces conditions, les tensions étoilées E' du moteur peuvent être différentes de celles du transformateur. On peut aisément écrire les équations complètes du système, en désignant par I' les courants dans le moteur. Toutefois, si l'on suppose que les résistances et les réactances des trois phases du moteur sont égales, la relation

$$\overline{I'}_1 + \overline{I'}_2 + \overline{I'}_3 = 0,$$

due à l'absence de fil neutre dans le circuit du moteur, entraîne la relation

$$\overline{E'}_1 + \overline{E'}_2 + \overline{E'}_3 = 0.$$

Par suite, les tensions E' ayant leurs différences égales à celles des tensions E et ayant, comme ces dernières,

une résultante nulle, leur sont respectivement égales, soit

$$\overline{E}'_1 = \overline{E}_1; \quad \overline{E}'_2 = \overline{E}_2; \quad \overline{E}'_3 = \overline{E}_3;$$

les centres O_1 et O'_2 sont au même potentiel.

La somme des courants I' étant nulle, l'équation (5) reste valable, et si on désigne par $L'\omega$ la réactance d'une phase du moteur, en négligeant sa résistance, on a

$$\overline{I}_2 = g_2\overline{E}_2 - j\,\frac{\overline{E}_2}{L'\omega},$$

et l'équation (6) devient

$$\left(2g_2 + \frac{g_1+g_3}{2}\right)\overline{E}_2 + 3j\frac{\overline{E}_2}{\omega}\left(\frac{1}{L} - \frac{1}{L'}\right) = \frac{g_1 - g_3}{2}\,\frac{\overline{U}}{m}. \quad (9)$$

On peut facilement construire le triangle rectangle équivalent ; seulement il faut noter que, si on a $L' < L$, le sens de rotation des vecteurs E est inverse du sens correspondant à l'absence de moteur. Ce sens dépend d'ailleurs, comme précédemment, de la différence des charges $g_1 - g_3$ et s'inverse toujours avec cette différence.

2. Application numérique. — Branchons sur le système précédemment utilisé un stator de moteur de 4 ch, consommant à vide 7,68 A sous une tension étoilée de 115 V : soit $L'\omega = 15$ ohms.

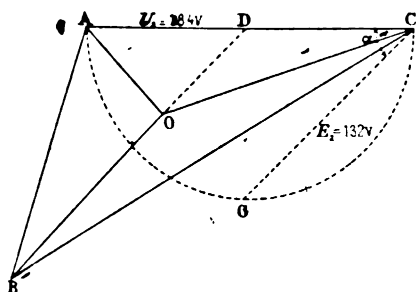


Fig. 4. — Diagramme calculé du transformateur avec primaire en étoile alimenté en monophasé et secondaire chargé sur la phase 1 et sur un stator de moteur dont le rotor est à circuit ouvert.

Comme on a $L'\omega < L\omega$; le sens du vecteur E_2 s'inverse. Pour une tension $U_2 = \frac{U}{m} = 184$ V, on obtient la relation

$$0{,}13\,\overline{E}_2 + 3\left(\frac{1}{40} - \frac{1}{15}\right)j\,\overline{E}_2 = 184 \times 0{,}13.$$

ou

$$\overline{E}_2 - 0{,}963\,j\,\overline{E}_2 = 184;$$

d'où le diagramme de la figure 4.

En réalité, l'essai effectué dans ces conditions a donné les résultats rapportés au tableau I (essai n° 3), qui aboutissent à un diagramme très différent (fig. 5) : nous avons tracé ce diagramme dans le même sens que

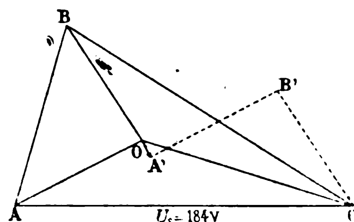


Fig. 5. — Diagramme relevé en essai du transformateur avec primaire en étoile alimenté en monophasé et secondaire chargé sur la phase 1 et sur un stator de moteur dont le rotor est à circuit ouvert.

celui de la figure 3 pour faciliter la comparaison avec ce dernier et montrer l'amélioration occasionnée dans le système des tensions par la présence du stator du moteur. En réalité, le diagramme aurait dû être inversé comme dans la figure 4.

3. Mise en route d'un moteur sur ce système. — Nous avons alors démarré le moteur : il s'est mis à tourner dans son sens normal. Les lectures correspondantes des appareils de mesures sont données au tableau I (essai n° 4), ce qui fournit le système de tensions de la figure 6. On remarque immédiatement que ce sys-

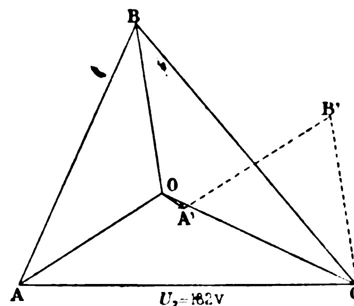


Fig. 6. — Diagramme relevé en essai du transformateur avec primaire en étoile alimenté en monophasé et secondaire chargé sur la phase 1 et sur un moteur tournant à vide.

tème se rapproche beaucoup plus que les précédents d'un triangle équilatéral : la tension E_3 diminue un peu de 120 à 115 V et les autres tensions E_1 et E_2 augmentent beaucoup de 78 et 74 V à 92 V. Le moteur agit comme équilibreur de tensions en absorbant un courant beaucoup plus grand sur la phase 3, notablement supérieur à 10 A, limite de l'échelle de l'ampèremètre utilisé.

Ayant alors branché la résistance de charge sur la phase 3, sans autre changement (essai n° 5 du tableau I), nous avons vu le moteur démarrer en sens inverse et nous avons obtenu les lectures symétriques des précédentes.

TABLEAU I. — *Résultats d'essais : Cas du transformateur étoile-étoile.*

DÉSIGNATION DES ESSAIS	E_1 en volts	E_2 en volts	E_3 en volts	U_1 en volts	U_2 en volts	U_3 en volts	I_1 ampères	I_3 ampères	I'_1 ampères	I'_2 ampères	I'_3 ampères	OBSERVATIONS
Essai n° 1........	99	0	99	99	200	99	0	0	0	0	0	
Essai n° 2........	60	142	161	>240	192	152	15,6	0	0	0	0	Phase n° 1 seule chargée; pas de moteur.
Essai n° 3........	78	74	120	184	184	101	20,5	0	5,3	5,3	8,7	Phase n° 1 seule chargée sur résistance ; moteur branché avec secondaire coupé.
Essai n° 4........	92	92	115	184	182	154	24	0	8,5	8,5	>10	Phase n° 1 chargée sur même résistance ; moteur branché tournant à vide dans le sens normal.
Essai n° 5........							0	24				Résistance de charge sur la phase n° 3 ; le moteur tourne en sens inverse.

IV. Cas d'un transformateur triangle-étolle. — 1. ÉTUDE THÉORIQUE. — L'inversion accidentelle des moteurs d'une installation nous avait été déjà signalée, il y a plus d'un an. Le transformateur était alors en triangle au primaire, le secondaire alimentant comme précédemment les moteurs sans fil neutre et l'éclairage avec quatre fils. Seulement le fait avait été moins nettement établi et l'on n'avait pas observé la nature de l'accident survenu en haute tension.

Nous avons alors essayé de reproduire l'inversion, en connectant le transformateur d'essai en triangle au primaire et en l'alimentant seulement aux deux sommets du triangle formant les extrémités du noyau B qui porte la phase secondaire n° 2 (rupture d'un fusible primaire).

Les résultats d'essais que nous allons commenter en détail sont consignés dans le tableau II; le schéma de montage est donné sur la figure 7.

TABLEAU II. — *Résultats d'essais : Cas du transformateur triangle-étoile.*

DÉSIGNATION DES ESSAIS	E_1 en volts	E_2 en volts	E_3 en volts	U_1 en volts	U_2 en volts	U_3 en volts	I_1 ampères	I_2 ampères	I_3 ampères	I'_1 ampères	I'_2 ampères	I'_3 ampères	OBSERVATIONS
Essai n° 1...	56	116	56	174	0	174	0	0	0	0	0	0	Pas de charge sur aucune phase
Essai n° 2...	58	114	58	170	0	170	0	17,5	0	0	0	0	Phase du milieu chargée seule sur 3,25 ohms.
Essai n° 3...	110	115	ε	121	104	226	0	0	ε	0	0	0	Phase n° 3 chargée sur résistance 3,25 ohms. Pas de moteur branché.
Essai n° 4...	25	110	95	202	87	129	7	0	0	ε	8	7	Moteur ne démarre pas ; les lectures sont faites avant connexion du moteur. Phase n° 1 chargée sur 3,25 ohms. Moteur branché avec secondaire coupé.
Essai n° 5...	73	107	106	196	151	150	22,5	0	0	7,5	18,5	19	Phase n° 1 seule chargée. Moteur tournant à vide dans le sens inverse.
Essai n° 6...	108	107	73	148	152	198	0	0	22,5	19	18	7,5	Phase n° 3 seule chargée. Moteur tournant à vide dans le sens normal.

Disons dès maintenant que lorsqu'on charge seulement la phase 2, le moteur ne démarre pas ; si l'on charge seulement la phase 1 ou la phase 3, il démarre dans un sens ou dans l'autre, mais le démarrage est beaucoup moins énergique que dans le cas d'un transformateur étoile-étoile.

Adoptons pour le secondaire les mêmes notations que dans le montage étoile-étoile de la figure 1. Au primaire, il y a deux courants dérivés sur la tension $V_{B1} - V_{C1} = U$, le courant i qui va de B_1 à C_1 par l'enroulement du noyau médian B et le courant i' qui va de B_1 à C_1 par les deux enroulements des noyaux A et C en série dans le même sens.

Quand le secondaire n'est pas chargé, le flux développé dans le noyau B par le courant i, sous l'influence

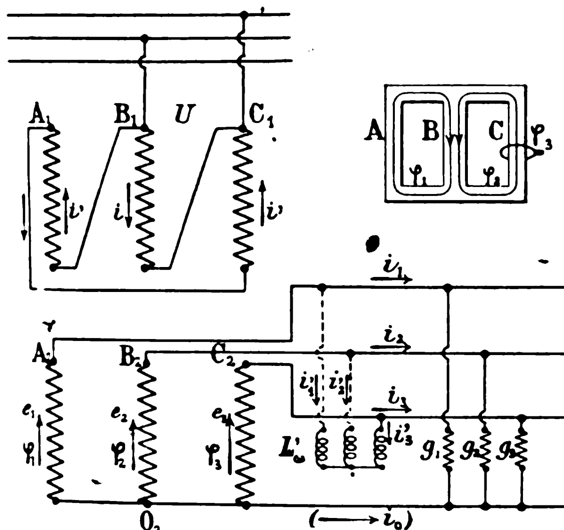


Fig. 7. — Schéma de montage du transformateur triphasé triangle-étoile alimenté au primaire en monophasé et fermé au secondaire sur une distribution d'éclairage et de force motrice.

de la tension appliquée U, se ferme par les deux noyaux A et C en parallèle, à raison de la moitié dans chacun d'eux : la tension étoilée $\overline{E}_2$ est alors égale à $\frac{\overline{U}}{m}$ et les tensions $\overline{E}_1$ et $\overline{E}_3$ sont égales chacune à $-\overline{E}_2$ (essai n° 1 du tableau II).

Si l'on charge seulement la phase centrale sur une conductance g_2, il s'établit un courant I_2 qui provoque la naissance d'un courant primaire $\overline{I} = \frac{\overline{I}_2}{m}$, dont la force magnétomotrice neutralise la force magnétomotrice secondaire due à $\overline{I}_2$. La tension $\overline{U}$ n'étant pas modifiée, si l'on néglige les chutes de tension non inductives, le flux Φ_2 n'est pas altéré et les flux Φ_1 et Φ_2 restent égaux à $-\frac{\Phi_2}{2}$, les tensions $\overline{E}_1$ et $\overline{E}_3$ restant égales chacune à $-\frac{\overline{E}_2}{2}$. C'est le cas de l'essai n° 2 du tableau II; $\overline{E}_1 = \overline{E}_3 = 58$ v, contre $\frac{\overline{E}_2}{2} = 57$ v; les points A et C du triangle des tensions coïncident sensiblement, la tension composée $U_2 = \overline{E}_1 - \overline{E}_3$ étant sensiblement nulle. Un moteur branché sur les bornes secondaires ne démarre pas à vide.

Chargeons maintenant seulement la phase 3 sur une conductance $g_3 = 0{,}308$ mho (résistance de 3,25 ohms). Nous constatons qu'il passe un très faible courant dont l'indication est illisible sur l'ampèremètre de 30 A, en même temps que la tension $\overline{E}_3$ tombe à une valeur également inappréciable sur le voltmètre. Ce résultat (essai n° 3, tableau II) s'explique aisément. L'essai revient à placer autour du noyau C (fig. 7) une boucle fermée de résistance relativement faible : le courant qui prend naissance dans la boucle tend à chasser tout le flux dans la colonne A, et la tension E_1 devient sensiblement égale à E_2, tandis que E_3 tombe à une valeur très faible. Cette faible tension E_3 est d'ailleurs très déphasée par rapport à E_2.

On peut établir le diagramme en supposant, d'une façon générale, que les trois phases sont chargées sur des conductances quelconques g_1, g_2 et g_3.

Nous pouvons écrire les deux systèmes d'équations,

$$\left.\begin{aligned} e_1 &= n\frac{d\varphi_1}{dt}, \\ e_2 &= n\frac{d\varphi_2}{dt}, \\ e_3 &= n\frac{d\varphi_3}{dt}, \\ e_2 &= \frac{u}{m}. \end{aligned}\right\} (10) \qquad \left.\begin{aligned} i_1 &= g_1 e_1, \\ i_2 &= g_2 e_2, \\ i_3 &= g_3 e_3, \\ (i_1 + i_2 &+ i_3 + i_0 = 0) \end{aligned}\right\} (11)$$

comme dans le cas précédent, avec cette différence que la tension de base au secondaire est ici la tension étoilée $\overline{E}_2 = \frac{\overline{U}}{m}$, au lieu de $\overline{E}_1 - \overline{E}_3$ dans le montage en étoile.

D'autre part, si l'on écrit que la différence de potentiel est la même entre les deux points B_1 et C_1, dans les deux dérivations $B_1 C_1$ directe et $B_1 A_1 C_1$, comme on néglige les chutes de tension non inductives et les fuites, on a

$$V_{B1} - V_{C1} = V_{B1} - V_{A1} + V_{A1} - V_{C1}$$

ou au secondaire,

$$\begin{aligned} e_2 &= -(e_1 + e_3), \\ e_1 + e_2 + e_3 &= 0. \end{aligned} \qquad (12)$$

Cette relation (12) se trouve ainsi assurée indépendamment du fait que les flux sont assujettis à avoir une résultante nulle, et elle existerait, par suite, même si les flux étaient libres (transformateur cuirassé ou groupe de transformateurs monophasés. Il n'y aura pas de différence de potentiel magnétique entre les deux traverses, le flux du noyau B se répartissant d'une façon convenable au retour dans les noyaux A et C et le système (3) deviendra ici

$$\left.\begin{aligned} 4\pi n(i_1 + mi') - \mathcal{R}\varphi_1 &= 0, \\ 4\pi n(i_2 - mi) - \mathcal{R}\varphi_2 &= 0, \\ 4\pi n(i_3 + mi') - \mathcal{R}\varphi_3 &= 0, \\ \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 &= 0. \end{aligned}\right\} (13)$$

Les tensions $\overline{E}$ sont données par trois équations, savoir la dernière du système (10), la relation (12) et l'équation obtenue en retranchant membre à membre la première et la troisième du système (13), soit, en notations vectorielles, après remplacement de $\frac{4\pi q^2}{\mathcal{R}}$ par L, et, compte tenu des systèmes (10) et (11),

$$\overline{I}_1 - \overline{I}_3 - \frac{\mathcal{R}}{4\pi n}(\overline{\Phi}_1 - \overline{\Phi}_3) = 0,$$

$$g_1\overline{E}_1 - g_3\overline{E}_3 + j\frac{\overline{E}_1 - \overline{E}_3}{L\omega} = 0. \qquad (14)$$

En remplaçant $\overline{E}_1$ par sa valeur en fonction de $\overline{E}_3$ et de $\overline{E}_2$, tirée de (12), et en conservant $\overline{E}_2$ qui est connu et égal à $\frac{U}{m}$, on obtient

$$\overline{E}_1 = -(\overline{E}_3 + \overline{E}_2) \qquad (15)$$

$$(g_1 + g_3)\overline{E}_3 + 2j\frac{\overline{E}_3}{L\omega} = -g_1\overline{E}_2 - j\frac{\overline{E}_2}{L\omega}. \qquad (16)$$

La relation (16) donne E_3 et la solution (15), E_1.

On remarquera que la répartition des tensions ne dépend pas de la charge de la phase B, puisque g_2 ne figure pas dans ces équations.

La seconde équation du système (14) donnera alors le courant I primaire qui dépend de I_2 et par suite de g_2; la première ou la troisième fournira le courant I' dans la seconde dérivation du primaire, leur différence ayant servi à déterminer les tensions E_1 et E_3.

2. Application numérique. — Chargeons seulement la phase 3 sur une résistance $r_3 = 3,25$ ohms, soit $g_3 = \frac{1}{3,25} = 0,308$ mho. Pour une tension $E_2 = 115$ v, et une réactance $L\omega = 40$ ohms, nous obtenons

$$0,308\,\overline{E}_3 + j\,0,05\,\overline{E}_3 = -j\,0,025 \times 115,$$

ou

$$\overline{E}_3 + j\,0,1625\,\overline{E}_3 = -j\,9,35;$$

d'où il résulte que E_3 est égal à 9,35 v environ et est sensiblement en quadrature avec E_2; le courant I_3 est 2,9 A. Ces deux valeurs correspondent à des déviations inappréciables sur un voltmètre de 240 v et un ampèremètre de 30 A, comme l'indique l'essai n° 3 du tableau II.

La fermeture d'un circuit autour du noyau C (fig. 7) a chassé le flux de ce noyau en le faisant passer par le noyau A.

V. Cas d'un transformateur triangle-étoile avec moteur branché sur le secondaire. —

1. Étude théorique. — Si l'on ajoute en dérivation un stator de moteur à courant triphasé (avec rotor coupé), dans l'hypothèse faite précédemment d'une réactance $L'\omega$ égale sur les trois phases, on retrouve la condition pour les trois tensions étoilées E' de ce moteur,

$$\overline{E}'_1 + \overline{E}'_2 + \overline{E}'_3 = 0,$$

d'où il résulte que ces tensions, ayant mêmes différences que les tensions E du transformateur, leur sont égales chacune à chacune.

Si l'on néglige la résistance du moteur à côté de la réactance $L'\omega$, on voit aisément que l'équation (16) n'est modifiée que par la substitution à $\frac{1}{L\omega}$ de $\left(\frac{1}{L\omega} - \frac{1}{L'\omega}\right)$, ce qui donne

$$(g_1 + g_3)\overline{E}_3 + 2j\,\overline{E}_3\left(\frac{1}{L\omega} - \frac{1}{L'\omega}\right)$$
$$= -g_1\overline{E}_2 - j\,\overline{E}_2\left(\frac{1}{L\omega} - \frac{1}{L'\omega}\right). \qquad (17)$$

Si $L'\omega$ est plus petit que $L\omega$, les deux termes en j changent de signe.

2. Application numérique. — Ajoutons en dérivation un moteur pour lequel $L'\omega = 15$ ohms; soit $E_2 = 110$ v; $g_3 = 0$; $g_1 = 0,308$ mho.

L'équation (18) donne alors (en permutant 1 et 3, puisqu'ici c'est la phase 1 qui est chargée)

$$0,308\,\overline{E}_1 + j \times 2\left(\frac{1}{40} - \frac{1}{15}\right)\overline{E}_1 = -j \times 110\left(\frac{1}{40} - \frac{1}{15}\right)$$

$$\overline{E}_1 - j\,0,271\,\overline{E}_1 = +j \times 15.$$

Portons $\overline{OB}$ (fig. 8) le vecteur de base $E_2 = 110$ v; nous menons, en avance de $\frac{\pi}{2}$, la longueur $\overline{OD} = 15$ v

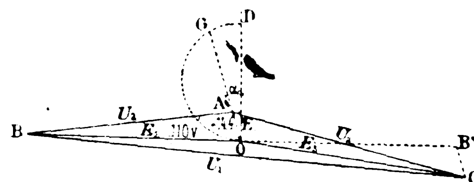


Fig. 8. — Diagramme calculé du transformateur avec primaire en triangle alimenté en monophasé et secondaire chargé sur la phase 1 et sur un stator de moteur dont le rotor est à circuit ouvert.

(à une échelle quatre fois plus grande), nous traçons en $\overline{OG}$ une droite en avance de l'angle $\alpha = \text{arctg}\,0,271$ soit 15°10'. Nous obtenons en $\overline{OA}$, à l'échelle normale, avec $\overline{OA} = \frac{1}{4}\,\overline{OG}$, la tension $\overline{E}_1 = 14,4$ v. En portant ensuite $\overline{OB'} = -\overline{OB}$ et $\overline{B'C} = -\overline{OA}$, nous formons $\overline{OC} = \overline{E}_3$, ce qui complète le triangle ABC des tensions.

3. Essais. — L'essai exécuté dans ces conditions (essai n° 4 du tableau II), conduit au diagramme assez différent de la figure 9. E_1 est en réalité égal à 25 v au lieu de 14,4 v calculé.

Quand on met en route le moteur à vide, on obtient les résultats donnés dans l'essai n° 5 du tableau II, et

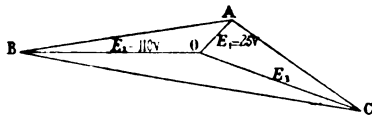


Fig. 9. — Diagramme relevé en essai du transformateur avec primaire en triangle alimenté en monophasé et secondaire chargé sur la phase 1 et sur un moteur dont le rotor est à circuit ouvert.

reproduits dans le diagramme de la figure 10, beaucoup plus voisin d'un triangle équilatéral, par suite du fonctionnement du moteur en équilibreur de phases.

Dans l'essai n° 6 du tableau II, on a chargé la phase 3 au lieu de la phase 1 et le moteur a démarré en sens inverse.

Dans le montage en triangle-étoile, le système triphasé des tensions, obtenu quand un stator de moteur est branché en dérivation avant le démarrage du moteur (diagramme de la figure 9) est beaucoup plus éloigné d'un système triphasé symétrique que dans le montage en étoile-étoile (diagramme de la figure 5). C'est ce qui

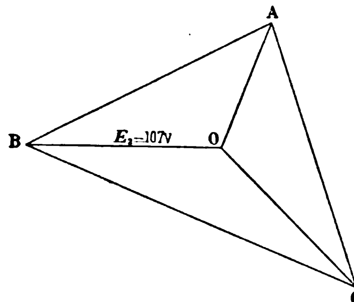


Fig. 10. — Diagramme relevé en essai du transformateur avec primaire en triangle alimenté en monophasé et secondaire chargé sur la phase 1 et sur un moteur tournant à vide.

explique que le démarrage soit beaucoup moins énergique dans la connexion triangle-étoile que dans le montage étoile-étoile.

A. Mauduit,
Professeur d'Electrotechnique à la Faculté des Sciences de Nancy.

Revues, analyses et informations

Comité électrotechnique français.

Séance du 3 mars 1927.

La séance est ouverte à 17 heures sous la présidence de M. E. Brylinski, président du Comité.

Sont en outre présents : MM. Arrighi de Casanova, Blondin, Boucherot, Darrieus, Drouin, Duval, Gacogne, Genissieu, Girault, Guéry, Girousse, Hua, Lacroix, Lebaupin, Legouëz, Mouchelet, Paré, Parodi, Péridier, J. Rey, Roth, Rougé, Ulrich.

Absents excusés : MM. Bunet, Cauchois, Eschwège, Goldschmidt, Gratzmuller, Grosselin, Imbs, Schwarberg, Stiffel, Zetter.

I. Procès-verbal. — Le procès-verbal de la séance du 5 novembre 1926 est lu et adopté (1).

Le Président souhaite la bienvenue aux délégués nouveaux présents en séance, MM. Arrighi de Casanova, Parodi et Ulrich, dont le concours sera précieux à nos travaux.

II. Augmentation des cotisations. — Le Président rend compte du résultat de la consultation faite auprès de nos adhérents concernant le doublement de la cotisation. Une seule société n'est plus représentée, quelques-unes ont réduit légèrement le nombre de leurs délégués, mais en compensation nous devons nous féliciter de la décision prise par le Syndicat des Entrepreneurs de Réseaux et de Centrales électriques qui a demandé son admission au Comité en désignant quatre délégués : MM. Ulrich, Duval, Esbran et Goldschmidt. Si l'on considère que les questions relatives aux lignes, aux isolateurs et aux usines hydrauliques et thermiques sont actuellement mises à l'étude par la Commission électrotechnique internationale, le concours de ces nouveaux délégués nous sera tout spécialement utile et nous remercions le Syndicat de son initiative.

Dans l'ensemble, le Comité comprend 16 sociétés adhérentes, comme par le passé, et 63 délégués au lieu de 64. Les ressources assurées par ces nouvelles dispositions permettront le fonctionnement normal de la trésorerie.

III. Réunion de la Commission électrotechnique internationale en Italie. — Le Président rappelle qu'une réunion des comités d'études de la Commission électrotechnique internationale est prévue en Italie, à Bellagio, du 4 au 12 septembre 1927 ; elle coïncidera avec les fêtes anniversaires de Volta à Côme. La séance plénière finale se tiendra à Rome. Bien que la tournée prévue soit un peu longue et que la dépense à prévoir soit importante, le Président engage tous les membres qui pourront se rendre en Italie à s'y trouver car il est utile que la France soit largement représentée dans ces réunions techniques internationales ; MM. Blondin, Brylinski, Janet, Roth, Duval ont promis leur concours ; il est convenu qu'une circulaire sera adressée à nos adhérents au sujet de cette réunion.

IV. Comptes de l'exercice 1926. — M. Blondin, trésorier, présente les comptes de l'exercice 1926.

(1) Ce procès-verbal a été publié dans la *Revue générale de l'Electricité*, 12 février 1927, t. XXI, p. 249.

Ceux-ci mettent en évidence la nécessité où le Comité s'est trouvé d'augmenter les cotisations; en effet, tandis que les recettes résultant des cotisations se sont élevées à 13 000 fr les dépenses de voyage et les frais d'impressions occasionnées par la réunion de New-York ont dépassé 18 000 fr, somme à laquelle il faut ajouter la cotisation de 7 500 fr versée à la Commission internationale. Aussi malgré une gestion très sévère de nos services, dont les dépenses n'ont pas atteint 5 000 fr, nous trouvons-nous devant un exercice déficitaire. Nous devons remercier chaleureusement les grandes maisons de construction qui ont bien voulu envoyer à leurs frais des ingénieurs à New-York et ont ainsi permis à la délégation française de fournir une représentation importante, sinon par son nombre, du moins par la qualité et le travail de ses délégués.

Le relèvement de la cotisation, accepté par nos divers adhérents, permettra d'équilibrer notre budget de 1927, malgré la dépense supplémentaire de la cotisation à la Commission internationale, portée maintenant à 100 livres sterling.

V. Association internationale de Normalisation et Association française de Normalisation. — Le Président expose l'état actuel des tractations relatives à la constitution de l'Association internationale de Normalisation et de l'Association française de Normalisation. En ce qui concerne l'Association française de Normalisation, M. Legouëz indique que M. Clémentel prépare une séance officielle de constitution; M. Rateau sera probablement désigné comme président, le nom du futur secrétaire n'est pas arrêté. Les statuts de la nouvelle association prévoient une cotisation de 250 fr par délégué avec cinq voix par délégué. Le Président propose de demander l'inscription de notre Comité à l'Association française de Normalisation, cette proposition est adoptée et l'on décide de demander que cinq délégués soient acceptés pour notre Comité; ces délégués seraient le président et le secrétaire du Comité et M. Arrighi de Casanova pour les moteurs thermiques, M. Darrieus pour les moteurs hydrauliques, M. Parodi pour la traction; le Secrétaire écrira à l'Association afin de l'aviser de ces décisions.

En ce qui concerne l'Association internationale de Normalisation, on en prépare également les statuts. La cotisation sera fonction de la population et du commerce des nations; on envisage 159 livres pour la cotisation française: l'Association française de Normalisation actuellement en formation, représentera la France à l'Association internationale (I.S.A.) et le Comité électrotechnique français sera, dans cette association française, le groupement chargé de l'étude des questions concernant l'électricité.

VI. Adoption de la « Revue générale de l'Électricité » comme organe du Comité. — M. Blondin propose de désigner la « Revue générale de l'Electricité » comme organe du Comité électrotechnique français. Si cette proposition est agréée, la mention sera portée sur la couverture et en tête de la revue. La proposition est adoptée.

VII. Travaux des commissions. — Le Secrétaire expose les travaux des commissions du Comité et l'état de la correspondance avec la Commission internationale.

Nous avons réexpédié à Londres 100 exemplaires de la note de M. Belfils et de la note sur la marque des bornes, notes égarées lors de leur envoi à New-York, ainsi que de la proposition française concernant les symboles de traction.

La Commission des Huiles isolantes a tenu plusieurs réunions et s'est préparée à étudier les méthodes arrêtées par la Commission internationale dès qu'elles nous seront notifiées. La Commission des Isolateurs étudie la formule d'essai des porcelaines, définie à New-York. La Commission des Spécifications des Machines a préparé ses conclusions. La Commission de la Nomenclature et du Vocabulaire s'est réunie très fréquemment sous la présidence de M. Janet; elle a terminé l'étude de la note transmise par M. Mailloux et transmis la réponse de notre comité.

M. Arrighi de Casanova a bien voulu accepter d'être notre délégué pour l'étude des moteurs thermiques; M. Rauber a accepté d'être expert pour les spécifications des chaudières; M. Zetter s'est chargé, à nouveau, de la normalisation des culots et douilles pour lampes de radiocommunications; M. Labour a accepté d'être délégué pour les compteurs.

M. Darrieus expose qu'il s'est mis en relation avec M. Eydoux pour l'étude des questions relatives aux moteurs hydrauliques; cette étude sera poursuivie d'accord avec la Société hydrotechnique de France pour laquelle M. J. Laurent prépare un rapport.

Le Président propose pour la constitution de la Commission des Moteurs thermiques: MM. Arquembourg, Blondin, Cauchois, Compère, Frère, Girault, Girousse, Mouchelet, Parodi, Roth, Schwarberg, sous la présidence de M. Arrighi de Casanova; cette proposition est acceptée.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 18 heures et demie.

La production de rayons cathodiques de grande vitesse à l'extérieur du tube générateur (1).

Depuis l'époque où Lénard réussit à faire sortir les rayons cathodiques d'un tube à vide par une fenêtre d'aluminium, divers systèmes ont été proposés de temps à autre dans le même but. L'auteur vient d'établir un modèle très remarquable de tube à rayons cathodiques qui peut être séparé de la pompe à vide, et peut être traversé par un courant de plusieurs milliampères sous une différence de potentiel pouvant atteindre 350 000 v. Ce modèle de tube a été exécuté en différentes dimensions, dont les longueurs sont comprises entre 53 et 155 cm. La cathode est formée d'une spirale plane de fil de tungstène placée à l'intérieur d'une cupule hémisphérique, destinée à concentrer les rayons suivant l'axe du tube. L'anode, qui sert en même temps de fenêtre, est formée d'une feuille de nickel de 0,0127 mm d'épaisseur et de 7,5 cm de diamètre; elle est renforcée par une grille de molybdène en nid d'abeille, qui équilibre la pression de l'atmosphère. Le bord de la fenêtre est soudé à un anneau d'invar, lui-même scellé à l'extrémité du tube. D'autre part, un long tube de cuivre coaxial au tube de verre, partant de la fenêtre et allant jusqu'à la région médiane du tube, sert à protéger le verre de la portion anodique du tube contre l'action perforante de la décharge. Dans ces conditions, la plupart des électrons de la cathode vont droit à la fenêtre. Le ballon central d'un tube moyen a un diamètre de 20 cm, et la longueur totale du tube de ce modèle est de 89 cm. L'émission de rayons cathodiques dans l'air par ce dispositif est un phénomène tout à fait curieux. L'air de l'espace environnant devient luminescent, et la luminescence d'un morceau de chaux vive peut se manifester jusqu'à des distances de la fenêtre de l'ordre de 38 cm. Enfin, divers métaux placés en avant de la fenêtre, à l'air libre, deviennent l'origine d'une émission de rayons X. Il est certain que ce tube est appelé à jouer un rôle important dans des recherches expérimentales variées. — L. B.

(1) W.-D. Coolidge. *Journal of the Franklin Institute*, décembre 1926, t. CCII, p. 693-721, 8 000 mots, 19 figures.

SECTION INDUSTRIELLE

Sur l'emploi du pont de Wheatstone pour la mesure des faibles résistances

La comparaison des faibles résistances est généralement obtenue par l'emploi d'un pont de Thomson. Or, dans certaines exploitations industrielles, la rareté du nombre de ces mesures ne justifie pas toujours l'achat d'un tel pont. Cette considération a conduit l'auteur à élaborer une méthode de mesure qui n'exige que l'utilisation du seul pont de Wheatstone. Une telle méthode a déjà été mise au point aux Etats-Unis par MM. F. Wenner et A. Smith (*). Toutefois cette ingénieuse méthode conduit, toutes choses égales d'ailleurs et pour une sensibilité et une précision comparables, à des calculs plus compliqués que ceux de la méthode exposée ci-dessous. M. Janvier montre qu'il est possible, par un montage convenable s'appliquant par surcroît aux mesures en courant alternatif, d'obtenir une aussi bonne précision et de mesurer, de plus, la différence de phase dans les circuits utilisés.

I. **Principe de la méthode.** — Considérons le schéma de la figure 1 ; dans ce montage, deux résistances de faible valeur, *R* et *X*, sont branchées sur une source pouvant fournir un certain courant. Connectons aux prises de potentiel X_1 et R_2 une résistance élevée *B*. Cette dernière possédera un curseur qui, en se déplaçant le long d'une échelle divisée, permet d'obtenir à tout moment les valeurs des deux résistances fractionnelles *M* et *N* ou leur rapport.

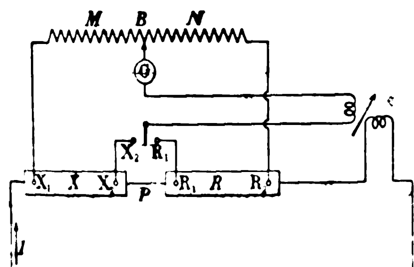


Fig. 1. — Schéma de principe du montage pour la mesure des faibles résistances en courant alternatif à l'aide d'un pont de Wheatstone modifié.

Le galvanomètre G peut être branché à volonté, grâce à un commutateur, sur l'un des plots X_2 ou R_1. Désignons par *P* la résistance parasite entre *X* et *R* et pour nous placer dans le cas le plus général, supposons que le pont soit alimenté en courant alternatif, ce qui va faire intervenir les déphasages. Le diagramme correspondant au branchement ainsi défini est donné sur la figure 2. Nous admettons, pour plus de clarté, que *R* est une résistance étalon non inductive,

On remarquera que les angles tels que ε et β, qui semblent importants sur ce diagramme, sont en réalité très petits. Ils sont évalués le plus souvent en minutes et ne dépassent généralement pas 2 à 3 degrés.

Dans ces conditions on peut facilement admettre que les différences de potentiel « complémentaires » entre deux différences de potentiel présentant entre elles un très petit déphasage sont très sensiblement normales à celles-ci.

Nous constatons sur la figure 2 que l'on a $\delta = \beta$. Mais $\delta = \alpha + \varepsilon$, donc $\varepsilon = \beta - \alpha$; tout le problème se ramène donc à la mesure des deux angles α et β.

Comme nous l'avons dit plus haut, les angles α, β et ε sont très petits et, dans ces conditions, on ne commet pas d'erreur en supposant que des droites telles que $X_2 X'_2$ et $R_1 R'_1$ sont normales à $X_1 R_2$ et par conséquent sensiblement à $X_1 I$ qui est la direction du courant traversant les résistances étudiées.

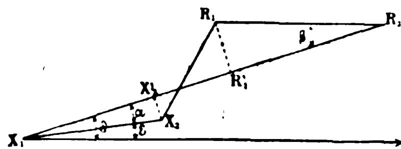


Fig. 2. — Diagramme des différences de potentiel aux bornes des résistances plus ou moins inductives d'un pont de Wheatstone modifié alimenté en courant alternatif.

Pour fournir ces différences de potentiel complémentaires, nous pourrons donc utiliser une source telle qu'un transformateur dans l'air, alimenté par le courant *I* lui-même.

(*) F. Wenner et A. Smith : Mesure des faibles résistances au moyen du pont de Wheatstone. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, 11 janvier 1924, n° 481, p. 297-305. Analyse dans la *Revue générale de l'Électricité*, 6 septembre 1924, t. XVI, p. 370.

Les vecteurs des différences de potentiel induites sont normaux à $X_1 R_2$ et proportionnels au terme

$$\Delta e = a \omega I$$

où ω désigne la pulsation et a, un coefficient de couplage dépendant de la position du secondaire par rapport au primaire.

II. **Mode opératoire de la mesure.** — Le commutateur étant sur la position X_2, on réalise l'équilibre en réglant au zéro le galvanomètre et l'on note les valeurs M_1, N_1 et a_1, cette dernière caractérisant la force électromotrice élémentaire Δe_1 qui correspond à $X_2 X'_2$. Nous obtenons ainsi les relations

$$\frac{X}{P+R} = \frac{M_1}{N_1}$$

et

$$\sin \alpha = \frac{\Delta e_1}{U_x} = \frac{a_1 \omega I}{XI} = k \frac{a_1}{X}.$$

Il est à observer que le coefficient a_1 est homogène à une résistance et, si l'on exprime X en microhms, on exprimera a_1 dans cette même unité.

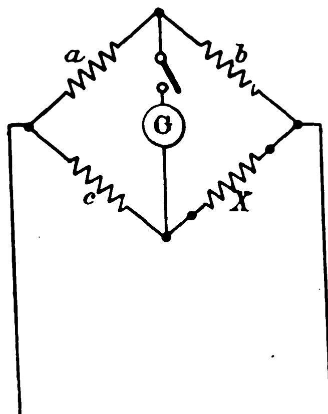


Fig. 3. — Schéma du pont de Wheatstone normal.

Plaçant ensuite le commutateur sur la position R_1, la mesure est répétée de la même façon et les valeurs M_2, N_2 et a_2 nous donnent de même

$$\frac{R}{P+X} = \frac{N_2}{M_2}$$

et

$$\sin \beta = \frac{a_2}{R}.$$

Cet ensemble d'équations se résout simplement et nous donne

$$X = R \frac{M_1}{N_2}.$$

En ce qui concerne les différences de phase, il est nécessaire de remarquer que si le dispositif qui fournit la force électromotrice complémentaire, dite « de compensation », n'a pas son branchement changé dans les deux mesures, les deux coefficients a_1 et a_2 seront de signes contraires et opéreront d'eux-mêmes la soustraction des valeurs absolues des angles β et α. On peut

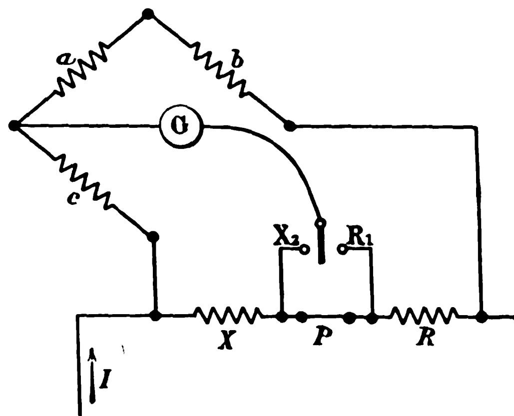


Fig. 4. — Schéma du pont de Wheatstone adapté à la mesure des faibles résistances.

dire que l'angle ε est égal à la somme algébrique des deux angles mesurés, dont le signe doit être soigneusement noté.

Ce montage peut facilement être appliqué, en courant continu, au pont de Wheatstone.

Le montage classique du pont indiqué sur la figure 3 doit être modifié suivant la disposition de la figure 4.

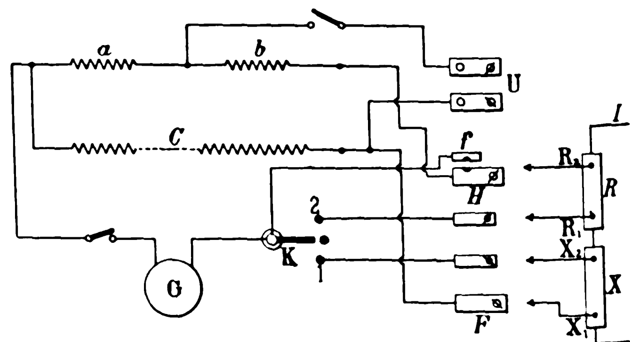


Fig. 5. — Réalisation pratique du montage d'un pont de Wheatstone modifié pour la mesure des grandes ou des faibles résistances : 1° Pour la mesure des grandes résistances, on emploie le montage normal en enfonçant la fiche f et en branchant la résistance X entre F et H, le commutateur K restant sur le plot neutre; en U on applique la source de courant; 2° pour la mesure des faibles résistances, on emploie le montage modifié indiqué sur la droite; on enlève la fiche f et on effectue les mesures correspondant aux deux équilibres sur les positions 1 et 2 du commutateur K.

Les deux résistances du bras de proportion n'en forment plus qu'une qui correspond à M_1 dans l'exemple précédent, tandis que le bras de comparaison correspond à la résistance N.

Deux résistances étalons, l'une de 0,1 ohm, l'autre de 0,001 ohm sont suffisantes pour effectuer toutes les mesures entre 1 ohm et 10 microhms, étendue de mesure très largement suffisante pour tous les besoins courants.

La représentation schématique du montage, donnée sur la figure 5, indique facilement les équations d'équilibre.

L'inverseur du galvanomètre étant sur la position 1 (X_1), on a, au moment où le galvanomètre reste au zéro,

$$\frac{R}{P + X} = \frac{a_1 + b_1}{c_1}$$

ou

$$\frac{R}{P + X + R} = \frac{a_1 + b_1}{a_1 + b_1 + c_1}. \qquad (1)$$

Sur la position 2 (R_1) de l'inverseur, on obtient un deuxième équilibre qui nous donne

$$\frac{X}{P + R + X} = \frac{c_2}{a_2 + b_2 + c_2}; \qquad (2)$$

d'où, en éliminant P entre les équations (1) et (2), on tire la valeur cherchée

$$X = R\,\frac{c_2}{a_1 + b_1} \times \frac{a_1 + b_1 + c_1}{a_2 + b_2 + c_2}.$$

La mesure nécessite, il est vrai, deux opérations d'équilibrage du pont; donc deux fois plus de temps qu'avec le pont de Thomson; mais la précision n'est pas moins bonne et c'est, au fond, ce qui importe exclusivement lorsque cette mesure n'est effectuée que rarement.

D'ailleurs, la disposition que nous avons adoptée pour les bornes nous permet de passer immédiatement d'un genre de montage à l'autre.

William JANVIER.

La traction sur route par accumulateurs

A l'occasion de la Foire de Lyon, le groupe du Sud-Est de la Société française des Electriciens avait organisé pour ses adhérents une série de conférences, parmi lesquelles nous avons retenu celle faite le 17 mars 1927 par M. Louis Krieger sur les « Usages de l'électricité en dehors des heures de pointe ». Le sujet, d'un intérêt primordial pour les sociétés de distribution d'énergie électrique, a été traité par le conférencier surtout au point de vue de l'utilisation de cette énergie pour la traction sur route par accumulateurs. Après avoir mentionné les diverses applications de l'énergie électrique accumulée pendant les heures creuses sous forme d'énergie calorifique, et avoir rappelé l'influence favorable de cette utilisation des heures creuses sur les graphiques de charge des usines génératrices, ainsi que sur le prix du courant, M. Krieger aborde l'étude de l'utilisation des heures creuses par la charge d'accumulateurs qui restituent l'énergie sous sa forme première. Il développe les conditions d'emploi du véhicule à accumulateurs pour arriver à la comparaison de ce véhicule au camion à essence pour les transports industriels. Il conclut en faveur du camion à accumulateurs. L'article qui suit reproduit en entier la partie de cette conférence concernant la traction sur route par accumulateurs.

Il est une classe d'appareils d'accumulation qui présente sur toutes les autres l'immense avantage de rendre l'énergie électrique sous la même forme que celle sous laquelle ils l'ont absorbée.

Je veux parler des accumulateurs électriques. Il n'est pas d'appareils qui aient été plus dénigrés et plus injustement dénigrés. Cependant aucune conception de l'esprit humain, aucune invention, ne peut être comparée au point de vue de la valeur scientifique à celle de l'accumulateur électrique qui fut, au reste, le résultat du hasard. On ne se souvient pas assez du grand service que rendit à l'industrie électrique Gaston Planté lorsque, il y a plus de cinquante ans, il imagina et construisit le premier élément d'accumulateur au plomb.

Je sais bien que beaucoup disent, parmi ceux qui ont à s'en servir, que l'accumulateur est une boite à chagrins et qu'il n'est point d'appareil plus décevant et plus fantasque que ce transformateur d'énergie électrique en énergie électrochimique et d'énergie électrochimique en énergie électrique.

Pourquoi donc l'accumulateur a-t-il une telle réputation imméritée? Tout simplement parce qu'on ne connaît pas encore parfaitement les phénomènes qui s'y passent. Depuis quelques années seulement les théories électroniques de la matière ont jeté une aube de clarté sur la structure intime des corps qui entrent dans sa fabrication. Aussi, bien souvent, des perfectionnements faits au hasard par des constructeurs bien intentionnés, loin de donner des résultats avantageux ont, au contraire, diminué la valeur de l'appareil. A l'heure actuelle encore, les plus savants parmi ceux qui se sont occupés de la question ne sont pas d'accord sur les théories à lui appliquer. Est-ce une raison pour qu'il soit mauvais? Non. Pour que l'accumulateur atteigne le degré de perfection qu'on est en droit d'en attendre, il faut deux conditions primordiales. La première est de ne pas l'appliquer là où son usage n'est indiqué, ni pour l'appareil lui-même, ni pour les instruments qu'il doit alimenter, ni pour la bourse de l'usager. La seconde est de ne pas le considérer comme un instruments inutilisable et le rejeter à priori sans examen,

sans discussion; il faut l'utiliser à bon escient, pour permettre aux constructeurs de le perfectionner.

I. Des différents types d'accumulateurs. — Il y a vingt-deux ans, alors que le véhicule électrique était dans toute sa splendeur (oh! une splendeur bien modeste), nous avions des accumulateurs dont l'emploi n'était pas si déplorable qu'on a bien voulu le dire. Ils demandaient, évidemment, un entretien assez coûteux et surtout une manutention fréquente pour assurer cet entretien.

Mais, lorsque certaines organisations qui avaient bien saisi la manière de procéder, pouvaient effectuer cet entretien sur une base parfaitement rationnelle, la voiture électrique donnait des résultats satisfaisants. J'ai encore dans mes notes des résultats d'exploitation des « taxis » électriques à Berlin, à Brême, à Hambourg, à Munich avec des accumulateurs Tudor (A. F. A.). Cette société avait installé elle-même, dans chacun des centres indiqués ci-dessus un petit atelier d'entretien et l'exploitation donnait satisfaction.

A la même époque, la Société du Travail électrique des Métaux avait construit des accumulateurs dont la puissance spécifique considérable permettait, sous un poids et avec un prix d'achat réduits, des parcours beaucoup plus grands que ceux qui avaient jamais été accomplis avec des voitures électriques.

Certes, les accumulateurs de ces types étaient fragiles, donnaient un nombre de kilomètres-voitures réduit avant qu'il soit nécessaire de les changer; mais tels quels, ils auraient pu peut-être, avec une organisation satisfaisante, être employés. Leur solidité, si les fabricants avaient pu les livrer en quantité industrielle, aurait sans doute été améliorée sans que leur capacité spécifique fût amoindrie.

J'ai rappelé, dans ma conférence de l'année dernière, les caractéristiques de ces batteries et indiqué que la tendance actuelle était, au contraire, aux batteries à capacité spécifique faible, mais à plus longue durée et à entretien réduit. Je ne suis plus aussi sûr que ce soit là la vraie formule. J'en suis à me demander si le fait de promener sur les routes un poids exagéré d'accumulateurs d'un prix élevé, avec tous les inconvénients qui en résultent, consommation d'énergie plus élevée, robustesse plus grande des organes du châssis, usure plus considérable des bandages de la voiture, n'est pas plus coûteux que le changement plus fréquent de plaques à plus grande capacité spécifique et dont le poids total pourrait être moins de moitié de celui des batteries dites « solides ».

On pourra objecter que le prix de la main-d'œuvre, actuellement très élevé, ne rend pas cette solution possible. Mais que dire également du prix de la matière, et d'une matière qui a une densité aussi considérable.

A côté de l'accumulateur au plomb, un seul accumulateur différent a vu le jour, et vu le jour en France en 1896, c'est l'accumulateur au nickel. Si la théorie de l'accumulateur au plomb, plus âgé de plus de vingt et un ans que son concurrent, est encore précaire, celle de l'accumulateur au nickel est aussi peu avancée. Les conditions de fonctionnement de ce dernier sont totalement différentes de celles de l'accumulateur au plomb. Ils n'ont de commun que le fait de la charge avec l'énergie électrique et la restitution de cette énergie avec un déchet plus ou moins grand. Là s'arrêtent les comparaisons possibles entre les deux appareils.

Alors que l'accumulateur au plomb, même avec une capacité spécifique telle que la presque totalité des matières actives semble participer à l'action électrochimique, conserve, pendant presque toute la décharge, une force électromotrice peu variable, l'accumulateur au nickel présente, dans sa charge et dans sa décharge une série de valeurs assez différentes de la force électromotrice, indiquant des réactions électrochimiques successives et différentes.

Par les réactions qui se produisent sur ses plaques, et surtout sur sa plaque positive, l'accumulateur au plomb ne peut, en aucun cas, quelles que soient les précautions mécaniques prises pour le faire durer, conserver indéfiniment ses matières actives attachées à leurs supports, et cela parce que les actions chimiques viennent petit à petit altérer les électrodes; l'accumulateur au nickel par contre est pratiquement exempt de ces altérations électrochimiques.

Donc, à priori, l'accumulateur au plomb devra être employé dans le cas où une assez grande constance de la force électromotrice de décharge est nécessaire; l'accumulateur au nickel, dans le cas où la robustesse de la batterie est la condition primordiale et où les variations de tension à la décharge sont sans inconvénients graves.

Des constructeurs d'accumulateurs au plomb ont cherché, avec succès, à prolonger la vie de l'électrode positive de leurs éléments et à ralentir l'effet de désagrégation de celle-ci. Ils y sont arrivés par des moyens mécaniques du plus haut intérêt. Mais ils ne peuvent toutefois empêcher que l'oxyde de plomb formé à la décharge sur les plaques positives se dissolve en partie, très faible il est vrai, dans l'électrolyte, ce qui détruit petit à petit la matière active de l'électrode.

C'est donc à l'exploitant à juger, d'après les services qu'il en attend, du choix à faire, entre les trois types d'accumulateurs existants :

1° *L'accumulateur au plomb extra-léger*, d'un prix d'achat réduit, mais d'un entretien très onéreux;

2° *L'accumulateur au plomb lourd*, d'un prix élevé, mais pouvant être garanti pendant plusieurs années par son fabricant;

3° *L'accumulateur alcalin au fer et nickel*, dont l'entretien est moins coûteux que celui des deux autres types d'élément, dont la robustesse est très grande, dont le poids est moindre que celui des accumulateurs robustes au plomb, mais qui présente, à la décharge, de grandes variations de différence de potentiel et un rendement moins élevé que celui de l'accumulateur au plomb.

Je dois ajouter que les fautes d'exploitation qui peuvent être faites dans l'usage de l'accumulateur, les décharges exagérées poussées au delà des limites permises, si elles ont une influence destructive profonde sur l'accumulateur au plomb, n'ont, au contraire, qu'une influence réduite sur celui au nickel.

II. Comparaison entre l'accumulateur au plomb cuirassé et l'accumulateur au fer et nickel. — Cette comparaison, établie d'après les chiffres donnés par les constructeurs, se résume dans les tableaux I et II, basés sur des batteries moyennes de 15 et 17 kw-h de capacité en énergie.

TABLEAU I. — *Renseignements comparatifs sur les batteries d'accumulateurs au plomb cuirassé et au fer et nickel.*

	PLOMB CUIRASSÉ	FER ET NICKEL
Capacité, en kilowatts-heures	15	17
Poids total, caisse de groupement comprises, en kilogrammes	945	745
Nombre d'éléments	42	60
Tension moyenne de décharge, en volts	78	68
Rendement moyen, en centièmes	60	40
Garantie (type anglo-saxon)	2,5 ans	
Entretien forfaitaire journalier pour un contrat de 10 ans, en francs	10,00	6,80
Prix total, en francs	15 000	17 000
Prix rapporté au kilowatt-heure utilisable, en francs	1 000	1 000

TABLEAU II. — *Dépenses journalières correspondantes pour la capacité utilisable de la batterie.*

	PLOMB CUIRASSÉ	FER ET NICKEL
	fr.	fr.
Amortissement du prix d'achat en 10 ans	5	5,65
Intérêt à 12 pour cent du capital engagé	6	6,80
Entretien forfaitaire	10	6,80
Totaux	21	19,25

Le premier de ces tableaux montre que dans les deux cas envisagés (plomb cuirassé et fer et nickel), le prix d'achat d'une batterie s'établit actuellement à 1 000 fr par kilowatt-heure utilisable.

Le second tableau donne, en comptant 300 jours d'utilisation par an, le prix de revient, par jour, de 21 fr pour la batterie au plomb cuirassé contre 19,25 fr pour celle au fer et nickel, ce prix comprenant l'amortissement, l'intérêt du capital et l'entretien, mais ne comprenant pas la dépense d'énergie pour la charge.

En supposant l'utilisation journalière de la capacité totale de la batterie, ainsi qu'une consommation moyenne de 60 w-h par tonne (poids mort compris) et par kilomètre; on en déduit les prix suivants :

0,084 fr par tonne et par kilomètre dans le cas du plomb cuirassé, et 0,068 fr par tonne et par kilomètre dans le cas du fer et nickel, non compris la dépense d'énergie pour la charge.

Le chiffre de 60 w-h par tonne et par kilomètre correspond à la moyenne des résultats obtenus au dernier concours de véhicules électriques qui a eu lieu en 1926.

Grâce à ces chiffres, nous pourrons très facilement calculer les dépenses qui seront affectées au chapitre « Accumulateurs » dans le prix de revient d'exploitation d'une voiture électrique.

III. Utilisation des véhicules électriques à accumulateurs. — Les applications de la voiture électrique sont beaucoup plus nombreuses et importantes que l'on ne pourrait se le figurer à première vue. Nous devons complètement laisser de côté toute question de tourisme, je ne saurais trop le répéter. Les vitesses que peuvent atteindre normalement les véhicules à accumulateurs empêchent, de façon formelle, une lutte, quelle qu'elle soit, avec les véhicules actionnés par un moteur thermique, dont l'énergie emmagasinée sous forme de carburant est illimitée. Il ne s'agit pas, en effet, d'une question de puissance instantanée, mais bien d'une question d'énergie à dissiper dans un temps plus ou moins long, et nous pouvons comparer la voiture à accumulateurs à un véhicule à essence qui aurait un réservoir de carburant d'un volume excessivement réduit, et dont le remplissage, fait par un orifice capillaire, exigerait un temps très long.

La voiture à accumulateurs ne doit et ne peut être utilisée que pour des transports utilitaires dans lesquels la vitesse moyenne limitée par les exigences de la circulation n'est pas trop élevée, et dont le parcours journalier bien déterminé correspond à la vitesse commerciale moyenne possible. Dans une ville, par exemple, où la vitesse commerciale moyenne ne peut

dépasser 25 km : h et le trajet parcouru environ 100 km, la voiture légère à accumulateurs peut être comparée au véhicule thermique.

Mais où le véhicule électrique prend nettement l'avantage, c'est lorsqu'il s'agit de transports de marchandises à vitesse réduite et avec des arrêts fréquents. Alors que dans le véhicule à moteur thermique, ce dernier continue à fonctionner pendant les arrêts de courte durée, mais très fréquents, la batterie d'accumulateurs cesse tout débit pendant ces arrêts et même souvent quelques instants auparavant. Quelques véhicules électriques possèdent même des freinages par récupération qui permettent de compenser, en partie, le supplément d'énergie nécessaire à l'accélération au démarrage.

Le véhicule électrique à accumulateurs est utilisable aussi bien pour les plus faibles que pour les plus fortes charges, depuis la camionnette de 500 kg, le tracteur d'atelier, jusqu'au camion de 5 tonnes dont nous avons au groupe de la traction électrique de la Foire de Lyon, un exemplaire remarquable.

Avant la guerre et jusqu'après celle-ci, le ramassage des ordures ménagères à Paris était fait par des camions à accumulateurs qui semblaient donner satisfaction. Ils ont été, pour des questions tout à fait étrangères à la question d'économie d'exploitation, remplacés par des véhicules à essence. Mais il n'en est pas moins exact que le véhicule à accumulateurs, dans les mêmes conditions d'exploitation, serait plus économique, à notre avis, que le véhicule à essence.

IV. Comparaison entre le camion à accumulateurs et le camion à essence. — En effet, si nous reprenons les chiffres que j'ai indiqués tout à l'heure pour l'achat et l'entretien des accumulateurs, et que nous y ajoutions le prix de l'énergie, nous trouverons les résultats du tableau III.

TABLEAU III. — *Comparaison des frais journaliers d'exploitation (énergie seule) entre un camion à accumulateurs et un camion à essence*

Charge utile, 3 t; Parcours journalier, 50 km.
Pour le camion à accumulateurs seulement : poids en ordre de marche, 3 t + 6 t = 9 t; capacité utilisable de la batterie, 27 kw-h.

NATURE DES FRAIS	CAMION A ACCUMULATEURS				CAMION A ESSENCE
	Plomb cuirassé		Fer et nickel		
Frais journaliers (coût de la charge non compris pour le cas des accumulateurs), en francs.	$0,084 \times 9 \times 50 =$ 37,80		$0,068 \times 9 \times 50 =$ 30,60		30 l d'essence à 1,75 fr. le litre = 52,50 1 l d'huile à 11 fr. le litre = 11,00
	à Paris	à Lyon	à Paris	à Lyon	
Frais journaliers afférents à l'énergie pour la charge (cas des accumulateurs), en francs. kilowatt-heure à 0,37 fr pour Paris id. à 0,15 fr pour Lyon	$\frac{0,37 \times 27}{0,6} =$ 16,65	$\frac{0,15 \times 27}{0,6} =$ 6,75	$\frac{0,37 \times 27}{0,4} =$ 24,98	$\frac{0,15 \times 27}{0,4} =$ 10,13	Néant
Totaux en francs.......	54,45	44,55	55,58	40,73	63,50

Je les ai établis pour un camion à accumulateurs pesant à vide 6 tonnes et pouvant porter 3 tonnes de charge utile, en comparaison avec les véhicules actuellement utilisés à Paris. La capacité utilisable de la batterie est supposée de 27 kw-h.

Le prix du courant indiqué pour Paris correspond au courant de nuit pouvant être fourni par la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité dans les meilleures conditions possibles et pour une consommation annuelle élevée. Il est possible que ce prix subisse, dans l'avenir, une diminution. Mais dans le cas, par exemple, de la région lyonnaise, où le prix de 1 kw-h, suivant le tarif de nuit, est de l'ordre de 0,10 fr ou de 0,15 fr en comptant le rendement des appareils de transformation, l'écart du prix d'exploitation journalière entre les deux modes de traction est encore plus considérable.

Nous ne comparons ainsi que ce qui concerne l'alimentation en carburant et huile d'une part, et, d'autre part, l'alimentation en énergie, l'amortissement, l'intérêt du capital et l'entretien de la batterie. Nous avons fait volontairement rentrer ces dernières dépenses dans la même catégorie que l'alimentation en énergie, pour pouvoir maintenant comparer plus facilement les véhicules seuls, indépendamment de leur source de puissance, tant au point de vue du prix d'achat que du prix d'entretien.

Le véhicule électrique est, par construction, un véhi-

cule très simple; son établissement est peu coûteux. Si son prix de revient actuel et, par suite, son prix de vente, est très élevé, c'est qu'il est fait en très petit nombre d'exemplaires. Mais pour des séries plus importantes, son prix de vente, sans accumulateurs, serait fortement inférieur à celui des véhicules similaires à moteur thermique.

Le véhicule électrique étant plus simple de construction mécanique, est aussi moins coûteux comme entretien. On peut, sans être taxé d'exagération, estimer que l'entretien des organes mécaniques d'un véhicule thermique est trois fois plus onéreux que celui des organes électromécaniques d'un véhicule électrique. Cette proportion est même, à notre avis, inférieure à la réalité.

Nous avons pu constater pour des véhicules relativement légers (camionnettes de 1 000 kg de charge utile) que l'entretien de la partie électromécanique d'une camionnette électrique était de 4 fr par jour pour un parcours journalier de 80 km. Pour une camionnette à essence de même charge utile, faisant le même parcours, cet entretien atteignait 13 fr au minimum.

Un dernier avantage économique du véhicule électrique, et qui correspond absolument et logiquement à l'entretien très faible qu'il nécessite, est le nombre d'années sur lequel on peut répartir l'amortissement de son prix d'achat.

Alors qu'il est normal d'amortir un véhicule thermique en six années et même souvent en moins, suivant le service qu'il assure, il est non moins normal d'amortir le véhicule électrique, batterie d'accumulateurs mise à part, en dix années. Et en admettant que les deux véhicules, l'un sans essence, bien entendu, et l'autre sans batterie d'accumulateurs, coûtassent le même prix, l'avantage réservé au véhicule électrique est considérable.

En reprenant les chiffres cités plus haut et en supposant pour un véhicule de 9 t de poids total, un prix de 60 000 fr, on trouve que le surplus de dépenses causées par l'usage du camion thermique comparé au camion à accumulateurs varie entre 27 et 38 pour 100 des dépenses de ce dernier, suivant le prix de l'énergie électrique (tableau IV).

Tableau IV. — *Comparaison des frais journaliers d'exploitation totaux entre un camion à accumulateurs et un camion à essence.*

Charge utile, 3 t; Parcours journalier, 50 km.
Prix du camion, 60 000 fr dans les deux cas, batterie non comprise pour le camion à accumulateurs.
Pour le camion à accumulateurs seulement : poids en ordre de marche, 9 t ; capacité utilisable de la batterie, 27 kw-h.

Nature des frais	Camion à accumulateurs		Camion à essence
	fr		fr
Amortissement	20 (10 ans)		33 (6 ans)
Entretien mécanique	10		30
Assurances	7,50		10
Frais communs (bandages, garage, lavage, conduite, etc.)	65		65
	à Paris	à Lyon	
Frais d'alimentation en énergie (d'après tableau III, moyenne des chiffres des deux genres d'accumulateurs)	55	42,70	63,50
Totaux en francs	157,50	145,20	201,50

V. Exploitation et avantages des véhicules à accumulateurs. — Il est nécessaire que le véhicule à accumulateurs vive en groupe. C'est un appareil qui végète lorsqu'il est isolé, à moins qu'il ne soit entre les mains d'un industriel électricien. Dans les pays étrangers qui ont déjà adopté le véhicule à accumulateurs, celui-ci vit en groupes d'importance plus ou moins considérable. Cette condition est toujours facile à réaliser dans le cas de services publics où les véhicules employés sont toujours en plusieurs exemplaires.

En Angleterre, les brasseries, en Amérique, les grosses sociétés d'alimentation emploient presque exclusivement le véhicule à accumulateurs. En France, il y aurait intérêt pour tous les transports de denrées alimentaires ou d'objets délicats pouvant être souillés par l'odeur et les fumées du véhicule thermique à employer ce mode de traction qui ne risque, en aucun cas, d'altérer la marchandise transportée. De plus, il présente moins de danger d'incendie tant sur la voie publique que dans les immeubles où il est garé.

Au point de vue de l'hygiène, comme il ne répand ni fumée, ni odeur nauséabonde ou désagréable comme l'acroléine, il ne risque pas, surtout par les temps chauds, de rendre irrespirable l'atmosphère d'une ville sillonnée par de nombreux véhicules.

Le véhicule à accumulateurs a encore, comme avantage, une facilité de conduite plus grande que le véhicule à essence par suite de l'absence des changements de vitesse que, surtout en ville, le conducteur est continuellement obligé de manœuvrer.

Il possède une accélération au démarrage considérablement plus élevée que le véhicule thermique, toujours par suite de l'absence de changements de vitesse. Il en résulte qu'avec une vitesse maximum beaucoup plus faible que le véhicule thermique, le véhicule électrique peut atteindre, dans un service urbain, une vitesse moyenne égale à celle de son concurrent.

Je ne voudrais pas, Messieurs, abuser de votre complaisance et bien qu'il me soit possible de m'étendre encore longuement sur ce sujet qui m'est cher, je termine ici sur une dernière remarque. Dans le cas où notre pays serait encore une fois amené à se défendre contre les agressions, alors que toutes les forces de la nation devraient être mobilisées, le véhicule à accumulateurs réaliserait, dans d'admirables conditions, la mobilisation de l'énergie du sol français.

Les carburants devraient être réservés à d'autres services et c'est aux camions à accumulateurs qu'incomberait la tâche d'assurer les services de transports de l'intérieur. Pour cela, il faut que le camion électrique vive et nous comptons sur ceux qui auront reconnu ses avantages pour nous aider.

L. Krieger.

Revues, analyses et informations

Etude sur les paratonnerres et les cages au point de vue spécial de la protection des cuves à huiles ([1]).

I. Généralités. — Cet article n'est lui-même qu'un résumé d'une étude beaucoup plus étendue sur la foudre. Il comprend deux parties dont l'une est consacrée à l'exposé des expériences de l'auteur sur des modèles en miniature et dont l'autre contient les règles et les dispositifs qu'il en a déduits pour la protection des batteries de cuves dans lesquelles sont conservés les grands approvisionnements d'huile.

II. Cuves et réservoirs. — On constitue souvent des stocks d'huile si considérables que l'emploi de récipients métalliques devient prohibitif au point de vue économique; on loge alors la matière dans des cuves ou des réservoirs en ciment armé qui sont souvent de section circulaire avec un diamètre allant jusqu'à 150 m ou parfois de section elliptique avec des axes de 183 et 366 m et une profondeur de 9,15 m. Les petites cuves sont quelquefois en fer; la capacité des plus grandes varie entre 100 000 et 430 000 m³. On constitue ainsi des parcs de cuves. Le dessus des cuves est recouvert d'un toit en bois brut avec ou sans revêtement isolant (feutre ou autre) destiné à arrêter les rayons solaires et à empêcher l'évaporation. Entre le toit et la surface de l'huile, il existe un espace libre pouvant contenir des vapeurs d'huile qui se mélangent à l'air, en formant des produits explosifs, susceptibles d'être enflammés par une très petite étincelle. Or les étincelles peuvent éclater entre les parties métalliques du toit ou entre parties humides, soit par coups de foudre directs, soit par induction électrostatique, soit encore par induction électromagnétique et provoquer ainsi des incendies et des explosions.

III. Tensions induites. — Sur la figure 1, on a représenté un nuage que l'on suppose chargé négativement. Un fil bien isolé, tendu le long d'une surface équipotentielle, prend la tension de l'espace dans lequel il est plongé; il se charge positivement sur la face tournée vers le nuage et négativement sur la face opposée (fig. 1 a). Quand le nuage se décharge, les deux charges du fil se recombinent et son potentiel devient nul. Dans ce cas, alors même que le nuage ne se déchargerait pas, il peut éclater une étincelle entre le fil isolé et quelque autre fil voisin, placé différemment dans l'espace.

Cependant, le phénomène que l'on appelle ordinairement induction électrostatique se manifeste de la façon suivante schématisée par la figure 1 b. Ici le fil est médiocrement isolé ou même mis à la terre, ce qui permet à la charge négative de

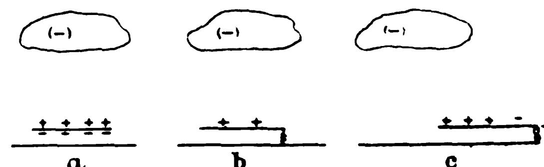


Fig. 1. — Représentation schématique des tensions induites par la foudre sur un fil placé dans trois conditions différentes.

s'écouler et le fil reste chargé positivement avec un potentiel nul. Au moment où le nuage se décharge, la charge retenue sur le fil se trouve libérée et le fil prend, par rapport à la terre, un potentiel de signe opposé à celui du nuage et dont la valeur est maximum à l'instant où le potentiel du nuage tombe à zéro. La valeur du potentiel du fil est à peu près égale au produit de sa hauteur au-dessus du sol, en mètres, par le gradient du potentiel exprimé en volts par mètre; ce dernier dépend de la position du nuage par rapport au fil.

M. F.-W. Peek signale que la tension maximum que peut prendre un fil est égale à 30 500 fois sa hauteur au-dessus du sol mesurée en mètres; c'est le cas d'un coup de foudre direct. En général, la tension d'un fil est donnée par la relation

$$V = g\alpha h = Gh.$$

dans laquelle g représente le gradient de la tension, en volts par mètre, et h, sa hauteur en mètres; g dépend de la distance du nuage au fil. Pour les fils courts, α est égal à l'unité; pour les longues lignes de transmission, α est toujours inférieur à l'unité, mais sa valeur exacte dépend de la rapidité de décharge du nuage; si celle-ci est lente, la charge se répand sur la ligne à une distance considérable avant que la décharge du nuage soit complète. L'au-

([1]) F.-W. Peek. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, décembre 1926, t. XLV, p. 1246-1254, 4800 mots, 23 figures.

teur a mesuré des valeurs de g_a ou du gradient apparent G de l'ordre de 150000 v : m et il est évident que des étincelles peuvent éclater entre fils ou conducteurs placés sur les cuves sous l'effet de ces tensions induites.

Les fils de terre, voisins et parallèles aux conducteurs de ligne, abaissent ces tensions induites ; une cage disposée autour des conducteurs les réduit encore davantage et une enveloppe métallique fermée les élimine complètement. On peut considérer les fils de terre comme réellement efficaces, s'ils réduisent de moitié les tensions induites ; mais ils sont inopérants vis-à-vis des conducteurs placés dans des cuves à huile puisqu'il suffit d'une tension de 500 v pour produire une étincelle entre parties métalliques presque en contact. Les expériences réalisées par l'auteur sur des modèles spécialement créés pour ces essais ont montré que de petites étincelles se manifestaient fréquemment entre conducteurs placés à l'intérieur de cages alors même que les mailles de ces dernières étaient très petites ; mais on n'a jamais constaté d'étincelle à l'intérieur de cuves entièrement métalliques, sauf entre plaques en mauvais contact ou entre les parois de la cuve et les fils et tubes qui les traversent sans être en bon contact avec elles.

L'induction électromagnétique résultant de courants très intenses qui circulent au voisinage d'une cuve peuvent aussi donner lieu à des étincelles ; mais, au cours de ses expériences, l'auteur n'a jamais pu en déceler dans une cuve entièrement métallique ni même dans les cuves présentant des solutions de continuité sur les côtés ; les étincelles n'apparaissent que dans des cas extrêmes.

On a reproduit en figure 2, d'après l'article original, la distribution indiquée par l'expérience du champ électrique

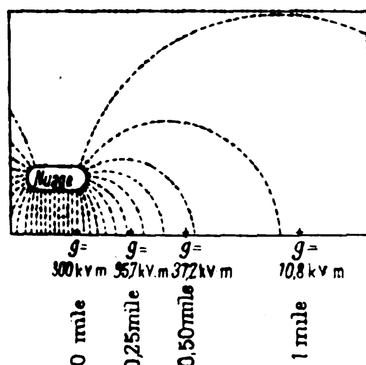


Fig. 2. — Représentation schématique de la répartition du champ électrique et de la tension dans l'espace sous l'influence d'un nuage chargé.

et de la tension dans l'espace sous l'influence d'un nuage. Ce dernier est supposé à 305 m au-dessus du sol et à la tension de 100 000 000 v. Sur la figure sont inscrites les valeurs du gradient du potentiel sous le nuage, soit 300 kv : m ; à 0,25 mile de la verticale passant par le nuage, soit 95,7 kv : m ; à 0,5 mile, soit 37,2 kv : cm ; à 1 mile, soit 10,8 kv : m et à 2 miles, soit 2,7 kv : m. Les tensions induites sur une ligne placée à 9 m au-dessus du sol sont respectivement : 2 000, 638, 248, 72 et 18 kv.

IV. Coups de foudre directs. — Les effets les plus considérables sont produits par les coups de foudre directs, mais, pour que la foudre atteigne un point déterminé, il faut que le nuage se trouve au-dessus de ce point à l'instant où il est chargé à une tension suffisante pour provoquer une décharge ; par conséquent, les tensions dues aux coups directs sont plus rares que celles créées par induction du fait que les orages peuvent produire ces dernières dans un rayon de plusieurs miles. Il n'y a éclatement d'une étincelle que s'il existe des parties conductrices qui se touchent presque ou sont en mauvais contact, comme des fils, des clous ou des taches d'humidité sur un toit en bois.

L'auteur a étudié tous ces effets sur des modèles qui étaient soumis à la tension d'une génératrice à très haute tension et il a obtenu à peu près les mêmes résultats avec tous les types de nuages, points, sphères et plans. Les coups étaient marqués par un trou sur des écrans en papier placés sous la cuve ou l'objet en essai ; ou c'était le paratonnerre qui était frappé ou le sol à une distance égale, à peu près, à quatre fois et plus la longueur de la tige du paratonnerre ; il y avait une zone dans le voisinage immédiat du paratonnerre qui n'était jamais atteinte et tout modèle réduit de bâtiment ou de réservoir placé à l'intérieur de cette zone restait aussi indemne. Le même principe s'applique à une combinaison de plusieurs paratonnerres. Par exemple, si l'on répartit quatre paratonnerres à égale distance sur une circonférence de telle sorte que leurs zones de protection empiètent les unes sur les autres, la foudre ne tombera jamais à l'intérieur de la circonférence. Ainsi, tout bâtiment ou réservoir placé à l'intérieur de ce cercle ne recevra aucun choc direct. On recommande de placer les paratonnerres à une distance de la cuve égale à leur longueur. La figure 3 montre comment ce principe peut être appliqué à un réservoir de forme ovale.

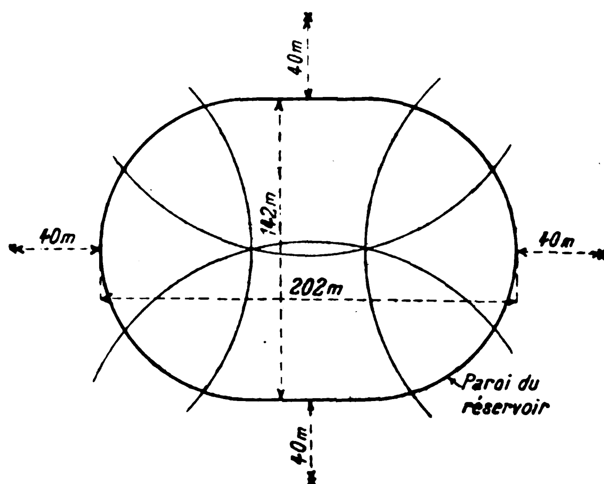


Fig. 3. — Représentation schématique de la distribution des paratonnerres destinés à protéger un réservoir de forme ovale contre les coups de foudre directs. — Hauteur du faîte du toit, 10 m ; les croix représentent l'emplacement de 4 poteaux de 40 m de hauteur placés à 40 m des parois du réservoir.

Des fils parallèles tendus au-dessus de la cuve rempliront le même rôle, pourvu que l'intervalle entre fils ne soit pas supérieur à 4 fois leur hauteur au-dessus de la cuve ; il en est de même de tous les modèles de grillages ou de cages. Toutefois, ces dispositifs présentent un inconvénient : en général, il n'est pas toujours possible de fixer les conducteurs assez hauts au-dessus de la cuve pour préserver le toit des coups de foudre latéraux ; l'éclair peut aussi être amené directement au-dessus de la cuve où l'on risque

d'avoir des projections de métal fondu, ou des phénomènes d'induction.

V. Dispositif pratique de protection. — L'expérience a montré que l'emploi de cuves métalliques est seul capable de garantir un parc à huile contre les coups de foudre directs ou contre les tensions induites par la foudre. L'épaisseur du métal n'a pas d'importance dans le cas d'un phénomène d'induction, mais elle doit être suffisante pour éviter la fusion dans le cas d'un coup de foudre direct. Entre le couvercle et les parties métalliques il doit exister un bon contact. Quand il est possible d'éliminer les gaz explosifs ou inflammables, le problème se simplifie beaucoup puisqu'il se réduit alors à la protection des réservoirs contre les coups de foudre directs, protection qui elle-même consiste uniquement à distribuer des paratonnerres autour des réservoirs. Il suffit de trois paratonnerres pour protéger une cuve circulaire; il en faut quatre pour une cuve de section ovale. Des dispositifs de ce genre sont représentés schématiquement sur la figure 4.

Pour qu'un point soit réellement protégé, il ne faut pas qu'il soit à une distance du paratonnerre supérieure à

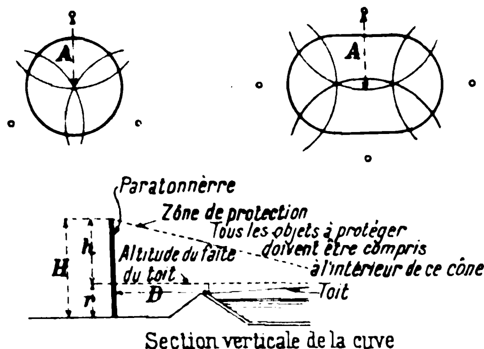


Fig. 4. — Schémas des dispositifs types de protection contre les coups de foudre directs, applicables aux cuves rondes et ovales. Les points ● figurent les emplacements des paratonnerres mis à la terre; les arcs limitent la zone de protection de chaque paratonnerre; *r*, hauteur du faîte du toit qui recouvre la cuve; *h*, hauteur du paratonnerre au-dessus du faîte; *H*, hauteur totale du paratonnerre; *D*, distance du paratonnerre à la paroi interne de la cuve.

4 fois la hauteur de ce dernier et, dans certains cas où l'on recherche une sécurité renforcée, il faut même prendre un coefficient inférieur à 4. Il est recommandable d'implanter les paratonnerres à une distance des cuves égale à leur hauteur ou leur demi-hauteur sans inconvénient. Le but que l'on recherche en plaçant les paratonnerres de cette façon, c'est d'éviter que les coups de foudre directs ne tombent trop près des cuves et d'empêcher les coups de foudre latéraux. La prise de terre des paratonnerres sera prolongée jusqu'à la nappe d'eau sous-jacente; partout où la résistance du sol est trop élevée ou trop variable, le mieux est de relier le paratonnerre à la terre des réservoirs plutôt que de lui en constituer une en propre. Dans le cas où les paratonnerres sont haubannés, il faut employer des filins très courts et les attacher aux paratonnerres aussi près que possible du sol. S'il existe des objets en saillie au-dessus du sol, on augmentera la hauteur des paratonnerres d'une quantité égale à la hauteur de ces saillies.

Quand il se dégage des gaz inflammables, il est important d'abaisser ou même d'éliminer complètement les tensions induites; on peut atteindre ce but par l'emploi d'un toit en métal mince mis à la terre et débordant sur les côtés de la cuve. Les grillages et les fils tendus sur le toit offrent une protection bien moindre; avec les premiers, la protection est d'autant plus efficace que les mailles sont plus serrées; toutefois, en pratique, ces deux dispositifs donnent des résultats moins bons que ceux constatés sur les modèles d'essais, du fait que l'inductance des fils de grande longueur ne permet pas à ces fils de revenir immédiatement à une tension nulle. La théorie semble indiquer que la distance à laquelle il faut placer le grillage au-dessus du toit dépend de la largeur de ses mailles, mais en pratique, il est tout aussi avantageux de le poser directement sur le toit à condition de le relier à toutes les parties métalliques voisines; si cette opération est difficile ou n'offre pas toutes garanties, on soutiendra le réseau au-dessus du toit au moyen de colonnettes ou de toute autre manière, de façon à le tenir éloigné des parties métalliques. Avec des mailles de 36 mm², les colonnettes n'auront que quelques pouces de hauteur. Tous ces détails ont une grande importance dans la réalisation d'un dispositif de protection d'une cuve. — B. C.

Angle de perte dans les diélectriques (¹).

Après avoir énuméré les causes qui interviennent d'une façon plus ou moins marquée dans les pertes diélectriques, l'auteur donne quelques explications sur le rôle joué par par chacune d'elles.

I. Conductivité normale. – Théoriquement, les physiciens ont toujours traité les diélectriques comme s'ils étaient naturellement parfaits, c'est-à-dire comme s'ils n'étaient doués que d'un pouvoir inducteur spécifique; mais Maxwell reconnut bientôt qu'il n'existe pas d'isolant solide parfait et il les a principalement étudiés au point de vue de leur conductivité qui est une des causes fondamentales des pertes dans les diélectriques imparfaits. Cette conductivité croît très rapidement avec la température et l'augmentation considérable, à chaud, de l'angle de perte d'isolants complexes comme le papier imprégné, ne provient, pour une très large part, que de l'augmentation de la conductivité.

II. Absorption diélectrique. — Ce défaut se manifeste, principalement, par le phénomène bien connu de la charge résiduelle. L'absorption s'observe ordinairement dans les diélectriques formé d'au moins deux substances différentes; il semble même que de minimes traces d'impuretés augmentent, dans une large proportion, le pouvoir d'absorption des diélectriques, de sorte que celle qui fut attribuée à des diélectriques supposés purs semble provenir de la présence de corps étrangers. On sait depuis longtemps, que l'absorption accroît la valeur de l'angle de perte dans une proportion considérable, mais on s'est, jusqu'à présent, très peu préoccupé d'en contrôler la valeur et d'étudier la manière dont se comportent les différentes substances diélectriques soit seules, soit en combinaison. C'est à force d'essais et de soins que l'on réussira à préparer des isolants caractérisés non seulement par une faible absorption et, partant, par un angle de perte très faible, mais encore par certaines propriétés désirables au point de vue thermique et mécanique.

III. Humidité. — Beaucoup de matériaux isolants, principalement ceux de nature fibreuse et poreuse, absorbent

(¹) J.-B. Whitehead. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, décembre 1926, t. XLV, p. 1 225-1 228, 3 200 mots. — Discussion, p. 1 288-1 297, 15 000 mots, 3 figures.

facilement l'humidité de l'air, ce qui a pour effet d'accroître énormément leur conductivité; cette absorption peut être très rapide, mais l'élimination complète de l'eau est très difficile à réaliser. Il en résulte qu'il est très malaisé de faire des constatations exactes sur l'influence de l'humidité sur la conductivité et le facteur de puissance. Les câbles au papier, abandonnés à l'air, absorbent l'eau dans la proportion de 10 à 15 pour 100 de leur poids. Si on applique au papier, dans cet état, une tension continue, le courant qui est, dans ce cas, un courant de pure conduction, croîtra lentement avec le temps en tendant vers une valeur constante; si on augmente la tension, le courant final croîtra, en gros, comme la racine carrée de la tension. D'après Evershed, la variation de conductivité est due aux modifications des pellicules d'eau qui emprisonnent de l'air dans les fibres capillaires de la substance. Si le papier est chauffé au-dessus de la température ordinaire, sa conductivité augmente et les phénomènes décrits plus haut se reproduisent jusqu'à 50° C et 60° C. Au-dessus, de ces températures, on commence déjà à remarquer des traces de charge résiduelle, bien que la conductivité soit toujours très élevée. Si le papier est maintenu à la température de 70° C pendant quelques heures, il y a expulsion d'une grande quantité d'eau; l'effet Evershed disparaît et le papier montre peu à peu les qualités d'un bon diélectrique, bien qu'il conserve encore une absorption et une conductivité très marquées; cette dernière disparaissant à peu près complètement entre 95° et 115° C tandis que la première conserve toujours une valeur importante.

L'influence de l'humidité sur l'angle de perte est donc très complexe. La variation de celui-ci avec la tension et le temps se remarque souvent quand on emploie du courant alternatif. Tout accroissement de la quantité d'eau absorbée se traduit presque instantanément par une augmentation correspondante de l'angle de phase. Aussi, les fabricants s'ingénient-ils, non seulement à expulser toute trace d'humidité, mais encore à empêcher son absorption ultérieure. Leurs efforts ne sont pas toujours couronnés de succès et il subsiste toujours un résidu d'humidité qui augmente l'angle de perte.

IV. Conductivité anormale. — Presque tous les liquides diélectriques sont doués d'une certaine conductivité qui, généralement, varie avec le temps et la tension. Quand on les soumet à une tension continue, le courant résultant décroît en tendant vers une valeur constante; mais, si on augmente la tension, les valeurs constantes que l'on trouve finalement n'obéissent plus à la loi d'Ohm. On a cherché vainement à expliquer cette conductivité anormale et on lui attribue généralement une origine ionique, car, dans certains cas, elle suit exactement les lois connues de la conductivité ionique des gaz. Les phénomènes de ce genre paraissent être très sensibles aux moindres traces d'impuretés ou d'humidité. Une autre espèce de conductivité anormale est celle qui résulte de la dissociation électrolytique qui se manifeste dans certaines substances isolantes complexes. Le verre en est un spécimen remarquable. Sous l'action d'un courant continu, ses constituants métalliques sont libérés et vont se déposer sur les électrodes; c'est un exemple d'isolant solide qui montre d'une façon indubitable que les ions électrolytiques passent d'une électrode à l'autre. On sait très peu de chose concernant l'influence de ces deux conductivités sur l'angle de perte des isolants industriels.

V. Hystérésis et ionisation des gaz. — L'auteur ne pense pas que le terme hystérésis, dans son sens ordinaire, puisse s'appliquer aux pertes des diélectriques; quant à l'ionisation, on sait, par les nombreuses communications qui ont été faites sur ce sujet, depuis quelque temps, qu'elle se produit dans l'air et les gaz occlus dans les isolants composés; il se forme alors de l'oxygène et de l'ozone. Non seulement le gaz ionisé devient bon conducteur, mais les produits résultant de cette ionisation attaquent la matière ambiante en la rendant elle-même conductrice, ce qui a pour effet d'augmenter la conductivité d'une manière générale. L'auteur insiste beaucoup sur les dangers auxquels sont exposés les câbles soumis à une tension susceptible de provoquer l'ionisation et il conclut en affirmant que l'on peut toujours éliminer l'humidité jusqu'aux dernières traces et réduire la conductivité anormale et l'ionisation à tel point que l'on peut se borner à étudier les phénomènes dont les diélectriques sont le siège, du point de vue de la conductivité et de l'absorption seules.

VI. Discussion. — A la suite de cette communication, on a entrepris, à Niagara Falls, le 26 mai 1926, la discussion des articles tout récents consacrés aux mesures sur les diélectriques, à savoir : le mémoire de MM. D.-M. Simons et W.-S. Brown, publié dans « J. A. I. E. E. », juin 1926, t. XLV, p. 524-530 et résumé dans « R. G. E. » du 25 septembre 1926, t. XX, p. 106 D; le mémoire de MM. E.-D. Doyle et E.-H. Sater, publié dans « J. A. I. E. E. », juin 1926, t. XLV, p. 556-563 et résumé dans « R. G. E. » du 2 octobre 1926, t. XX, p. 113 D; le mémoire de M. C.-F. Hanson, publié dans « J. A. I. E. E. », août 1926, t. XLV, p. 719-725 et résumé dans « R. G. E. » du 30 octobre 1926, t. XX, p. 147 D; et enfin, le mémoire de M. Everett S. Lee, publié dans « J. A. I. E. E. », août 1926, t. XLV, p. 746-754 et résumé dans « R. G. E. » du 20 novembre 1926, t. XX, p. 169 D. M. B.-L. Hoover fait observer que la plupart des ponts à courant alternatif ne donnent pas la valeur du facteur de puissance avec une précision suffisante parce que sa compensation est trop intimement liée à celle de la capacité. Par exemple, avec le pont de Wien ou de Shering, si la compensation de la capacité est réalisée à 1 pour 100 près, le facteur n'est obtenu qu'à 50 ou 100 pour 100 près; au point de vue expérimental, cela veut dire que la compensation de la capacité doit être réalisée avec une précision beaucoup plus grande que celle du facteur de puissance; puis il rappelle le nouveau pont utilisé à la Harvard Engineering School qui a été décrit dans « J. A. I. E. E. » d'avril 1926, p. 337.

M. E.-S. Lee décrit une méthode calorimétrique simple qui lui a permis de comparer les résultats obtenus avec un appareillage plus compliqué; la figure 1 en représente la disposition. Deux morceaux de câble triphasé de 10,7 m de longueur étaient placés horizontalement dans une boite close de 6,40 m de longueur seulement, de telle sorte que la

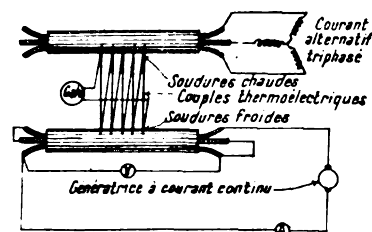


Fig. 1. — Schéma d'un montage pour la détermination des pertes diélectriques dans les câbles par comparaison de leur échauffement.

partie centrale des câbles était toujours comprise dans la boîte. Des couples thermoélectriques étaient régulièrement distribués le long de l'enveloppe de plomb, les soudures chaudes étant toutes concentrées sur l'une des enveloppes et les soudures froides sur l'autre. En insérant dans le circuit de ces couples un galvanomètre donnant une déviation de 1 mm sur une échelle placée à 1 m pour un courant de $6,5 \times 10^{-6}$ A, on a trouvé qu'avec neuf couples en série, une différence de température de 1/75 de degré entre les deux enveloppes se traduisait par une déviation de 1 cm sur l'échelle ou, ce qui revient au même, cette déviation correspondait à une perte de puissance de 0,015 w : m. Les mesures étaient effectuées en appliquant une tension triphasée à l'un des câbles tandis que l'on faisait circuler un courant continu à travers les conducteurs en série de l'autre câble jusqu'à ce que l'on ait réalisé l'équilibre de température entre les deux enveloppes, ce qui était indiqué par le fait que le galvanomètre restait au zéro. On mesurait la puissance continue dépensée et on admettait qu'elle représentait les pertes en courant alternatif. Parmi les résultats cités par l'auteur, on peut retenir ceux-ci : des mesures avec un wattmètre électrodynamométrique compensé, ont donné un chiffre de pertes de 0,816 w par mètre de câble et un facteur de puissance de 0,74 pour 100, alors que les nombres correspondant à la méthode ci-dessus sont 0,846 w et 0,72 pour 100. Il sera bon de répéter l'expérience en intervertissant l'ordre des câbles.

Le docteur D.-M. Simons pense que les élévations de température attribuées par M. C.-F. Hanson aux câbles à haute tension sont plutôt inquiétantes, principalement quand il y a un grand nombre de câbles par conduite; d'après lui, les conditions réelles sont bien moins défavorables que celles indiquées, parce que le calcul de l'élévation de température est basé sur les pertes diélectriques en admettant un facteur de puissance constant à travers toute l'épaisseur de l'isolant. Or, dans un câble à un seul conducteur enrobé dans une forte couche d'isolant, il y a une différence de température considérable entre le conducteur et l'enveloppe de plomb, ce qui implique que le facteur de puissance du câble entier n'est jamais celui des couches d'isolant voisines du conducteur; on doit en conclure que les pertes réelles sont bien plus faibles que celles dont M. Hanson s'est servi pour ses calculs. Comme le docteur Simons l'a déjà démontré ailleurs, l'excès de température du conducteur sur l'enveloppe de plomb pourrait se chiffrer en attribuant un facteur de puissance constant à l'isolant pris à la température maximum du conducteur. Pour l'élévation de température du plomb sur les conduits et des conduits sur le sol, avant la mise en charge du câble, on utilisera le nombre trouvé pour les pertes effectives dans le câble et on supposera qu'il existe un gradient de potentiel dans l'isolant. En suivant cette marche pour le calcul, il est possible qu'on arrive à des conditions de stabilité plus favorables que celles déduites par M. Hanson.

Avant d'entrer dans le détail de sa seconde méthode de calcul, M. C.-F. Hanson croit bon de donner les renseignements suivants :

1° On prend généralement pour les pertes diélectriques d'un câble celles qui existeraient si l'isolant entier du câble était à la même température. Ce sont les pertes que l'on mesure dans les laboratoires conformément aux règlements américains et l'orateur les comprend sous l'appellation de « pertes diélectriques mesurées ».

2° En service effectif, toute la masse de l'isolant n'est pas à la même température; celle-ci est plus haute au voisinage du conducteur qu'au voisinage de l'enveloppe de plomb; par conséquent, le facteur de puissance est plus élevé près du premier que près de la seconde. Les pertes diélectriques du câble, dans ces conditions et dans l'hypothèse où le conducteur fonctionne à la température maximum admissible, seront moindres que les pertes diélectriques mesurées et M. Hanson les qualifie « pertes diélectriques réelles ».

3° Les pertes diélectriques réelles sont réparties dans tout l'isolant du câble; elles sont plus grandes près du conducteur que près du plomb; parce que la contrainte électrique et le facteur de puissance sont également plus élevés près du conducteur que près du plomb.

Dans le calcul du courant de capacité, il est difficile de considérer les « pertes diélectriques réelles » comme des pertes distribuées; mieux vaut les traiter comme des pertes dont une partie est concentrée à la surface du conducteur, la partie localisée étant alors spécifiée par l'expression « pertes diélectriques équivalentes du conducteur ». Ces dernières, conjointement avec les pertes Joule dans le conducteur, élèvent la température de ce dernier au-dessus de celle de la chemise de plomb, mais, d'autre part, à ces deux espèces de pertes s'ajoutent celles par courants de Foucault dans le plomb qui viennent élever la température de celui-ci au-dessus de la température du sol prise comme base.

Pour son calcul, M. C.-F. Hanson a pris 50 pour 100 des pertes diélectriques mesurées comme représentant les pertes diélectriques équivalentes du conducteur; toutefois, il démontre que cette façon de procéder n'est pas toujours rigoureuse et prend comme exemple le câble n° 15 dont la caractéristique facteur de puissance-température est reproduite sur la figure 5 de l'article original; ce câble avait été calculé pour avoir un courant de capacité de 187 A dans les conditions répondant aux spécifications du contrat. Il divise l'isolant de ce câble en une série de 12 cylindres concentriques ayant respectivement une épaisseur de 1,53 mm. En partant du cylindre intérieur en contact immédiat avec le conducteur, on détermine sa température et sa tension à une distance de 0,76 mm du conducteur, ce qui donne les éléments nécessaires pour déterminer les pertes diélectriques par 30 cm de longueur du premier cylindre; le second cylindre compté à partir du conducteur, est aussi traversé par la chaleur développée dans le cuivre du conducteur et, de plus, par la chaleur correspondant aux pertes diélectriques dans le premier cylindre isolant; les gradients de la température et de la tension étant connus pour le second cylindre, on en calcule à son tour les pertes diélectriques. On procède de cette façon jusqu'à l'enveloppe de plomb. Les résultats de l'ensemble de ces calculs sont représentés par les courbes de la figure 2. On peut les résumer comme il suit :

Les « pertes diélectriques mesurées » du câble à 60°C sont de 3,09 w par 30 cm;

Les « pertes diélectriques réelles » du câble, quand le conducteur est à la température de 60°C sont de 2,91 w par 30 cm;

Les « pertes diélectriques équivalentes du conducteur » ont été trouvées égales à 1,46 w par 30 cm, ce qui représente 50 pour 100 des « pertes diélectriques réelles », mais seulement 47,2 pour 100 des « pertes diélectriques mesurées ».

M. C.-F. Hanson reconnaît, par conséquent, qu'il a été excessif dans ses premiers calculs en prenant 50 au lieu de 47,2 pour 100 des « pertes diélectriques mesurées » pour la valeur des « pertes diélectriques équivalentes du conducteur »; l'erreur n'est pourtant pas aussi élevée qu'il semble,

parce qu'il se produit une compensation par ailleurs. En figure 5 du mémoire, la caractéristique facteur de puissance-température est représentée comme une droite EF alors que c'est une courbe descendante aux hautes températures et c'est probablement dans cette chute seule que réside le petit avantage gagné par la revision des calculs. Aussi M. C.-F. Hanson confirme que ses figures 5 et 6 sont proches de la vérité et que les constantes thermiques qu'il a employées conviennent très bien à un cas moyen.

Enfin, à MM. Simons et Brown qui proposent, pour l'élimination du courant de charge de l'aiguille, de faire la

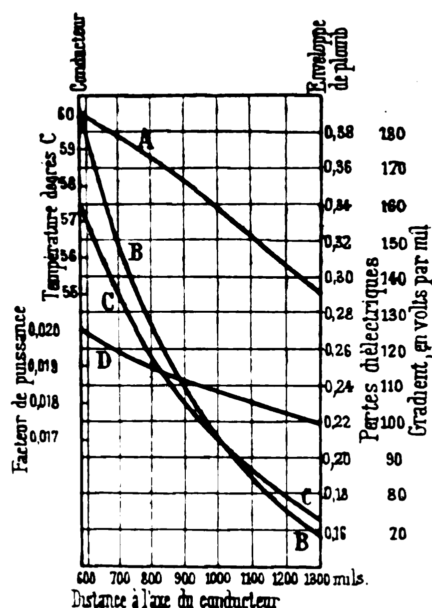


Fig. 1. — Conditions réelles du câble n° 15. A, courbes des températures exprimées en degrés centésimaux; B, courbe des pertes diélectriques exprimées en watts par 30 cm de longueur et 1,53 mm d'épaisseur; C, courbe du gradient de la tension; D, courbe du facteur de puissance. Pour convertir les mils en centimètre, on multiplie les nombres correspondants par 0,00254; pour passer des gradients en volts par mil aux gradients en volts par centimètre, on multiplie les nombres correspondants par 393.

prise de terre au milieu de la résistance R_1 des quadrants, M. W.-B. Kouwenhoven objecte que cette méthode ne lui a jamais donné de bons résultats et il signale que les avantages de l'électromètre-wattmètre sur le wattmètre électrodynamique consistent dans sa simplicité et l'étendue de son emploi. Quand on désire soumettre aux essais des échantillons de différentes grandeurs avec le deuxième instrument, ou il faut le shunter ou il faut pouvoir disposer de plusieurs enroulements ampèremétriques. Au contraire, avec l'électromètre à quadrants, on obtient plusieurs sensibilités en changeant seulement la valeur de la résistance R_1 qui shunte les quadrants; avec le même électromètre, M. Kouwenhoven a pu mesurer les pertes dans des câbles de quelques pieds de longueur aussi bien que dans les câbles entiers d'une bobine; il suffit, pour cela, de faire varier la résistance R_1, de plusieurs milliers d'ohms à un centième d'ohm et le courant, de quelques milliampères à 200 A. Pour mesurer les pertes d'une réactance destinée à limiter le courant, on a employé avec avantage une méthode de zéro décrite par MM. Kouwenhoven et Betz; les expériences étaient réalisées sur le terrain et les résultats étaient obtenus très rapidement. — B. C.

Le fil émaillé [1].

On désigne ainsi les conducteurs en forme de fil qui sont isolés par une couche d'émail laqué. Leurs premières applications aux Etats-Unis datent de 1900 et de 1907 en Allemagne et en Autriche. On s'accorde aujourd'hui à reconnaître que, pour la technique de la basse tension et pour les faibles diamètres, ce fil est nettement supérieur au fil isolé à la soie que l'on utilisait exclusivement autrefois. Les avantages qui le caractérisent sont : 1° son faible prix; 2° sa haute rigidité diélectrique et une résistance élevée d'isolement. Toutes choses égales on trouve que, par rapport au fil isolé à la soie, cette rigidité est environ quatre fois plus grande et la résistance d'isolement quinze fois plus élevée ; 3° le peu d'influence que l'humidité a sur lui; 4° la constance de ses caractéristiques pour les températures allant jusqu'à 100° C; 5° une meilleure utilisation de l'espace disponible, car l'épaisseur de la couche de laque peut être moitié moindre que celle du guipage de soie.

Les spécifications des cahiers des charges relatifs à la fourniture de ces fils ne sont pas encore arrêtées et l'auteur se borne à étudier les conditions à remplir; il précise, de plus, les spécifications déjà adoptées par la Siemens-Schuckert-Konzern.

1. Préparation du fil de cuivre nu. — On utilise généralement du cuivre d'origine américaine, que l'on recuit, lamine et tréfile. Par laminage, on obtient des fils de diamètre de 6 à 8 mm que l'on passe à travers plusieurs filières. On a constaté que des lots de fils ayant subi des opérations de laquage identiques présentaient plus ou moins de défauts, suivant l'origine du fil nu. Un examen au microscope de la surface des fils mit en évidence des irrégularités de fabrication d'où provenaient les défauts signalés. Les fils d'origine suisse et française sont les meilleurs. On a remarqué que des traces d'oxyde cuivreux rendaient le cuivre cassant et impropre à l'étirage à froid. Le métal destiné à être tréfilé est gâté s'il est porté à une assez haute température en présence de fer, par suite de l'action des gaz qui se dégagent de ce dernier. Certains tréfileurs utilisent du métal composé, en parties égales, de cuivre électrolytique et de cuivre dit à laquer, qui est très pur, mais non électrolytique. Le tout est coulé en barres de 40 mm de diamètre et de 1 m de longueur. Parfois aussi, à un mélange en parties égales de cuivre électrolytique et de cuivre d'origine américaine dit « wirrebar », on ajoute 2 pour 100 de zinc. Les barres sont tournées, rognées et coupées pour faire disparaître les scories de fonte et les parties poreuses sont éliminées. Les barres sont ensuite cinglées au martinet, toutes chaudes, en deux ou trois passes. Ce traitement réduit le diamètre et donne au métal une homogénéité de contexture qu'aucun autre ne pourrait lui procurer. Le recuit et l'étirage s'effectuent ensuite suivant les procédés ordinaires. On a récemment mis en service des machines à étirer à grand débit qui travaillent à la vitesse de 20 m : s pour les plus petits diamètres, ce qui correspond à la production d'un kilogramme de fil de 0,05 mm de diamètre en une heure environ. En Suisse, on attache une grande importance aux filières de diamant. Les diamants sont achetés bruts en Angleterre, percés en France et polis par l'usager lui-même. Le liquide employé

[1] Edouard Goldschmidt. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 9 décembre 1926, t. XLVII, p. 1453-1458, 7 000 mots, 14 figures.

pendant l'étirage est constitué généralement, en [illegible] Suisse, pour les gros fils, par de l'huile de machines à percer, non acide avec 90 pour 100 d'eau et, pour les petits fils, par 25 pour 100 d'huile de perceuses et 75 pour 100 d'eau, ou par de l'eau savonneuse avec 2 pour 100 de soude. Il convient de noter que, dans beaucoup de fabriques suisses, le liquide est appliqué sur le fil sortant de la filière pour le refroidir, la couche étant jugée suffisante pour l'entrée dans la filière suivante.

On a observé que la qualité du fil émaillé dépendait beaucoup de la forme du fil qui doit être parfaitement rond. L'examen au microscope de coupes de fils émaillés a montré que l'épaisseur de la couche de laque n'était pas régulière si la section s'éloignait de la forme circulaire.

2. Propriétés de l'émail laqué. — Comme le choix de l'émail laqué, ou laque, est de première importance, des essais extrêmement nombreux furent effectués dans les laboratoires. Pendant longtemps, les laques suisses furent considérées comme les meilleures. L'auteur indique qu'une fabrique autrichienne a établi une laque de qualité égale à ces dernières et qui présente sur elles, l'avantage de sécher pour des températures comprises dans des limites plus étendues que les précédentes, ce qui permet d'adopter une plus grande vitesse de passage du fil dans la machine à laquer.

La couche de laque doit être très homogène, ce qui dépend, entre autres, de la nature du bitume ou de la poix de stéarine qu'elle contient. Des essais ont prouvé que la dissolution dans le benzol de composés insaponifiables donne par évaporation, avec les laques préparées en Suisse, une couche très épaisse, brillante et d'une haute rigidité diélectrique. Au contraire avec les laques de mauvaise qualité, la dissolution dans le benzol dépose une matière matte finement cristallisée. La rigidité diélectrique dépend aussi de la nature et de la qualité de l'huile grasse que contient la laque. La température de séchage dépend de la teneur en asphalte, en huiles grasses et siccatif. La résine est rarement employée et les laques qui en contiennent ne peuvent résister aux températures assez élevées. Celles qui sont à base de poix de stéarine tiennent bien à la chaleur et donnent un enduit souple et résistant. La laque d'origine Suisse contient plus de poix de stéarine que de bitume et fournit une pellicule souple, presque sans défaut d'isolement et d'une haute rigidité diélectrique. Son siccatif est à base de manganèse et accélère le séchage sans que la couche se sèche brusquement et perde sa souplesse.

3. Succession des opérations dans les fours a laquer. — Le chauffage électrique tend à remplacer le chauffage au gaz comme étant plus propre; il permet de réaliser une température plus constante et d'éviter les modifications de réglage à la suite des variations du pouvoir calorifique du gaz employé, ainsi que l'action nuisible sur les fils de l'hydrogène contenu dans le gaz. Les frais de chauffage sont, d'ailleurs, de 20 pour 100 environ plus réduits avec l'électricité qu'avec le gaz. Les nouveaux modèles de fours électriques permettent de pousser encore plus loin cette économie. La construction peut être horizontale ou verticale, la deuxième étant moins encombrante que la première. On a cru que les fours verticaux assuraient seuls une répartition égale de la laque le long du fil; mais l'expérience a prouvé que les fours horizontaux conduisaient à un aussi bon résultat.

Dans l'un et l'autre système, le fil baigne dans la laque, soit par immersion, soit par contact avec des tampons et passe dans une étuve où il sèche. Cette opération est répétée jusqu'à ce que la couche ait l'épaisseur voulue. Pour obtenir un produit fini supérieur avec du bon fil nu et de la bonne laque, il faut réaliser les conditions suivantes : température constante dans l'étuve ; viscosité constante du bain de laque ; vitesse constante du fil ; propreté scrupuleuse et absence de poussières dans la salle où s'effectuent les opérations ; température constante dans cette salle avec minimum de 25° C et absence de courant d'air ; contrôle permanent du fil fini, etc. L'article indique en détail comment on réalise ces diverses conditions.

Le contrôle de la température est assuré par des pyromètres à couple thermoélectrique de fer et constantan qui permettent des lectures jusqu'à 500° C. Trois pyromètres sont généralement installés aux deux extrémités et au milieu du four. Le réglage automatique de la température est facilement réalisable et très employé aux Etats-Unis, mais il présente un inconvénient. Le système ne fonctionne que lorsqu'une température minimum et une température maximum sont atteintes et, avec l'inertie thermique des grands fours, les effets du réglage ne se font sentir qu'un certain temps après que le régulateur a fonctionné. Enfin il convient de tenir compte de l'humidité de l'air et de la tension du courant utilisé. L'expérience a prouvé que le réglage à la main était plus régulier dès que l'ouvrier qui en est chargé a acquis

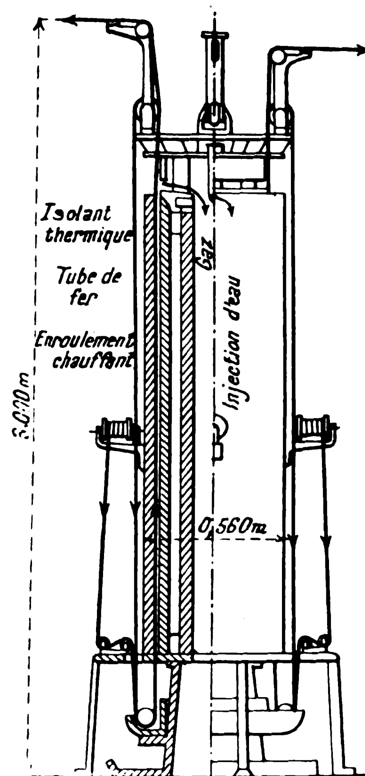


Fig. 1. — Vue en coupe d'un four vertical, pour l'émaillage des fils de cuivre.

une certaine pratique et qu'il était possible de maintenir la température constante à un degré près.

Comme la laque employée utilise comme dissolvant un produit volatil, au bout de quelques heures de fonctionnement, il ne resterait plus, dans le bac à laque, qu'un produit très concentré. Aussi prévoit-on une addition constante de dissolvant au moyen d'un pointeau, que l'on règle approximativement de manière qu'elle compense l'évapora-

tion. La laque est, de plus, toujours maintenue en mouvement, sa circulation étant assurée par une pompe. Aux Etats-Unis, pour que le fil entre en contact avec la laque, on le fait baigner dans le liquide. Il passe alors sur une poulie immergée. Ce dispositif a l'inconvénient de limiter à 10 m : mn la vitesse du fil, tandis que les autres permettent celle de 20 à 40 m : mn. On utilise généralement des frotteurs et des tampons imbibés de dissolution de laque.

Pour éviter les variations de la vitesse du fil que peut causer la hauteur de garnissage des bobines, on assure le déroulement par un tambour auxiliaire, ou bien on fait entraîner la bobine à garnir par un galet de friction, dont la position par rapport à l'axe dépend de la hauteur de la couche de fil.

Les bobines sont en bois, en carton ou en presspahn. Celles en aluminium sont trop coûteuses. Comme elles tournent à une vitesse comprise entre 4000 et 5000 t : mn, quelques bobines suffisent pour contenir le fil produit par un four.

La propreté de la salle des fours doit être assurée, ainsi que la constance de la température. On a constaté que la couche de laque était d'autant moins grossière et plus régulière que la température de la salle était plus haute et son air plus calme.

Le contrôle de la fabrication peut seul garantir une fabrication égale. Dans les usines américaines, un employé ne fait que vérifier le fil sortant des fours en le faisant passer sur ses doigts ou même sur ses lèvres. L'épaisseur de la couche de laque est mesurée au micromètre et observée avec une loupe à grossissement de 8 à 10. Cette vérification ne demande que quelques secondes et l'arrêt du fil qu'elle exige est assez court pour ne causer aucun dommage.

La figure 1 donne la coupe d'un four vertical de modèle américain. Les résistances électriques sont disposées dans le corps cylindrique et 20 fils passent suivant les génératrices de ce dernier. Dans le tableau I sont enregistrés, par kilogramme de fil non traité certaines caractéristiques de fabrication.

TABLEAU I. — *Caractéristiques de fabrication du fil émaillé.*

DIAMÈTRE mm	ÉNERGIE DE CHAUFFAGE kw-h	LAQUE kg	DISSOLVANT kg	TEMPS *h*
0,05	35	0,6	1,2	3
0,10	15	0,3	0,6	1
0,20	5	0,15	0,3	1 3

B. H.

Les nouvelles automotrices pétroléoélectriques de la Detroit, Toledo and Ironton Railroad.

D'après un document qui nous a été communiqué par la Westinghouse electric and Manufacturing Co, nous donnons ci-après les renseignements suivants sur les nouvelles automotrices de la Detroit, Toledo and Ironton Railroad.

Cette compagnie a mis en service, le 25 octobre 1926, deux automotrices pétroléoélectriques d'un type nouveau qui assurent, en concurrence avec la traction à vapeur, un service régulier entre les villes de Detroit (Michigan) et Cambridge (Ohio) distantes de 280 miles.

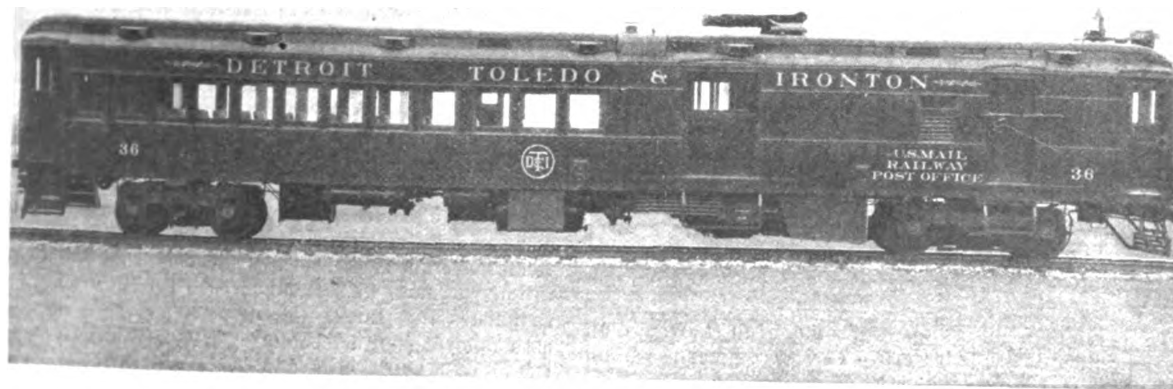


Fig. 1. — Vue d'ensemble d'une automotrice.

Chaque automotrice, représentée sur la figure 1, comprend deux boggies à deux essieux supportant la caisse par l'intermédiaire d'un châssis en acier. Cette caisse construite en acier et en aluminium est divisée en quatre compartiments dont deux contiennent 46 places assises; le troisième sert de fourgon à bagages et renferme la chaudière de chauffage; enfin le quatrième compartiment reçoit les appareils de manœuvre et la cabine du mécanicien (fig. 2).

La longueur d'une voiture est de 72 pieds 6 pouces entre tampons (22 m) et son poids en ordre de marche est de 66 tons.

Les groupes générateurs d'électricité sont au nombre de deux sur chaque automotrice. Ils sont disposés sous le châssis et comprennent chacun un moteur à 6 cylindres alimenté au benzol et développant une puissance de 150 ch à 1 750 t: mn; une génératrice principale de la Westinghouse electric and manufacturing Co accouplée directement au

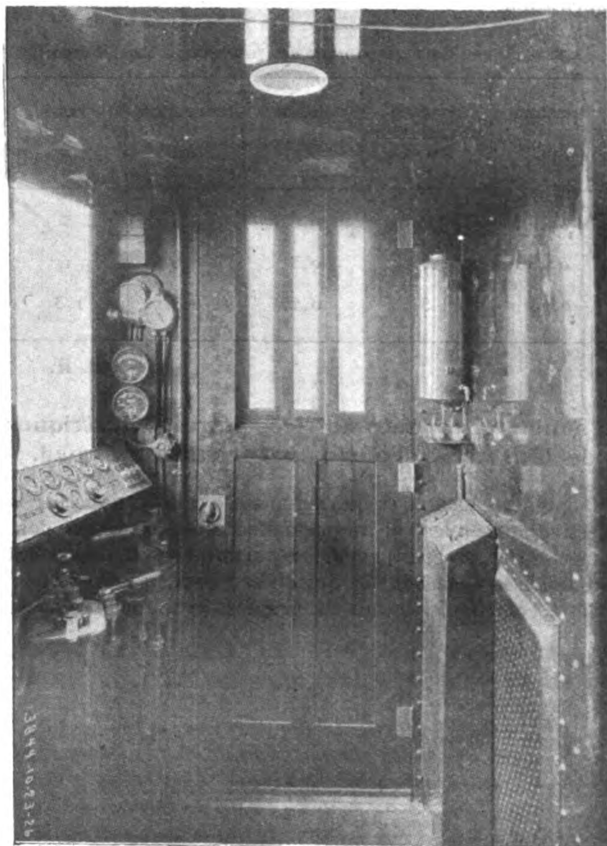


Fig. 2. — Vue intérieure de la cabine du mécanicien.

moteur et munie de deux enroulements d'excitation, l'un shunt, l'autre indépendant. La tension aux bornes est de 750 v à 1 750 t: mn et de 600 v à 1 400 t: mn, cette dernière tension correspondant à la vitesse normale du véhicule; une génératrice auxiliaire montée sur l'arbre du groupe assure, sous une tension de 32 v, l'excitation de la génératrice principale et la charge de deux batteries d'accumulateurs, l'une à 32 v, l'autre à 12 v.

Le démarrage du groupe est obtenu au moyen d'un moteur alimenté par la batterie à 32 v et commandé par un interrupteur à solénoïde, à partir de la cabine du mécanicien.

Afin de réduire les vibrations au minimum, les sens de rotation des deux groupes sont inverses l'un de l'autre ; de plus les machines sont fixées sur un support spécial avec interposition de matières élastiques.

Le combustible (en l'espèce, du benzol) est puisé dans un réservoir d'une capacité de 366 gallons et envoyé au carburateur à l'aide d'une pompe entraînée par un moteur qu'alimente la batterie à 12 v. Cette dernière dessert également les circuits d'allumage des moteurs des groupes.

L'eau de refroidissement des cylindres a une circulation réalisée par une pompe dans un réfrigérant à ailettes disposé sous le châssis de la voiture et soumis à l'action d'un ventilateur, lequel est monté sur l'arbre du groupe correspondant.

La distribution d'air comprimé nécessaire au freinage et aux contacteurs électropneumatiques des circuits de contrôle est assurée par un compresseur placé dans le quatrième compartiment de la voiture.

Les moteurs, au nombre de deux, attaquent les essieux du boggie avant par l'intermédiaire d'engrenages. Ils peuvent être alimentés soit par l'ensemble soit par l'un quelconque des deux groupes électrogènes, de sorte qu'en cas d'avarie d'un de ces derniers l'automotrice peut encore fonctionner.

Les circuits d'éclairage et de contrôle sont branchés sur la batterie à 32 v.

Le contrôle est opéré au moyen de contacteurs électropneumatiques, y compris la commande des valves d'étranglement des gaz qui, sur les deux moteurs à benzol, peuvent être manœuvrées simultanément.

Le réglage de la vitesse de la voiture est obtenu par variation de la tension aux bornes des génératrices, en agissant sur l'excitation de ces dernières par contrôle rhéostatique. On obtient ainsi une accélération douce et rapide et une très grande souplesse de manœuvre à toutes les vitesses.

Un dispositif d'essuie-glace à commande électrique a été prévu à l'avant de la cabine du mécanicien.

La vitesse obtenue est de 49 miles par heure sur une rampe de 1 pour 100. Les essais ont démontré qu'il était possible de réaliser une vitesse maximum de 60 miles par heure et d'effectuer en neuf heures le trajet de Detroit à Ironton.

L'équipement électrique des voitures a été construit par la Westinghouse electric and manufacturing Co et l'exécution de la partie mécanique est due à la Pullman Co et à la Hall Scott Motor Co. — L. V.

Voitures automotrices Diesel électriques du chemin de fer de Suède (1).

L'Allmänna swenska elektriska Aktiebolaget (A S E A) de Västeras étudie depuis 15 ans un type d'automotrices mues par des moteurs Diesel, à transmission électrique. La plus ancienne de ces voitures est en service depuis 13 ans. Les moteurs adoptés sont à 4 temps et à vitesse élevée. Les plus petits ont leurs cylindres en ligne, les autres en V. La puissance par cylindre est de 12,5 ch à 550 t: mn dans les premiers et de 20 ch à 500 t: mn dans les plus grands. Leur consommation à pleine charge est de 200 g par cheval-heure. Le démarrage est obtenu à l'aide de la dynamo de transmission, connectée à une batterie d'accumulateurs. L'eau de réfrigération parcourt un circuit fermé en relation avec un radiateur situé sur le toit de la voiture. En hiver, elle est employée pour le chauffage. La gamme des puissances comprend les puissances de 60, 90, 120, 150, 200 et 300 ch. La dynamo, accouplée au moteur par une liaison élastique, est une dynamo shunt, et peut donner une tension variable jusqu'à 550 v. Son enroulement série n'est connecté que lorsqu'elle fonctionne en moteur. Les voitures, supportées par deux boggies, ont 16 m de longueur et pèsent à vide, en ordre de marche, 29,3 t. Elles possèdent 53 places. Elles peuvent remorquer un poids de 50 t à 28 km: h sur des rampes de 10 pour 100 et à 53 km: h en palier. — C.-R. M.

(1) *Elektrotechniche Zeitschrift*, 24 février 1927, t. XLVIII, p. 247-249, 2300 mots, 7 figures.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Compagnie du Chemin de fer métropolitain de Paris.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 12 AVRIL 1927.

Du rapport annuel concernant l'exercice 1926 de cette société au capital de 75 millions de francs et dont le siège est à Paris, 75, boulevard Haussmann, nous extrayons les renseignements qui suivent :

La longueur du réseau concédé n'a pas varié depuis 1923. Par contre, la longueur des lignes en service est passée de 92,3 km au 31 décembre 1925 [1] à 94,7 km au 31 décembre 1926, du fait de l'ouverture du tronçon Mabillon-Odéon de la ligne n° 10 et du tronçon Palais-Royal-Pont-Marie de la ligne n° 7.

Au cours de cette dernière année, la Ville de Paris a poussé très activement les travaux de prolongement des lignes n° 8 et n° 9, depuis leurs terminus provisoires actuels jusqu'à leur point de jonction, sous le carrefour Richelieu-Drouot et, au delà de ce carrefour, jusqu'à proximité de la rue Montmartre.

De plus, la Ville de Paris a commencé, dans le courant de l'année 1926, la construction du souterrain de la ligne n° 10 entre Odéon et rue des Ecoles et celui de la ligne n° 7 entre rue Monge et place d'Italie, ainsi que le raccordement de ces deux lignes entre rue des Ecoles et rue Monge. Les travaux sont déjà fort avancés et la section complète Odéon-Place d'Italie pourra vraisemblablement être exploitée pour la fin de l'année 1928.

L'exploitation de cette section ne sera d'ailleurs que provisoire. Dans un proche avenir, toute la partie sud de la ligne n° 7, entre la rue Monge et la porte de Choisy, sera réunie à la partie nord de cette ligne, déjà exploitée jusqu'au Pont-Marie : les travaux de la traversée sous-fluviale de la Seine, à hauteur du pont Morland, viennent, en effet, d'être récemment adjugés et l'exécution des travaux de la partie comprise entre la place d'Italie et la porte de Choisy est elle-même commencée.

De son côté, la compagnie a continué l'aménagement de la station double Richelieu-Drouot qui desservira les deux lignes n° 8 et n° 9 et dont les quais, de même que ceux de toutes les stations en construction des lignes n°s 7, 8 et 9, auront une longueur de 105 m. Les travaux étaient suffisamment avancés, au début de l'année 1927, pour que, lors de l'inauguration officielle du boulevard Haussman, le 15 janvier 1927, M. le Président de la République ait pu visiter la salle de distribution des billets et les quais de la station de la ligne n° 9.

L'équipement des souterrains et de la station carrefour Richelieu-Drouot se fait au fur et à mesure de l'achèvement des travaux de l'infrastructure et il est à présumer que cette station sera ouverte à l'exploitation à l'automne de 1927, dès que les travaux qui restent à exécuter sous les boulevards jusqu'à la rue Montmartre, pour l'aménagement d'un tiroir de manœuvre, auront été terminés. Cette station constituera l'amorce de la ligne des boulevards, qui, avec ses deux doubles voies superposées allant du carrefour Richelieu-Drouot à la place de la République, contribuera à la prospérité des grandes artères qu'elle desservira.

Sur les lignes en service, la compagnie a apporté d'importantes modifications destinées à accroître le rendement de l'exploitation en même temps que le bien-être des voyageurs.

Les accès d'un certain nombre de stations ont été améliorés par la construction de plusieurs galeries de communication et de nouveaux débouchés sur la voie publique.

En outre, un escalier supplémentaire et des bureaux de recettes ont été aménagés dans les stations où l'importance du trafic les rendaient nécessaires.

Onze nouvelles baies d'aération ont été ouvertes sur les lignes n°s 3, 4 et 7 et quatre stations ont été dotées d'ascenseurs ou d'escaliers de secours.

La compagnie poursuit, de plus, l'achèvement du programme tracé en 1924 pour l'alimentation en énergie du réseau et elle continue à accroître, à mesure qu'elle dispose d'un matériel suffisant, la fréquence des trains sur les lignes dont la signalisation a été transformée.

Enfin, dans un but d'économie, la compagnie a pris ses dispositions pour étendre, sur tout le réseau, le système de la fermeture automatique des portes des voitures et elle a installé, dans les stations, de nouveaux portillons automatiques.

L'exercice qui vient de s'écouler est caractérisé par une sensible augmentation des dépenses d'exploitation, due principalement aux majorations des salaires et des charges fiscales et à l'élévation du prix du charbon et des matières diverses nécessaires à l'entretien.

L'équilibre entre les recettes et les dépenses était toutefois assuré sur la base des tarifs en vigueur au début de l'année. Cependant, malgré cette circonstance favorable, le Conseil municipal, dans sa séance du 12 juillet 1926, décida de majorer les tarifs à partir du 1er août suivant : le prix moyen du billet s'est ainsi trouvé porté de 0,510 fr à 0,675 fr.

Finalement, la balance entre les recettes et les dépenses, lesquelles se montent respectivement à 319 056 904,37 fr et 285 534 746,09 fr, accuse un solde bénéficiaire, au profit de la Ville de Paris, de 33 522 158,28 fr.

A l'actif du bilan, les comptes de premier établissement qui forment un total, au 31 décembre 1926, de 451 millions 265 147,42 fr, se sont augmentés, au cours de l'exercice, de 57 464 844,67 fr.

Les comptes caisse, banques et bons à court terme font ressortir l'ensemble des disponibilités de la trésorerie. Leur montant, de 90 785 683,94 fr, est supérieur de 37 millions 849 382,27 fr au montant atteint, le 31 décembre 1925, par les comptes correspondants.

Le compte des valeurs affectées au fonds de retraites et le compte des valeurs affectées au fonds de capitalisation des

[1] Voir *Revue générale de l'Electricité*, 7 août 1926, t. XX, p. 221-222.

usines d'électricité sont respectivement en augmentation de 12 279 618,35 fr et 962 784,85 fr.

Le compte portefeuille et cautionnements de la compagnie est en diminution de 5 381 240,66 fr du fait du remboursement, à leur échéance, de bons du Trésor, les autres valeurs en portefeuille étant restées sans changement.

Le compte débiteurs divers, où figurent les sommes qui sont, en clôture d'exercice, ou dues à la compagnie, ou avancées par elle, et qui, du reste, ont été encaissées, pour leur plus grande partie, au début de l'année 1927, se trouve en augmentation de 4 948 385,80 fr.

Le compte approvisionnements est en augmentation de 4 698 447,04 fr.

Au passif du bilan, le montant des comptes capital-actions, obligations et bons décennaux est sans changement sur leur total à fin 1925.

Dans ce poste figurent au 31 décembre 1926 : 216 770 actions de capital, 83 230 actions de jouissance, 707 023 obligations et bons en circulation et 116 717 obligations et bons amortis.

Le fonds de retraites est en augmentation de 6 millions 248 956,29 fr du fait des versements afférents à l'exercice 1926.

Le fonds de capitalisation des usines d'électricité est en augmentation de 962 784,85 fr.

Les autres fonds de capitalisation sont sans modifications notables.

Le compte créditeurs divers est en augmentation de 32 millions 177 634,07 fr principalement du fait de l'augmentation du solde bénéficiaire de la Ville de Paris.

Au compte réserves de la compagnie, la réserve légale reste toujours à son maximum de 7 500 000 fr et le fonds de prévoyance se trouve augmenté des 1 400 000 fr prélevés dans la répartition de l'exercice 1925.

Le passif est complété par le compte actions amorties et dividendes restant à payer et le solde créditeur du compte de profits et pertes.

Au compte de profits et pertes, le crédit comprend : 1° Le report du solde de l'exercice 1925, de 291 952,15 fr ; 2° la rémunération de la compagnie pour l'exercice 1926 et se décomposant ainsi : *a*) prime sur le nombre des billets, 8 533 019,16 fr ; *b*) prime au produit du trafic, 4 233 281,54 fr ; *c*) prime sur les recettes hors trafic, 1 182 846,37 fr, soit un total de 13 949 147,07 fr, sur lequel il est effectué un abattement de 1/5 sur la partie excédant 13 millions de francs, soit 189 829,41 fr, ce qui donne un total de la rémunération de 13 759 317,66 fr ; 3° les intérêts des fonds ou créances appartenant en propre à la compagnie, soit 1 808 893,21 fr.

L'ensemble, au crédit, est ainsi de 15 860 163,02 fr.

Le débit comprend : l'ensemble des dépenses payées au cours de l'exercice au compte propre de la compagnie et des provisions constituées en vue de règlements demeurant à effectuer au même compte, soit 1 800 000 fr ; le solde créditeur disponible du compte de profits et pertes, soit une somme de 14 060 163,02 fr, dans laquelle le report à nouveau entre pour 291 952,15 fr.

Conforme à l'article 41 des statuts ce solde est réparti ainsi qu'il suit :

Amortissement de 5 190 actions, 1 297 500 fr ; un premier dividende de 3 pour 100, soit 7,50 fr à 216 770 actions de capital, 1 625 775 fr ; au conseil d'administration et à la direction, 8 pour 100 sur l'excédent des bénéfices nets de l'exercice, soit 867 594,86 fr ; versement au fonds de prévoyance, 1 800 000 fr ; un deuxième dividende, de 27,50 fr, à chacune des 300 000 actions, 8 250 000 fr.

Il reste une somme de 219 293,16 fr qui est reportée à nouveau.

Le dividende est mis en paiement, sous déduction des impôts, depuis le 1er mai 1927.

Le tirage au sort des actions à amortir au titre de l'exercice 1926 a eu lieu le 24 mai 1927 et leur remboursement se fait depuis le 1er juillet.

Pour chaque action amortie, il est payé, en plus de sa valeur nominale, soit 250 fr, un intérêt de 3,75 fr égal aux six mois d'intérêt à 3 pour 100 courus du 1er janvier au 1er juillet. Il est, d'autre part, délivré, en échange du titre, une action de jouissance.

D'après ce rapport, on a pu constater que, malgré des majorations considérables du prix de la main-d'œuvre, des fournitures et des impôts, le compte général des recettes et des dépenses de l'année 1926 présente un solde bénéficiaire très satisfaisant. Et cependant l'influence du relèvement des tarifs ne s'est fait sentir que pendant les cinq derniers mois seulement. Il est donc à présumer que, si les conditions économiques restent invariables, les résultats futurs seront supérieurs à ceux de l'exercice qui vient de s'écouler.

Il faut, en outre, remarquer que les tarifs actuels ne représentent qu'un peu plus de trois fois et demie leur valeur d'avant-guerre. C'est dire qu'ils n'ont suivi que de très loin la marche ascendante des prix de toutes choses. Cette constatation donne plus de valeur encore aux résultats acquis. Il n'est pas douteux, en effet, que ces résultats, qui démontrent la vitalité de l'entreprise, ne soient dus, pour une grande partie, aux perfectionnements incessants apportés, dans tous les domaines, par la compagnie. Celle-ci étudie d'une manière constante toutes les mesures techniques qui lui paraissent susceptibles de développer son trafic et d'améliorer le rendement de son exploitation.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif.

	fr
Comptes de premier établissement :	
Voie ferrée et dépendances	254 573 482,10
Matériel roulant, outillage et mobilier	138 273 114,97
Ateliers et bâtiments	20 209 199,88
Frais généraux et divers	38 200 350,47
Caisse, banques et bons à court terme	90 785 683,94
Valeurs affectées au fonds de retraites	32 560 554,30
Valeurs affectées au fonds de capitalisation des usines d'électricité	5 897 789,30
Portefeuille	5 880 087,62
Cautionnements	1 361 531,10
Débiteurs divers	23 205 735,66
Approvisionnements	14 859 425,63
	625 815 954,97

Passif.

	fr
Capital-actions :	
216 770 actions de capital	54 192 500 »
83 230 actions de jouissance	20 807 500 »
Obligations et bons décennaux :	
Obligations à 3,5 pour 100	23 500 000 »
Obligations à 4 pour 100	101 499 415,45
Obligations à 6 pour 100	159 935 967,50
Bons décennaux à 7 pour 100	89 972 500 »
Fonds de retraites	34 846 136,61
Fonds de capitalisation des usines d'électricité	5 897 789,30
Fonds de garantie des rentes viagères et temporaires	894 579,14
Assurances générales	779 889,37
Créditeurs divers	98 160 208,58
Réserve légale	7 500 000 »
Fonds de prévoyance	12 115 972,60
Actions amorties et dividendes restant à payer	1 653 333,40
Profits et pertes	14 060 163,02
	625 815 954,97

SECTION DE LÉGISLATION

Les clauses de partage des bénéfices dans les cahiers des charges des concessions de forces hydrauliques

Les cahiers des charges des concessions de forces hydrauliques prévoient la participation de l'Etat, à titre de redevance, aux bénéfices de l'entreprise concédée (art. 45, 45 bis et 45 ter du cahier des charges type). Cette participation qui peut être directe et progressive (art. 45 bis) ou simplement indirecte et proportionnelle (art. 45 et 45 ter) ne doit intervenir, dans tous les cas, qu'après l'expiration d'une première période de dix ans pendant laquelle le concessionnaire est assujetti au paiement d'une redevance dont le montant est déterminé uniquement en fonction de l'énergie produite annuellement par l'usine concédée. L'application des clauses des cahiers des charges qui règlent ce partage des bénéfices entre le concessionnaire et l'Etat paraît de nature à soulever, dans la pratique, de très sérieuses difficultés sur lesquelles il ne semble pas prématuré d'attirer l'attention des intéressés.

I. Participation directe de l'Etat aux bénéfices. — La participation directe de l'Etat aux bénéfices de l'entreprise concédée peut être stipulée lorsque la concession est accordée à « une société régie par la loi du 24 juillet 1867 et ayant pour objet principal l'établissement et l'exploitation de l'usine hydraulique ». L'article 9, § 1er de la loi du 16 octobre 1919 (1) prévoit que dans ce cas le concessionnaire peut être assujetti à une redevance « proportionnelle aux bénéfices ou aux dividendes répartis ». L'article 10, § 8°, ainsi que l'article 45 bis du cahier des charges type, précisent que ces bénéfices doivent s'entendre déduction faite des intérêts du capital actions effectivement versé et non amorti; ces intérêts réservés sont cumulatifs. Le surplus est partagé entre le concessionnaire et l'Etat, dont la part est calculée suivant un barème progressif.

La difficulté essentielle que soulève l'application des clauses correspondantes des cahiers des charges réside dans l'acception qu'il convient de donner aux mots « bénéfices ou dividendes répartis ».

Il résulte, des travaux préparatoires de la loi, que la Commission extraparlementaire chargée de l'élaboration du projet gouvernemental a entendu faire porter la redevance sur le *bénéfice net total* réalisé au cours de chaque exercice par la société concessionnaire, *quelle que soit l'affectation donnée à ce bénéfice par l'assemblée générale*; le prélèvement de l'Etat portant, notamment, sur les sommes portées aux réserves aussi bien que sur le dividende effectivement versé aux actionnaires (2). Or, on observera que l'article 10 § 8° de la loi prévoit d'autre part qu'au cas où le cahier des charges stipule au profit de l'Etat une redevance proportionnelle aux bénéfices annuels de l'entreprise concédée, il doit également lui réserver, « en cas de liquidation ou à l'expiration de la concession », et après remboursement du capital social, une part du surplus de l'actif qui doit être, autant que possible, « équivalente à l'ensemble des sommes qui lui eussent été annuellement versées *si les bénéfices avaient été intégralement distribués* ».

Cette dernière disposition s'explique si l'on admet que la participation annuelle de l'Etat porte uniquement sur les bénéfices *effectivement distribués*, à quelque titre que ce soit, par la société concessionnaire, à l'exclusion des sommes affectées aux réserves et autres comptes de prévoyance du bilan social. Si l'on admet, au contraire, que la redevance porte sur le montant total des bénéfices réalisés annuellement, quelle que soit leur affectation, elle devient inexplicable et son application risque d'entraîner des conséquences absolument inadmissibles. En effet, les réserves provenant de l'accumulation des bénéfices non distribués par la société concessionnaire, frappées une première fois de la redevance lors de leur constitution, devraient supporter une deuxième fois cette redevance à la fin de la concession ou en cas de liquidation dans la mesure où, à cette époque, elles se retrouveraient dans l'actif social.

Cette conséquence au moins singulière avait bien été signalée, au cours de l'élaboration du projet, par M. Berthélemy. La Commission avait néanmoins passé outre, sur l'affirmation de son président que « les bénéfices non distribués *constituent une réserve spéciale aux actionnaires* » et que d'ailleurs les modalités de la participation de l'Etat au partage de l'actif social seraient réglées par les cahiers des charges. C'était là éluder la

(1) Loi relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique. *Revue générale de l'Electricité*, 8 novembre 1919, t. VI, p. 639-654.

(2) Procès-verbal de la 16e séance de la Commission. *La Houille Blanche*, mai-juin 1919, p. 123; Rapport de M. Léon Perrier, sur l'article 9; cf. également notre ouvrage *Législation des Forces hydrauliques*, p. 123 et suiv.

difficulté et non la résoudre. En effet, aucune disposition de la loi n'implique une telle discrimination entre les bénéfices non distribués et les autres éléments de l'actif avec lesquels ils sont confondus en fait dans le patrimoine de la société concessionnaire, et rien ne permet de l'opérer à priori. Il ne serait sans doute pas impossible — théoriquement du moins — d'insérer dans les cahiers des charges une clause tendant à réaliser cette discrimination; mais il n'en subsisterait pas moins une contradiction choquante entre les dispositions des articles 9 et 10 de la loi.

D'ailleurs, on constate qu'en pratique, non seulement aucune clause de cette nature ne figure dans le cahier des charges type actuellement en vigueur, mais encore que l'interprétation des dispositions de ce cahier type actuellement admise par l'Administration aggrave encore ce caractère contradictoire et conduit nécessairement à la double perception de la redevance sur les bénéfices non distribués qui se retrouveraient dans l'actif social lors de la liquidation de la participation de l'Etat aux bénéfices de l'entreprise concédée.

La rédaction de l'article 45 bis du cahier type paraît cependant exclure, à première vue, les bénéfices non distribués du calcul de la redevance annuelle. En effet, ce texte, après avoir défini l'intérêt réservé que le concessionnaire est admis à prélever avant tout partage, prévoit que la redevance « sera calculée chaque année d'après l'importance du surplus *des dividendes* par rapport aux sommes dont les actions sont libérées et non amorties ». Il s'agit ici de dividende et non de bénéfice; or, le mot dividende ne saurait désigner autre chose que la somme annuellement distribuée aux actionnaires sur les résultats de l'exercice.

Telle n'est pourtant pas l'interprétation qui a prévalu jusqu'ici auprès de l'Administration. Une circulaire ministérielle en date du 16 octobre 1922 (1) précise, en effet, que le bénéfice qui doit servir de base au calcul de la redevance doit, dans tous les cas, être déterminé au moyen d'une « comptabilité fiscale » dont elle définit les règles, comptabilité entièrement distincte de la comptabilité commerciale de l'entreprise et dont les imputations présentent un caractère forfaitaire.

Il est bien évident que l'adoption d'un tel mode d'évaluation de l'assiette de la redevance, qui ne tient compte ni du bénéfice réel accusé par le bilan commercial de la société concessionnaire, ni, à fortiori, de l'affectation donnée à ce bénéfice, devrait en bonne logique amener l'abandon de la clause de partage des réserves en cas de liquidation ou en fin de concession. Il serait absurde de baser la redevance sur une fiction tant que dure l'exploitation de la chute par la société concessionnaire, et sur la réalité quand cette exploitation prend fin.

C'est cependant à cela qu'aboutirait l'application de la circulaire du 16 octobre 1922. En effet, l'article 45 bis du cahier type prévoit qu' « en fin de concession ou lors de la liquidation de la société pour quelque cause que ce soit », il sera déduit de l'actif net restant « après le paiement des charges sociales » les sommes nécessaires pour rembourser les actions non amorties et compléter, s'il y a lieu, les intérêts réservés cumulatifs afférents aux exercices antérieurs. Le surplus « sera considéré comme provenant de bénéfices complémentaires égaux pour tous les exercices », et partagé comme tel entre l'Etat et les actionnaires. Aucun prélèvement n'est prévu au profit de ceux-ci au titre des bénéfices non distribués, et rien ne leur permet de porter en déduction la différence entre les sommes qui ont servi d'assiette aux redevances annuelles — et celles qui ont été effectivement distribuées par la société concessionnaire.

La pratique administrative n'a donc aucunement résolu les difficultés qui résultent de la rédaction défectueuse des articles 9 et 10 de la loi du 16 octobre 1919. Ces difficultés ne présentent cependant pas, comme on pourrait être tenté de le croire à première vue, le caractère d'éventualités extrêmement lointaines et problématiques. On observera, en effet, que les mots « *en cas de liquidation ou à l'expiration de la concession* » *doivent être interprétés ici dans un sens particulièrement large*. La participation que la loi institue entre l'Etat et le concessionnaire présente un caractère essentiellement personnel ; elle doit être liquidée toutes les fois que la société signataire du cahier des charges cesse, pour une raison quelconque, de poursuivre par elle-même l'exploitation de la concession, et notamment aux cas de cession ou de rachat de celle-ci. Cette dernière hypothèse est la plus périlleuse, car le rachat est un événement imprévisible.

Il n'y a donc pas un intérêt seulement théorique à rechercher une solution juridique au problème que pose la contradiction manifeste que les rédacteurs de la loi de 1919 ont laissé subsister entre les dispositions de l'article 9 — ou tout au moins l'interprétation qu'ils ont voulu leur donner — et celles de l'article 10.

On observera tout d'abord que, si l'on s'en tient purement et simplement à la lettre du texte, les mots « bénéfices ou dividendes répartis » paraissent désigner clairement les sommes effectivement distribuées, chaque année, par la société concessionnaire, à ses actionnaires ou autres ayants droit, sur le solde bénéficiaire de l'exercice. « Répartir » et « distribuer » sont, en effet, grammaticalement deux synonymes. Dire que dans l'article 9 le mot « répartis » concerne la répartition du bénéfice entre les divers postes du bilan et non entre les actionnaires, constitue une interprétation purement divinatoire du texte, interprétation qui ne mériterait seulement pas d'être prise en considération si elle n'avait été formellement indiquée dans les délibérations de la Commission extraparlementaire. Reste à déterminer quelle autorité doit être attachée à ces délibérations en ce qui concerne l'interprétation de la loi.

Il est essentiel d'observer sur ce point que la commission n'était, et ne pouvait être, investie d'aucune déléga-

(1) Circulaire déterminant le mode de fixation des taxes et redevances dues par les concessionnaires ou permissionnaires d'énergie hydraulique. *Revue générale de l'Electricité*, 11 novembre 1922, t. XII, p. 747-751.

tion du pouvoir législatif. Les opinions qu'elle a émises ne peuvent donc être considérées comme constituant l'« intention du législateur » que dans la mesure où elles ont été ratifiées par le Parlement. Or, cette ratification ne saurait se présumer lorsque l'interprétation admise par la commission va à l'encontre de la lettre du texte voté par le Parlement et aboutit, au surplus, à créer une contradiction flagrante entre deux dispositions successives de la loi. En l'absence de toute indication précise dans les débats parlementaires, il convient donc, semble-t-il, de s'en tenir à l'interprétation littérale de l'article 9 [1].

Quant aux dispositions de la circulaire du 16 octobre 1922, elles ne constituent qu'une interprétation purement unilatérale des clauses du contrat de concession, interprétation qui ne saurait aucunement lier la juridiction compétente pour statuer, le cas échéant, sur l'application de ces clauses.

Il convient enfin de rappeler ici la règle d'interprétation des conventions posée par l'article 1157 du Code civil : « Lorsqu'une clause est susceptible de deux sens, on doit plutôt l'entendre dans celui avec lequel elle peut avoir quelque effet, que dans le sens avec lequel elle n'en pourrait produire aucun ». Or, il est bien évident qu'il n'a pas été dans l'intention des parties contractantes à l'acte de concession de stipuler le double prélèvement sur les bénéfices non distribués ; les dispositions de l'article 45 bis des cahiers des charges relatives au partage de l'actif social en fin de concession, seraient donc inintelligibles si l'on se ralliait au mode de calcul de la redevance prévu par la circulaire du 16 octobre 1922. Ce mode de calcul paraît donc devoir être rejeté, puisqu'il est en contradiction avec une clause du contrat de concession qu'il est difficile de tenir pour inopérante.

Ces divers arguments concourent à faire admettre qu'en l'état actuel des textes, l'interprétation de l'article 45 bis du cahier des charges type admise jusqu'à présent par l'Administration doit être considérée comme erronée, et que les sociétés concessionnaires auxquelles il est appliqué seraient en droit de réclamer le calcul de la redevance sur la base des sommes *effectivement distribuées* chaque année à titre de bénéfice ou de dividende.

II. **Participation indirecte de l'Etat aux bénéfices.** — Le cas où la participation de l'Etat aux bénéfices de l'entreprise concédée est prévue seulement à titre indirect soulève des difficultés d'une toute autre nature.

Toutes les fois que la redevance « proportionnelle aux bénéfices ou dividendes répartis » de l'article 45 bis n'est pas stipulée au cahier des charges, la redevance proportionnelle aux kilowatts-heures produits continue à être perçue pendant toute la durée de la concession ; mais son taux fait l'objet, après l'expiration de la période initiale de dix ans, de revisions quinquennales dont les modalités sont définies par les articles 45 et 45 ter et qui ont pour objet de faire apparaître une proportionnalité entre la redevance et les bénéfices nets moyens de l'exploitation pendant la période précédente. Il s'agit donc bien là d'une formule de participation indirecte de l'Etat aux bénéfices.

Cette formule donne lieu à de très sérieuses critiques lorsqu'elle est appliquée à un concessionnaire qui n'est pas « une société régie par la loi du 24 juillet 1867 et ayant pour objet principal l'établissement et l'exploitation de l'usine hydraulique » (art. 45 ter du cahier des charges type), critiques qui concernent tant sa légalité que les conditions de son application.

On observera tout d'abord qu'aux termes de l'article 9 de la loi du 16 octobre 1919, « la redevance proportionnelle aux dividendes ou aux bénéfices *ne peut être imposée* que lorsque le concessionnaire est une société régie par la loi du 24 juillet 1867 et ayant pour objet principal l'établissement et l'exploitation de l'usine hydraulique ». La prohibition édictée par ce texte paraît bien s'étendre à toute forme de participation, même indirecte, de l'Etat aux bénéfices réalisés par le concessionnaire. Il résulte, en effet, des travaux préparatoires que cette prohibition a été motivée par la difficulté que présente la détermination du produit net de l'usine hydraulique, lorsque celle-ci n'est pas concédée à une société par actions ou lorsque le concessionnaire étend son activité à d'autres objets que l'aménagement et l'exploitation de la chute concédée. Le rapport de M. Léon Perrier précise d'autre part qu'au cas de la stipulation d'une redevance proportionnelle aux kilowatts-heures produits, la revision quinquennale a pour objet d'ajuster le taux de cette redevance aux variations de valeur de l'unité d'énergie, afin de lui permettre de « suivre les mouvements du produit brut » de l'exploitation. On peut donc conclure que la formule adoptée par l'Administration est, dans tous les cas, contraire à l'esprit de la loi ; qu'elle ne va pas néanmoins à l'encontre de sa lettre lorsqu'elle est appliquée à une société par actions « ayant pour objet principal l'établissement et l'exploitation de l'usine hydraulique » (art. 45), puisque, dans ce cas, l'Etat pouvant imposer au concessionnaire une participation directe aux bénéfices peut, à fortiori, se contenter d'une participation indirecte ; mais qu'en toute autre hypothèse (art. 45 ter), elle paraît nettement illégale.

Cette constatation pourrait paraître d'un intérêt pratique assez médiocre si, en fait, la formule adoptée par l'Administration était d'une application aisée. Mais il n'en est pas ainsi, surtout au cas où le concessionnaire

[1] L'interprétation de la commission a, il est vrai, été reproduite dans l'exposé des motifs du projet du gouvernement et dans les rapports de MM. Léon Perrier et Goy. Mais il s'agit d'une mention très brève, qui semble bien être passée inaperçue, et, d'ailleurs, l'argument que l'on pourrait en tirer est contredit par le commentaire verbal de l'article 9 donné au Sénat par M. Goy lui-même. Le concessionnaire, y est-il dit, « devra payer... des redevances proportionnelles soit aux bénéfices réalisés par l'entreprise *ou distribués*, s'il s'agit d'une société par actions » (Sénat, séance du 7 octobre 1919, *Journal officiel*, 8 octobre 1919, p. 1536, 2e col.).

ne limite pas son activité à « l'établissement et à l'exploitation de l'usine hydraulique ».

En effet, le « bénéfice net » qui doit alors, aux termes de l'article 45 ter du cahier des charges type, servir de base à la revision quinquennale de la redevance, n'est autre chose que le bénéfice hypothétique qui résulterait de l'exploitation de l'usine hydraulique prise isolément de l'ensemble industriel dont elle fait partie intégrante. Ce bénéfice n'apparaît pas dans les écritures du concessionnaire; il doit donc être évalué au moyen d'une comptabilité forfaitaire spéciale, qui est cette même comptabilité fiscale dont les règles ont été précisées par la circulaire du 16 octobre 1922.

Mais, quel que soit le soin avec lequel les rédacteurs de cette circulaire ont cherché à définir les diverses imputations du « bilan fiscal » dont l'Administration demande l'établissement aux concessionnaires de forces hydrauliques, ils n'ont pu réussir à écarter toutes les difficultés que présente l'évaluation du « produit net » de la chute concédée.

En effet, le compte annuel d'exploitation dont le solde est censé représenter le produit net comporte, au débit, un certain nombre d'éléments — dépenses d'exploitation proprement dites, frais d'entretien, annuité pour renouvellement du matériel — qu'il est assez aisé d'estimer. Mais il n'en est pas de même du chapitre créditeur de ce même compte, où figurent les recettes de l'usine hydraulique isolée fictivement du reste de l'entreprise. On observera, en effet, que ces recettes ne peuvent être constatées directement que pour la part qui provient des ventes d'énergie effectuées aux bornes de l'usine : or ces ventes présentent un caractère exceptionnel, puisque, par hypothèse, l'exploitation de l'usine n'est pas l'objet principal poursuivi par le concessionnaire. Il doit donc être fait état de la valeur de l'énergie que celui-ci vend par l'intermédiaire d'un réseau de distribution qu'il exploite directement, ou de celle qu'il utilise lui-même ; c'est alors qu'apparaissent les difficultés d'application de l'article 45 ter.

En ce qui concerne l'énergie distribuée par le concessionnaire, la circulaire du 16 octobre 1922 prévoit qu'il devra être tenu compte des prix de vente effectifs, dont on déduira les « frais de transport, de distribution *et le bénéfice correspondant à cette branche d'exploitation* ». Comment sera déterminé ce bénéfice ? La circulaire ne l'indique pas, et il lui eût été difficile de l'indiquer. Le calcul qu'elle prévoit revient, en effet, pratiquement, à effectuer une discrimination dans le bénéfice industriel du concessionnaire en distinguant la part de ce bénéfice qui provient de l'exploitation de l'usine hydraulique et celle qui correspond à l'exploitation du réseau de distribution. Il est évident que le problème ainsi posé est indéterminé puisque le réseau et l'usine constituent, en fait, un tout unique. Toute discrimination entre le bénéfice afférent à la production et à la distribution de l'énergie ne peut être qu'arbitraire.

Quant à l'énergie utilisée par le concessionnaire lui-même, le cahier des charges type prévoyait que sa valeur serait comptée sur la base du « prix de vente normal de la région pour une même utilisation et les mêmes conditions de livraison ». L'Administration a reculé devant les difficultés, souvent insurmontables, que présenterait la détermination de ce « prix normal », et prévu, dans la circulaire du 16 octobre 1922, un autre mode d'évaluation. Elle admet que lorsque le concessionnaire utilise lui-même, ou cède à des filiales, pour un prix nominal, plus de la moitié de l'énergie produite, la redevance *ne sera pas revisée*. Si, au contraire, l'énergie ainsi utilisée ou cédée représente moins de la moitié de la production de l'usine, elle sera censée avoir procuré au concessionnaire la même recette moyenne brute par kilowatt-heure que l'énergie vendue à des tiers.

On observera tout d'abord que ces dispositions de la circulaire du 16 octobre 1922 n'ont aucune valeur juridique, et ne sont pas opposables aux concessionnaires, car elles ne tendent rien moins qu'à apporter une modification unilatérale aux clauses des contrats intervenus entre ceux-ci et l'État. D'ailleurs, en serait-il autrement qu'elles ne feraient, la plupart du temps, que déplacer la difficulté : on vient de voir en effet que la détermination de la recette correspondant aux kilowatts-heures vendus à des tiers n'est aisée que dans le cas où cette vente est effectuée aux bornes de l'usine.

En somme, en sortant du cadre qui lui était tracé par la loi, l'Administration provoque des difficultés qui sont celles-là mêmes que le législateur de 1919 s'était proposé d'éviter. L'abandon total de la clause de partage des bénéfices dans les cas autres que ceux expressément prévus par l'article 9 de la loi, suffirait à faire disparaître ces difficultés.

III. **Conclusion.** — Les observations qui précèdent montrent la nécessité qu'il y aura, lors de la revision à laquelle devra être prochainement soumis le cahier des charges type des concessions de forces hydrauliques, de remanier profondément les clauses de ce cahier des charges relatives aux redevances proportionnelles mises par la loi à la charge des concessionnaires.

Il est à souhaiter que ce remaniement soit effectué dans un esprit moins étroitement fiscal que celui qui a présidé à l'élaboration du cahier type de 1920, et qui n'est plus en rapport avec les besoins actuels de l'industrie des forces hydrauliques.

J. L'Huillier,
Docteur en droit, Avocat à la Cour d'Appel de Grenoble.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 3. 16 JUILLET 1927.

Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension. — Décisions, vœux et résolutions de la quatrième session. — Dans notre précédent numéro du 9 juillet 1927, nous avons donné, page 69, un compte rendu succinct de la séance qui a clôturé la quatrième session de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension. Nous reproduisons ci-après les différentes décisions, vœux et résolutions qui ont été prononcés ou adoptés au cours de cette séance.

DÉCISION PORTANT CRÉATION DE COMITÉS D'ÉTUDES. — Comme suite aux décisions prises au cours des séances, l'Assemblée a constitué les comités suivants destinés à poursuivre les études commencées et à établir des rapports généraux qui seront présentés à la session de 1929 :

Comité des Huiles : MM. Czaplicki, Weiss, Tobler, Riley, Nash, West, Bruckman, van Cauwenberghe, Girault.

Matières isolantes : MM. Bruckman, Grosselin, van Cauwenberghe, Whitehead.

Marques de qualité : MM. Bellaar Spruyt, Cartstensen, Drewnowski, Sulzberger.

Câbles à haute tension : MM. Bellaar Spruyt, Delon, Soleri, Grosselin.

Marche en parallèle des centrales : M. Grieb.

Interrupteurs dans l'huile : Le Comité suisse, présidé par M. Perrochet, est chargé de préparer le travail.

Amélioration du facteur de puissance : Le Comité roumain, présidé par M. Busila, est chargé de préparer le travail.

DÉCISION CONCERNANT LE MAINTIEN DES COMITÉS EXISTANTS. — L'Assemblée a décidé de maintenir :

1° Le comité qui avait été chargé d'étudier la perturbation causée par les courants à haute tension sur les lignes téléphoniques et télégraphiques et dont M. Brylinski est le rapporteur général.

2° Le comité présidé par M. Mailloux, chargé d'étudier tout ce qui concerne l'utilisation rationnelle des combustibles;

3° Le comité présidé par M. Norberg Schulz, chargé d'établir un modèle international de statistique.

En ce qui concerne ce dernier comité il est décidé d'y adjoindre deux membres de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique qui seront désignés par cette Union.

DISPOSITIONS AU SUJET DES PRESCRIPTIONS CONCERNANT LES RAPPORTS. — A la demande de M. le Secrétaire général de la Conférence et pour faciliter son travail dans la mesure du possible, l'Assemblée arrête les dispositions suivantes en ce qui concerne les rapports qui seront présentés à la session de 1929 :

1° Les rapports devront parvenir au secrétariat avant le 15 février 1929, autant que possible en français et en anglais.

2° Ces rapports devront être envoyés, autant que possible, par l'intermédiaire du Comité national de l'auteur.

3° La Conférence ne discutera que les rapports arrivés dans le délai ci-dessus. Les autres pourront seulement être insérés dans le compte rendu.

4° Les rapports ne devront traiter que des sujets entrant

strictement dans le programme de la Conférence et devront es traiter dans l'esprit industriel et pratique.

5° Les rapports seront groupés comme ils l'ont été en 1927. Autant que possible chaque groupe fera l'objet d'une présentation d'ensemble préalable établie par les rapporteurs généraux.

Les rapports hors groupe feront l'objet d'une discussion spéciale.

Vœu au sujet de la création de comités nationaux. — Ayant constaté combien l'existence de comités nationaux facilite la préparation de ses travaux, la Conférence internationale émet le vœu suivant :

La Conférence émet le vœu qu'il soit constitué dans tous les pays, comme cela a été fait dans plusieurs, des comités nationaux qui auront pour objet :

1° De faire connaître dans le pays l'objet et l'utilité de la Conférence.

2° De recruter des adhérents pour les prochaines sessions.

3° De provoquer la rédaction des rapports, de retenir les plus marquants et de les transmettre au secrétariat général permanent dans les délais fixés.

Décision portant fixation de la date de la prochaine conférence. — Sur la proposition du Bureau, la Conférence décide de tenir à Paris sa prochaine session, qui sera la cinquième et demande que la date de cette session soit fixée entre le 15 mai et le 15 juin 1929, avec préférence pour la dernière quinzaine de mai.

Résolution concernant le maintien du programme et de l'organisation actuelle de la Conférence. — L'Assemblée a voté à l'unanimité, sur la proposition de M. Perrochet, premier délégué suisse, appuyée par MM. Drewnowski, premier délégué polonais, Busila, premier délégué roumain, et Borlase Matthews, la résolution suivante :

La Conférence internationale réunie en séance plénière à la fin de la quatrième session :

Considérant qu'elle a été créée dès 1921 et qu'elle a de ce fait un droit qu'elle entend ne pas abandonner ;

Considérant que son programme a été, dès l'origine, parfaitement défini et limité et qu'elle s'y est toujours rigoureusement tenue ;

Considérant que les congrès internationaux qui se sont créés après elle, connaissaient son existence et son programme et que c'était, par conséquent, à eux d'exclure de leur propre programme les questions traitées par elle ;

Considérant que la Conférence répond à une nécessité indiscutable et désormais indiscutée, qu'elle a un succès grandissant et que son organisation répond à tous les désirs ;

Déclare qu'elle entend conserver son indépendance entière, sa souveraineté absolue, son programme intégral et son organisation propre ;

Donne mandat à son Bureau :

1° De maintenir l'intégralité de son programme et de son organisation actuelle, tout en se tenant en relations amicales avec les bureaux des organisations internationales similaires ;

2° De ne mettre en discussion aucune proposition de fusion avec une autre organisation internationale qu'elle qu'elle soit ;

Confirme en outre ses décisions antérieures concernant son organisation et décide de conserver d'une manière définitive son siège et son secrétariat général permanent à Paris et de tenir dans cette ville toutes ses réunions à venir.

Sur la proposition de M. Borlase Matthews, l'Assemblée décide, en outre, de notifier cette décision et la teneur de son programme, officiellement, aux congrès internationaux se rapportant à l'électricité, ainsi qu'à toutes les associations électrotechniques des différents pays.

Bibliographie : Marcellin Berthelot, par A. Boutaric, professeur à la Faculté des Sciences de Dijon [1]. — Dans une langue simple et claire, l'auteur a essayé de fixer la figure de Marcellin Berthelot, ainsi que les divers aspects de sa pensée toujours en éveil, ouverte à tout ce qui est noble, grand et généreux. Faisant sienne l'idée de Berthelot que « pour bien comprendre un savant il faut connaître sa personne et le milieu dans lequel il a vécu », M. Boutaric commence par retracer la vie toute de droiture et de travail, de l'illustre savant jusqu'à sa mort qui suivit de quelques instants celle de la compagne à laquelle il était attaché par une inaltérable communion d'idées et de sentiments. Puis, dans un chapitre qui constitue la partie la plus importante du livre, il passe en revue l'œuvre scientifique de Berthelot, matérialisée par une trentaine de volumes et environ quinze cents notes ou mémoires publiés dans les principaux recueils scientifiques, notamment dans les « Annales de Chimie et de Physique », dont il fut pendant trente ans le collaborateur le plus actif; sous une forme particulièrement heureuse et d'une lecture facile, sans termes techniques d'aspect rébarbatif, l'auteur expose les grandes lignes d'une œuvre scientifique que personne ne doit ignorer.

Mais Berthelot n'avait rien du savant cantonné dans sa spécialité et on lui doit plusieurs ouvrages sur l'histoire des sciences qui font l'objet du chapitre suivant, où l'auteur en fait ressortir les conclusions d'une haute portée générale relativement à la genèse et à l'évolution des doctrines scientifiques. Puis sont analysées les conceptions philosophiques du célèbre savant sur la science, la morale, l'éducation. L'auteur nous le montre ensuite contribuant de toutes ses forces, pendant le siège de Paris en 1870, à la défense de la ville où il était revenu avec sa femme, après avoir conduit en province ses cinq enfants et où il présida le Comité scientifique pour la Défense de Paris. L'activité qu'il dépensa dans ces fonctions lui attira la sympathie des Parisiens qui l'élurent en 1871 lors des élections législatives, sans qu'il se fût porté candidat et l'auteur mentionne l'œuvre qu'il accomplit tant comme représentant que comme ministre de l'Instruction publique, puis des Affaires étrangères, fonctions où il fit preuve d'une singulière clairvoyance et d'un large esprit de tolérance et de compréhension.

En un chapitre curieux M. Boutaric fait revivre l'amitié d'un caractère si rare qui unissait Berthelot et Renan et qui rend ces deux grands hommes plus sympathiques et plus humains.

Dans le dernier chapitre intitulé : « Le savant et l'homme », l'auteur cherche à dégager le secret du génie du savant et la psychologie de ce penseur puissant et infatigable qui sut vibrer jusqu'à la fin pour tout ce qui est noble et grand et qui, au soir de sa vie, pouvait se rendre ce témoignage : « J'ai vécu fidèle au rêve de justice et de vérité qui avait ébloui ma jeunesse. »

En résumé, ce livre, présenté sous une forme intéressante et de lecture agréable, vient à son heure, au moment où doit être célébré le centenaire de Marcellin Berthelot, dont nous avons déjà fait mention dans notre revue [2]. — F. P.

[1] Un volume, format 23 cm × 14 cm, de 218 pages, avec une photographie hors texte, édité par la librairie Payot, 106, boulevard Saint Germain, à Paris (6e). Prix : broché, 15 fr.

[2] *Revue générale de l'Électricité*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 158 B.

Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension

Compte rendu de la première section

(Matériel et exploitation des usines génératrices et des postes de transformation)

A la suite de la publication, dans notre dernier numéro, des rapports généraux concernant les travaux des diverses sections de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension, nous présentons dans les pages qui suivent le compte rendu détaillé de ces travaux. Les questions examinées et discutées relativement à la première section concernaient la production et l'utilisation de la vapeur, les transformateurs, les alternateurs, les huiles isolantes, les essais du matériel et enfin les sous-stations et l'appareillage à haute tension.

Production et utilisation de la vapeur.

Chaudières et turbines. — RÉCENTES INSTALLATIONS DE CHAUDIÈRES ET DE TURBINES A VAPEUR A HAUTE PRESSION AUX PAYS-BAS. — Tel est le titre du rapport dans lequel M. J. OVERWEG a montré les progrès réalisés dans les usines génératrices hollandaises par l'emploi des hautes pressions.

L'installation de l'usine génératrice Merwede-Kanaal à Utrecht comprend quatre chaudières Babcock, construction Stork, chacune d'une surface de chauffe de 597 m², fonctionnant à la pression de 36 kg : cm² avec économiseur, réchauffeur d'air et surchauffeur de 155 m² portant la température de la vapeur à 425°C. Le rendement lors des essais fut trouvé supérieur à 87 pour 100 du pouvoir calorifique du charbon à pleine charge et à 85,9 pour 100 à demi-charge.

La production de vapeur par heure est, pour chaque chaudière, de 20000 kg.

Chaque chaudière avec son économiseur et son surchauffeur est placée dans une chambre en acier, garnie à l'intérieur d'une isolation efficace. Le surchauffeur est placé dans la partie inférieure de la chaudière. Les foyers sont doubles, à soufflage sous grille et dispositif de réglage de la pression d'air sur toute la longueur de la grille. Les barreaux à cendres sont refroidis par circulation d'eau. Le tirage se fait par aspiration avec dispositif de réglage de décharge. Enfin un souffleur de suie, système Diamond, a été prévu pour le nettoyage des tubes de la chaudière, du surchauffeur et de l'économiseur.

L'usine génératrice Merwede-Kanaal renferme un groupe turboalternateur d'une puissance de 20000 kV-A dont la turbine fonctionne avec une pression de vapeur à l'admission de 32 kg : cm² et une température de 400°C. Cette turbine se compose d'un cylindre à haute pression en acier coulé, d'un cylindre à moyenne pression en fonte spéciale et de deux cylindres à basse pression en fonte ordinaire. Ces deux derniers travaillent en parallèle avec des sens de circulation de vapeur inversés afin de contrebalancer les poussées axiales. Les paliers sont ajustables pour tenir compte des dilatations causées par la température de la vapeur.

Cette turbine peut fonctionner avec une pression d'admission de la vapeur de 20 kg : cm² et une température de 375°C. A cet effet, l'admission s'effectue dans le cylindre à pression moyenne tandis que le cylindre à haute pression est placé en communication avec le condenseur.

La figure 1 représente la coupe transversale de la turbine.

Il a été prévu un dispositif de réchauffage de l'eau de condensation par un soutirage de vapeur qui s'effectue automatiquement suivant la température de l'eau. Ce réchauffage assure, au point de vue calorifique, une économie de 3,5 pour 100 environ.

La condensation est assurée par deux condenseurs de chacun 875 m² de surface réfrigérante dans lesquels le vide est maintenu par quatre éjecteurs à eau. Les groupes de condensation sont entraînés par moteurs électriques avec une turbine à vapeur commune qui fonctionne automatiquement dès que la vitesse de l'un des groupes vient à baisser.

L'alternateur a une puissance de 16000 kw avec un facteur de puissance de 0,8. Il est accouplé directement à la turbine et tourne à la vitesse de 3000 t : mn. La tension aux bornes est de 6000 v et la fréquence, de 50 p : s. Le refroidissement est assuré par un réfrigérant d'air du système Heenan et Froude.

Les essais ont montré que pour une charge de 16650 kw, la consommation de vapeur de la turbine était de 66528 kg par heure avec une pression de vapeur de 31,8 kg : cm² et une température de 396°C.

L'usine génératrice Noord d'Amsterdam comprend parmi les installations récentes :

a) Une chaudière chauffée au charbon pulvérisé, d'une surface de chauffe de 820 m², timbrée à la pression de 27 kg : cm² et produisant par heure 30 à 40 t de vapeur surchauffée à 375°C. Cette chaudière comporte un foyer système Lulof équipé avec quatre brû-

leurs à charbon et dont les parois sont munies d'écrans d'eau constitués de tubes d'acier revêtus de briques réfractaires.

b) Une autre chaudière chauffée également au charbon pulvérisé, d'une surface de chauffe de 1 440 m², timbrée à la pression de 43,5 kg : cm² et produisant par heure 70 t de vapeur surchauffée à 400° C. Le foyer comprend huit brûleurs à charbon et un dispositif de refroidissement analogue au précédent.

c) Une turbine de 3 100 kw alimentée par de la vapeur fournie par la chaudière décrite sous *b*.

L'usine génératrice du siège Maurits aux mines de charbon de l'Etat, en Limbourg hollandais, comprend quatre chaudières de chacune 1045 m² de surface de chauffe fonctionnant à la pression de 35 kg : cm² et à une température de vapeur de 400° C. Le chauffage est réalisé au charbon pulvérisé suivant le système Lopulco. Cette installation comporte deux turbo-alternateurs de 6000/10 000 kw du système Stork.

Discussion. — M. Haveau (France) a fait remarquer que les chiffres cités dans le rapport relativement aux rendements des chaudières paraissent anormalement élevés par rapport à ceux de la pratique industrielle. Ce fait peut s'expliquer si on considère que les valeurs du pouvoir calorifique du charbon pris comme base sont des pouvoirs inférieurs alors qu'en pratique on considère au contraire les pouvoirs calorifiques supérieurs.

M. Haveau a présenté ensuite quelques remarques sur la souplesse de fonctionnement des chaudières à haute pression au point de vue de leur aptitude à supporter les pointes, cette question étant actuellement controversée.

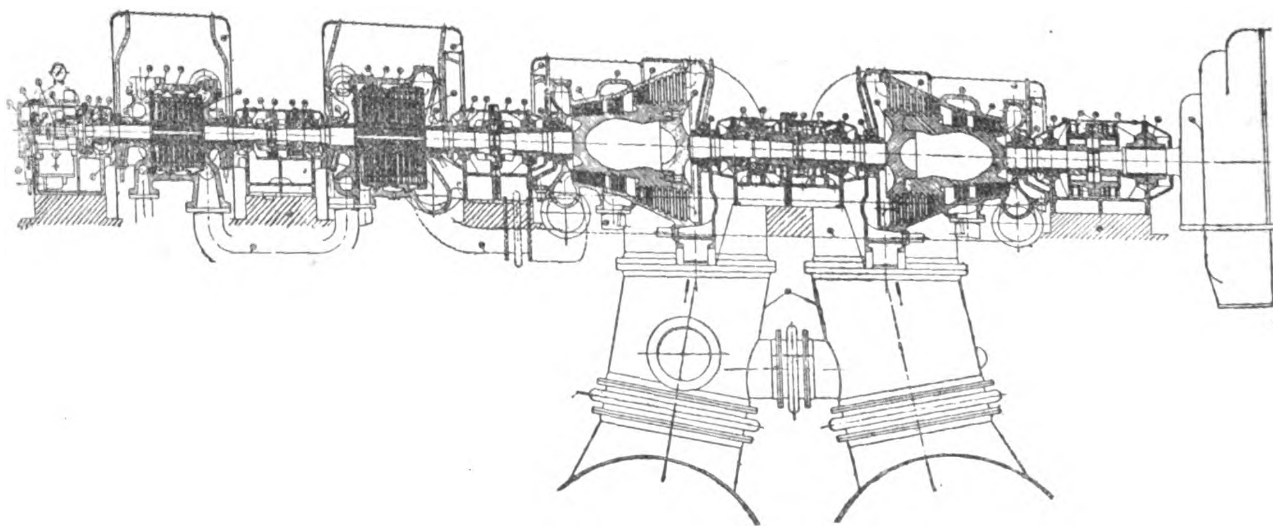


Fig. 1. — Coupe transversale de la turbine Stork E.-B. de 16 000 kw de l'usine « Merwede-Kanaal », à Utrecht.

Combustibles. — Cette question a fait l'objet de deux rapports.

Utilisation rationnelle des combustibles par M. C.-O. Mailloux (Etats-Unis).

Le problème de l'amélioration du rendement thermique des usines génératrices thermiques a souvent préoccupé les savants et les techniciens et depuis l'époque où James Watt préconisait l'élargissement des limites de températures qui déterminent la valeur du rendement du cycle de Carnot, les progrès réalisés sont notoires. Alors que du temps de Watt on atteignait un rendement thermique de 0,10, actuellement on dépasse 0,25 et on entrevoit que le chiffre de 0,35 sera prochainement atteint.

Deux procédés d'utilisation des combustibles dans les chaudières sont en présence : 1° Utilisation de la houille crue ; 2° Utilisation de la houille traitée.

1° *Utilisation de la houille crue.* — Elle est réalisée soit dans des foyers chargés à la main, soit dans des foyers automatiques, soit encore dans des foyers utilisant le charbon pulvérisé.

Les foyers à chargement à la main ne sont plus utilisés que dans certaines industries et il n'y a pas lieu de s'y arrêter.

Les foyers automatiques malgré la concurrence de la chauffe au charbon pulvérisé continuent à se développer en Europe comme aux Etats-Unis. Ce fait s'explique par le remplacement progressif des foyers des chaudières de petites dimensions chargés à la main par des foyers automatiques, ce qui ne signifie pas que le domaine des chaudières de grandes tailles ne soit plus accessibles aux foyers automatiques. En effet, les plus grandes chaudières du monde comme celles de la Detroit Edison Co, dont la surface de chauffe atteint 3850 m², soit 83 pour 100 de plus que les chaudières Stirling de l'usine de Gennevilliers, sont chauffées par grilles mécaniques.

Il faut signaler que parmi les usines génératrices dont le rendement thermique atteint les valeurs les

plus élevées, un nombre important comporte des chaudières à foyers automatiques et M. Mailloux estime qu'actuellement de telles installations donnent des résultats de très peu inférieurs à ceux obtenus par le charbon pulvérisé, relativement au rendement global de la chaufferie.

De nombreux perfectionnements ont été apportés aux foyers automatiques même de dimensions réduites; parmi ceux-ci, on peut citer :

a) Le refroidissement des murs du foyer par l'eau ;

b) La modification du profil des voûtes avant et arrière du foyer en vue de combattre la stratification des gaz imbrûlés et de faciliter l'emploi des charbons inférieurs ;

c) L'injection d'air réchauffé au-dessus des grilles ;

d) La réduction des imbrûlés dans les cendres en utilisant des broyeurs de mâchefer à l'arrière des grilles.

Le chauffage au charbon pulvérisé se développe dans l'industrie malgré le coût élevé des installations qu'il implique et de la consommation d'énergie qu'il entraîne [1]. Ces inconvénients sont, en effet, largement compensés par la possibilité d'utiliser des combustibles de faible valeur marchande et de qualités quelconques, par la réduction de la main-d'œuvre, enfin par la souplesse de marche et les facilités d'allumage qu'il présente.

Le développement de la chauffe au charbon pulvérisé est particulièrement marqué aux Etats-Unis et en Allemagne. Dans ce dernier pays, la nouvelle usine génératrice de Rummelsburg comporte 21 000 m² de surface de chauffe au charbon pulvérisé.

Au point de vue de la pulvérisation du combustible, une usine spéciale de pulvérisation est avantageuse pour les installations importantes, tandis que le système à broyeur individuel, bien que donnant moins de souplesse dans la marche des brûleurs, s'étend dans le domaine des installations d'importance moyenne.

L'utilisation du rayonnement direct de la flamme sur la surface de chauffe présente le maximum d'avantages malgré certains préjugés indiqués par le rapporteur.

M. Mailloux cite un exemple de reconstruction de chaudières d'ancien modèle de 2 460 m² de surface de chauffe dont la puissance a été doublée sans toucher à leur encombrement, en ajoutant seulement 7,6 pour 100 à la surface de chauffe et par la mise en pratique des théories qu'il préconise relativement au rayonnement du foyer.

Le mode de combustion du charbon pulvérisé a été étudié en vue d'éviter la fusion des cendres par suite du rayonnement et la détérioration des revêtements réfractaires. Le rapporteur a indiqué en détail les diverses solutions suggérées dans ce but ainsi que les dispositifs actuellement en essai.

(1) Voir à ce sujet : L'emploi du charbon pulvérisé pour le chauffage des chaudières à vapeur. *Revue générale de l'Électricité*, 23 et 30 avril 1927, t. XXI, p. 663-670 et 704-711.

2° *Utilisation de la houille traitée.* — Trois procédés ont été proposés pour le traitement de la houille : la prédistillation, la distillation à basse température et l'enrichissement chimique des combustibles.

La prédistillation est la distillation de la houille dans des fours contigus à la chaufferie et l'utilisation du résidu, directement à la sortie des cornues, dans les foyers des chaudières [1]. Cette opération doit s'effectuer à basse température afin d'obtenir du semi-coke qui est meilleur que le coke et des produits liquides ou gazeux d'une valeur supérieure à ceux obtenus dans la distillation à température élevée.

M. Mailloux cite à ce sujet les essais de M. Herry, directeur général des usines électriques des Flandres, exécutés dans l'usine génératrice de Langebrugge et où l'on compte réaliser une économie de l'ordre de 11 pour 100 permettant d'obtenir, avec 700 kg de semi-coke, la même vaporisation qu'avec une tonne de charbon cru.

Les gaz de distillation seraient utilisés en partie pour l'opération elle-même, en partie pour les divers besoins de l'usine électrique, moteurs à combustion interne, etc..., et paieraient sensiblement les frais de traitement. La vente du goudron primaire couvrirait l'intérêt et l'amortissement de l'installation.

Un autre procédé actuellement à l'essai à l'usine génératrice de Lakeside, à Milwaukee est le procédé Mc Ewen-Runge consistant en la prédistillation du charbon pulvérisé à basse température, de manière à recueillir les produits gazeux et liquides dont la vente couvrirait tous les frais du procédé ; le mode opératoire est réduit à sa plus simple expression. Cette méthode intéressante consiste à faire tomber une poussière de combustible brut dans une cornue verticale cylindrique parcourue par un courant ascendant de gaz inertes chauffés à la température de la carbonisation, soit environ 600° C. Le chauffage de ces gaz s'effectue en brûlant une partie du gaz distillé. Le charbon entre dans la cornue à une température d'environ 320° C et en sort à environ 620°. Les gaz et vapeurs d'hydrocarbures sont évacués par le haut de la cornue et dirigés vers le gazomètre, en passant par une série d'échangeurs, laveurs, condenseurs, etc., nécessaires à la condensation des huiles et du goudron et à la purification des gaz.

Avant d'être soumis à l'opération de la distillation ou carbonisation proprement dite, le charbon subit dans une cornue spéciale un traitement qui le porte à la température de 320° C et détruit son pouvoir cokéfiant.

La durée de l'opération dans chaque cornue est d'environ 35 secondes et la durée totale du traitement jusqu'à la sortie du refroidisseur à coke dans lequel le charbon est envoyé au sortir de la seconde cornue, est d'environ six minutes, ce qui correspond à un débit considérable par rapport à celui des fours rotatifs.

(1) Voir à ce sujet : La prédistillation des houilles et lignites. *Revue générale de l'Électricité*, 7 mai 1927, t. XXI, p. 740-750.

Le semi-coke ainsi obtenu peut être employé directement dans un foyer de chaudière à charbon pulvérisé ou bien mis en stock puisqu'il n'est susceptible d'aucune oxydation.

La distillation à basse température est le procédé dans lequel, contrairement au précédent, les opérations de distillation et d'utilisation ne s'effectuent pas simultanément. Le domaine de la carbonisation à basse température semble devoir être la production du semi-coke et de carburants et combustibles pour moteurs à huile lourde. Le gaz pourrait servir soit pur, soit pour enrichir le gaz à l'eau et, bien que les débouchés pour le gaz et les goudrons soient encore mal définis, il apparaît que la raréfaction croissante du pétrole naturel changera un jour cet état de choses.

Le semi-coke obtenu qui représente 75 à 80 pour 100 du poids de la houille crue doit être capable de concurrencer cette dernière et les anthracites, dans les applications au chauffage domestique ; il faut donc qu'il ne soit pas fragile ni friable. C'est dans ce but que deux procédés ont été développés, l'un en Amérique (procédé de la Carbocite Co) l'autre en Allemagne (procédé K. S. G.).

L'enrichissement chimique des combustibles consiste dans leur hydrogénation pour en augmenter la valeur. Malheureusement, ces procédés n'ont pas encore reçu la sanction de la pratique industrielle.

M. Mailloux a estimé qu'il serait prématuré d'établir une étude comparative des résultats pratiques donnés par les méthodes d'utilisation rationnelle des combustibles, l'insuffisance de la durée de la période d'exploitation ne permettant pas d'établir des statistiques bien définies.

La centrale d'East River de la New-York Edison Co. — A la suite de son rapport, M. Mailloux a présenté le mémoire de M. Libb sur l'usine génératrice thermique d'East River à New-York, qui utilise le chauffage au charbon pulvérisé et sur les aménagement de laquelle nous nous proposons de revenir ultérieurement.

Discussion. — A la discussion qui a suivi ont pris part MM. Andrews (Etats-Unis), Bakker (Pays-Bas), Brock (Autriche), Rich (Grande-Bretagne).

M. Rich estime qu'il n'y a pas lieu de pousser trop loin l'amélioration du rendement des usines génératrices thermiques du fait que la part du prix de revient de l'énergie afférente à la consommation de charbon n'est qu'une faible partie du prix de revient total de cette énergie et qu'une des principales sources de dépense réside dans la transmission de l'énergie.

M. Rich signale quelques particularités relatives aux améliorations qui ont été employées en Angleterre pour l'amélioration du rendement des chaudières.

M. Bakker fait observer à propos de l'exposé de M. Rich que les petites usines génératrices dont les charges de capital sont relativement réduites ont intérêt à améliorer le rendement de leurs installations afin d'abaisser le prix de l'énergie produite.

M. Brock fait remarquer que pour une faible utilisation, les usines génératrices thermiques sont supérieures aux usines hydrauliques en raison de la moindre importance du facteur rénumération du capital. Pour une utilisation importante, au contraire, l'installation hydraulique est plus avantageuse du fait que l'eau ne coûte rien.

Dans une installation hydraulique à forte utilisation comme celle de la Suisse, par exemple, où l'on arrive à un coefficient d'utilisation de 72 pour 100, il est possible d'investir un capital important. Ainsi, c'est par la conjugaison des usines thermiques et hydrauliques qu'il sera possible d'abaisser le prix de revient du kilowatt-heure dans chaque pays et M. Brock estime que les améliorations dont ont bénéficié les usines thermiques présentent une heureuse opportunité du fait qu'elles permettront d'accroître le facteur d'utilisation.

M. Andrews a présenté quelques remarques sur la combustion dans les chaudières notamment dans le générateur Wood où l'on est parvenu à faire varier l'allure de chauffe dans le rapport de 1 à 6 sans dégagement de fumées d'aucune sorte.

Transformateurs.

Surtensions dans les transformateurs. — Deux rapports ont été présentés relativement à l'importante question des surtensions dans les transformateurs.

Surtensions dans les transformateurs et essais aux ondes a front raide. — L'auteur de ce rapport, M. J. Fallou (France), après avoir rappelé la complexité du problème des surtensions dans les transformateurs et les inconvénients, au point de vue de la justesse des conclusions, que présentent les hypothèses admises généralement, insiste sur le fait que la nature des causes des phénomènes observés risque de rester ignorée tant que les recherches demeureront sur le terrain de la spéculation.

La nécessité d'accumuler des résultats expérimentaux sur le sujet présente une importance capitale afin : *a*) de formuler des conclusions indiscutables sur les causes des surtensions dans les transformateurs ; *b*) de déterminer les essais de réception à leur faire subir ; *c*) de choisir les dispositifs de protection les mieux appropriés.

Se plaçant à ce point de vue, M. Fallou expose les recherches qu'il a effectuées à l'oscillographe cathodique, sur les phénomènes d'oscillations libres des transformateurs, sur les phénomènes de résonance dont ils peuvent être le siège et enfin sur la propagation, dans les enroulements, des ondes à haute fréquence ou à front raide, provenant d'un réseau auquel est relié le transformateur.

Un des principaux problèmes à résoudre est de déterminer si les enroulements des transformateurs constituent des circuits périodiques et dans l'affirmative de connaître la nature et l'ordre de grandeur des surtensions qui peuvent s'y produire par résonance. Or les expériences réalisées suivant les dispositions indiquées sur les schémas des figures 2 et 3 montrent que

la plupart des transformateurs, même ceux de petites dimensions, constituent des circuits nettement périodiques susceptibles d'osciller librement. Toutefois, contrairement à ce qui se passe avec une ligne aérienne ou souterraine, un transformateur ne peut entrer en résonance sur tous les harmoniques et ne peut répondre qu'à une valeur unique de la fréquence incidente.

Les fréquences des oscillations libres enregistrées sont comprises entre quelques centaines de périodes par

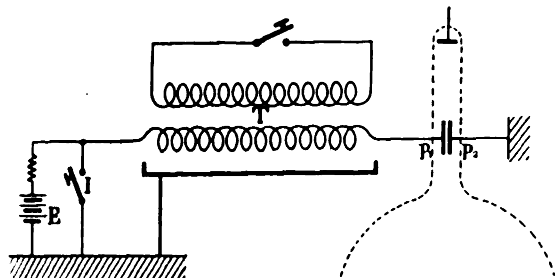


Fig. 2. — Enregistrement de l'oscillation quart d'onde d'un transformateur. T, transformateur; E, force électromotrice continue destinée à charger l'enroulement; I, Interrupteur servant à décharger l'enroulement; P_1, P_2, plateaux de l'oscillographe cathodique.

seconde et 20 000 p:s. Pour des fréquences ne dépassant pas celles des oscillations libres, on peut estimer leur ordre de grandeur, pour un enroulement de transformateur, au moyen de deux mesures d'impédance l'une avec l'extrémité de l'enroulement isolée, l'autre mesure avec cette extrémité reliée à la masse, ce qui revient à utiliser une méthode analogue à celle de M. Blondel pour l'étude des lignes (superposition d'un

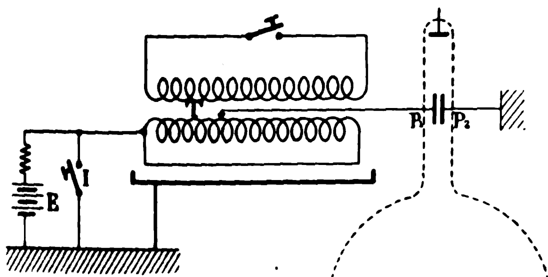


Fig. 3. — Enregistrement de l'oscillation demi-onde d'un transformateur. T, tranformateur; E, force électromotrice continue destinée à charger l'enroulement; I, interrupteur servant à décharger l'enroulement; P_1, P_2; plateaux de l'oscillographe cathodique.

régime à circuit ouvert et d'un régime en court-circuit). Cette méthode permet de calculer l'impédance caractéristique de l'enroulement, son inductance apparente totale et sa capacité apparente totale pour des fréquences inférieures aux fréquences naturelles d'oscillations libres.

La résonance se produira quand une onde de fréquence convenable arrivera aux bornes du transformateur. Il en résulte alors des surtensions dont le rapporteur détermine l'ordre de grandeur suivant que les ondes incidentes sont entretenues ou amorties. Dans le premier cas, le facteur de surtension varie de 3 à 5 pour les appareils de petites dimensions; il atteint 10 pour les appareils de grande puissance et peut dépasser 15 pour certains transformateurs spéciaux. Dans le second cas, la surtension ne peut atteindre une amplitude aussi importante que dans le premier cas. Les contraintes entre spires peuvent atteindre 20 à 30 fois la contrainte normale, en particulier dans les prises de réglage.

L'amplitude maximum de ces surtensions, par rapport à la masse, a son siège, soit à l'extrémité libre de l'enroulement principal, soit au milieu de ce dernier, soit enfin à l'extrémité libre des galettes supplémentaires de réglage.

Le rapporteur envisage ensuite le comportement des transformateurs lorsqu'ils reçoivent à leurs bornes des oscillations de fréquences croissantes comprises entre la fréquence propre de l'enroulement et celles correspondant à la longueur des ondes à front raide. Dans ce cas, la vitesse de propagation change brusquement en passant par des zones d'instabilité et tend généralement à augmenter. Il en résulte donc que les harmoniques de la fréquence fondamentale ne peuvent pas entrer en résonance d'une manière dangereuse au point de vue des surtensions par rapport à la masse et que, d'autre part, des points voisins situés au delà des premières galettes sont de moins en moins susceptibles d'être soumis à des différences de potentiel élevées.

Pour des fréquences relativement basses, de l'ordre de grandeur des premiers harmoniques de la fréquence naturelle de l'appareil, les contraintes longitudinales entre spires peuvent encore atteindre des valeurs très élevées surtout si le bobinage n'est pas homogène.

Quand la fréquence de l'onde incidente devient très élevée, la courbe de répartition des amplitudes tend de plus en plus vers l'allure hyperbolique et la contrainte appliquée aux spires internes tend vers un minimum.

Aux très hautes fréquences, les transformateurs se comportent comme des capacités pures et combinées avec les selfs-induction de protection qu'on leur adjoint, ils peuvent former des circuits oscillants susceptibles d'être excités par choc.

M. Fallou indique des expériences directes de surtension qui ont été relatées dans un article publié dans ces colonnes [1] et auquel nous renvoyons nos lecteurs.

En ce qui concerne les ondes entretenues par un arc, on a trouvé que les galettes internes du transformateur qui alimente ce dernier, subissent des surtensions considérables même en des régions fort éloignées de la borne de sortie, en dépit de tous les dispositifs de protection.

Relativement aux essais aux ondes à front raide, le

[1] J. Fallou; A propos des surtensions de résonance engendrées par des ondes dans les transformateurs. *Revue générale de l'Électricité*, 28 mai 1927, t. XXI, p. 855-864.

rapporteur estime que ces essais n'ont pas de signification du fait que certains transformateurs sont beaucoup plus vulnérables aux ondes à fréquences relativement basses engendrées par les phénomènes transitoires ou les arcs qu'aux ondes à front raide. Ces essais peuvent même devenir nuisibles en conduisant les constructeurs à adopter des dispositions qui constitueront des points faibles relativement aux oscillations de fréquence moyenne.

LES SURTENSIONS DE DÉCLENCHEMENT ET PARTICULIÈREMENT CELLES DES TRANSFORMATEURS A VIDE. — Parmi les surtensions dont les transformateurs peuvent être le siège, celles qui prennent naissance lors des manœuvres d'ouverture ou de fermeture d'un interrupteur, l'enroulement secondaire du transformateur étant ouvert, présentent un intérêt particulier qui a suscité un grand nombre de travaux. Ce problème a fait l'objet d'une étude détaillée que M. J. KOPELIOVITCH (Suisse) a présentés dans son rapport.

L'influence de la saturation du transformateur, de la fréquence d'alimentation, celle du nombre de points de coupure de l'interrupteur, la vitesse de rupture de ce dernier et enfin la forme caractéristique de l'arc rendent le problème inaccessible à la théorie et, seules, les mesures directes permettent de se rendre compte de la grandeur des surtensions et de la valeur des contraintes qui en résultent. De même, c'est de l'expérience que devront être déduits les moyens de protection les mieux appropriés.

La méthode expérimentale utilisée par M. Kopeliovitch pour la détermination des surtensions, lors des

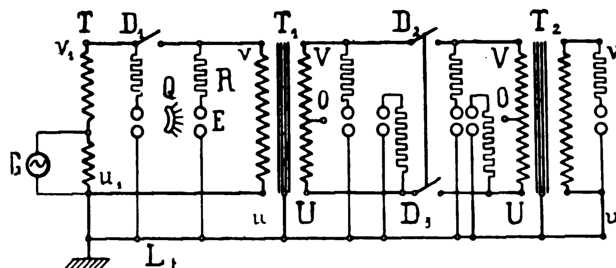


Fig. 4. — Schéma du dispositif utilisé pour l'étude des surtensions. G. alternateur; T, autotransformateur 1 830 kV-A, 1 330/15 000 volts, 16,66 p : s; T_1, T_2, transformateurs monophasés 3 000 kV-A, 15 000/60 000 volts, 16,66 p : s; D_1, D_2, D_3, disjoncteurs monophasés; E, éclateur à sphères éclairé par une lampe à mercure Q; L_t, ligne de terre, 100 mm² 45 m; R, résistance liquide, 30 000 ohms. Il n'a jamais été employé à la fois qu'un des éclateurs figurés.

manœuvres d'interrupteur placé sur le circuit d'un transformateur à vide, consiste à exécuter des séries d'essais d'enclenchement et de déclenchement en utilisant comme appareil de contrôle un éclateur dont on augmente l'intervalle après chaque essai jusqu'à ce que l'étincelle cesse de se produire. Le schéma de la figure 4 représente le montage employé lors de l'essai de deux transformateurs monophasés de 3 000 kV-A, 15/60 kV, 16,66 p : s. Toutes les surtensions étaient mesurées par rapport à la terre.

Le rapporteur a également utilisé l'oscillographe et il ressort des nombreuses expériences qu'il a exécutées sur un certain nombre de transformateurs et en faisant varier les conditions de fonctionnement des interrupteurs employés, que :

1° Les surtensions de déclenchement sont produites en premier lieu par la rupture brusque du courant de magnétisation; elles sont engendrées par la variation du flux commun aux deux enroulements et les valeurs mesurées du côté à basse tension et du côté à haute tension sont liées par le rapport de transformation. La répartition de la surtension le long de l'enroulement est uniforme ;

2° Les surtensions provoquées par les rallumages d'arc se produisent plus rarement et leur amplitude semble être inférieure à celle des surtensions du premier genre ;

3° Les valeurs maxima des surtensions entre phases, auxquelles on peut s'attendre dans les conditions du service normal, peuvent être estimées de 3 à 3,5 fois la tension de régime, cette valeur étant fortement influencée par la construction de l'interrupteur, par celle du transformateur, par la saturation du fer et vraisemblablement par la capacité par rapport à la terre de la partie de l'installation qui reste connectée au transformateur.

Entre l'une des bornes et la terre les surtensions de déclenchement peuvent atteindre deux fois la tension composée. Pour des transformateurs et installations modernes de tensions moyennes, les surtensions de cette amplitude ne présentent pas de danger. Dans le cas des installations monophasées, ayant une phase à la terre, la tension de contournement des isolateurs de la phase isolée doit être suffisante pour supporter les contraintes indiquées plus haut. Cette mesure de précaution est d'ailleurs habituellement respectée.

4° L'enclenchement des transformateurs à vide engendre également des surtensions, celles-ci sont toutefois sensiblement plus faibles que les surtensions de déclenchement;

5° Par l'emploi des interrupteurs à résistances de choc on peut, dans une certaine mesure, réduire les surtensions de déclenchement. Les mesures ci-dessus montrent que l'emploi de ces résistances, qui compliquent la construction de l'interrupteur, n'est généralement pas nécessaire, surtout s'il s'agit des installations modernes de tension moyenne ;

6° Les surtensions aux bornes des transformateurs (par rapport à la terre) provoquées par le déclenchement des lignes à vide (dernière ligne à vide) peuvent théoriquement atteindre la valeur de 2,9 fois la tension composée. Ces surtensions sont dues à des rallumages d'arc dans le disjoncteur. Par une construction appropriée des interrupteurs on peut éviter ces rallumages et par là ces contraintes élevées. Lors de mesures exécutées dans une installation de 45 kV avec des lignes de 41 et 94 km, les surtensions ont atteint $2,3 \times E$ avec un in-

terrupteur à 2 points de coupure et $1,4 \times E$ avec un interrupteur à 4 points de coupure. Cette propriété de la coupure multiple doit tout spécialement être relevée. En employant des interrupteurs à résistance de choc les surtensions ont été réduites à $1,2 \times E$, respectivement à $1 \times E$.

Discussion. — Ces deux rapports ont fait l'objet d'une discussion à laquelle ont pris part MM. Darrieus (France), Kopeliovitch (Suisse), Ohaski (Japon), Pomey (France) et Traverse (France).

M. Pomey pense que les ondes à front raide produisent dans les enroulements des transformateurs, des ondes à haute fréquence (40000 p : s et plus) et il établit une analogie entre un enroulement et une ligne pupinisée.

M. Darrieus estime que les schémas équivalents utilisés pour représenter les enroulements de transformateurs sont réduits à une trop grande simplicité. On tient compte en effet des capacités entre spires et entre spires et masse, on représente l'inductance comme celle d'une ligne mais on oublie de tenir compte de l'inductance mutuelle qui joue un rôle extrêmement important du fait que si on la fait intervenir dans la théorie, on s'aperçoit qu'au delà d'une certaine fréquence, la vitesse de propagation des ondes le long de l'enroulement tend vers une valeur constante. Cependant le passage du régime sinusoïdal au régime hyperbolique signalé par M. Fallou reste assez obscur.

En ce qui concerne la méthode aux ondes à front raide, les constructeurs seraient disposés à la remplacer et son emploi est justifié en l'absence d'une méthode meilleure. Sa pratique n'a nullement fait comme le dit M. Fallou, sous-estimer l'importance de l'isolation au milieu des enroulements du fait que les constructeurs qui ont introduit ces essais ne se bornent plus à renforcer l'isolement des premières spires et adoptent parfois une isolation uniforme des enroulements.

M. Kopeliovitch fait remarquer que l'essai aux ondes à front raide est un moyen commode de contrôle en atelier et dont les statistiques d'accidents d'exploitation ont montré la valeur. On n'a jamais prétendu, en créant cette méthode, réaliser exactement les conditions de la pratique.

Relativement à l'étude publiée par M. Fallou dans cette revue [1], M. Kopeliovitch indique que les études faites en Amérique avec le klydonographe montrent que les ondes à tension relativement basse, ne dépassant pas celle qui provoque l'effet de couronne, se propagent à des centaines de kilomètres sur les réseaux. Si cette tension est dépassée, les ondes dues à la surtension atmosphérique acquièrent après un parcours de quelques kilomètres une tension inférieure à la tension de couronne.

M. Fallou répond que le klydonographe ne permet pas encore de savoir si une onde est alternative ou apériodique et qu'on ne peut être certain que l'onde se propage à des centaines de kilomètres.

[1] *Loc. cit.*

M. Darrieus fait alors observer que les lignes aériennes ne peuvent être soumises à des surtensions indirectes que du fait de la décharge des nuages négatifs. La lenteur relative de la décharge des nuages positifs et le caractère apériodique de cette dernière ne peut donner lieu, en effet, à aucune surtension appréciable.

M. Traverse, se basant sur le fait que les phénomènes les plus dangereux pour les transformateurs résident dans les surtensions à la fréquence propre, demande s'il ne serait pas possible d'établir pour chaque appareil sa courbe d'oscillation libre pour remplacer l'épreuve aux ondes à front raide.

M. Fallou répond à M. Traverse que de telles mesures exécutées à l'oscillographe cathodique sont trop délicates pour qu'on puisse les réaliser dans la pratique de la construction.

En ce qui concerne les remarques de M. Darrieus, M. Fallou fait observer que toutes les décharges atmosphériques sont apériodiques et qu'il est très possible qu'une décharge apériodique et par conséquent une onde à front raide donne lieu à une décharge induite périodique sur la ligne. Il cite à ce sujet un cas analogue qui se présente en télégraphie sans fil.

Transformateurs à changement de prises. — Les changements de prises sur les transformateurs en charge. — Dans un rapport ainsi intitulé, M. L.-H. Hill (Etats-Unis) a étudié les appareils qui permettent de réaliser ces conditions. Un des plus importants problèmes qui se pose dans l'interconnexion des réseaux est sans contredit celui de la régulation. La jonction de réseaux dont les tensions varient donne lieu à un échange d'énergie réactive si on ne prévoit pas un dispositif approprié tel que des condensateurs synchrones ou des transformateurs à changement de prises. Si, au contraire, les tensions des réseaux couplés sont constantes, on peut, en agissant sur ces dernières, contrôler le facteur de puissance de l'énergie transmise, c'est-à-dire la quantité d'énergie réactive. On voit donc l'intérêt que peuvent présenter les transformateurs munis de dispositifs de changement de prises en charge.

Le fonctionnement des systèmes de changement de prises en charge s'effectue suivant deux méthodes : 1° par passage direct d'un rapport de transformation au suivant ; 2° par variation graduelle.

Ces dispositifs sont actionnés par des moteurs commandés à distance et quelques-uns sont disposés pour fonctionner automatiquement sous le contrôle soit de la tension, soit du facteur de puissance.

Dans le cas de la variation par passage direct d'un rapport au suivant, les équipements se divisent en deux catégories :

a) Les équipements avec transformateur à enroulement double avec couplage en parallèle ;

b) Les équipements avec transformateur à enroulement simple.

Dans la première catégorie, la charge répartie normalement sur les deux enroulements est supportée par l'un de ces derniers lors de l'opération de changement

de prises. Dans la seconde catégorie les prises sont shuntées par une réactance durant la période de transition.

Avec le système à enroulement double, le passage des deux enroulements couplés normalement en parallèle, à l'enroulement simple s'effectue par un disjoncteur placé sur chaque enroulement et extérieur à la la cuve (fig. 5). Chaque enroulement possède son changeur de prise constitué par des contacteurs actionnés au moyen d'une commande mécanique par cames.

Durant l'opération de changement de prises, l'un des enroulements supporte un courant double du courant

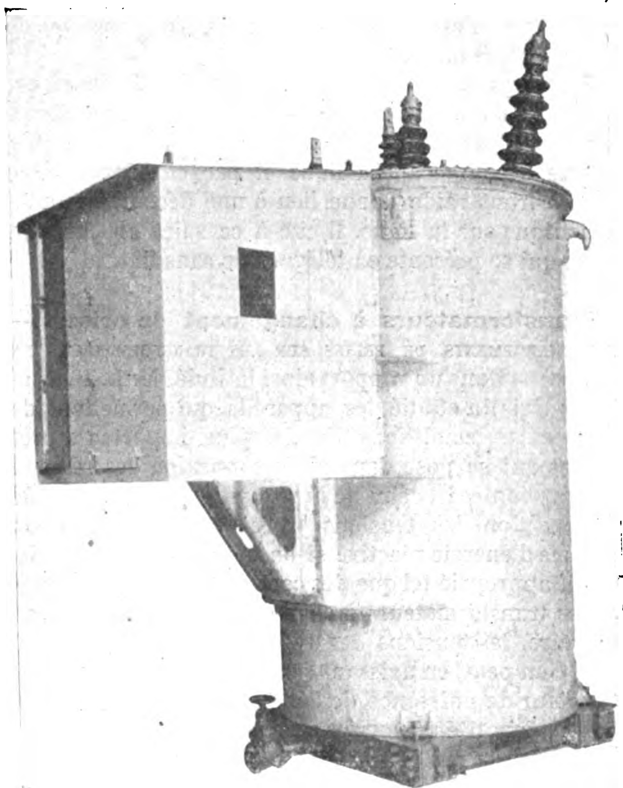


Fig. 5. — Transformateur 20000 kv-A, 66000 volts, 60 p : s muni d'un dispositif de changement de prises à enroulement double.

normal. Afin que ce courant ne puisse traverser les enroulements pendant une durée supérieure à celle requise par le changement de prise, les deux circuits portent chacun un transformateur d'intensité. Les enroulements secondaires de ces derniers sont couplés suivant un montage différentiel agissant sur un relais qui ouvre le circuit du transformateur principal en cas de déséquilibre durable sur les circuits de l'enroulement double.

Dans la seconde catégorie, on utilise un autotransformateur muni d'une prise au milieu de son enroulement. On voit sur la figure 6 que l'enroulement total du transformateur est obtenu quand les contacteurs 1 et 6 sont fermés. Pour changer de prise, on ouvre le contacteur 6 et on ferme le contacteur 2. Le changement de prise suivant sera obtenu en ouvrant le contacteur 1 et en fermant le contacteur 6.

Une variante de la méthode précédente a été conçue dans un but de simplification. Le contacteur de court-circuitage de l'autotransformateur de la figure 6 est supprimé et ce dernier est calculé pour supporter le courant de pleine charge du transformateur dans l'une quelconque des deux moitiés de son enroulement, tandis que

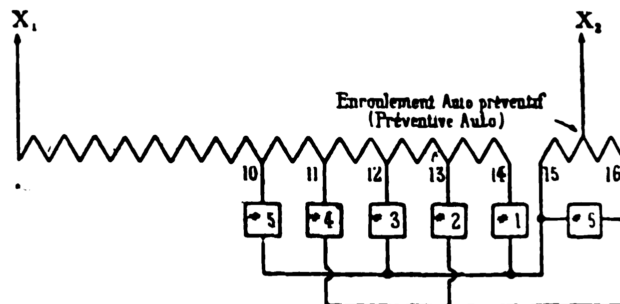


Fig. 6. — Schéma des opérations pour le changement de prises par la méthode de l'autotransformateur.

l'autre moitié ne supporte aucune charge. La figure 7 montre le schéma de la disposition.

Ce dernier dispositif évite l'emploi d'une protection différentielle.

Les contacteurs sont liés par une commande mécanique à l'arbre principal actionné au moyen d'un moteur par l'intermédiaire d'engrenages à vis sans fin.

En ce qui concerne les disjoncteurs pour changement de prises, ils sont construits pour couper des courants qui ne dépassent pas la valeur normale et

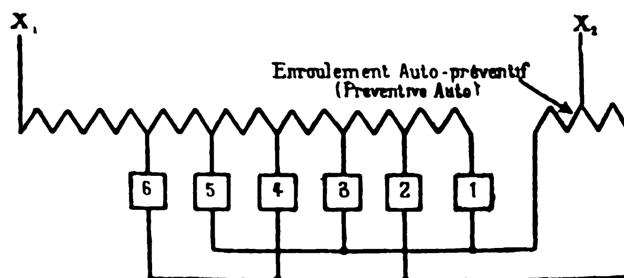


Fig. 7. — Schéma des opérations dans la méthode simplifiée des enroulements simples utilisant l'autotransformateur.

sous des tensions réduites. Ils ont donc une faible puissance de rupture. Par contre ils doivent assurer sans déréglage une fréquence de fonctionnement très élevée. La figure 8 représente le mode de construction de ces disjoncteurs. La rupture a lieu dans l'huile entre des contacts en forme de coins et munis de cornes. Ces contacts sont supportés par des bornes du type condensateur qui peuvent résister facilement à des chocs répétés.

Le fonctionnement du mécanisme est contrôlé au

moyen de relais de tension dont l'action est effective quand la tension s'abaisse ou s'élève par rapport à la valeur normale. Des relais à action différée sont prévus pour éviter des manœuvres intempestives et, en

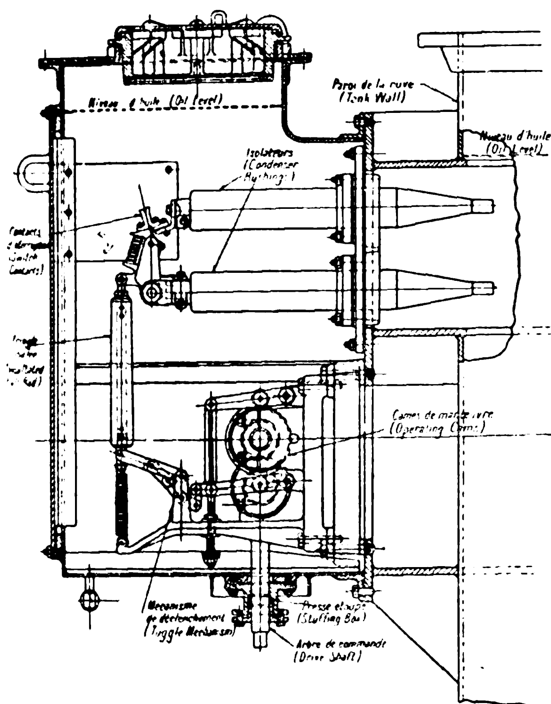


Fig. 8. — Vue intérieure du contacteur spécial pour changement de prises.

particulier, les changements de prises pendant une surintensité éventuelle.

Le rapporteur expose ensuite le principe d'un autre dispositif de changement de prises qui convient particulièrement quand la gamme de réglage doit être étendue et qu'elle doit s'effectuer automatiquement et

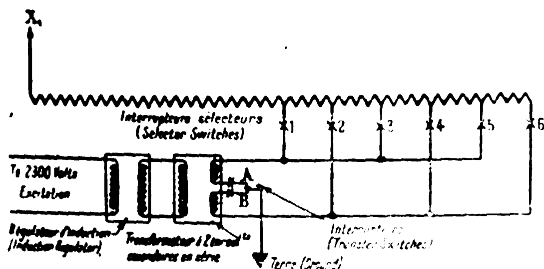


Fig. 9. — Schéma des opérations d'un changeur de prises à régulateur d'induction.

d'une manière progressive ; par exemple pour contrôler la tension sur des barres omnibus ou sur une ligne de transmission. Ce dispositif comprend un régulateur d'induction dont le stator est connecté aux bornes de l'enroulement secondaire d'un transformateur auxiliaire. L'enroulement primaire de ce dernier est en deux parties, bobinées en opposition et reliées au bobinage du transformateur principal suivant le schéma de la figure 9. A une révolution de 180° du rotor du régulateur, correspond, dans le stator, une variation de tension entre deux maxima de sens opposés. Cette tension s'ajoute ou se retranche de la tension aux bornes d'une prise de transformateur pour permettre le transfert de position d'une prise à la suivante et incidemment d'obtenir un nombre infini de positions de fonctionnement intermédiaires.

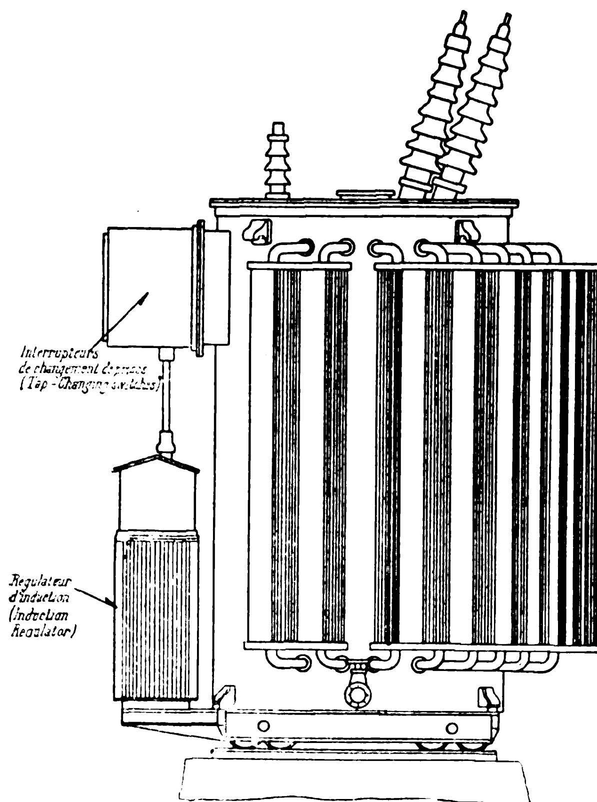


Fig. 10. — Transformateur à variation de rapport de transformation à prises, avec un régulateur d'induction combiné.

La figure 10 montre la vue extérieure d'un transformateur muni d'un régulateur d'induction faisant partie intégrante de l'appareil.

Le rapporteur envisage ensuite les dispositifs de réglage indépendants, qui permettent d'utiliser les procédés décrits sur des transformateurs déjà installés.

En terminant son rapport, M. Hill établit une comparaison du transformateur à changement de prises en charge avec les divers systèmes de réglage de tension. Le régulateur d'induction pur et simple peut jouer le même rôle que les transformateurs envisagés mais leur rendement n'est pas aussi élevé. De plus, le prix d'un régulateur d'induction augmente avec sa taille, alors que le prix du dispositif de changement de prises est

sensiblement constant dans certaines limites. Le champ d'application du régulateur d'induction semble donc limité aux unités de puissance réduite. Cependant la combinaison du transformateur à prises et du régulateur dont il est question plus haut apparait comme un compromis satisfaisant entre les dispositifs de changement de prises en charge par passage direct et les régulateurs d'induction ordinaires.

Le compensateur synchrone convient dans le cas du réglage fréquent et automatique, mais il présente, comparé au transformateur à changements de prises, l'inconvénient de donner lieu à des pertes plus élevées, de nécessiter un appareillage à basse tension relativement complexe et enfin l'édification d'un bâtiment. De plus, il faut tenir compte de l'entretien inhérent à l'exploitation de toute machine rotative.

Protection des transformateurs de faible puissance. — Remarques sur le raccordement de petits récepteurs a des centrales de grande puissance. — La valeur élevée du courant de court-circuit sur les barres générales des usines génératrices rend malaisée la protection des transformateurs de faible puissance connectés sur ces barres pour l'alimentation des services auxiliaires. On est, en effet, conduit soit à utiliser des interrupteurs dans l'huile d'un coût hors de proportion avec la valeur de l'appareil à protéger, soit à employer des coupe-circuits à fusibles qui sont généralement inefficaces, en particulier pour les transformateurs de potentiel.

M. F. Rutgers (Suisse) a présenté un rapport à ce sujet dans lequel il préconise l'emploi de bobines de réactance sans noyau de fer (fig. 11) qui sont moins coûteuses qu'un transformateur dans l'huile de puissance appropriée et permettent en utilisant un interrupteur de puissance réduite ou des coupe-circuits, d'obtenir une protection efficace. M. Rutgers montre à ce sujet des oscillogrammes qui mettent en évidence la valeur du système qu'il propose.

En ce qui concerne la protection des transformateurs de potentiel, les fusibles employés ordinairement sont traversés, dans le cas de tensions de l'ordre de 100 000 v, par un courant d'environ 0,05 A. Ces fusibles s'oxydent et se désagrègent sous l'influence de la haute tension et, en cas d'avarie sur le transformateur protégé, les fusibles sont, avant leur rupture, parcourus par des courants considérables qui provoquent non seulement la destruction du transformateur mais encore celle des coupe-circuits eux-mêmes. On a proposé de limiter le courant de court-circuit par des résistances, mais l'échauffement de celles-ci entraîne leur destruction et des amorçages. Le rapporteur préconise l'emploi de résistances additionnelles combinées avec des interrupteurs automatiques à cornes agissant sous l'action de la température et qui, grâce aux résistances, ne coupent qu'un courant de valeur réduite.

Discussion. — Dans la discussion qui a suivi, M. Iliovici (France) a fait observer que la Compagnie pour la fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz utilise pour la protection des transformateurs de potentiel, un dispositif qui accroît le courant normal traversant le fusible afin de réaliser sa fusion dans des conditions bien déterminées. Cet accroissement est



Fig. 11. — Bobine de réactance tripolaire sans noyau de fer pour le raccordement d'un transformateur de 100 kV-A à 6 000 V. Cette bobine limite le courant de court-circuit à environ 320 A en supposant la puissance de l'usine génératrice d'alimentation infiniment grande.

obtenu au moyen d'un petit autotransformateur monté en série avec l'enroulement à protéger et aux bornes duquel est connecté le fusible. Ce dernier est sollicité en son milieu par la traction d'un ressort traversé par le courant d'alimentation du transformateur.

M. Darrieus pense que l'on pourrait, dans un grand nombre de cas, réduire le nombre des transformateurs de potentiel qui sont des appareils délicats et coûteux surtout pour la haute tension. Le couplage pourrait toujours s'effectuer sur les barres à basse tension des installations. — L. V.

(*A suivre*).

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Essai sur la signification physique de la tension de réactance dans les machines à champ tournant

La tension de réactance dans les machines à champ tournant est, comme chacun le sait, une notion bien commode à laquelle on doit l'interprétation de divers phénomènes. Elle figure notamment, explicitement ou sous une forme implicite, dans les diagrammes représentatifs du fonctionnement de ces machines ; mais sa cause est encore imparfaitement définie. La conception suivant laquelle la tension de réactance aurait pour unique origine le flux de fuites n'est pas en tous points satisfaisante, même si l'on procède à une judicieuse distinction des diverses catégories de ces flux de fuites. Or, M. Le Monnier, se basant sur des travaux antérieurs mentionnés au cours de son exposé, fait ressortir dans l'article qui suit un élément trop souvent négligé dans la théorie des machines à champ tournant, à savoir le champ magnétique de l'induit. Distinguant alors deux causes de la tension de réactance, le flux de fuites et les harmoniques du champ magnétique de l'induit, il montre le parti que l'on peut tirer de cette conception dans l'interprétation d'un certain nombre de phénomènes observés au cours du fonctionnement des machines à champ tournant; cette interprétation a un intérêt pratique du fait qu'elle permet au constructeur de remédier à certains inconvénients en toute connaissance de cause.

I. Introduction. — Parmi les divers facteurs défavorables qui affectent le fonctionnement des machines à champ tournant, machines asynchrones ou machines synchrones à courant polyphasé, l'un des plus importants est celui que l'on fait figurer, dans les diagrammes de fonctionnement, sous le nom de « tension de réactance ». Dès que l'on a commencé l'étude de ces machines, on a dû chercher les causes de divers phénomènes que l'on observait, tels que la limitation du couple et l'abaissement du facteur de puissance en charge des réceptrices, ou la chute de tension en charge des génératrices. On est arrivé à fournir assez aisément une explication de ces phénomènes, en admettant l'existence de flux de fuites qui, émis en même temps que le flux utile par l'un des enroulements, n'atteindraient pas l'autre enroulement.

Pour éviter toute confusion, il faut d'abord distinguer deux sortes de flux de fuites :

1° Les flux de fuites d'inducteurs excités en courant continu dont la présence provoque, d'une part, des courants parasites et, par suite une dépense d'énergie inutile dans les organes mobiles par rapport à l'inducteur et, d'autre part, des accroissements de la saturation dans certaines parties du circuit magnétique dont il faut tenir compte dans l'établissement de la courbe de magnétisme de la machine ;

2° Les flux de fuites des bobinages d'induit à courant alternatif qui donnent naissance dans l'enroulement qui les produit à une force électromotrice proportionnelle à la fréquence, sensiblement proportionnelle au courant qui parcourt cet enroulement et déphasée de 90° sur ce courant ; c'est cette force électromotrice que l'on a désignée sous le nom de « tension de réactance ».

Les diagrammes représentatifs du fonctionnement quelle que soit leur forme(¹) — diagrammes de Heyland et de Blondel, ou diagramme polaire pour les moteurs asynchrones, diagramme de Potier et diagramme de Blondel pour les machines synchrones — reposent sur cette conception des flux de fuites et donnent une image, en général assez fidèle, des caractéristiques résultantes du fonctionnement en charge de ces machines. Partant de cette hypothèse, on a pu établir des méthodes de prédétermination des tensions de réactance (²) basées sur le tracé des lignes de force qui passent en dehors du circuit magnétique commun aux deux enroulements, dans lequel s'établit le flux résultant, celui-ci étant déduit de la somme géométrique des champs produits par chacun des enroulements dans ce circuit commun.

Cette hypothèse et les procédés de calcul qui en sont inspirés ont permis de résoudre, avec une première approximation assez satisfaisante, la plupart des problèmes les plus simples qui se posent quand on veut analyser le fonctionnement des machines de ce genre.

(¹) Les uns font intervenir directement les flux de fuites, tels que les diagrammes de Heyland et de Blondel, tandis que les autres, en particulier le diagramme polaire, mettent en jeu uniquement la tension de réactance sans en rechercher l'origine. On a montré précédemment qu'ils sont d'ailleurs rigoureusement équivalents.

J. Le Monnier ; Sur une nouvelle méthode d'essai indirecte des machines asynchrones. *Revue générale de l'Électricité*, 12 juillet 1919, t. VI, p. 35-40.

F. Décotte et J. Le Monnier ; Étude comparée sur les diagrammes des moteurs asynchrones polyphasés. *Revue générale de l'Électricité*, 2 avril 1921, t. IX, p. 463-470.

(²) E. Roth. *Alternateurs et moteurs synchrones*, t. I, p. 101-114. Dans cet ouvrage ces méthodes sont exposées très complètement.

Mais on a dû reconnaître à l'usage que, dans bien des cas, cette théorie devenait insuffisante ; on a cru pouvoir d'abord parer à ses défaillances en cherchant à perfectionner cette doctrine. C'est ce qui a conduit à discerner différentes sortes de fuites d'induits, fuites d'encoches, fuites de têtes de bobines, qui ont l'inconvénient d'être à peu près inaccessibles aux mesures, et on a été réduit le plus souvent à s'en remettre à des coefficients empiriques applicables avec succès seulement dans des cas très limités, et n'ayant aucune valeur générale.

On s'est proposé dans cette étude, après avoir rappelé quelques-uns des cas où la théorie des fuites est en défaut, de montrer que l'on peut concevoir une autre origine de la tension de réactance (¹) et d'exposer ensuite quelques-unes des conclusions que l'on peut tirer de cette nouvelle conception.

II. Exemples de cas où la théorie des fuites est insuffisante.

— 1. Courant de court-circuit instantané des génératrices synchrones. — On sait que si l'on met brusquement en court-circuit un alternateur triphasé fonctionnant à sa tension normale sous une charge quelconque, le courant induit ne s'établit pas instantanément à la valeur que l'on relèverait sur cet alternateur en court-circuit en état de régime pour le même courant d'excitation. *Le courant de court-circuit instantané* est beaucoup plus élevé que *le courant de court-circuit permanent*.

Pour expliquer cette différence, on a été conduit à admettre qu'il fallait distinguer une réactance de fuites totales ramenée à l'induit et une réactance de fuites propres à l'induit, cette dernière seule entrant en jeu instantanément lors du court-circuit. A l'usage, on constate que cette distinction, satisfaisante en apparence, n'apporte pas en réalité de solution au problème posé, car les deux systèmes de fuites ne sont pas définis de façon assez précise et sont, par suite, pratiquement inaccessibles à toute détermination.

Les discussions qui ont eu lieu sur ce sujet à la Semaine de Discussions, en octobre 1925, de la Société française des Electriciens (²) ont mis en évidence les divergences considérables d'opinions des différents auteurs.

Alors que M. Roth (³) semble admettre que l'essai en court-circuit permanent et l'essai du stator seul, rotor enlevé, donnent des valeurs concordantes de la tension de réactance totale, M. Schmutz (⁴) déduit de ces deux essais des valeurs essentiellement différentes lui permettant de déterminer, d'une part, la réactance de fuites propres à l'induit et, d'autre part, la réactance de fuites totales ramenées à l'induit.

L'étude du court-circuit instantané des génératrices fournit donc un premier exemple de l'insuffisance des explications admises.

2. Analyse du fonctionnement d'une machine polyphasée en marche synchrone. — Cet exemple va montrer comment, avec la théorie des fuites, on est amené à utiliser une expression mathématique commode en dehors des limites où elle garde sa signification physique initiale.

Envisageons le cas particulier d'une machine asynchrone à courant triphasé que l'on peut faire fonctionner également en machine synchrone, en alimentant avec du courant continu une partie de l'un des deux enroulements. Nous supposerons que cette machine est constituée par un stator muni d'un bobinage triphasé monté en étoile, que l'on considérera comme l'induit de la machine, et d'un rotor également muni d'un bobinage triphasé monté en étoile, dont deux phases seulement, connectées en série au point neutre, serviront de bobinage inducteur. Nous admettrons enfin, pour plus de simplicité, que ces deux bobinages triphasés ont le même nombre de spires, c'est-à-dire que le rapport de transformation est égal à 1. Relevons sur cette machine, considérée comme machine synchrone, le faisceau des courbes en V à vide à fréquence constante et sous différentes tensions, ou plus exactement le faisceau des courbes représentatives des courants réactifs dans l'induit en fonction des courants inducteurs quand aucune puissance mécanique n'est transmise par l'arbre. Nous tracerons ces courbes, non pas sous la forme classique qui leur a valu leur dénomination, mais en employant, de préférence, pour l'échelle des courants induits des ordonnées positives pour les courants déphasés en avant sur la tension, et des ordonnées négatives pour les courants déphasés en arrière sur la tension. On pourra même souvent poursuivre le relevé de ces courbes pour des valeurs négatives du courant d'excitation. On obtient ainsi le faisceau de courbes représenté sur la figure 1. Sous cette forme des courbes en V, avec laquelle on évite les points de rebroussement, ces graphiques sont plus faciles à lire. On remarquera en passant que, tant que pour la tension d'essai envisagée, la caractéristique à vide de la machine n'est pas incurvée par la saturation du fer du circuit magnétique, ces

(¹) Il convient d'ajouter que cette théorie a déjà été envisagée par différents auteurs, mais il ne semble pas qu'ils l'aient exploitée complètement et généralisée comme elle le mérite.

Waldo-V. Lyon. *Proceedings of the american Institute of electrical Engineers*, septembre 1918, t. XXXVII, p. 1121-1157. Analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 9 août 1919, t. VI, p. 45 D.

R.-E. Doherty et C.-A. Nickle. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, octobre 1926, t. XLV, p. 974-987. Analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 12 mars 1927, t. XXI, p. 85 D.

(²) Le compte rendu de cette discussion a été publié dans la *Revue générale de l'Electricité*, 28 novembre 1925, t. XVIII, p. 887-890.

(³) E. Roth ; Critique de quelques méthodes de mesure de la réactance due aux fuites de l'induit des machines électriques rotatives à courant alternatif. *Revue générale de l'Electricité*, 7 février 1925, t. XVII, p. 217-224.

(⁴) Schmutz. Note sur les mesures des divers coefficients d'induction intervenant dans les alternateurs. Rapport présenté à la Semaine de Discussions d'octobre 1925 de la Société française des Electriciens. Supplément au n° 50 du *Bulletin de la Société française des Electriciens*, octobre 1926.

courbes se réduisent à des droites parallèles à la caractéristique en court-circuit qui constitue elle-même la courbe limite du faisceau pour une tension nulle.

Chacune de ces courbes présente deux points particulièrement intéressants. Ce sont ses points d'intersection avec l'axe des courants inducteurs d'une part, et avec l'axe des courants induits d'autre part. Les premiers de ces points donnent la valeur des courants inducteurs nécessaires pour obtenir sous un débit nul la tension à laquelle a été tracée la courbe; on y reconnait les points de la caractéristique à vide, c'est-à-dire

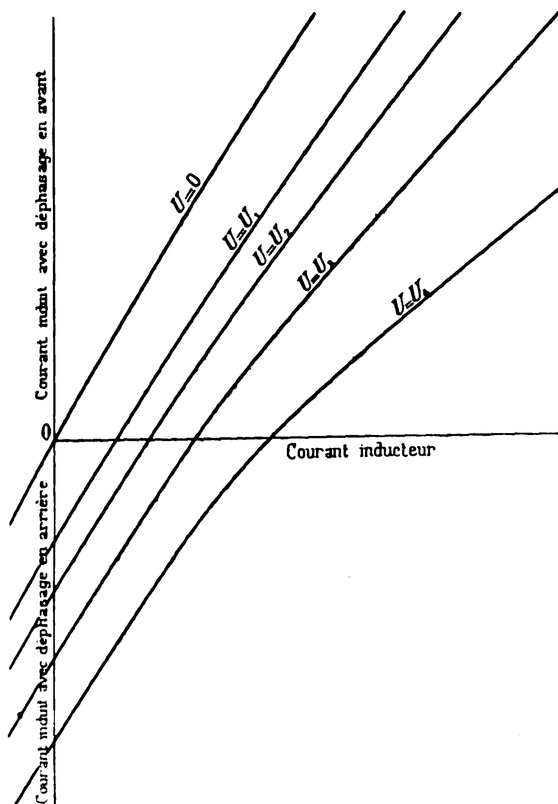


Fig. 1. — Faisceau de courbes représentant les variations du courant réactif en fonction du courant d'excitation dans une machine fonctionnant à vide, à fréquence constante et pour différentes tensions, 0, U_1, U_2 ... U.

sans aucun débit de l'alternateur, qui n'est qu'une transposition de la courbe de magnétisme de la machine. Les seconds donnent la valeur du courant statorique magnétisant nécessaire pour obtenir à vide, c'est-à-dire sans débit actif, la tension à laquelle a été tracée la courbe; on y reconnait les points de la caractéristique à vide du moteur asynchrone. On serait tenté de retrouver sous cette dernière appellation une autre transposition de la courbe de magnétisme de la machine, et les auteurs ne mettent, en général, pas en garde contre cette confusion (1). L'expérience montre cependant que les deux courbes ainsi obtenues sont foncièrement différentes, ainsi que le fait apparaître le graphique de la figure 2 qui représente les lieux des points d'intersection des courbes de la figure 1 avec l'axe des courants inducteurs, u, d'une part, et avec l'axe des courants induits, U, d'autre part, tracées en

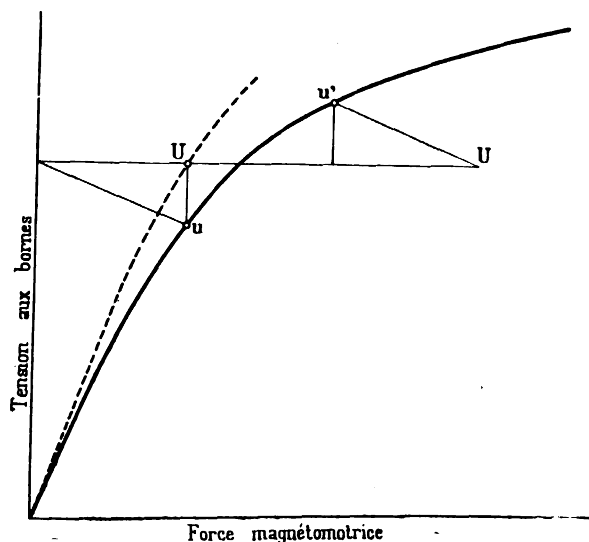


Fig. 2. — Lieux des points d'intersection des courbes de la figure 1 : u, avec l'axe du courant inducteur; U, avec l'axe du courant induit.

prenant pour échelle commune des abscisses les forces magnétomotrices correspondant dans le premier cas aux courants inducteurs, et dans le second cas aux courants induits, et en portant les tensions en ordonnées. On constate que le même champ magnétique, suivant qu'il est produit par un courant continu de valeur i circulant dans l'enroulement inducteur, ou par un courant triphasé de valeur I circulant dans l'enroulement induit, donne naissance à des tensions différentes aux bornes de la machine : u dans le premier cas et U dans le second. On observe, en outre, que u est plus petit que U et, en poussant plus loin, que la différence de $(U - u)$ est sensiblement proportionnelle à I.

Cette machine peut également fonctionner sous la même tension U en débitant un courant réactif déphasé en avant et de même valeur I. Il faut alors faire passer dans l'inducteur un courant i'; le champ magnétique réel dans la machine est alors le champ résultant de la composition du champ inducteur produit par le courant i' et du champ induit produit par le courant I. La force électromotrice correspondant à ce champ

(1) Bien au contraire, les ouvrages classiques traitent, le plus souvent, la détermination par le calcul de la courbe à vide d'un moteur asynchrone comme celle de la caractéristique à vide d'une machine à courant continu ou d'un alternateur, en la déduisant directement de la courbe de magnétisme de la machine. On trouve toujours, en procédant ainsi, des valeurs trop grandes pour le courant à vide des moteurs asynchrones et l'on ne peut appliquer de coefficient de correction simple, car l'écart est d'autant plus grand que l'entrefer est lui-même plus grand.

résultant à une valeur u' supérieure à U, et la différence $(u' - U)$ est ce que l'on désigne alors sous le nom de « tension de réactance ». Dans ce dernier cas, on a justifié l'existence de la différence $(u' - U)$ par la présence de flux de fuites prenant naissance dans le stator en dehors du flux résultant de la composition du champ d'induction et du champ d'induit.

Dans le premier cas, on pourrait encore fournir une explication analogue à l'existence de la différence $(U - u)$, en admettant que la force électromotrice u est produite par la portion des lignes de force émises par l'enroulement d'induit traversant l'enroulement inducteur, *qui est d'ailleurs complètement inerte*, tandis que la force électromotrice $(U - u)$ est produite par les lignes de force émises par ce même enroulement et passant en dehors de l'enroulement inducteur. Mais on remarquera alors que l'expression de flux de fuites ne correspond plus qu'à une distinction très arbitraire, puisqu'il n'y a plus, en réalité, qu'un seul enroulement en jeu et que l'on ne peut concevoir de lignes de force engendrées par un conducteur et n'embrassant pas ce conducteur.

Il faut reconnaître d'ailleurs que l'on peut expliquer la loi de proportionnalité observée entre la tension de réactance et le courant magnétisant dans le premier cas. En effet, l'augmentation du courant magnétisant pour une machine donnée peut être produite soit par une augmentation de la saturation du circuit principal, soit par une augmentation de la longueur de l'entrefer; dans l'un et l'autre cas, si l'on admet que les circuits de fuites ne sont pas saturés, les flux correspondants, et par suite les tensions de réactance augmentent proportionnellement au courant magnétisant; mais il est moins aisé d'expliquer, comme on l'admet ordinairement, que ces flux de fuites sont les mêmes quand le flux induit par le stator existe seul, comme dans le premier cas, ou quand il se trouve en opposition avec le flux inducteur, ainsi que cela a lieu dans le deuxième cas.

3. Rampage des moteurs asynchrones. — Ce troisième exemple, bien connu, en confirmant l'insuffisance de la théorie des fuites, nous mettra en outre sur la voie d'une autre explication. On sait que lors du démarrage d'un moteur asynchrone en court-circuit, c'est-à-dire pour un appel de courant très élevé, on peut sur certains moteurs observer l'existence de régimes de vitesses stables très inférieures à la vitesse normale de synchronisme. Pour ces vitesses, le moteur possède un couple appréciable qui lui donne une certaine stabilité de marche, de sorte que, si le couple résistant a une valeur convenable, on voit le moteur en cours de démarrage atteindre l'une de ces vitesses et s'y maintenir. On peut même parfois sur un même moteur, en modifiant la résistance du bobinage du rotor, faire apparaître successivement plusieurs de ces vitesses. On pourra, par exemple, sur un moteur à quatre pôles en court-circuit alimenté à 50 p : s, observer au démarrage un premier régime de vitesse stable à 210 t : mn, vitesse que le moteur ne peut dépasser par lui-même. Si on l'entraîne mécaniquement, de façon à lui faire dépasser suffisamment cette vitesse, il gagne ensuite la vitesse de 1 500 t : mn; en augmentant la résistance du rotor, on pourra faire disparaître cette première vitesse de régime stable, mais en faire apparaître une nouvelle à 285 t : mn.

La théorie des fuites ne permet pas d'expliquer ces phénomènes; il faut, pour comprendre ce qui se passe alors dans le moteur, prendre en considération un genre d'imperfection que l'on néglige sciemment dans la théorie ordinaire des machines polyphasées : l'influence de la nature du champ magnétique produit par l'induit.

III. Influence de la nature du champ magnétique produit par l'induit. — Alors que l'on attache une importance extrême et peut-être excessive à la pureté des champs inducteurs et de la force électromotrice à vide des alternateurs on admet que les champs de réaction d'induit sont sinusoïdaux et l'on néglige l'influence des impuretés de ces champs qui ne se traduisent pas de façon visible sur le relevé oscillographique de la tension aux bornes. Or, la machine synchrone que nous avons envisagée précédemment peut fonctionner sur un réseau alimenté par une source très puissante, de sorte que la tension aux bornes de cette machine reste une sinusoïde pratiquement pure, sans que le champ de réaction d'induit tournant dans le stator ait lui-même l'allure d'une sinusoïde pratiquement pure.

Les courants polyphasés parcourant l'enroulement du stator ne produisent pas un champ tournant sinusoïdal, mais la fonction périodique qui représente ce champ est équivalente à la somme d'une fonction sinusoïdale et d'harmoniques d'ordre supérieur de cette fonction. On pourra se représenter le champ de réaction d'induit de la façon suivante :

A un champ fondamental tournant à la vitesse du rotor viennent se superposer des harmoniques d'ordre supérieur et d'importance variable suivant la construction de la machine. Tous les champs fondamentaux comme harmoniques produisent des forces électromotrices de même fréquence qui viennent s'ajouter algébriquement pour constituer la majeure partie de la force contre-électromotrice totale qui fait équilibre à la tension U. On a alors l'image suivante du fonctionnement dans le cas particulier simple d'un moteur synchrone surexcité à deux pôles ne transmettant pas de puissance mécanique par son arbre :

D'une part, un champ inducteur bipolaire tournant à la vitesse qui correspond à la fréquence f;

D'autre part, un champ fondamental bipolaire dû au bobinage de l'induit et tournant dans le même sens que le précédent et à la même vitesse; ce champ se compose avec le premier pour donner naissance dans le bobinage de l'induit à la force électromotrice u;

En troisième lieu, un champ tournant de même polarité que les précédents correspondant aux flux de fuites

du bobinage statorique par rapport au bobinage rotorique. Ce champ induit dans l'enroulement statorique une force électromotrice V_1 dont la valeur absolue varie sensiblement comme le courant induit si le circuit de fuites n'est pas saturé, ce qui est en général réalisé;

Enfin, une série de couronnes polaires à $2k$ pôles tournant respectivement à des vitesses égales à $\frac{f}{k}$, en tours par seconde, et induisant chacune dans l'enroulement induit une force électromotrice de fréquence f. Ces forces électromotrices et, par suite, leur somme V_2 sont les mêmes, que le courant soit déphasé en avant ou en arrière. Elles sont proportionnelles à la fréquence et varient en fonction du courant induit suivant une loi rappelant celle représentée par une courbe de magnétisme.

Pour le courant induit I la somme des forces électromotrices $(V_1 + V_2)$, l'une due aux flux de fuites, l'autre, à la présence des couronnes polaires envisagées ci-dessus, constitue la tension de réactance, différence entre la tension U et les forces électromotrices u ou u'.

Ce mode de présentation va nous permettre d'expliquer tous les phénomènes observés dans le fonctionnement des machines à champ tournant. La vraisemblance de l'hypothèse faite est d'ailleurs confirmée par l'observation des phénomènes de rampage des moteurs asynchrones : l'existence de ces couronnes polaires, est, en effet, rendue tangible par ces phénomènes, car on a constaté que les vitesses de rampage sont toujours voisines de la vitesse de synchronisme d'un moteur à $2kp$ pôles, k étant un nombre entier et $2p$ le nombre de pôles du moteur.

IV. **Applications.** — 1. COURANT DE COURT-CIRCUIT INSTANTANÉ. — Reprenons, en particulier, le cas du courant de court-circuit instantané. La distinction à faire entre les divers éléments de la tension de réactance est évidente : on conçoit que les flux de fuites vont subsister pendant la période troublée qui règne entre le commencement du court-circuit et l'établissement de l'état de régime ; mais pour cette période troublée, le champ de réaction n'est plus une fonction périodique que l'on puisse représenter par un champ fondamental et son cortège d'harmoniques.

Pour l'étude du courant de court-circuit instantané, on doit tenir compte de la tension de réactance partielle V_1 ; mais on ne peut faire entrer en ligne de compte la tension de réactance partielle V_2 due aux harmoniques de champ que l'on ne peut envisager qu'en état de régime. La distinction entre ces deux tensions de réactance, qui repose ainsi sur une interprétation physique claire des phénomènes dont la machine est le siège, s'impose donc.

2. PERTES SUPPLÉMENTAIRES. — Cette conception permet d'ailleurs d'aborder l'étude d'autres questions telles que celles des pertes supplémentaires. On convient de désigner sous ce nom de « pertes supplémentaires » l'ensemble des pertes autres que celles par effet Joule qui prennent naissance dans la machine du fait de la charge. Ces pertes qui sont difficilement accessibles aux mesures sont de deux sortes : celles qui ont leur siège dans le fer du circuit magnétique et celles qui ont leur siège dans le cuivre des enroulements ; ce sont les premières seulement dont nous allons rechercher l'origine.

Elles prennent quelque importance même dans les machines de petite puissance dans lesquelles les conducteurs sont naturellement de sections suffisamment faibles pour que les secondes ne puissent s'y développer ; ce sont d'ailleurs les plus imparfaitement connues. Ces dernières prennent une importance considérable dans les machines de très grande puissance en raison des dimensions des conducteurs ; elles ont déjà fait l'objet de nombreux travaux (1) et nous ne nous en préoccuperons pas ici.

Dans le fonctionnement en charge de la machine synchrone précédemment envisagée, nous avons été conduits à admettre l'existence d'une série de couronnes polaires à $2kp$ pôles qui balayent le stator à la fréquence f et le rotor, lorsqu'il est au synchronisme, à des fréquences égales respectivement à $(k \pm 1) f$ qui peuvent donc atteindre des valeurs très élevées.

Il est évident que le déplacement de ces couronnes polaires donne naissance à des pertes par hystérésis et courants de Foucault dans le circuit magnétique de la machine. Ces pertes seront les mêmes, pour une même valeur du courant, que celui-ci soit déphasé en avant ou en arrière sur la tension, et l'on conçoit, en outre, qu'elles seront les mêmes, quel que soit le déphasage du champ tournant de réaction d'induit par rapport au rotor, dans les machines à perméabilité sensiblement constante tout le long de l'entrefer telles que les machines asynchrones ou asynchrones synchronisées. Dans les machines à pôles saillants, les grandes variations de la perméabilité du circuit magnétique entre l'axe du pôle et l'intervalle entre deux pôles peuvent apporter des perturbations. On s'explique donc que pour la première catégorie de machines envisagées ci-dessus, les pertes en court-circuit soient les mêmes que les pertes en charge, sous une tension quelconque, pour une même valeur du courant, quelle que soit d'ailleurs la nature de cette charge (active ou réactive) ainsi qu'on a pu le constater lors de vérifications récentes par divers procédés expérimentaux (2).

Cette explication des causes des pertes supplémentaires permet d'apprécier la valeur de certains essais qui ont été préconisés pour la détermination de ces pertes tels, par exemple, que l'essai du stator seul, constituant l'induit, après enlèvement du rotor.

Sans revenir sur la question de précision des mesures

(1) Voir l'annexe bibliographique à la fin de l'article.

(2) E. ROTH : De la détermination expérimentale des pertes dans les alternateurs. *Revue générale de l'Électricité*, 6 février 1926, t. XIX, p. 209-227.

J. LE MONNIER : Détermination des pertes dans les machines électriques rotatives par les essais en récupération. *Revue générale de l'Électricité*, 31 juillet et 7 août 1926, t. XX, p. 163-169 et 203-209.

de puissance, qui sont alors faites dans des conditions très précaires en raison de la faible valeur du facteur de puissance, et sans discuter la valeur de la méthode en ce qui concerne les pertes dans le cuivre, qui sont vraisemblablement les mêmes dans cet essai et lors du fonctionnement normal en charge, nous ne considérerons que la valeur relative des pertes magnétiques supplémentaires, dans ces deux modes de fonctionnement. La constitution du circuit magnétique est foncièrement différente dans les deux cas, de sorte que non seulement, pour un même courant, c'est-à-dire pour un même champ, le flux et, par suite, les tensions de réactance sont profondément modifiées, mais encore *en supprimant le rotor on supprime toutes les pertes dont cet organe est le siège*. Il est donc de toute évidence que l'essai du stator seul n'a aucune valeur à ce point de vue.

3. Influence de certains procédés d'amélioration de la courbe de la force électromotrice sur le champ de réaction d'induit. — Nous allons voir comment il faut se garder de certains perfectionnements dangereux. On a placé au premier rang des préoccupations des constructeurs la nécessité d'établir des alternateurs ayant une courbe de tension aussi pure que possible; pour atteindre ce but, on a préconisé, en particulier, l'emploi de nombres impairs d'encoches par phase et par paire de pôles (fig. 3). On a, en procédant

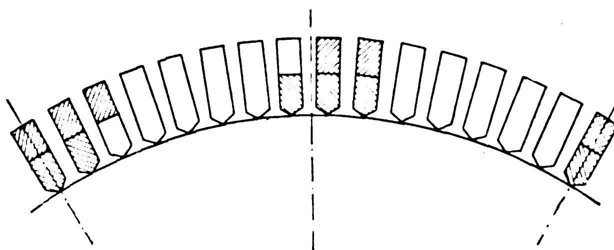


Fig. 3. — Schéma d'une tôle découpée de stator pour un moteur à 12 pôles, à 15 encoches par paire de pôles avec bobinage triphasé.

ainsi, en des points identiquement placés sous deux arcs polaires consécutifs d'une même paire de pôles, d'une part, une encoche et, d'autre part, une dent ; les effets de la denture sous ces deux arcs polaires se contrarient donc et l'on obtient ainsi une courbe de tension assez pure à peu près exempte d'harmoniques de denture.

Mais voyons ce qui se passe en charge, cas intéressant, car les machines ne sont pas faites uniquement pour fonctionner à vide. Le champ de réaction d'induit n'est plus constitué par deux demi-périodes identiques (fig. 4), c'est-à-dire que l'on introduit par ce procédé des harmoniques d'ordre pair qui ne peuvent avoir qu'une influence fâcheuse. S'il est difficile d'isoler par des mesures quantitatives leur importance propre, l'expérience montre que leur présence se manifeste sous une forme qui ne peut laisser de doute sur leur rôle nuisible. De même que le grincement d'une charrette nous avertit que l'on demande un effort de traction inutile, de même la machine à nombre impair d'encoches par phase et par paire de pôles fait entendre un son musical qui va en augmentant très nettement en intensité avec la charge. Ce bruit est d'ailleurs nettement différent de celui que produisent parfois les machines électriques quand la saturation du circuit magnétique à vide atteint certaines valeurs.

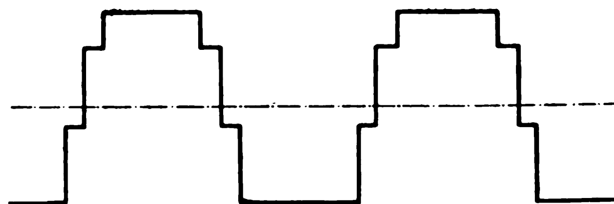


Fig. 4. — Courbe du champ de réaction d'induit dans le cas d'un stator à 15 encoches par pôle pour courant triphasé.

Une machine à nombre impair d'encoches par phase et par paire de pôles ne chante pas à vide, mais à tension et fréquence constantes elle produit un sifflement de plus en plus fort à mesure que le courant augmente. Lorsqu'on aura observé quelquefois ce phénomène, on pourra même inversement deviner avec beaucoup de sûreté qu'une machine de constantes inconnues possède un nombre impair d'encoches par phase et par paire de pôles en l'entendant fonctionner en charge, et surtout en charge variable. On peut être assuré que ce sifflement ne va pas sans pertes supplémentaires et l'avantage ainsi obtenu par ce procédé sur la courbe de tension présente, au point de vue du rendement, de sérieux inconvénients.

V. Détermination des tensions de réactance élémentaires dues aux fuites et de celles dues aux harmoniques du champ de réaction.

— Il nous reste à voir si la définition des deux tensions de réactance que nous avons été amenés à distinguer est suffisamment précise pour que leur détermination en résulte immédiatement, sans qu'elle soit toutefois d'une application facile.

Considérons à nouveau la machine à stator et rotor triphasés déjà envisagée et supposons, pour plus de simplicité, que les bobinages statorique et rotorique aient, comme précédemment, le même nombre de spires et, de plus, le même montage, c'est-à-dire que le rapport de transformation soit égal à 1. S'il n'en est pas ainsi, les corrections seraient faciles à faire par le calcul.

Relevons d'abord la caractéristique à vide aux bornes du rotor tournant au synchronisme, le stator servant d'inducteur. Pour un courant continu dans le stator égal à i, on a une force électromotrice aux bornes du rotor, égale à u à la fréquence f. Soit, d'autre part $I = \frac{i}{\alpha}$, la valeur efficace des courants triphasés

produisant le même champ magnétique que le courant i. Pour obtenir ce courant I dans l'enroulement statorique, il faut appliquer aux bornes du stator une tension U. Par définition on a

$$U = u + V_1 + V_2.$$

Il reste à déterminer l'un des termes de cette somme. Pour y arriver, nous allons nous placer, comme lors de l'essai en court-circuit instantané, dans une période troublée de façon à éliminer la tension de réactance due aux harmoniques. Nous aurons recours, dans ce but, à un autre procédé de relevé des caractéristiques à vide, que l'on utilise dans des cas exceptionnels, par exemple pour un alternateur sans arbre ni palier que l'on ne peut faire tourner. On provoque alors les variations de flux dans le bobinage rotorique par coupure du courant continu dans l'enroulement du stator formant inducteur et l'on mesure les flux à l'aide d'un galvanomètre balistique.

On doit avoir soin, pour cet essai, de mettre en regard les deux phases intéressées des deux enroulements statorique et rotorique. En prenant la précaution de ménager dans le stator un enroulement auxiliaire permettant de mesurer la tension et connaissant exactement le nombre de spires de cet enroulement, on pourra relever à la fois le flux total émis par l'enroulement du stator et le flux traversant l'enroulement du rotor, lorsqu'on envoie dans deux phases du stator montées en série le courant d'excitation i. On en déduira les tensions U' correspondant au flux total, fuites comprises, émis par l'enroulement statorique et u correspondant au flux traversant le rotor; on a alors

$$U' = u + V_1,$$

ce qui permet d'isoler la tension de réactance due aux fuites

$$V_1 = U' - u,$$

tandis que, d'autre part, la tension de réactance due aux harmoniques du champ de réaction est égale à

$$V_2 = U - U'.$$

Cette conception de la nature des facteurs défavorables au fonctionnement des machines à champ tournant est féconde au point de vue des applications, car elle permet d'entrevoir les améliorations qu'il faut apporter à la construction de ces machines.

VI. Comparaison entre les divers types de machines à champ tournant et les différents modes de distribution en courant polyphasé. — 1. COMPARAISON DES MACHINES SYNCHRONES ET DES MACHINES ASYNCHRONES. — Les machines synchrones fonctionnent en général à des inductions dans l'entrefer nettement plus élevées que les machines asynchrones, c'est-à-dire qu'à dimensions égales du pôle, le flux est plus grand dans la machine synchrone que dans la machine asynchrone. Ces caractéristiques essentielles de ces deux types de machines ont été imposées par l'expérience, d'une part, pour réaliser des alternateurs n'ayant pas une chute de tension trop élevée et des moteurs synchrones ayant un couple maximum suffisant et, d'autre part, pour relever le facteur de puissance des moteurs asynchrones. Il en résulte que les inductions dans les parties métalliques du circuit magnétique étant sensiblement les mêmes dans les deux cas, les profils de la zone active (c'est-à-dire de la zone où sont logés les bobinages) sont essentiellement différents dans ces deux types de machines (fig. 5); les dents seront beaucoup plus larges dans la machine synchrone que dans la machine asynchrone et, par contre, les encoches offriront une section bien plus grande pour le logement du cuivre dans le moteur asynchrone que dans le moteur synchrone. Le champ de réaction sera donc sensiblement plus grand dans le moteur asynchrone que dans le moteur synchrone, et, par suite aussi la valeur des harmoniques d'ordre supérieur, qui sera encore accentuée par la présence d'une denture plus grêle. On s'explique donc aisément que les pertes supplémentaires soient beaucoup plus grandes dans le moteur asynchrone que dans le moteur synchrone, ainsi qu'on le constate par le relevé des pertes en court-circuit dans ces deux types de machines [1].

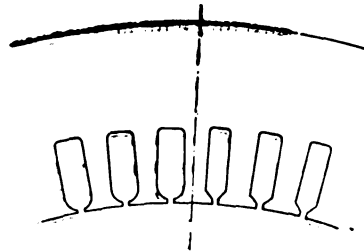


Fig. 5. — **Profils de la zone active du stator : à gauche,** d'un moteur asynchrone de 400 ch 50 p : s à 6 pôles et 72 encoches; à droite, d'un moteur synchrone de 400 ch, 50 p : s à 6 pôles et 72 encoches.

2. COMPARAISON DES MACHINES SYNCHRONES A PÔLES SAILLANTS ET A INDUCTEUR LISSE. — Comparons ensuite les deux types usuels de machines synchrones: le moteur synchrone à pôles saillants et le moteur synchrone à inducteur lisse ou moteur asynchrone synchronisé. Les stators en sont identiques et, par suite aussi, les champs de réaction d'induit, de sorte que les tensions de réactance dues aux harmoniques et les pertes sup-

[1] On peut signaler à ce sujet l'exemple suivant cité lors des discussions de la Semaine de Discussions d'octobre 1926 de la Société française des Électriciens. Dans un moteur asynchrone ordinaire de 350 ch, 6 000 v, 50 p : s, à 6 pôles, on a relevé des pertes supplémentaires atteignant quatre fois la valeur des pertes supplémentaires dans le moteur asynchrone synchronisé de mêmes caractéristiques. *Revue générale de l'Électricité*, 20 novembre 1926, t. XX, p. 739-740.

plémentaires doivent être sensiblement les mêmes. Par contre le régime des fuites de l'induit par rapport au bobinage inducteur diffère considérablement dans ces deux types de machines; les flux de fuites sont beaucoup plus grands dans les machines à pôles saillants que dans les machines asynchrones synchronisées, où ils sont très faibles comme dans le moteur asynchrone ordinaire; c'est ce qui explique que la tension de réactance totale soit, dans le moteur asynchrone synchronisé, très inférieure à la tension de réactance totale du moteur synchrone à pôles saillants utilisant le même stator.

L'expérience montre, en effet, que la tension de réactance totale d'une machine asynchrone synchronisée est comprise entre le tiers et la moitié environ de la tension de réactance totale de la machine synchrone à pôles saillants constituée avec le même stator pour des valeurs identiques du courant et de la fréquence. On a relevé, par exemple, sur le stator d'une machine synchrone triphasée à 6 pôles de 550 kv-A, 50 p : s, 5400 v, des tensions de réactance totale pour le courant de pleine charge de 1800 v quand ce stator est monté avec un rotor d'alternateur à pôles saillants et de 550 v seulement quand ce stator est monté avec un rotor lisse de moteur asynchrone synchronisé.

En dehors donc des questions d'exploitation — démarrage facile si on le compare aux moteurs synchrones, consommation négative de courant réactif si on le compare aux moteurs asynchrones — qui poussent à l'employer, le moteur asynchrone synchronisé est, par sa constitution même, le moins imparfait des moteurs à champ tournant.

3. Comparaison entre les différents modes de distribution en courant polyphasé. — On sait qu'un même moteur, suivant qu'il est bobiné pour être utilisé sur courant diphasé ou sur courant triphasé, a des caractéristiques moins intéressantes dans le premier cas que dans le second. Son facteur de puissance et son rendement vrais sont, à puissance égale, surtout à pleine charge et en surcharge, légèrement plus faibles; son couple maximum est moindre. Ces différences sont faciles à expliquer si l'on remarque que dans le champ de réaction d'un moteur triphasé, toute la famille des harmoniques 3 se trouve naturellement éliminée, tandis qu'elle subsiste, en général, dans le moteur diphasé.

C'est pourquoi les installations en courant diphasé constituent, au moins en ce qui concerne la production de l'énergie mécanique, un mode de distribution inférieur qui doit céder la place à la distribution par courant triphasé.

VII. Conclusion. — Cette double conception des origines de la tension de réactance est donc très séduisante par la souplesse avec laquelle elle se prête à expliquer les particularités de fonctionnement des machines de la catégorie envisagée.

Il faut reconnaître, il est vrai, que l'on se heurte, dans son application, à des difficultés de calcul parfois graves, provenant probablement de ce que l'on connaît mal le champ tournant qu'il faut analyser et peut-être aussi de ce que ce champ tournant non seulement n'a pas l'allure d'une sinusoïde pure, mais encore n'est pas semblable à lui-même tout le long de l'arc polaire.

Il semble cependant que les indications « qualitatives » que l'on peut tirer, de prime abord, de cette théorie soient assez précieuses pour que l'on ne s'arrête pas à ces difficultés d'application et que l'on cherche au contraire à les surmonter par une étude plus approfondie du champ magnétique dans la machine, qui est le facteur essentiel de son fonctionnement.

J. Le Monnier.

Bibliographie.

Cette bibliographie est relative aux études des pertes supplémentaires dans les machines électriques.

A.-B. Field : Eddy currents in large slot-wound conductors. *Transactions of the american Institute of electrical Engineers*, 1905, p. 761.

A.-B. Field; Sur les courants parasites. *L'Eclairage électrique*, 18 et 25 août 1906, t. XLVIII, p. 266 et 304.

F. Emde. *Electrotechnik und Maschinenbau*, 1908, t. XXVI, p. 703.

F. Rusch. *Electrotechnik und Maschinenbau*, 1910, t. XXVIII, p. 73.

W. Rogonski. *Archiv für Electrotechnik*, 1913, t. II, p. 81.

H. Rikli; De la détermination des pertes additionnelles dans le cuivre des machines à courants alternatifs. *Revue générale de l'Electricite*, 11 mai 1917, t. I, p. 727.

E. Roth; Etude sur les pertes supplémentaires dans les barres câblées. *Revue générale de l'Electricité*, 1er septembre 1917, t. II, p. 323.

J. Fischer-Hinnen; Sur les pertes supplémentaires dans le cuivre des machines à courant alternatif. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, août 1917, t. VIII, p. 101; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 3 novembre 1917, t. II, p. 687.

E. Roth; Barres câblées et barres subdivisées dans les machines à courant alternatif. *Revue générale de l'Electricité*, 10 août 1918, t. IV, p. 192.

Waldo-V. Lyon; La répartition du courant dans les conducteurs d'induit. *Revue générale de l'Electricité*, 6 novembre 1920, t. VIII, p. 654.

Th. Lehmann; Protection des conducteurs massifs dans les machines électriques contre les pertes additionnelles par courants de Foucault. *Revue générale de l'Electricité*, 25 juin 1921, t. IX, p. 915.

H. Rikli; Pertes supplémentaires dans le cuivre des machines électriques et des transformateurs. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, août 1922, t. XIII, p. 342; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 2 juin 1923, t. XIII, p. 930.

A. Press; L'effet pelliculaire dans les conducteurs pleins dans les encoches. *The Electrician*, 4 et 18 janvier 1924, t. XCII, p. 4 et 73; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 31 mai 1924, t. XV, p. 988.

R. Rudenberg; Pertes supplémentaires dans les machines synchrones et leur mesure. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, septembre-octobre 1923; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 2 août 1924, t. XVI, p. 211.

Revues, analyses et informations

L'électron magnétique et la mécanique ondulatoire.

Nous reproduisons ci-dessous une note de M. L. ROSENFELD (1), présentée par M. M. de Broglie, à la séance du 13 juin 1927 de l'Académie des Sciences.

Supposons que l'électron tourne autour d'un axe *fixe* Oz avec le moment cinétique M; soit φ_1 l'angle de rotation propre. Le moment magnétique de l'électron étant alors

$$\mathfrak{M} = M \frac{e}{4\pi m_0 c} \tag{1}$$

(unités de Heaviside), le potentiel vecteur au point de rayon vecteur r et de colatitude θ est

$$a_{x_1} = 0, \qquad a_{y_1} = \frac{\mathfrak{M}\sin\theta}{r^2}, \qquad a_z = 0,$$

l'axe Ox_1 étant l'origine des angles φ_1, choisi de manière que le point potentié soit dans le plan zOx_1.

En se reportant au n° 8 de mon mémoire sur « l'Univers à cinq dimensions et la mécanique ondulatoire » (2), il est facile de voir que la fonction de de Broglie représentant un tel électron est

$$\left.\begin{aligned} &\Psi = Ae^{kS}, \qquad S = \frac{x^0}{a} + \mu ct - \frac{c}{e} M\varphi_1, \\ &k = iK = i\frac{2\pi}{h}\frac{e}{c}, \qquad \mu = \frac{m_0 c^2}{e}. \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

Pour quantifier la variable φ_1 d'après le procédé de Schrödinger, nous poserons

$$M = \frac{h}{4\pi} j \qquad (j \text{ entier}). \tag{3}$$

A l'équation de Schrödinger relative à l'électron non magnétique, il faut ajouter les termes dépendant du potentiel vecteur, qui se réduisent ici à

$$+\frac{4\pi i}{h}\frac{e a_{y_1}}{c}\frac{\partial\Psi}{\partial y^1},$$

c'est-à-dire, en remarquant qu'au point potentié, on a

$$\frac{\partial\Psi}{\partial y_1} = \frac{\partial\Psi}{\partial\varphi_1}\frac{\partial\varphi_1}{\partial y_1} = \frac{\partial\Psi}{\partial\varphi_1}\frac{1}{r\sin\theta} = -\frac{ij}{2}\Psi\frac{1}{r\sin\theta},$$

au terme

$$2k\frac{\mathfrak{M}\sin\theta}{r^2}\frac{\partial\Psi}{\partial y_1} = -2ki\frac{\mathfrak{M}\sin\theta}{r^2}\frac{j}{2}\frac{1}{r\sin\theta}\Psi = \frac{K\mathfrak{M}j}{r^3}\Psi \tag{4}$$

Or, dans un travail récent (1), Epstein a considéré une équation de Schrödinger contenant précisément le terme supplémentaire (4), et il a montré que, moyennant la quantification (3), cette équation conduisait à une formule donnant correctement la structure fine.

La fonction (2) donne donc un modèle ondulatoire de l'électron magnétique d'Uhlenbeck et Goudsmit. Pour achever d'introduire cette conception dans la mécanique ondulatoire, il reste à tenir compte des mouvements possibles de précession de l'axe magnétique de l'électron, par exemple, autour de la direction d'un champ magnétique extérieur.

(1) *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 20 juin 1927, t. CLXXXIV, p. 1540-1541.
(2) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, n° 13, 1927, t. VI, (5e série), p. 16.
(1) *Proceedings of national Academie of Sciences Washington*, t. XIII, 1927, p. 232 et suiv.

Les deux moments magnétiques de l'atome

Nous reproduisons ci-dessous une note de M. Raoul FERRIER (2) transmise par M. Paul Painlevé et présentée à la séance du 27 juin 1927 de l'Académie des Sciences.

Je vais rappeler sommairement les deux manières suivant lesquelles on peut tenter d'assimiler, au point de vue magnétique, un atome à un petit aimant (ou à un petit circuit), en mettant en évidence son *moment magnétique :*

1° On mesure les *actions exercées sur la particule* par un champ magnétique donné $\mathcal{H}$; on obtient ainsi un couple et une force résultante. Si le couple était accessible aux mesures, il permettrait de déterminer le moment magnétique M, puisqu'il est égal à $[M, \mathcal{H}]$.

Mais le couple n'est pas accessible dans le cas de l'atome, et l'on doit recourir à l'observation de la force résultante, d'après la déviation qu'elle imprime aux corpuscules projetés, entre les armatures, avec une vitesse convenable. Elle n'existe, d'ailleurs, que *si le champ n'est pas uniforme*, le couple subsistant seul dans le cas contraire. Son expression, en fonction de la déviation observée et du moment M, a été donnée par Gerlach.

Il résulte des expériences effectuées sur l'atome d'hydrogène (3) que la valeur de M peut être exactement calculée à priori en appliquant la force de Lorentz $\frac{e}{c}[v, \mathcal{H}]$ à l'électron mobile sur une orbite qui est précisément celle qu'a déterminée Bohr par l'étude des spectres. La valeur de M, ainsi mesurée et justifiée théoriquement, est *le moment de Bohr*.

2° On peut mesurer aussi le champ magnétique *produit par la particule*. Ce champ dérive du potentiel $\left(M', \text{grad}\,\frac{1}{r}\right)$, M' étant le moment magnétique, déterminé de cette nouvelle manière : on appellera *moment de Weiss* sa valeur pour une molécule donnée.

Si l'on cherche à justifier théoriquement cette valeur, d'après les lois ordinaires de l'électromagnétisme, on n'y

(2) *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 27 juin 1927, t. CLXXXIV, p. 1641-1643.
(3) PHIPPS et TAYLOR ; Le monument magnétique et l'atome d'hydrogène. *The physical Review*, février 1927, t. XXIX, p. 309-320. Analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1018.

parvient pas. Le champ magnétique, calculé d'après la formule

$$\frac{e}{c}\left[v, \operatorname{grad}\frac{1}{r}\right], \quad (1)$$

appliquée à l'électron, conduit à attribuer à l'atome non pas le moment M', comme le veut l'expérience, mais la valeur M trouvée précédemment pour le moment de Bohr, et qui n'a aucune commune mesure avec la valeur du moment de Weiss, M', directement observée dans le cas des substances magnétiques.

Une *molécule isolée* ne pourrait donc pas être assimilée à un aimant élémentaire, puisque l'on mesure deux valeurs différentes, M et M', du moment magnétique, au lieu d'en obtenir une seule indépendante de la méthode employée.

Contrairement à ce qu'ont pu penser certains auteurs, cette discordance entre les deux valeurs M et M' ne constituerait pas une difficulté de la théorie atomique, en admettant, bien entendu, l'exactitude des faits observés. Elle indiquerait seulement que la formule (1), employée pour calculer le champ magnétique d'un électron mobile, est inexacte; cela n'a rien d'étonnant, car on sait déjà que la théorie de Maxwell-Lorentz conduit à un échec lorsqu'on l'applique à la mécanique atomique.

Bien plus, l'indépendance de M et M' entrainerait une conséquence remarquable : si l'on veut satisfaire à l'*égalité de l'action et de la réaction* entre la *molécule isolée* et l'*aimant* producteur du champ, il faut que le couple exercé sur la molécule par l'aimant compense le couple exercé sur l'aimant par la molécule. Cette compensation n'est possible que si les moments M et M' se trouvent placés parallèlement au champ $\mathcal{H}$: dans le cas de l'atome d'hydrogène, l'orbite de l'électron doit donc s'orienter *perpendiculairement au champ magnétique*. C'est précisément ce que vérifient les expériences de Gerlach, ainsi que l'effet Zeeman, qui servent de base aux formules de la quantification.

Je signale, à ce sujet, que j'ai été conduit, dès 1925, à annoncer cette possibilité d'indépendance entre les moments M et M' : j'avais dit que rien ne s'opposait à ce que le moment M' fût nul, comme c'est effectivement le cas pour les corps non magnétiques. On peut préciser ce point de vue (1) grâce à une hypothèse complémentaire que voici :

L'étude des équations générales du champ électrique dans le vide

$$\Delta\mathcal{E} = -\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\mathcal{E}}{\partial t^2} + \frac{2}{c}\frac{\partial}{\partial t}\operatorname{rot}\mathcal{H},$$

$$\Delta\mathcal{E} = +\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\mathcal{E}}{\partial t^2} - \frac{2}{c}\frac{\partial}{\partial t}\operatorname{grad}\mathcal{A}$$

fait apparaitre, dans l'expression de la variation d'énergie, pendant le temps dt, le terme $e\,dt\,\Sigma e\mathcal{A}$, où $\mathcal{A}$ désigne l'*Ampérien* au point occupé par la charge e. Ce terme devrait être nul lorsque l'atome est en régime stable. Or, une telle condition peut être remplie soit par le fait que $\mathcal{A}$ *est constamment nul sur chacune des charges*, soit parce que les diverses parties de la somme, non nulles séparément, *se compensent sans cesse*.

Le premier cas correspondrait à la molécule *diamagnétique* ($M' = 0$), le second à la molécule *paramagnétique* ($M' \neq 0$), dont la stabilité ne serait ainsi obtenue que par une sorte d'artifice, corrélatif de l'espace de *remaniement* de la carcasse électronique, observé chez les atomes magnétiques, dans le système périodique de Mendelejeff.

(1) *Les nouveaux axiomes de l'électronique*, 1925, p. 54 et 55 (Librairie A. Blanchard); *Quelques idées sur l'Électrodynamique*, 1927, p. 23-25 et 35-38 (Librairie A. Blanchard); L'Oscillateur de Planck. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 7 mars 1927, t. CLXXXIV, p. 585-587.

A propos du problème de la télévision.

A la suite de la communication faite à la séance du 4 mars 1927 de la Société française de Physique par M. Holweck sur les résultats des expériences de télévision effectuées par M. Belin et lui, deux notes adressées à cette société ont fait connaitre la contribution apportée par M. G. Valensi et par M. A. Dauvillier à la recherche de la solution pratique du problème de la vision à distance (1). Depuis, la Société française de Physique a reçu de M. A.-A. Campbell Swinton la note suivante concernant le même sujet (2).

Je tiens à faire remarquer que, tout indépendamment de M. B. Rosing qui a eu l'idée d'utiliser, comme en fait mention M. Dauvillier, un oscillographe cathodique récepteur asservi à des courants électriques de coordonnées, dans une lettre qui a paru dans le journal anglais « Nature », en date du 18 juin 1908, j'ai avancé moi-même l'idée de l'utilisation d'un tube Braun pour la réception dans la télévision. En effet, la publication de mon idée dans « Nature » a été faite avant la publication de celle de Rosing, et quoique l'idée de Rosing se trouve dans un brevet d'invention anglais demandé en 1907, ce brevet n'a été publié qu'une semaine environ après la date de ma dite lettre dans « Nature ».

De plus, le dispositif pour la télévision que j'ai proposé dans « Nature » comprenait l'utilisation des rayons cathodiques non seulement pour la réception, mais également pour la transmission, le principe de ma méthode étant l'utilisation de deux faisceaux cathodiques, l'un au poste transmetteur, l'autre au poste récepteur, les deux faisceaux fonctionnant en synchronisme parfait et à des vitesses qui pourraient à peine être atteintes par des dispositifs mécaniques. Les mouvements de ces deux faisceaux sont contrôlés par les effets magnétiques ou électrostatiques de deux courants électriques de fréquences tout à fait différentes, de sorte que les deux faisceaux explorent synchroniquement et simultanément toute la surface de l'image à transmettre au poste de transmission, et l'écran récepteur au poste de réception.

Comme j'en fais mention ci-dessus, mon idée a été décrite dans « Nature » en 1908. Plus tard, elle a été décrite plus en détail, et avec un schéma, dans une adresse que j'ai faite à la Röntgen Society of London, le 7 novembre 1911, tandis que plus récemment j'ai décrit tout le sujet, avec l'application des méthodes radiotélégraphiques, devant la Radio Society of Great Britain, le 24 mars 1924.

Depuis lors, un dispositif analogue au mien, et dans lequel sont utilisés les rayons cathodiques tant pour la transmission que pour la réception, a été breveté en Angleterre en 1924 par G.-J. Blake, tandis que le même dispositif est employé dans le brevet d'un inventeur américain, M. V. K. Zworykin, de la Westinghouse Electric and Manufacturing Company, demandé en Angleterre en 1926, mais pas encore accepté par le Patent Office en Angleterre.

(1) *Revue générale de l'Électricité*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 527-529.

(2) *Bulletin de la Société française de Physique*, n° 245, 1er avril 1927, p. 555.

SECTION INDUSTRIELLE

Méthode de calcul des rhéostats de réglage pour l'éclairage et son emploi pratique

Le calcul des rhéostats de réglage pour l'éclairage met en évidence une certaine incertitude dans les résultats, du fait que les lampes à incandescence ont une résistance très variable avec le courant qui parcourt leur filament; c'est l'origine des difficultés rencontrées dans la détermination à priori de la répartition de la tension entre le rhéostat et les lampes. Dans l'article qui suit, les auteurs exposent une méthode graphique permettant la détermination exacte et facile des sections des conducteurs de ces rhéostats.

I. **Détermination de la relation caractéristique entre la résistance additionnelle et le flux lumineux.** — Examinons d'abord le cas des lampes à incandescence à atmosphère gazeuse auxquelles se

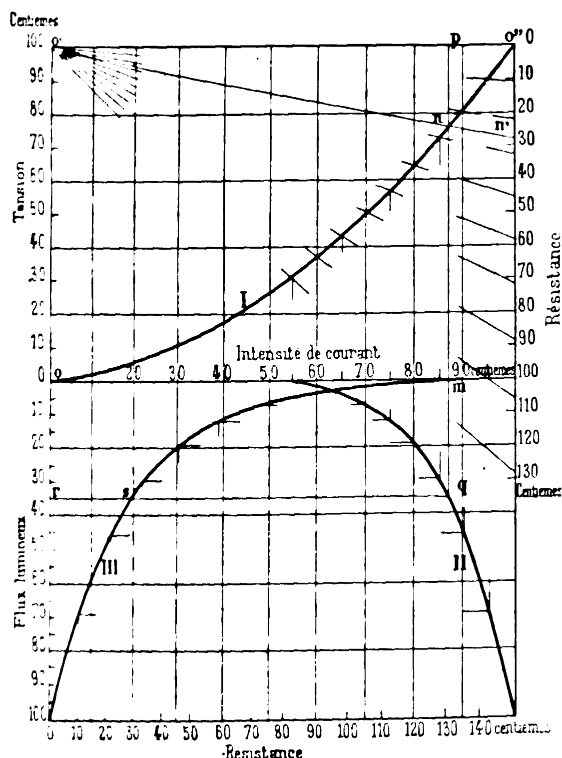


Fig. 1. — Construction en vue de l'établissement de la courbe de variation du flux lumineux en fonction de la résistance intercalée dans le circuit; cas d'une lampe à atmosphère gazeuse, 220 V, 300 W.

rapportent les courbes de la figure 1. La courbe I donne la tension aux bornes de la lampe, en centièmes de la tension d'alimentation, et en fonction du courant qui parcourt la lampe, celui-ci étant mesuré en centièmes du courant normalement absorbé; on suppose, en outre, que la tension du réseau correspond à la tension nominale de la lampe. La courbe II donne la relation entre le flux lumineux émis par la lampe et le courant absorbé. Ce flux lumineux, comme les grandeurs précédentes, est mesuré en centièmes de la valeur normale. La valeur absolue du courant normal est facile à déterminer pour chaque type de lampe, lorsqu'on connaît sa consommation en watts et sa tension nominale. Le flux lumineux normal est généralement connu.

A l'aide de ces données, nous chercherons à établir la relation caractéristique entre le flux lumineux et la résistance additionnelle. Supposons qu'une certaine résistance R soit montée en série avec la lampe et que la tension normale soit appliquée aux bornes de cet ensemble. Soit alors i l'intensité du courant passant dans le circuit et représenté par l'abscisse om, la tension du réseau étant représentée par mp et celle aux bornes de la lampe par mn, il est clair que np donne la chute de tension provoquée par la résistance en série. D'autre part, le courant étant représenté par o'p, la grandeur de la résistance est donnée par la valeur du rapport $\frac{np}{o'p}$, c'est-à-dire par la tangente de l'angle o"o'n'. Graphiquement cette valeur est déterminée par la longueur du segment o"n' déterminé sur le côté droit du diagramme par la droite issue de o' et passant par n. Ayant de plus en mq le flux lumineux de la lampe dans les conditions de fonctionnement supposées, il est aisé de tracer la caractérisque cherchée, qui est la courbe III. Les abscisses de cette courbe, telle que rs, sont égales aux segments correspondants, tels que o"n'. Il est évident que les résistances sont exprimées en centièmes de la résistance de la lampe fonctionnant à sa tension normale.

Les courbes que l'on peut obtenir par la même méthode, dans le cas d'une lampe à atmosphère gazeuse de faible intensité lumineuse, et dans le cas d'une lampe

à filament métallique dans le vide, sont voisines de la précédente pour les valeurs du flux lumineux comprises entre 100 et 45 centièmes du flux normal, mais s'en écartent pour les valeurs inférieures du flux, celui-ci décroissant plus rapidement dans ces deux derniers cas que dans le premier.

La construction complète de ces courbes dans chaque cas particulier serait toutefois assez longue et pourrait donner lieu à des erreurs faciles à commettre sur un graphique, s'il est tracé trop rapidement. C'est pourquoi les résultats donnés par les trois courbes établies avec soin pour les cas indiqués plus haut sont résumés sous la forme des tableaux I, II et III qui permettent, dans la plupart des cas, un calcul plus rapide, sans que l'on ait besoin de recourir à la méthode graphique.

Les courbes ayant leurs coordonnées exprimées en centièmes s'appliquent sans modification au cas d'un nombre quelconque de lampes identiques, montées en parallèle ou en série, à condition de prendre comme unités de tension, de courant, de résistance et de flux lumineux, les valeurs relatives à l'ensemble du groupe de lampes supposé fonctionnant sans rhéostat. Il va sans dire aussi que la même courbe peut indifféremment représenter le flux lumineux émis par une lampe, ou son intensité lumineuse, ces deux grandeurs étant proportionnelles, quelle que soit la répartition des intensités lumineuses autour de la lampe.

TABLEAU I. — *Lampes à atmosphère gazeuse de puissance supérieure à 100 w; résistance, en centièmes de la résistance d'une lampe, à ajouter pour obtenir un flux lumineux donné en centièmes du flux normal.*

FLUX LUMINEUX en centièmes	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
90	0,3	0,7	1,0	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,1	3,5
80	3,8	4,2	4,5	4,9	5,2	5,6	5,9	6,3	6,6	7,0
70	7,3	7,7	8,0	8,4	8,7	9,1	9,4	9,8	10,1	10,5
60	10,9	11,3	11,7	12,1	12,5	12,9	13,3	13,7	14,1	14,5
50	15,0	15,4	15,9	16,3	16,7	17,2	17,6	18,1	18,6	19,1
40	19,7	20,2	20,8	21,3	21,9	22,4	23,0	23,6	24,2	24,8
30	25,5	26,3	27,0	27,7	28,4	29,2	29,9	30,6	31,4	32,1
20	33,0	33,9	34,8	35,8	36,8	37,8	38,8	40,0	41,2	42,7
10	44,2	45,7	47,5	49,3	51,3	53,3	55,5	57,8	60,4	63,3
0	66,2	69,3	73,0	77,0	81,8	87,3	93,9	102,5	113,5	133,0

Mode de lecture : pour un flux de 86 centièmes de la valeur normale, lire la résistance 4,9 centièmes (de la résistance de la lampe) à l'intersection de la ligne 80 centièmes et de la colonne 6 centièmes.

TABLEAU II. — *Lampes à atmosphère gazeuse de puissance inférieure à 100 w; résistance, en centièmes de la résistance d'une lampe, à ajouter pour obtenir un flux lumineux donné, en centièmes du flux normal.*

FLUX LUMINEUX en centièmes	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
90	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6
80	2,9	3,1	3,4	3,6	3,9	4,2	4,4	4,7	4,9	5,2
70	5,6	6,0	6,3	6,7	7,1	7,5	7,9	8,2	8,6	9,0
60	9,4	9,8	10,2	10,6	11,0	11,4	11,8	12,2	12,6	13,0
50	13,4	13,9	14,3	14,8	15,2	15,7	16,1	16,6	17,0	17,5
40	18,1	18,6	19,2	19,8	20,3	21,0	21,5	22,1	22,6	23,2
30	23,9	24,6	25,3	26,0	26,7	27,5	28,4	29,2	30,1	31,0
20	32,0	33,0	34,0	35,1	36,2	37,4	38,7	40,0	41,3	42,6
10	44,0	46,5	47,1	48,8	50,6	52,5	54,5	56,6	59,2	61,9
0	64,7	67,6	70,7	73,9	77,4	81,3	85,8	91,0	98,1	117,0

Mode de lecture : pour un flux de 86 centièmes de la valeur normale, lire la résistance 3,6 centièmes (de la résistance de la lampe) à l'intersection de la ligne 80 centièmes et de la colonne 6 centièmes.

TABLEAU III. — *Lampes dans le vide. Résistance, en centièmes de la résistance d'une lampe, à ajouter pour obtenir un flux lumineux donné, en centièmes du flux normal.*

FLUX LUMINEUX en centièmes	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
90	0,3	0,7	1,0	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,1	3,5
80	3,8	4,2	4,5	4,9	5,2	5,6	5,9	6,3	6,6	7,0
70	7,3	7,7	8,0	8,4	8,7	9,1	9,4	9,8	10,1	10,5
60	10,9	11,3	11,7	12,1	12,5	12,9	13,3	13,7	14,1	14,5
50	14,9	15,4	15,8	16,3	16,7	17,2	17,6	18,1	18,5	19,0
40	19,6	20,2	20,8	21,4	22,0	22,7	23,5	24,2	25,0	25,7
30	26,5	27,4	28,3	29,2	30,1	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0
20	36,0	37,0	38,0	39,1	40,3	41,5	42,7	44,1	45,6	47,1
10	48,6	50,1	51,7	53,3	55,0	56,8	58,7	60,7	62,8	65,0
0	67,4	70,0	72,9	76,2	80,0	84,3	89,1	94,6	101,3	110,8

Mode de lecture : pour un flux de 86 centièmes de la valeur normale, lire la résistance 4,9 centièmes (de la résistance de la lampe) à l'intersection de la ligne 80 centièmes et de la colonne 6 centièmes.

II. **Utilisation des caractéristiques**. — En possession des courbes caractéristiques précédemment établies il est facile de déterminer les sections des conducteurs d'un rhéostat réalisant toute loi de variation de l'éclairement imposée d'avance. Nous nous bornerons à indiquer deux exemples d'utilisation des courbes.

1. Réduction de l'éclairement par degrés égaux. — Reprenons la courbe de variation du flux lumineux en fonction de la résistance intercalée (fig. 2); divisons l'ordonnée maximum en un certain nombre de parties

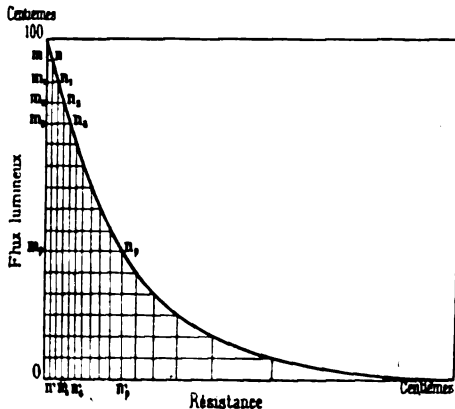


Fig. 2. — Utilisation de la courbe de variation du flux lumineux en fonction de la résistance additionnelle, pour le calcul des sections des conducteurs d'un rhéostat assurant une variation linéaire du flux lumineux; cas d'une lampe à atmosphère gazeuse, 220 v, 300 w.

égales et considérons les points correspondants de la courbe; projetons ensuite ces points sur l'axe des résistances. Les abscisses correspondantes sur cet axe donnent les valeurs successives de la résistance du rhéostat en centièmes de la résistance de la lampe fonctionnant à sa tension normale.

2. Réduction de l'éclairement par degrés variant suivant une loi logarithmique. — La réduction du flux lumineux et, par conséquent, de l'éclairement, par degrés égaux, présente l'inconvénient de n'être pas uniforme pour l'œil. Pour donner à celui-ci l'impression de variation uniforme de l'éclairement, il faut que le logarithme de l'éclairement varie linéairement. On peut donc faire varier l'éclairement par degrés d'égale importance pour l'œil en réduisant l'éclairement maximum de p pour 100; l'éclairement résultant de p pour 100 de la nouvelle valeur, et ainsi de suite. Graphiquement on peut opérer comme il suit (fig. 3). La caractéristique étant donnée, on trace une oblique OA quelconque passant par l'origine des coordonnées. A partir de O' on porte sur l'axe des flux, dans le sens négatif, une longueur O'm représentant p pour 100 du flux lumineux maximum. Une horizontale passant par m rencontre la courbe en n et la droite OA en a. La projection n' du point n sur l'axe des résistances détermine la première valeur du rhéostat. Pour obtenir les valeurs suivantes, on trace par m une parallèle ma_1 à la droite O'a qui rencontre la droite OA en a_1. Par a_1 on trace une horizontale a_1m_1 qui coupe la courbe en n_1. La projection n'_1 du point n_1 sur l'axe horizontal donne la valeur de la résistance sur le second plot du rhéostat. En continuant la même construction on trouve toutes les valeurs successives. On a en effet la relation

$$\frac{Om}{OO'} = \frac{Om_1}{Om} = \frac{Om_2}{Om_1} = \ldots = \frac{Om_{n+1}}{Om_n} = \frac{100 - p}{100}.$$

Lorsque la valeur choisie pour p est assez faible, il peut arriver qu'elle donne lieu à des difficultés de dessin. Dans ce cas, on réalise une solution graphique

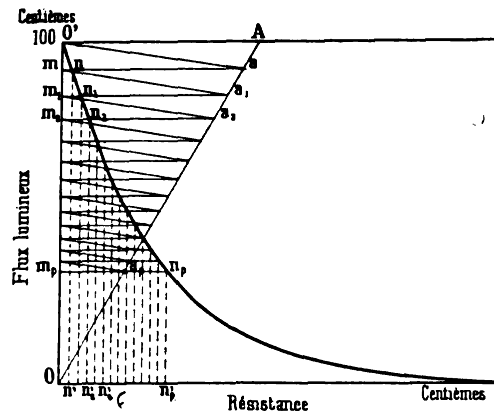


Fig. 3. — Utilisation de la courbe de variation du flux lumineux en fonction de la résistance additionnelle pour le calcul d'un rhéostat assurant une variation logarithmique du flux lumineux; cas d'une lampe à atmosphère gazeuse, 220 v, 300 w.

approchée en faisant la construction pour $p' = np$ et en interpolant, le nombre entier n étant pris aussi petit que possible. Les valeurs des sections ainsi déterminées sont inférieures à celles que l'on obtiendrait par la méthode directe.

III. **Influence sur le flux lumineux total d'un nombre croissant de lampes identiques alimentées par un circuit comportant une résistance fixe ou variable**. — Cette étude a pour intérêt, d'abord, de donner des résultats applicables aux mesures photométriques et ensuite, de montrer clairement que des canalisations trop résistantes ont un effet défavorable sur le rendement lumineux des lampes à incandescence.

Reprenons les deux courbes I et II de la figure 1, établies pour le cas d'une seule lampe, et considérons le cas de plusieurs lampes identiques montées en parallèle; pour une tension donnée et supposée constante, appliquée à leurs bornes, il est évident que le courant total absorbé et le flux lumineux de l'ensemble sont proportionnels au nombre de lampes utilisées. Cette remarque permet donc de déduire des courbes en question, une double série de courbes analogues, mais cor-

respondant à un nombre de lampes identiques entre elles. Pour faciliter leur établissement, on remarque en outre que le flux lumineux s'annule pour une tension de 30 pour 100 de la valeur normale.

En appliquant à ces nouvelles courbes la construction graphique exposée pour l'établissement de la courbe III de la figure 1, on obtiendra un réseau de courbes tel que celui de la figure 4, donnant le flux lumineux total d'un ensemble de 1, 2, 3, 4, 5 et 6 lampes ou groupes de lampes, en fonction de la résistance commune en

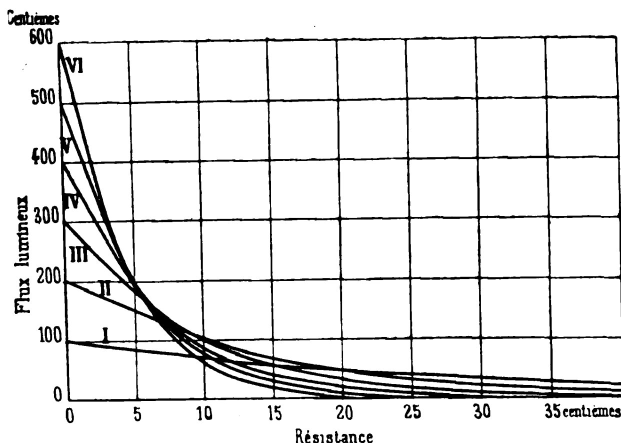


Fig. 4. — Courbes de variation du flux lumineux total, pour 1, 2, 3, 4, 5 et 6 lampes identiques en parallèle, en fonction d'une même résistance additionnelle; cas de lampes à atmosphère gazeuse, 220 v, 300 w.

série. Les unités de résistance et de flux lumineux sont les valeurs relatives au groupe comptant le plus petit nombre de lampes, les nombres des lampes des autres groupes constituant des multiples de ce dernier.

Ces courbes mettent immédiatement en évidence l'influence considérable d'une résistance, même faible, sur le flux lumineux total émis, surtout lorsque le nombre de lampes devient grand. Nous voyons notamment que, si la résistance parasite du circuit est de 10,7 pour 100 de la résistance du groupe de lampes pris comme unité, deux groupes ne donnent pas plus de lumière qu'un seul alimenté par un circuit sans résistance appréciable; de même, lorsque cette résistance est de 19,5 pour 100, l'éclairement obtenu est le même, qu'il soit produit par un ou par deux groupes; lorsqu'enfin le circuit d'alimentation comporte une résistance de 9,5 pour 100 de celle que présente un groupe de lampes dans les conditions normales, l'éclairement, après avoir augmenté pour 2 et 3 groupes qui donnent le même résultat, diminue pour 4, 5 et 6 groupes, et reprend, pour ce dernier chiffre, la même valeur qu'avec un seul groupe.

IV. Exemple numérique. — Un exemple pratique soulignera l'importance des considérations qui précèdent. Une société sportive avait prévu pour l'éclairage d'une patinoire 12 lampes de 500 watts, suspendues sur pylônes; les conducteurs aériens reliant l'installation au réseau ont 3 mm de diamètre et 300 m de longueur, ce qui donne une résistance de $2 \times 0,75 = 1,5$ ohm; d'autre part, 12 lampes, 220 volts, 500 watts, montées en parallèle présentent normalement une résistance globale d'environ 8 ohms. Les conducteurs aériens présentent, ainsi que nous venons de le voir, à eux seuls une résistance de 1,5 ohm, soit 18,8 pour 100 de la résistance normale des lampes utilisées. Les courbes des figures 1 ou 4, ou le tableau I, nous montrent que dans ce cas le flux lumineux total émis par les lampes devait se trouver réduit à environ 50 pour 100 de sa valeur normale; il est donc naturel que, jugeant le résultat obtenu insuffisant, l'on ait été amené à augmenter la puissance de l'éclairage. D'après ce que nous avons vu, le remplacement des lampes de 500 watts par des unités plus grosses ne pouvait donner, dans le cas actuel, qu'une amélioration très peu satisfaisante, puisqu'en absorbant une puissance double les nouvelles lampes auraient donné sensiblement le même résultat que les lampes primitives. L'augmentation du nombre de lampes au delà de cette limite ne donnerait aucune amélioration, mais conduirait, au contraire, à des résultats de plus en plus défavorables et à une réduction du flux lumineux de l'ensemble, au-dessous de la valeur réalisée par l'installation initiale.

V. Quelques applications. — En photométrie il est fréquent d'avoir à comparer deux plages diffusantes de teintes différentes, l'une étant éclairée par une lampe étalon, sous une tension inférieure à la tension normale

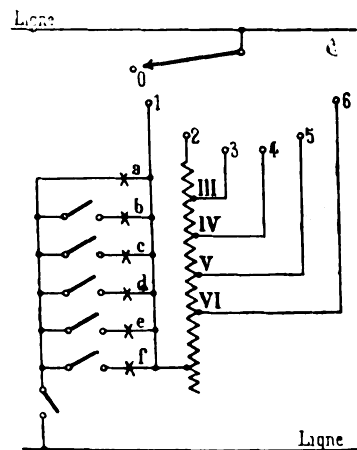


Fig. 5. — Schéma d'un dispositif de réglage du flux lumineux suivant le nombre de lampes en service.

et, par suite, rougeâtre, l'autre, par une source à essayer, qui donne une lumière plus blanche. D'après ce qui précède, on conçoit la possibilité d'obtenir, en groupant les sources à essayer, une égalisation de la teinte de la plage correspondante, et de celle de la plage éclairée par la lampe étalon; on sera ainsi ramené à une mesure de photométrie homochrome. Par contre, la méthode utilisant un nombre de lampes plus ou moins grand ne

peut donner que des valeurs moyennes relatives aux unités soumises à l'essai. Il convient aussi de se rappeler que les courbes établies ont été obtenues initialement par des mesures de photométrie hétérochrome.

Les conclusions de l'étude mentionnée plus haut peuvent encore trouver une application à l'éclairage des scènes de théâtre; en effet, s'il est possible, au moyen de résistances intercalées, de maintenir invariable la quantité de lumière émise par un nombre croissant de lampes, la lumière obtenue a une teinte de plus en plus rouge. Ainsi que le montrent les courbes de la figure 4, la résistance additionnelle doit être diminuée au fur et à mesure de l'adjonction des groupes de lampes. La figure 5 donne le schéma d'un montage de ce genre comportant un minimum de lampes et d'interrupteurs; chacun des groupes de lampes est représenté par une seule croix. Les valeurs des résistances branchées entre les points 2 à 6 doivent être réglées une fois pour toutes, à l'aide d'un luxmètre, dans chaque installation de ce genre; le mode d'utilisation du dispositif est évident. Il serait d'ailleurs facile d'imaginer un contrôleur nécessitant une seule manœuvre pour l'établissement ou la coupure, à chaque cran, et dans l'ordre voulu de toutes les connexions nécessaires.

Docteur N.-A. Halbertsma et Edw. L.-J. Matthews,
Ingénieurs du bureau d'études
de la Manufacture de Lampes à incandescence Philips.

A propos du chauffage électrique de l'eau

La chaudière électrique Cogenga

Les tarifs particulièrement avantageux de l'énergie électrique aux heures de nuit incitent les abonnés aux réseaux à pratiquer le chauffage par accumulation. Divers constructeurs ont déjà établi des chaudières électriques qui répondent au problème et nous avons récemment publié des résultats d'essais effectués sur ces chaudières (*). *Dans l'étude qu'on va lire, l'auteur décrit un nouveau type de chaudière à accumulation, dont la réalisation particulièrement ingénieuse lui a valu un prix du Ministère des Travaux publics, au concours de décembre 1926 et une médaille d'argent de la Ville de Lyon, à la Foire de cette ville. Cette chaudière électrique autorégulatrice et à électrodes ne comporte aucun organe mobile.*

I. Considérations sur les chaudières électriques. — 1. Utilisation de la résistance électrique du liquide. — Les chaudières électriques peuvent être réparties en deux catégories, suivant qu'elles possèdent une résistance de chauffage spéciale ou qu'elles en sont dépourvues. Celles de la seconde catégorie semblent présenter, sur celles de la première, divers avantages au point de vue tant de la simplicité que de la robustesse et de la sécurité. D'abord elles ne laissent pas passer le courant lorsque la chaudière est vide d'eau, parce que le circuit est automatiquement coupé, soit par l'évaporation du liquide, soit par le dénoyage des électrodes; ensuite, toute la chaleur produite est intégralement transmise au liquide. Le circuit de chauffage et la chaudière qui demeurent à une température inférieure ou égale à 100° C ne peuvent subir, du fait de la chaleur, aucune détérioration.

En outre, les inconvénients provenant de la dilatation, de l'oxydation, voire même de l'altération des matières isolantes ne sont pas à craindre et la chaudière peut être vidangée sans qu'on ait à risquer un échauffement exagéré qui, dans les chaudières à résistances métalliques, provoque la rupture de ces résistances et la fusion éventuelle des soudures.

2. Dispositif de sécurité par mise a la terre. — Les chaudières dépourvues de résistances métalliques spéciales présentent toutefois cette particularité qu'il est pratiquement difficile d'isoler les circuits conducteurs du corps de la chaudière et de la masse d'eau qu'elle renferme, à moins d'utiliser un transformateur d'alimentation dont, pour des raisons d'économie et de rendement, les appareils de chauffage électrique sont ordinairement dépourvus. Cependant nous verrons plus loin comment le problème a été résolu dans le cas de la chaudière Cogenga. Dans ces conditions, il est prudent de mettre franchement à la terre toutes les parties accessibles de la chaudière et surtout l'eau qui en sort.

Cette mise à la terre fait naître un courant de perte qui est de l'ordre de grandeur du courant circulant entre les électrodes. Ce courant est dit « de perte » parce qu'il se referme par la terre et correspond à un défaut d'isolement de la ligne. Mais, en réalité, il n'est pas perdu pour le chauffage de la chaudière qui récupère intégralement son énergie. L'enregistrement au compteur de ce courant est variable suivant l'isolement extérieur du réseau. S'il s'agit d'une distribution triphasée avec point neutre à la terre, cette précaution est généralement superflue si les trois électrodes sont disposées symétriquement par rapport à la masse.

Par surcroît de précaution, la mise à la terre de l'eau sortant de la chaudière peut être assurée au moyen d'une grille métallique reliée à la terre, de façon que chaque filet d'eau qui pourrait se trouver sous tension soit ramené automatiquement au potentiel du sol. Notons

(*) L. Sartre. Description et résultats d'essais contrôlés de chauffe-eau électriques à accumulation. *Revue générale de l'Électricité*, 23 avril 1927, t. XXI, p. 656-662.

d'ailleurs que la conduite d'eau froide est nécessairement mise à la terre à l'extérieur de l'appareil.

II. **Principe de la chaudière Cogenga.** — Le principe de cette chaudière, qui fait d'ailleurs l'objet d'un brevet, est le suivant.

Au sein de la masse liquide à échauffer, est placée une enceinte isolée électriquement de cette masse et contenant une petite quantité de liquide où plongent les électrodes. Celui-ci est séparé du liquide de la chaudière par une couche de gaz et de vapeur qui assure à la fois l'isolement électrique et l'équilibre de pression entre les deux liquides.

Il va sans dire que ce principe peut être mis en œuvre sous bien des formes différentes, comme nous le verrons plus loin. En particulier, l'élément de chauffage peut être constitué par un vase où plongent les électrodes, vase pourvu à sa partie supérieure d'une cloche pneumatique. Un dispositif plus perfectionné comprend une enveloppe perforée, munie d'un contrepoids.

En outre, il a été prévu un procédé de réglage de l'allure de la vaporisation et de l'intensité du courant de chauffage par la modification de l'écartement entre les électrodes.

III. **Réalisation de la chaudière électrique.** — La réalisation de la chaudière Cogenga est représentée schématiquement sur la figure 1. La masse principale

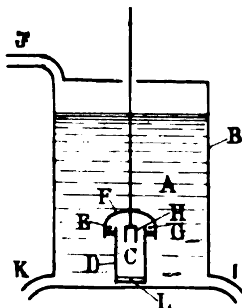


Fig. 1. — Coupe schématique de la chaudière Cogenga : A, masse d'eau à échauffer; B, paroi de la chaudière; C, masse d'eau de l'élément de chauffage renfermé dans le vase D; E, couche d'air ou de gaz renfermée sous la cloche F; G, ouvertures d'équilibrage sous la cloche; H, électrodes; I, J, K, canalisations d'amenée et de vidange de l'eau; L, contrepoids sous le vase D.

de l'eau à chauffer A dans la chaudière B est isolée par le vase isolant D de la petite masse d'eau C, où circule le courant. Les masses d'eau A et C sont toujours séparées par une couche d'air E, qui les isole en permettant cependant l'équilibre des pressions. On maintient cette couche d'air au moyen d'une cloche renversée F qui communique avec la partie supérieure de l'eau C placée dans le vase D.

Comme le montrent les figures 2 et 3, les formes du vase et de la cloche peuvent être variées. La cloche est formée d'une substance diélectrique ou conductrice, à moins qu'elle ne soit une association des deux. Le vase D est en matière isolante quelconque, verre ou porcelaine, et doit être protégé contre les chocs. En outre, on place dans le vase une masse additionnelle L, qui l'empêche d'être soulevé par la poussée de l'eau A lorsqu'il est vide. Le vase D est ensuite logé dans une

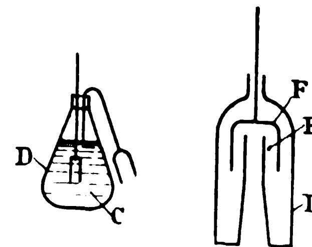


Fig. 2. Croquis d'un deuxième modèle de chaudière Cogenga. — Fig. 3. Croquis d'une troisième disposition de la chaudière Cogenga.

boîte en tôle perforée M (fig. 4) dont le couvercle peut constituer la cloche F. Une vis N permet de fixer le couvercle sur la boîte de telle façon que le vase D soit maintenu par compression entre des cales flexibles O, en feutre ou en caoutchouc. Le contrepoids L est logé au-dessous du vase et au fond de la boîte M.

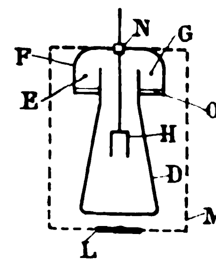


Fig. 4. — Aspect de la boîte en tôle perforée M renfermant le vase D de l'élément chauffant sous la cloche F : N, vis de réglage de la hauteur de la cloche; O, passages pour l'équilibrage des liquides.

Les connexions amenant le courant sont constituées par des conducteurs isolés placés sous câble ou communiquent aux électrodes par la partie inférieure de la chaudière. Le courant de perte se réduit alors aux pertes par défaut d'isolement le long des parois mouillées du vase D. Pour une tension d'alimentation de 100 v et une résistance d'isolement minimum de 50 000 ohms, le courant de perte n'est que de 0,002 A, c'est-à-dire d'un ordre de grandeur insignifiant relativement à la consommation.

IV. **Régime du courant de chauffage.** — Les précautions particulières qui ont été signalées au paragraphe précédent et qui sont prises spécialement en vue d'assurer l'isolement, ont également un effet très heureux sur le régime de chauffage en établissant une sorte d'isolement thermique entre les deux volumes d'eau A et C. Ce régime de l'échauffement, qui est le

suivant, a une répercussion automatique sur le régime du courant.

Supposons qu'on établisse le courant entre deux électrodes, de graphite ou autres, noyées au sein de la masse d'eau totale et assez éloignées l'une de l'autre. L'eau s'échauffera lentement dans toute sa masse. Le courant passera progressivement d'une valeur initiale *I*, dépendant de la nature et de l'écartement des électrodes, à une valeur maximum 2,4 *I* environ lorsque la masse d'eau entière aura atteint la température de 100°C. La figure 5 indique la variation

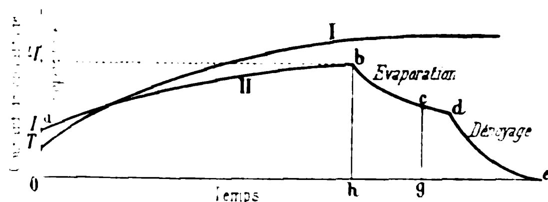


Fig. 5 — Courbes des variations de la température (courbe I) et du courant de chauffage (courbe II) en fonction du temps, lorsque des électrodes sont plongées dans de l'eau.

du courant en fonction du temps. Le courant qui croît de a à b n'atteint donc sa valeur maximum qu'à la fin de l'opération, qui n'a pour objet que de porter l'eau à 100°C. Pendant toute l'ébullition, le courant conserve une valeur à peu près constante, jusqu'au moment où, du fait de l'évaporation, les électrodes se trouvent entièrement hors de l'eau. A cet instant, le courant de chauffage est coupé automatiquement.

Si les électrodes sont rapprochées, les bulles de vapeur, qui prennent naissance à leur surface lorsqu'on approche de l'ébullition, introduisent une résistance notable et diminuent sensiblement l'intensité de courant.

L'augmentation du courant de *I* à 2,4 *I* est due à la variation de conductibilité de l'eau en fonction de la température. Ensuite l'apparition des bulles de vapeur, et la formation d'un dépôt de calcaire sur les électrodes limitent le courant. On sait en effet que les sels métalliques normalement dissous dans l'eau se déposent ou sont décomposés par la chaleur et par le courant. La décroissance de l'intensité de courant est asymptotique, comme le montre le graphique (région de la courbe bd).

Le courant diminue encore pendant la période de « dénoyage » des électrodes (région de la courbe bd), pour s'annuler au dénoyage complet.

Si, au lieu de plonger les électrodes directement dans la totalité de la masse d'eau, on les place dans le vase D, isolé calorifiquement de la masse d'eau A, le courant aura pour effet initial d'échauffer l'eau C du vase D. Il s'ensuit que l'eau de ce vase entrera déjà en ébullition, alors que celle de la chaudière ne se sera échauffée que de quelques degrés.

Cette disposition a pour effet de porter très rapidement le courant de chauffage à sa valeur maximum, soit de 2,4 *I*. Si le nombre total de calories et, par suite, d'ampères-heures nécessaires pour porter à 100°C une masse d'eau donnée reste toujours le même, du moins l'opération est-elle moins longue lorsque le courant conserve constamment son intensité maximum.

V. Régulation du chauffage. — Le courant et l'allure du chauffage sont réglés soit automatiquement par le jeu des phénomènes spontanés que nous avons signalés au paragraphe précédent, soit directement par diverses modifications portant sur la nature et l'écartement des électrodes, sur l'équilibre de la température et de la pression, ou encore sur la commande du circuit d'alimentation en énergie électrique.

1. Disposition assurant la régulation automatique. — La disposition particulière de la chaudière que nous décrivons permet, à la fois, de maintenir les électrodes constamment isolées et de régler le courant qui se trouve automatiquement coupé dès que l'eau est chaude, et rétabli, en cas de refroidissement par introduction d'eau froide ou par pertes extérieures.

Nous avons vu que les électrodes étaient renfermées dans un vase D isolant, en grès, ou en porcelaine pour les appareils domestiques, ou encore en fonte émaillée pour les appareils industriels. Les électrodes, noyées dans l'eau du vase D, sont isolées du reste de la masse liquide à chauffer A et de l'ensemble de l'appareil par l'espace d'air annulaire compris dans la cloche qui sépare les deux liquides.

A partir du moment où les électrodes ont porté à l'ébullition l'eau du vase D, le courant atteint une valeur constante 2,4 *I*, *I* étant le courant initial. La transmission de la chaleur du vase D à la masse d'eau à chauffer se fait par vaporisation et par condensation, soit à l'intérieur du vase D le long de ses parois, soit à l'extérieur, au débouché de la cloche F dans la masse d'eau A. Le courant conserve son intensité de régime, 2,4 *I*, pendant que la température de la masse totale d'eau s'élève jusqu'à environ 90°C; au-dessous de cette température, la vapeur se condense sur le couvercle et le vase D récupère son eau. Au-dessus, les électrodes se trouvent hors de l'eau par suite de l'évaporation, la condensation s'opérant au contact de l'eau A.

A mesure que le niveau du liquide baisse dans le vase D, l'intensité de courant diminue, comme nous l'avons déjà dit, pour s'annuler lorsque le dénoyage des électrodes est total.

Lorsque l'eau du vase D se refroidit au-dessous de 100°C, la vapeur emmagasinée dans la cloche se condense et aspire l'eau de la chaudière A. Il en résulte que les électrodes sont à nouveau noyées et que le courant reprend sa valeur de régime de 2,4 *I*. Les mêmes phénomènes se reproduisent ensuite.

On pourrait croire que le courant se rétablit à une valeur supérieure à celle correspondant au régime du fait que l'eau qui rentre est moins pure, et partant, plus conductrice que l'eau bouillie du récipient. En fait, comme les électrodes sont placées à la partie supérieure

du vase et qu'une légère évaporation suffit à les dénoyer, la petite quantité d'eau d'appoint nécessaire pour les noyer n'est qu'une faible fraction du volume d'eau du récipient D, dont la variation de la conductivité n'est pas appréciable.

D'autre part, il n'y a pas lieu de craindre que le récipient D s'emplisse complètement d'eau, ce qui supprimerait l'isolement des électrodes par rapport à la chaudière. La couche d'air isolante qui sépare les deux liquides subsiste toujours et, même dans le cas où une certaine quantité d'air serait entraînée par évaporation, les gaz provenant de l'électrolyse de l'eau, même par le courant alternatif; suffiraient à maintenir l'isolement des deux vases.

Lorsque les électrodes sont assez écartées, le mode de régulation automatique est, en somme, celui connu sous le nom de « tout ou rien ». En rapprochant suffisamment les conducteurs, on arrive à donner plus de souplesse au régime en substituant aux oscillations du « tout ou rien » une variation continue de l'intensité de courant. Avec des électrodes rapprochées, la production des bulles de vapeur suffit à diminuer le courant dans des proportions telles que le vase D ne se vide plus et que l'énergie abandonnée par le courant équilibre exactement les pertes de chaleur extérieures.

On peut encore, en choisissant un écartement judicieux des électrodes, obtenir un régime intermédiaire et diminuer le courant tout en laissant subsister le dénoyage des charbons par évaporation. Le résultat est d'ailleurs à peu près le même; seule la forme du courant en fonction du temps varie. Elle est conforme à la fonction bd de la figure 5 dans le cas où les électrodes sont rapprochées et à la figure 6 dans le cas où elles sont écartées. Mais on peut obtenir tous les régimes intermédiaires.

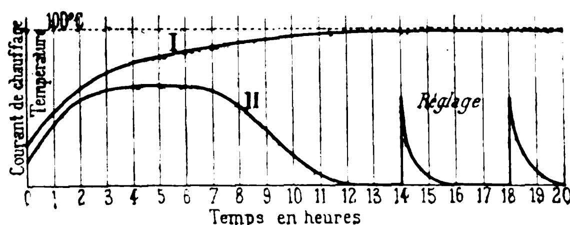


Fig. 6. — Mêmes courbes que sur la figure 5, dans le cas de la chaudière Cogenga.

L'intérêt du système est d'obtenir une régulation automatique du courant pour une température de 100°C, alors que les régulateurs mécaniques ne fonctionnent généralement qu'à 85°C.

Il est utile de ne pas confondre ce système de mise hors de l'eau des électrodes par *évaporation* avec quelques systèmes mis en pratique dans lesquels la pression de la vapeur produite dans une cloche étanche fait baisser le niveau d'eau. Il est alors très difficile de ne pas amorcer continuellement des oscillations d'intensité à longue période et de se débarrasser des gaz qui viennent s'accumuler dans la cloche.

2. Nature et réglage des électrodes. — Les électrodes peuvent être métalliques, ou bien en graphite. Elles sont soit accouplées entre deux plaques isolantes, soit traversées par une tige isolante, ou encore par une tige métallique isolée et fixée par un filetage.

On prévoit pour les électrodes deux éléments de réglage : le réglage de l'écartement et celui de la profondeur d'immersion dans le vase.

L'écartement peut être réglé au moyen d'une vis ou de rondelles d'épaisseur : sa variation permet de régler l'intensité normale du courant, c'est-à-dire la durée totale du chauffage.

Le réglage de la hauteur des électrodes fait varier le temps de dénoyage et agit ainsi sur la forme et sur le régime du courant de chauffage.

Suivant les données du problème et la capacité des chaudières, on peut associer en série ou en parallèle un certain nombre d'électrodes et même modifier la conductivité de l'eau des vases D ou A en y dissolvant des sels métalliques.

3. Réglage de la température en fonction de la pression. — Dans tout ce qui précède, on a supposé implicitement que l'évaporation se produisait à la pression atmosphérique et, par suite, l'ébullition de l'eau, à 100°C. Il est évident que la chaudière peut fonctionner à toute autre pression. Dans ces conditions, la température constante de régime ne sera plus 100°C, mais celle qui correspond à la tension maximum de la vapeur d'eau à la pression donnée, inférieure ou supérieure à la pression atmosphérique.

On peut donc régler la température de régime au-dessus de 100°C en remplaçant l'échappement libre par une soupape fermée au moyen d'un ressort ou d'un poids. Au lieu de se servir de l'eau même de la chaudière pour régler la température, on peut encore faire circuler autour de la chaudière, dans un serpentin ou un thermosiphon, un liquide bouillant à une température plus élevée que l'eau, par exemple de l'huile.

Inversement, si l'on veut réaliser une distribution d'eau, sous la pression du service d'eau de la ville, à une température inférieure à 100°C, il suffira de faire circuler cette eau autour d'une chaudière Cogenga fonctionnant à l'air libre. Ce système est avantageux, car il permet de se servir d'une eau toujours exactement à la même concentration en sels autour des électrodes et d'obtenir un isolement de plusieurs mégohms en plaçant un récipient isolant entre l'eau à distribuer et l'eau de la chaudière. Il ne faut pas oublier, en effet, que la résistivité de l'eau est inversement proportionnelle, à peu près, à la concentration en sels solubles. Si on désigne par ρ la résistivité et $\mathcal{N}$ le poids de sels dissous par litre, on peut pratiquement se servir de la formule $\mathcal{N}\rho = 700$. Dans cette dernière disposition, on peut placer d'avance dans la chaudière, l'eau de chauffage, avant l'installation.

4. Commande du circuit d'alimentation. — On peut obtenir l'automaticité de la mise sous tension de la

chaudière en utilisant un mouvement d'horlogerie ou une minuterie, susceptible de fermer le circuit de chauffage pendant les heures creuses ou les heures de nuit. Plus simplement, on pourra se contenter d'un inverseur qui permettra d'alimenter la chaudière pendant chaque période où l'on n'aura pas de meilleure utilisation de l'énergie électrique.

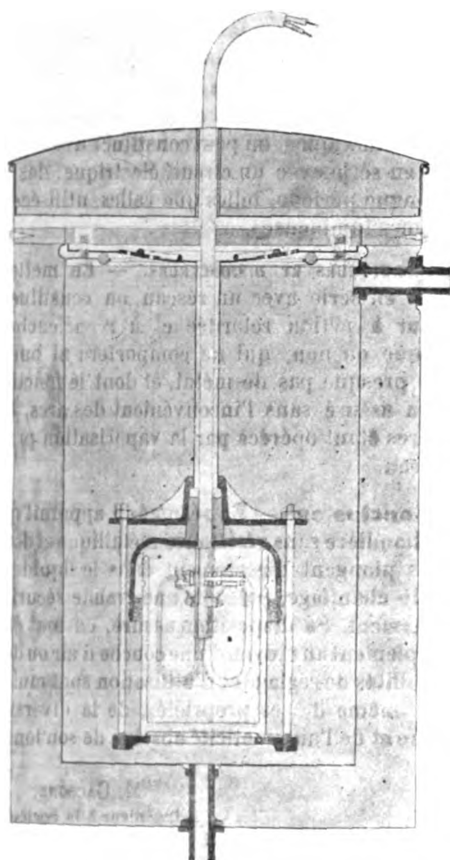


Fig. 7. — Coupe axiale d'une chaudière électrique Cogenga pour courant monophasé.

L'alimentation peut être assurée avec des courants de toutes natures, particulièrement en courant alternatif monophasé ou triphasé (fig. 7 et 8).

VI. Fonctionnement de la chaudière. — 1. Mise en service et entretien. — Dans les installations les plus courantes, pour lesquelles le chauffage est réglé à une température supérieure ou égale à 100°C, l'eau est purifiée, débarrassée des carbonates dissous et stérilisée. C'est, en effet, la production de vapeur dans le vase D qui coupe le courant en dénoyant les électrodes. Ces propriétés sont précieuses pour les usages domestiques, hygiéniques et médicaux.

Les calcaires insolubles se déposent sur l'élément chauffant qui se démonte facilement, sans qu'il soit nécessaire de vider la chaudière. Il peut être utile aussi à ce moment de gratter les électrodes.

Aucun accident ne peut se produire, comme il arrive parfois avec d'autres types de chaudières, par suite de manque d'eau, puisque le premier effet du dénoyage est de couper le courant.

Pour mettre en service la chaudière, on démonte le couvercle et l'on remplit le récipient interne D avec de l'eau qui a déjà bouilli un quart d'heure. L'eau froide arrive à la chaudière par une conduite métallique qui la relie à la terre; dans le cas d'une conduite isolante (tube de caoutchouc, etc.), on prendra la précaution de connecter le bâti de la chaudière à un fil de terre.

Si, accidentellement, la chaudière se trouve vide d'eau, on recommencera la mise en route, comme nous venons de l'indiquer.

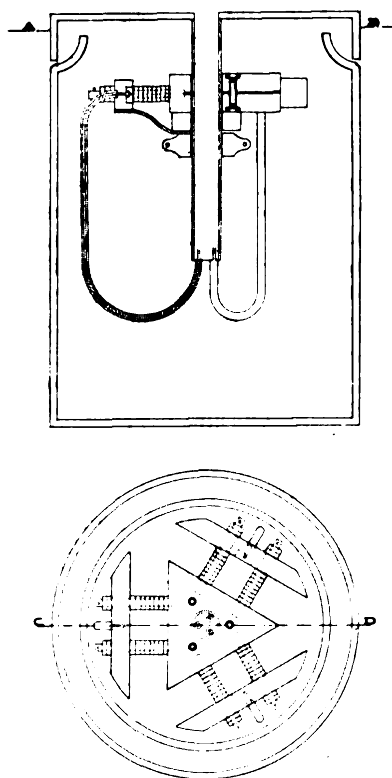


Fig. 8. — Coupe axiale et coupe horizontale de l'élément chauffant d'une chaudière électrique Cogenga pour courant triphasé.

2. Consommation en énergie électrique. — Sur le tableau I est enregistré la consommation de chaque type de chaudière Cogenga en fonction de ses caractéristiques.

Le courant de régime est calculé à raison d'une tension d'alimentation de 110 v et d'une durée de dix heures pour échauffer la masse d'eau correspondant à la capacité totale de la chaudière. Le prix de revient sera facilement calculé en multipliant la consommation indiquée sur le tableau par le prix de base de l'hectowatt-heure d'après le tarif du secteur.

3. Dispositions particulières. — Suivant les cas d'espèce, on peut réaliser sur les chaudières toutes sortes de dispositions spéciales.

En particulier, on peut disposer un robinet mélangeur réglable, qui permet d'obtenir, à la sortie de la chaudière, de l'eau à toutes les températures comprises entre 100°C et la température de l'eau de la ville.

TABLEAU I. — *Caractéristiques des divers types de chaudière Cogenga.*

TYPE	CAPACITÉ en litres	COURANT de régime en ampères	ÉNERGIE ÉLECTRIQUE consommée en hectowatts-heures
1	10	1	12
2	15	1,5	16
3	20	2	23
4	40	4	45
5	75	7,5	80
6	100	10	110
7	200	20	220

Pour les distributions à plusieurs postes d'eau chaude ou de chauffage, il est préférable de supprimer les canalisations d'eau chaude ou de vapeur, ainsi que les radiateurs et de les remplacer par autant de chaudières individuelles qu'il est nécessaire. Il est évident que l'on obtient un meilleur rendement en transmettant le courant électrique sur le lieu d'utilisation plutôt qu'en y transportant l'eau chaude ou la vapeur.

S'il s'agit de chauffage de locaux, le calorifuge est constitué par une circulation d'air dont on règle la sortie au moyen d'un papillon qui permet de libérer exactement la chaleur accumulée et de modifier à volonté la température du local à chauffer. L'énergie électrique consommée sera alors proportionnelle au chauffage obtenu, puisque le degré de dénoyage et de renoyage des électrodes est proportionnel à la chaleur perdue.

VII. **Applications spéciales.** — Le principe de la chaudière Cogenga peut être utilisée non seulement pour le chauffage de l'eau ou de l'air, ou pour obtenir une distribution ou une circulation d'eau ou d'air chaud, mais encore pour des buts très différents, tels que la régulation d'une température supérieure à 100°C, la commande d'enseignes lumineuses animées, la constitution d'interrupteurs et de disjoncteurs.

1. COMMANDES D'ENSEIGNES LUMINEUSES ANIMÉES. — Nous avons vu plus haut que l'écartement des électrodes permet de faire varier la période de dénoyage des électrodes et par suite d'obtenir telle cadence qu'on désire pour l'interruption du courant.

En utilisant les ruptures et les rétablissements de courant automatiques, on peut constituer avec cet appareil, mis en série avec un circuit électrique, des variations à longue période, telles que celles utilisées pour les enseignes lumineuses.

2. INTERRUPTEURS ET DISJONCTEURS. — En mettant la chaudière en série avec un réseau, on constituera un disjoncteur à action retardée et à réenclenchement automatique ou non, qui ne comportera ni huile, ni crochets, presque pas de métal, et dont le fonctionnement sera assuré sans l'inconvénient des arcs, toutes les ruptures étant opérées par la vaporisation progressive de l'eau.

VIII. **Conclusion.** — En résumé, il apparaît que ce type de chaudière sans résistance métallique et dont les électrodes plongent directement dans le liquide d'un élément de chauffage, présente une grande sécurité de fonctionnement. Sa disposition assure, en tout état de cause, l'isolement au moyen d'une couche d'air ou de gaz. Ses possibilités de réglage et d'utilisation sont multiples en raison même de ses propriétés, de la diversité de son régime et de l'automaticité absolue de son fonctionnement.

M. GACOGNE,
Ingénieur à la Société
artésienne de Force et Lumière.

Revues, analyses et informations

Les fours électriques à haute fréquence système Ajax-Northrup.

L'utilisation des courants à haute fréquence pour l'alimentation des fours électriques à induction est déjà ancienne et l'avantage primordial que ce système présente, en permettant d'obtenir des produits dépourvus de carbone, a orienté son application vers le domaine de la préparation des alliages spéciaux. Toutefois, la faible capacité des appareils construits jusqu'à ces derniers temps restreignait singulièrement la production de tels alliages (1). La nécessité d'une production intensive motivée par un accroissement constant de la demande, a conduit les constructeurs à réaliser des fours à haute fréquence de grande capacité. Dans les lignes qui suivent, nous donnons, d'après un document que nous a communiqué la société Ajax electrothermic Corporation de Trenton (États-Unis), divers renseignements relatifs à des fours à haute fréquence, à grande production, construits par cette société d'après les brevets du docteur E.-F. Northrup.

Ces nouveaux fours sont établis pour des capacités de 100 à 400 pounds (43 à 181 kg) pour les ferro-alliages et jusqu'à 900 pounds (407 kg) pour les alliages non ferreux.

En outre des conditions aisées d'opération et de la facilité du contrôle de la température, ces fours permettent d'obtenir une grande vitesse de fusion qui assure une réduction des pertes calorifiques durant l'opération et réduit l'importance des matériaux réfractaires placés entre la matière tra-

(1) Rappelons que cette application des fours à induction a été l'objet d'un important rapport de M. A. Levasseur à la Semaine de Discussions d'octobre 1925 de la Société française des Electriciens, rapport publié dans le *Bulletin de la Societe française des Electriciens*, 1926, t. VI (4e série), p. 893 et analyse dans la *Revue generale de l'Electricite*, 11 décembre 1926, t. XX, p. 870-875.

vaillée et l'enroulement inducteur qui, en effet, peut être très rapproché de cette dernière.

Le four Ajax-Northrup se compose essentiellement d'un creuset entouré par un enroulement en cuivre avec lequel il ne possède aucun contact. Les métaux contenus dans le creuset s'échauffent et fondent grâce aux courants d'induction qui se développent dans leur masse. Le métal fondu est alors soumis à un véritable brassage dû aux actions électrodynamiques. Cette agitation assure l'homogénéité des alliages obtenus et réduit la durée du traitement des aciers par les scories.

Une installation d'un four Ajax-Northrup de 250 pounds (113 kg) a été réalisée aux usines de The Ajax electrothermic Corporation, pour les besoins de la fabrication. Le four se compose, comme l'indique la figure 1, d'un enroulement cylindrique à une seule couche, formé d'un tube de cuivre, et au point milieu duquel pénètre l'eau de refroidissement qui est évacuée par les extrémités de l'enroulement. La température de l'eau à la sortie s'élève à moins de 25°C au-dessus de la température à l'entrée. La température moyenne de l'inducteur est inférieure à 50° C. La paroi interne de l'enroulement est formée d'un manchon de micanite. Le creuset est en sable moulé ayant subi une cuisson préalable ; cette constitution est, ainsi qu'il a été reconnu, mieux appropriée à la fusion des alliages ferreux dont la température de coulée est de 1 500°C. Le diamètre du creuset est de 11 inches (27,5 cm) et l'épaisseur de sa paroi, de 0,5 inch (1,26 cm). L'espace de 1 3/8 inch (3,5 cm) entre la surface externe du creuset et l'intérieur du cylindre de micanite est rempli de sable fin qu'on pilonne légèrement après avoir déposé le creuset à l'intérieur de l'enroulement. Ce sable est maintenu en place par un anneau d'amiante disposé à la partie supérieure du creuset.

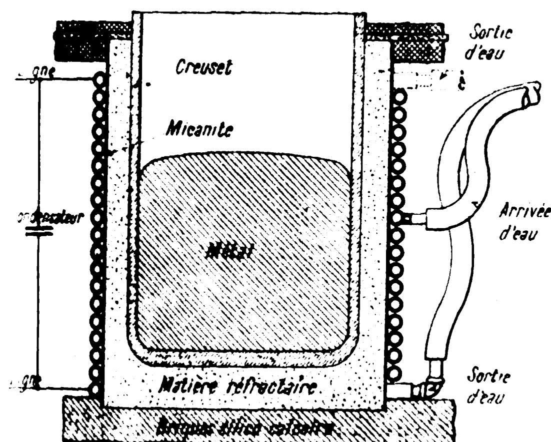


Fig. 1. — Coupe transversale d'un four Ajax-Northrup d'une capacité de 250 pounds (113 kg).

La durée d'un creuset pour ce type de four correspond à six ou sept chauffes.

Au fur et à mesure que le diamètre du creuset s'accroît pendant l'échauffement des matières qu'il renferme, il se forme sur sa paroi externe une couche de sable semi-fondu qui s'oppose à toute production de fuites des matières en fusion.

La coulée s'effectue dans des moules disposés sur l'ossature métallique d'un chariot spécial qu'on déplace dans un caniveau.

L'énergie électrique à haute fréquence nécessaire à l'alimentation du four est fournie par un groupe moteur-générateur composé d'un moteur d'induction triphasé entraînant, à la vitesse de 1 800 t : mn, un alternateur de 150 kv-A fournissant un courant de 167 A sous une tension de 900 v, à une fréquence de 2 000 p : s environ.

Le document relate une opération réalisée avec ce four sur un acier aux cuivre et nickel. La fusion a été obtenue en 17 minutes et la coulée a été opérée au bout de 39 minutes comptées à partir de l'instant de fermeture de l'interrupteur. La quantité de matière traitée par kilowatt-heure, énergie mesurée aux bornes du four, était de 5,9 pounds (2,67 kg), soit environ 4,78 pounds (2,16 kg) par kilowatt-heure, l'énergie étant mesurée aux bornes du moteur du groupe générateur. La puissance absorbée par le four a varié de 145 à 150 kw et le facteur de puissance, de 0,05 à 1.

Les résultats d'une autre opération réalisée avec ce même four sur un alliage de chrome et de nickel indiquent une durée totale de 22 minutes avec une consommation d'énergie de 49,08 kw-h mesurée aux bornes du moteur du groupe, pour la fusion de 220 pounds (99,4 kg) de l'alliage considéré, soit 4,48 pounds (2,02 kg) par kilowatt-heure. Le rendement du groupe moteur-générateur étant de 0,76, la consommation d'énergie aux bornes du moteur est ainsi de 588 kw-h par ton (1016 kg). — L. V.

Les nouvelles installations d'éclairage public de la ville de Saint-Louis (États-Unis d'Amérique).

D'après un document que nous a communiqué la Westinghouse electric and Manufacturing Co, nous publions ci-après les renseignements suivants relatifs aux installations d'éclairage public de la ville de Saint-Louis.

La municipalité de cette ville a élaboré un programme de travaux parmi lesquels figure la généralisation de l'éclairage électrique dans l'ensemble des rues. Une somme de 8 millions de dollars a été consacrée à ce but et, déjà, 9367 dispositifs d'éclairage couvrant environ 25 pour 100 de la superficie de la cité ont été installés en l'espace de huit mois.

Les lampes employées dans les candélabres ont une intensité lumineuse variant entre 150 et 600 bougies suivant l'importance et le caractère des rues à éclairer. Les lampes de 150 bougies sont réservées aux rues peu passagères et sont espacées de 120 pieds. Elles seront remplacées ultérieurement par des lampes de 250 bougies.

Le système de distribution employé présente des caractéristiques nouvelles. Il comprend, dans chaque rue, un certain nombre de postes de transformation disposés sous les trottoirs et accessibles par des trous d'homme. Chacun de ces postes est pourvu de transformateurs d'une puissance de 4 ou 7,5 kw, suivant les cas, et disposés par groupe de deux, leurs secondaires étant montés en série pour alimenter un des circuits d'éclairage. Le point de jonction des enroulements secondaires et le point milieu du circuit d'éclairage sont reliés à la terre. Dans ces conditions, il ne passe aucun courant de terre tant que l'égalité des charges sur les deux circuits secondaires est réalisée. Les circuits sont en câble Parkway à 1 500 v. Ils comportent une armure d'acier et une enveloppe de plomb et sont posés sous le trottoir.

Le courant normal dans un circuit secondaire est de 6,6 A.

Chaque groupe de deux transformateurs est muni d'un dispositif de mise en court-circuit des circuits secondaires fonctionnant en cas de rupture d'un de ces derniers.

Les enroulements primaires des transformateurs d'un poste sont alimentés à 5 000 v au moyen de câbles à deux conducteurs et recouverts d'une enveloppe de plomb. Ces câbles sont placés dans des tubes en fibre enrobés dans du béton. Les conditions d'un équilibrage satisfaisant sont réalisées en connectant chaque enroulement primaire aux conducteurs de deux câbles différents.

Les câbles à 5 000 v sont issus de sous-stations dont le fonctionnement, entièrement automatique, est contrôlé au moyen d'un interrupteur horaire. Ces sous-stations sont alimentées par un réseau comprenant deux câbles triphasés à 13 000 v. Un de ces câbles dessert normalement la sous-station ; l'autre, servant de câble de secours, est automatiquement connecté aux barres générales de l'usine génératrice au cas où la tension sur le premier câble viendrait à faire défaut.

L'énergie à 13 000 v est transformée à 5 000 v dans les sous-stations au moyen de transformateurs pourvus de régulateurs à courant constant. La figure 1 montre une vue intérieure d'une de ces sous-stations. Chaque câble à 5 000 v

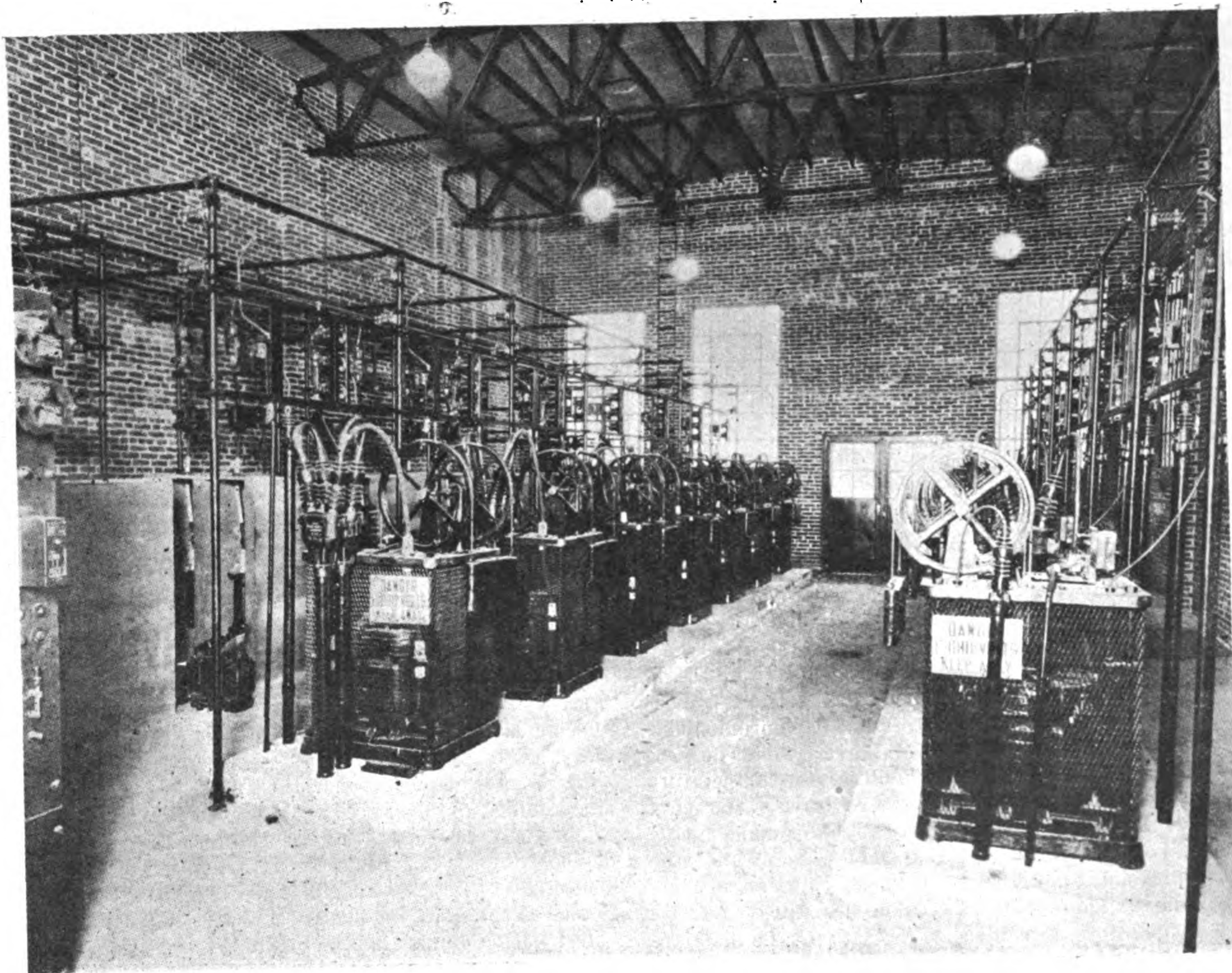


Fig. 1. — Vue intérieure d'une sous-station automate.

est branché sur les enroulements secondaires des transformateurs montés par deux, en série. Les deux circuits primaires correspondants sont montés en parallèle et connectés à la terre par une de leurs extrémités communes.

L'exécution des tranchées a été effectuée au moyen d'un dispositif spécial permettant de creuser 600 à 1 000 pieds de tranchée par jour. De plus, un autre dispositif constitué par une sorte de charrue a été utilisé pour combler rapidement les tranchées lors de la pose des câbles. De la sorte et grâce à l'emploi d'outils pneumatiques, il a été possible d'installer en 208 journées de travail 9 367 candélabres, 8 miles de câble à 5 000 v, 600 miles de câble Parkway, 308 postes de transformation et 3 sous-stations automates. — L. V.

Nouveaux résultats des recherches sur les perturbations qu'apporte la circulation des tramways aux réceptions radiotéléphoniques (1).

1. Introduction. — Dans cet article, qui complète une étude antérieure (2), l'auteur rappelle d'abord que, dès les premières expériences, l'hypothèse de Burstyn avait été confirmée et que

(1) Ferd. Eppen. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 27 janvier 1927 t. XLVIII, p. 97-100, 5 000 mots, 4 figures.

(2) Ferd. Eppen ; Des troubles apportés aux réceptions radiotéléphoniques par la circulation des tramways et des moyens de les éviter. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 31 juillet 1924, t. XLV, p. 817-819. Analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 20 décembre 1924, t. XVI, p. 1004-1006.

l'on avait vite appris que les perturbations étaient dues à des courants d'intensité relativement faible, de l'ordre de 1 A. Ces courants donnent lieu, en effet, lors de leur rupture, à des étincelles, tandis que ceux d'intensité plus grande produiraient des arcs. L'expérience a par ailleurs prouvé que, quand l'organe de captage glisse régulièrement sur le fil de contact, aucune perturbation ne se produit. On les observe au contraire lorsque le contact est interrompu, ou rétabli, ou réalisé imparfaitement. Pour éviter les perturbations, il s'agit donc, tout d'abord, d'assurer un contact aussi parfait et aussi régulier que possible et les pantographes avec des archets à larges semelles de contact donnent de bons résultats. Avec les trolleys à roulettes, les troubles observés disparaissent presque complètement si l'on remplace les roulettes usées irrégulièrement par des neuves. L'emploi de roulements à billes sur ces dernières est discutable car le courant en passant sur les billes détermine la production d'étincelles.

2. Essais. — Des expériences ont été effectuées avec des contacts réalisés avec différents conducteurs. On mesurait l'audibilité des perturbations produites soit à la rupture,

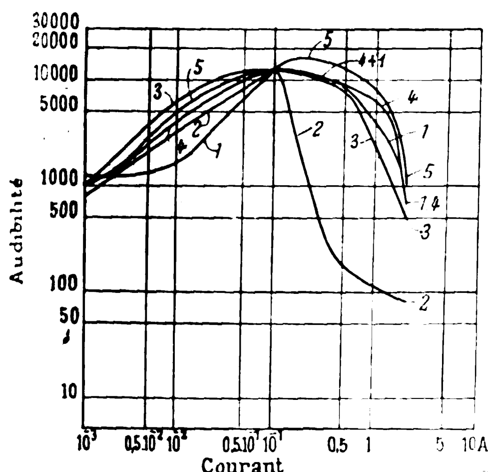


Fig. 1. — Perturbations produites en levant le dispositif de captage pour différents métaux : 1, zinc ; 2, charbon ; 3, laiton ; 4, acier ; 5, aluminium.

soit à l'établissement de courants d'intensités variables. Dans tous les cas on a observé que les perturbations devenaient insensibles pour des intensités assez grandes. Les résultats obtenus sont traduits par les courbes des figures 1 et 2. On remarque que toutes ces courbes ont à peu près la même allure et que, pour les courants perturbateurs généralement rencontrés, qui restent compris entre 0,2 et 0,8 A, les contacts de tous les métaux se comportent d'une manière semblable, tandis que le charbon donne les meilleurs résultats. L'augmentation de l'intensité du courant diminue la perturbation, surtout avec les contacts en charbon. La figure 3 donne les mêmes courbes relevées sur une voiture arrêtée dont l'organe de captage était abaissé puis relevé. On observa que, dans ce cas, l'audibilité de perturbation ne diminuait guère avec des intensités croissantes. Les mêmes résultats furent obtenus avec des voitures en mouvement. La figure 4 contient les mêmes courbes donnant l'audibilité de la perturbation de crépitement produit par de faibles variations de l'intensité du courant.

3. Conclusions. — Les essais ont établi que les ruptures ou établissements des courants de faible intensité produisaient des craquements. On a remarqué qu'avec les voitures à archet, où les discontinuités de contact étaient plus rares qu'avec les voitures à trolley, les perturbations sous forme de craquements étaient beaucoup moins nombreuses. Il faut donc adopter de préférence le capteur à archet et ne tenir

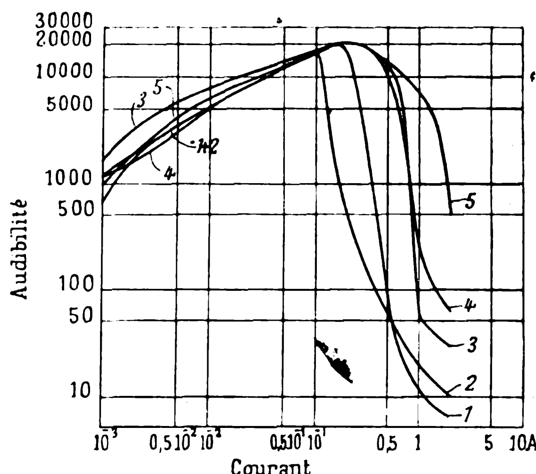


Fig. 2. — Perturbations produites en baissant le dispositif de captage pour différents métaux : 1, zinc ; 2, charbon ; 3, laiton ; 4, acier ; 5, aluminium.

compte dès lors que des perturbations sous forme de crépitement dues à de faibles variations de l'intensité du courant. La nature du contact doit donc être choisie en tenant compte des indications de la figure 4. Celle-ci montre que ce sont les contacts en charbon qui donnent les meilleurs résultats et la pratique a confirmé qu'il en était bien ainsi. Les contacts en zinc viennent immédiatement après. Des essais de ces contacts sont en cours et on verra s'ils peuvent être adoptés dans certains cas où ceux en charbon n'ont pas joué le rôle qu'on attendait d'eux. Ces derniers ont comme avantage celui de polir la ligne de contact et de ne l'user que très

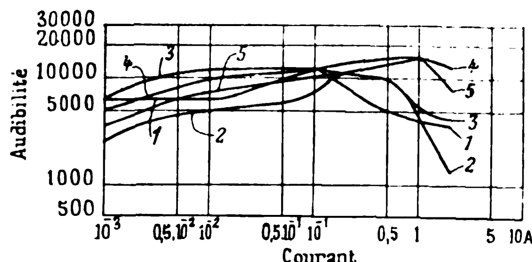


Fig. 3. — Perturbations produites en levant et baissant le dispositif de captage pour différents métaux, la voiture étant arrêtée : 1, zinc, 2, charbon ; 3, laiton ; 4, acier ; 5, aluminium.

peu, mais ils présentent l'inconvénient de laisser tomber une poussière noire sur la plate-forme de la remorque. On a également observé que l'adaptation de semelles en charbon sur une ligne de contact où des semelles métalliques avaient été précédemment employées, conduit à une usure très rapide, tant que les rugosités de la ligne n'ont pas été rabotées. Mais une fois que celles-ci ont disparu, les semelles en charbon offrent une durée de service telle que les voitures peuvent parcourir 60 000 km et plus sans qu'il soit néces-

saire de changer ces semelles. La production de poussière est alors tellement faible qu'elle ne présente plus aucun inconvénient. Partout où les anciens archets avec semelles d'aluminium ont reçu des semelles de charbon, les résultats d'enquêtes entreprises auprès des amateurs de radiodiffusion ont accusé une amélioration des réceptions. Sur presque tous les réseaux de tramways, la ligne de contact est positive et le rail négatif et c'est dans de telles conditions que les essais ont été effectués. Si on renverse la polarité, tous les matériaux donnent des résultats également mauvais et on observe des perturbations gênantes.

Dans le cas de trolleys à roulettes, les conditionss ont différentes. Il arrive souvent que l'usure détermine sur la

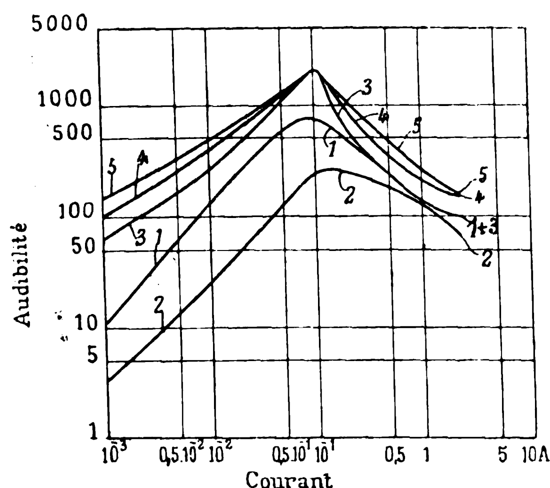


Fig. 4. — Perturbations de crépitement pour différents métaux : 1, zinc ; 2, charbon ; 3, laiton ; 4, acier ; 5, aluminium.

roulette la formation de plats et on remarque alors une perturbation à chaque tour de cette dernière. La figure 3 montre qu'en établissant les roulettes avec du charbon, les perturbations seraient environ trois fois moins grandes. Mais cette amélioration serait quand même insuffisante. A Lausanne on a obtenu de très bons résultats en remplaçant simplement la roulette par un patin.

La réduction des perturbations doit être cherchée dans le perfectionnement des dispositifs de captage. On a proposé de disposer des condensateurs de grande capacité entre ces derniers et la terre. Une amélioration sensible a été obtenue avec des roulettes très usées ; mais il n'en fut constatée aucune avec des archets fonctionnant sans grandes perturbations. Il arriva même que le mauvais isolement permettait le passage de faibles courants qui provoquaient ainsi, pendant le jour, les inconvénients précédemment constatés la nuit avec le courant d'éclairage. Le mauvais entretien des moteurs est aussi une cause de perturbations. — B. H.

Les communications par télégraphie sans fil (¹)

L'installation et les conditions d'emploi des appareils de télégraphie sans fil à bord des navires ont été réglées par une conférence internationale en 1912. Une nouvelle conférence doit s'ouvrir en octobre prochain à Washington dans le but de reviser ces règles et d'établir une nouvelle convention qui s'appliquera non seulement aux radiocommunications à bord des navires, mais à toutes les communications par télégraphie sans fil. En vue de cette conférence, l'auteur examine quel est l'état actuel de ces radiocommunications pour l'Angleterre. Dans ces deux premiers articles il envisage les communications pour la sécurité de la navigation et les communications commerciales. Pour ce qui est des premières, l'installation des postes est obligatoire, en vertu d'un acte du parlement, datant de 1919, à bord de tous les navires inscrits dans le Royaume-Uni d'un tonnage brut minimum de 1 600 tonneaux. Ces postes sont à étincelles ou à ondes entretenues interrompues et fonctionnent sur des ondes de 600 m de longueur. La conférence sera saisie à leur propos d'une question tendant à les classer d'après le produit du courant maximum dans l'antenne par la hauteur de celle-ci, plutôt que d'après leur portée qui dépend des conditions atmosphériques. Elle aura aussi à discuter du choix d'un signal de détresse pour réception automatique, ainsi que de la réglementation des conditions d'écoute sur cette longueur d'onde de 600 m, à bord des navires munis, en plus, de postes à ondes entretenues et de l'emploi de cette longueur d'onde aujourd'hui utilisée pour plus de 70 pour 100 des communications en mer. L'auteur signale ensuite que quelques navires sont déjà munis de postes de réception radiogoniométriques qui sont de trois systèmes différents : Marconi, Radiocommunication Company et Siemens Brothers. Des bulletins météorologiques et les avis de tempêtes sont également transmis sur la longueur d'onde de 600 m ; en outre, des indications météorologiques sont diffusées à heures fixes sur des ondes de 4 100 m de longueur par la station du Air Ministry, à Londres, et envoyées par téléphonie sans fil sur 1 600 m par la station de Daventry. L'auteur indique ensuite les postes fixes de réception radiogoniométrique actuellement existants ou projetés en Angleterre qui ont fourni l'an dernier plus de 7 000 gisements à des navires en mer, ainsi que les phares hertziens qui ne sont encore que dans la période expérimentale.

La télégraphie sans fil est aussi utilisée pour la commande à distance des signaux de brouillard dits « fog guns ». Quant à la téléphonie sans fil, elle n'est utilisée que pour les liaisons avec certains bateaux phares.

La conférence devra enfin examiner la question du remplacement des postes à étincelles par des postes à ondes entretenues.

Pour ce qui est des communications commerciales des navires, elles sont ainsi réglementées actuellement par la convention internationale de 1912. D'après cette convention les longueurs d'ondes pour postes à étincelles, admises pour ce trafic, sont celles de 600 m, 300 m et 1 800 m. En fait on utilise aussi actuellement les longueurs d'onde de 220 m pour les communications avec les bateaux de pêche et celles de 800 m. La nouvelle convention devra, de toute façon, définir à nouveau la répartition des longueurs d'ondes dans leur utilisation en tenant compte de celles déjà destinées à d'autres usages. On propose en général de conserver celle de 600 m uniquement pour les signaux de détresse ou les messages de service, et de faire le trafic commercial sur des ondes entretenues. Actuellement 10 pour 100 des navires munis obligatoirement de postes sont, en outre, équipés avec des postes à ondes entretenues et 50 pour 100 peuvent, de plus, recevoir ces ondes. Les communications par ondes entretenues devront être entièrement réglementées par la nouvelle convention.

L'auteur termine l'exposé relatif au trafic commercial par l'indication des tarifs appliqués aux radiotélégrammes en Angleterre, et des conditions de transmission des messages. — J. S.

(¹) Chetwode CRAWLEY. *The electrical Review*, 15 et 29 avril 1927, t. c, p. 592-594 et 675-676, 3900 mots.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Energie électrique du Littoral méditerranéen.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 12 MAI 1927.

Cette société au capital de 300 millions de francs, et dont le siège est à Paris, 5, avenue du Coq, signale dans son rapport que l'exercice 1926 a été caractérisé comme le précédent par un régime hydraulique favorable, de telle sorte que le supplément de production d'énergie produite par les usines thermiques a été relativement peu important.

Les résultats généraux de l'exercice 1926, résumés ci-après, montrent le développement continuel de l'activité de la société.

Les recettes d'exploitation se sont élevées à 83 848 256,92 fr en augmentation de 17 603 822,16 fr sur celles de l'exercice précédent [1].

Les dépenses d'exploitation ont atteint 38 957 823,65 fr contre 29 942 147,36 fr en 1925.

L'excédent des recettes d'exploitation sur les dépenses, c'est-à-dire le produit de l'exploitation, est de 44 890 433,27 fr, en augmentation de 8 588 145,87 fr sur celui de 1925 qui était de 36 302 287,40 fr.

Les nombres ci-après donnent un aperçu de l'importance des réseaux de distribution de la société : la longueur des artères à 50 000, 30 000 et 20 000 v est de 1 176 km ; celle des lignes à 13 000 et 10 000 v, de 2 149 km ; et celle des lignes de distribution à basse tension, de 551 km. Soit un total de 3 876 km de lignes.

La régularité de la progression des résultats obtenus ressort nettement de ces quelques renseignements. Elle provient notamment du fait que l'importance des services publics alimentés par ses réseaux, la diversité des industries desservies, ainsi que le développement continu de l'industrie hôtelière sur la Côte d'Azur, assurent à la société un champ d'activité dont l'étendue et la variété atténuent fortement la réaction des crises économiques.

Les impôts payés par la société constituent une charge de plus en plus lourde. Le dividende proposé pour l'exercice 1926 étant de 9 pour 100, soit 15 750 000 fr au total, il sera retenu pour impôts et droits sur titres une somme de 4 105 000 fr, ce qui réduira à 11 645 000 fr le montant net revenant aux actionnaires.

De son côté, la société a versé en 1926 comme impôts et redevances, y compris les impôts sur les obligations et les bons qui sont à sa charge, plus de 8 041 000 fr. Enfin, les impôts sur titres (impôt cédulaire sur le revenu et taxe de transmission) qui sont supportés par les porteurs de titres, ont atteint un total de 4 709 000 fr en 1926, dans lequel sont compris les 4 105 000 fr retenus aux actionnaires.

Le total des impôts payés pendant l'exercice 1926, tant par la société que par les porteurs de titres, s'est donc élevé à 12 750 000 fr, représentant 109 pour 100 du dividende net attribué aux actionnaires pour l'exercice 1926.

[1] Voir *Revue générale de l'Électricité*, 9 octobre 1926, t. XX, p. [illegible].

Ces chiffres montrent l'importance des impôts de toute nature qu'ont à subir les sociétés qui, comme celle-ci, ont pour objet principal la production, la transmission et la distribution de l'énergie hydroélectrique.

D'après le rapport à l'assemblée générale ordinaire du 18 juin 1926 que nous avons analysé dans ces colonnes, nous avons exposé que, par suite des retards survenus dans l'exécution du programme d'électrification des lignes de la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée sur le littoral méditerranéen, il était indiqué de ne pas pousser l'achèvement de la chute du Bancairon aussi activement que cela avait été prévu à l'origine. Les travaux de cette chute ont été poursuivis en 1926 à une allure modérée; ils seront continués dorénavant à l'allure la plus économique, afin d'être terminés dans le courant de l'été 1929.

Il a été procédé en 1926 à divers parachèvements des installations thermiques des usines de Lingostière et de Sainte-Tulle et effectué les derniers règlements de comptes relatifs à ces usines. En ce qui concerne les travaux exécutés en 1926 pour l'extension des lignes, postes et réseaux, ils ont été réduits au strict nécessaire; il faut rappeler toutefois que le développement de la clientèle sur un aussi vaste réseau entraîne forcément la construction de nouvelles lignes et de nouveaux postes ou le renforcement des installations existantes.

Le montant des dépenses effectuées ainsi aux usines, lignes, postes et réseaux, a été porté au bilan au chapitre des dépenses d'installations.

Par suite de la mise en service de la seconde artère de Salon à Arles, et conformément aux accords conclus avec la Société du Sud-Electrique, il a été procédé à la désaffectation de l'ancienne usine thermique d'Arles; le matériel a été réalisé au mieux et porté en déduction du montant figurant pour cette usine au chapitre du bilan relatif aux dépenses d'installations. Le solde restant sur ce poste, soit 1 million 590 000 fr, a été amorti par un prélèvement d'égale valeur sur le compte de profits et pertes.

Il a été effectué au début de juillet 1926, avec le concours des banquiers habituels de la société, le placement d'un emprunt de 50 000 000 fr représenté par 100 000 bons de 500 fr chacun, amortissables en douze années à partir de 1929, rapportant un intérêt annuel de 8 pour 100, net de l'impôt sur le revenu.

En attendant de réaliser l'augmentation de capital autorisée par l'assemblée générale extraordinaire du 12 mars 1926, le conseil a obtenu une avance à terme, auprès de l'Union de Banques suisses à Zurich, du montant effectif de 20 millions de francs suisses. Cette avance, autorisée par le Ministère des Finances, a été, avec le concours de la Banque de France, transformée en francs français à la fin de novembre 1926; le montant en a été porté au passif du bilan du chapitre créditeurs à terme. En vertu des accords intervenus avec l'Union de Banques suisses, cette avance

sera convertie en un emprunt obligataire libellé en francs suisses, portant intérêt à 7 pour 100 l'an, et remboursable en vingt-cinq années, par annuités, à partir du 1er juin 1932, ou, par anticipation, en totalité ou en partie, à partir de la même date.

Pour ce qui concerne les opérations financières qui ont été effectuées depuis la clôture de l'exercice 1926, la société a, en premier lieu, procédé au remboursement des 30 000 bons 6 pour 100 à dix ans, nets de tous impôts, émis en 1917 et venus à échéance le 15 mars 1927.

Elle vient, d'autre part, de réaliser l'augmentation de capital de 125 millions de francs pour laquelle l'assemblée générale extraordinaire du 12 mars 1926 avait donné au conseil d'administration les autorisations nécessaires.

Du fait de cette émission, le capital social de la société se trouve porté à 300 000 000 fr.

Au bilan, il y a lieu de signaler une augmentation de 58 197 005,88 fr sur le poste dépenses d'installations; elle représente le montant des règlements de comptes et des travaux effectués aux usines de Sainte-Tulle et de Lingostière; les dépenses engagées pour les postes, lignes et réseaux, ainsi que le montant des travaux et fournitures effectués pendant l'exercice pour l'aménagement de la chute du Bancairon.

Le poste caisses et comptes courants, qui était de 7 millions 194 177,55 fr à la fin de l'exercice précédent, s'élève à 62 969 825,66 fr par suite de la réalisation de l'avance signalée plus haut, et dont le montant figure au bilan dans le poste créditeurs à terme.

Le régime hydraulique des rivières ayant été favorable pendant l'exercice 1926, le conseil a jugé utile d'effectuer un versement de 4 500 000 fr à la provision pour régularisation des frais de production à la vapeur et pour grosses réparations; le montant de ce poste atteindra ainsi 12 millions 500 365,25 fr.

Etant donné la situation économique actuelle, il a été effectué un nouveau versement à la provision pour dépenses exceptionnelles de 2 000 000 fr, ce qui en portera le total à 5 000 000 fr.

Pour continuer l'amortissement du poste relatif aux frais des augmentations de capital, il y a été versé 1 982 058,73 fr, ce qui ramène ce poste à 3 502 627,13 fr.

En plus des amortissements de mobilier, d'outillage, etc., la société a effectué l'amortissement de l'ancienne usine thermique d'Arles désaffectée. Enfin, il a été procédé au remboursement de 721 obligations des emprunts à 4 pour 100, de 444 obligations des emprunts à 5 pour 100 et 680 obligations des emprunts à 6 pour 100; le montant net en a été porté au crédit du compte réserve d'amortissement.

Le produit d'exploitation s'élève à 44 890 433,27 fr. Il s'y ajoute le produit du portefeuille, les intérêts des fonds disponibles dans les banques, les recettes provenant des travaux d'installations exécutés pour les clients, les intérêts divers et agios, le tout s'élevant à 5 494 916,35 fr.

Le total de ces deux postes représente une somme de 50 385 349,62 fr, dont il faut retrancher : 338 626,90 fr pour les frais généraux d'administration; 734 614,23 fr pour l'abonnement au timbre des actions, des obligations et des bons; 18 612 003,63 fr pour intérêt des obligations et des bons et les impôts sur ces titres qui sont à la charge de la société.

Il reste, pour le produit brut de l'exercice, 30 700 104,86 fr. Sur cette somme, il faut déduire :

922 500 fr pour amortissement de 1 845 obligations; 1 982 058,73 fr pour amortissement sur frais des augmentations de capital; 228 673,07 fr pour amortissement sur frais d'émissions et sur primes des bons; 343 645,07 fr pour amortissement des dépenses de mobilier et d'outillage faites en 1926; 335 539,59 fr pour amortissement sur compteurs et matériel en location; 1 590 000 fr pour amortissement de l'usine thermique d'Arles; 4 500 000 fr pour versement au compte de régularisation des frais de production à la vapeur et de grosses réparations; 2 000 000 fr pour versement à la provision pour dépenses exceptionnelles.

Le bénéfice net de l'exercice ressort alors à 18 millions 797 687,50 fr.

En y ajoutant le report à nouveau de l'exercice 1925, soit 1 435 395,01 fr, le solde disponible s'élève à 20 millions 233 082,51 fr.

Ce solde disponible se répartit comme il suit : à la réserve légale 5 pour 100 sur 18 797 687,50 fr, soit 939 884,37 fr; au fonds d'amortissement du capital, conformément à l'article 43 des statuts, 939 900 fr; un dividende de 5 pour 100, soit 25 fr par titre aux 350 000 actions, 8 750 000 fr; 816 790,31 fr de tantième statutaire; un dividende supplémentaire de 4 pour 100 soit 20 fr par titre aux 350 000 actions, 7 000 000 fr.

Le solde, soit 1 786 507,83 fr est reporté à nouveau.

Le dividende total pour l'exercice 1926 est donc de 9 pour 100, soit 45 fr par titre. Ce dividende sera mis en paiement, sous déduction des impôts établis par les lois de finances, à la date qui sera fixée par le conseil d'administration conformément à l'article 44 des statuts.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Frais des augmentations de capital	3 502 627,13
Mobilier et outillage	1 »
Dépenses d'installations	471 541 515,88
Portefeuille et participations	23 556 421,33
Compteurs et matériel en location	3 019 856,35
Approvisionnements	13 462 922,19
Caisses et comptes courants	62 969 825,66
Factures à encaisser	12 732 214,68
Débiteurs divers	10 207 495,80
Impôts sur titres à recouvrer	2 729 085 »
Prime de remboursement et frais d'émission des bons 1917 et 1919	311 870,58
Comptes d'ordre et divers	442 342,90
	604 466 179,50

Passif.

	fr
Capital	175 000 000 »
Obligations	165 539 844,76
Bons	86 722 555,50
Réserve légale	4 321 375,50
Fonds d'amortissement du capital	4 327 000 »
Réserve d'amortissement par remboursement d'obligations	7 166 312,39
Provision pour dépenses exceptionnelles	5 000 000 »
Provision pour régularisation des frais de production à la vapeur et pour grosses réparations	12 500 365,25
Créditeurs divers	6 447 187,19
Créditeurs à terme	97 534 272,70
Cautionnements et avances de clients	1 456 717,50
Travaux et installations à régler par annuités	4 571 383,17
Coupons à payer et obligations à rembourser	10 577 267,31
Impôts à payer	2 229 257,41
Comptes d'ordre et divers	839 558,31
Profits et pertes	20 233 082,51
	604 466 179,50

SECTION DE LÉGISLATION

L'inobservation d'un avenant et l'illégalité d'une mise en régie Condamnation d'une commune

Arrêt du Conseil d'Etat du 24 juin 1927

L'arrêt dont on trouvera ci-dessous l'analyse contient une interprétation assez nouvelle, et, en tout cas, très heureuse, d'un avenant intervenu entre une compagnie concessionnaire et une municipalité; le Conseil d'Etat a décidé, par le même arrêt, qu'une mise en régie prononcée par une ville, comme conséquence d'une interprétation erronée d'un avenant, est une mesure grave qui laisse à la charge de la ville les conséquences de la détermination qu'elle a prise. Enfin, sur la responsabilité d'un cédant, stipulée dans l'acte de cession et exigée par une ville, l'arrêt contient des aperçus généraux vraiment intéressants.

I. **Premier fait ayant donné lieu au procès : l'avenant de 1920. Son interprétation.** — Le premier point litigieux était relatif à l'interprétation d'un avenant qui, après des pourparlers commencés en mars 1920, avait été définitivement conclu au mois d'octobre de la même année, entre la ville de Castelnaudary et la compagnie concessionnaire du gaz dans cette ville. Il semble bien que le sens ne pouvait en être douteux, et les deux parties contractantes avaient, en le signant, l'idée bien nette d'adopter une tarification mettant le prix de vente du gaz en rapport avec le prix de revient; elles avaient fixé les tarifs, en se basant sur la valeur du charbon, estimant que le prix de la houille correspond « approximativement » aux variations des autres éléments qui entrent dans la fabrication du gaz ; c'est pourquoi elles avaient établi une revision des tarifs d'après le prix atteint par la houille dans le cours du trimestre précédent. Mais elles avaient eu soin d'indiquer que cette méthode ne devait être que temporaire et expressément spécifié dans l'article 4 du contrat, que « si l'Administration supérieure, comme elle l'a fait pour l'électricité, prenait l'initiative de fixer elle-même un index des variations économiques pour l'industrie du gaz, les parties s'engagent à substituer pour l'avenir aux conditions qui précèdent les formules des variations qui seront fixées pour les usines de même importance que celle de Castelnaudary ; cette substitution s'opérerait à partir de l'expiration du trimestre au cours duquel interviendraient les formules officielles ».

Peu de temps après cet avenant (exactement le 12 avril 1921), une circulaire du ministre de l'Intérieur portait à la connaissance des communes deux formules pouvant être choisies pour arriver au résultat envisagé.

Sans doute, ces formules, d'allure algébrique dont les termes représentés par des lettres doivent être remplacés par des chiffres pour être pratiquement insérés dans un contrat, ne sauraient être dispensées d'une adaptation à chaque cas envisagé. Mais l'avenant, dans l'article 4 précité, n'avait pas négligé cet aspect de la question : loin d'avoir prévu une substitution automatique, il avait indiqué que les documents ministériels seraient utilisés dans les mêmes conditions que pour les usines (ce qui signifie : pour les villes) ayant la même importance que celle de Castelnaudary.

Néanmoins, la ville crut devoir refuser avec une obstination systématique toute tractation à cet égard.

Le Conseil de Préfecture de l'Aude, par un arrêté du 23 novembre 1923, a déclaré qu'en agissant ainsi, la ville s'était résolument refusée à appliquer un contrat dont le sens ne laissait aucun doute, et l'avait déboutée de sa prétention qui, d'ailleurs, n'était pas soutenable : elle consistait à dire que l'article 4 précité n'aurait été susceptible d'exécution que si, au lieu d'une formule à plusieurs termes, nécessitant une étude, le ministre avait donné un index économique consistant dans un chiffre unique applicable automatiquement au prix du gaz. Le Conseil d'Etat, sur ce point, a déclaré que le Conseil de Préfecture avait exactement interprété l'avenant : « Considérant, dit-il, que l'arrêté s'est borné à reconnaître au concessionnaire le droit de se prévaloir du régime nouveau proposé par l'Administration, sans méconnaître la nécessité que le concessionnaire n'a d'ailleurs jamais contestée, d'un accord entre les parties pour la détermination des conditions d'application du nouveau système de tarification ».

Ce n'est pas la première fois que nous remarquons cette tendance du Conseil d'Etat à considérer d'une part « le principe » établi contractuellement (que personne, pas même le tribunal, ne pourrait remplacer, car nul ne peut se substituer au consentement réciproque des contractants) et, d'autre part, « l'application matérielle » du principe, application subordonnée à une étude à laquelle les deux parties doivent collaborer.

II. **Deuxième fait ayant donné lieu au procès : L'abandon du service par le concessionnaire.** — Bien qu'ayant condamné l'attitude obstinée de la ville, le Conseil de Préfecture avait cru devoir blâmer également l'attitude de la compagnie concessionnaire qui, placée dans une situation pécuniaire extrêmement difficile, avait abandonné l'exploitation.

Le juge du premier degré avait été certainement influencé par la sévérité si connue du Conseil d'Etat, à l'égard du concessionnaire qui déserte son poste ; nous avons lu souvent des arrêts blâmant sévèrement cette désertion, alors même que les communes étaient considérées comme coupables de n'avoir pas voulu relever des tarifs manifestement surannés, ne permettant plus au concessionnaire non seulement d'exploiter normalement, mais même de vivre sans être acculé à la faillite.

La jurisprudence du Conseil d'Etat tendrait-elle à s'adoucir ?

S'il faut répondre par l'affirmative, on ne saurait trop s'en réjouir ; ceux qui ont la pratique des choses industrielles savent, en effet, quelle différence profonde sépare ces deux situations : travailler à perte, pendant plusieurs exercices, en n'ayant que l'espérance d'avoir une indemnité, après plusieurs années d'attente, quand le remède ne peut plus réparer le mal commis ; ou bien, être soutenu rapidement, même dans une proportion insuffisante.

Toujours est-il que la ville de Castelnaudary, après avoir eu une interruption de service pendant 21 jours, avait prononcé la mise en régie de l'exploitation ; ensuite elle avait réclamé devant le Conseil de Préfecture la condamnation de la compagnie au paiement de 5 000 fr de dommages-intérêts et la mise à la charge du concessionnaire de toutes les conséquences pécuniaires de la mise en régie. Elle reprenait les mêmes conclusions devant le Conseil d'Etat.

L'arrêt a déchargé complètement la compagnie de toutes les condamnations prononcées contre elle, c'est-à-dire de la somme de 500 fr que la ville avait obtenue à titre de dommages-intérêts. Sans doute, très prudemment, le Conseil d'Etat par une transition savante, fait une déclaration qui reproduit les décisions rendues sur la question du prix de revient devenu extracontractuel : « La circonstance que la ville de Castelnaudary avait, en méconnaissance de ses obligations contractuelles, refusé d'accueillir la demande de relèvement de tarifs formulée par son concessionnaire n'aurait pu justifier une interruption volontaire par ce dernier du service public dont il a la charge ».

Mais il ajoute que l'interprétation erronée de l'avenant que la ville a prétendu imposer à la compagnie et son refus systématique de se prêter à toute mesure qui, en attendant la solution du litige, eût permis au concessionnaire dont la situation était obérée, de conserver quelque crédit auprès de ses fournisseurs, ont eu, en fait, pour conséquence de mettre la compagnie, privée de charbon et dans l'impossibilité absolue de s'en procurer, dans l'obligation d'arrêter son exploitation ; c'est pourquoi il exonère la compagnie même du paiement de 500 fr mis à sa charge.

Il faudra donc admettre que, d'après le Conseil d'Etat, la violation formelle d'un avenant par une ville et le mépris par elle de la situation angoissante d'un concessionnaire seront plus sévèrement appréciés que les mêmes procédés survenant au cours de la guerre, ou de l'après-guerre, à l'occasion d'un traité d'avant-guerre dont l'exécution est devenue pratiquement impossible.

III. **Troisième fait litigieux : la responsabilité du premier concessionnaire considéré comme garant du concessionnaire accepté en remplacement.** — Ce n'est certainement pas sur ce point que l'arrêt du Conseil d'Etat est le moins intéressant.

En 1910, les concessionnaires initiaux, les consorts de Vézian, n'avaient été autorisés à céder leur concession à la Compagnie du Gaz de Castelnaudary, qu'à la condition de rester responsables des faits du concessionnaire nouveau.

A ce titre, ils avaient été condamnés comme garants et responsables, à payer aux lieu et place de la compagnie, pour le cas où celle-ci ne s'exécuterait pas, les sommes mises à sa charge. Leur système de défense devant le Conseil d'Etat était extrêmement sérieux : « Si nous avons accepté, disaient-ils, de donner une garantie, en ce qui concerne les agissements de notre remplaçant, c'est dans l'idée que l'exploitation de la distribution du gaz continuerait à être normale : du moment qu'elle devient extracontractuelle, nous ne pouvons être considérés comme ayant accepté de donner une garantie allant jusqu'à une situation imprévue, et même impossible à prévoir : de plus, il y a eu, en réalité, novation dans le contrat initial : quand la ville a rédigé l'avenant d'octobre 1920, elle ne nous a pas appelés à la tractation ; nous y sommes donc restés complètement étrangers. Or, on peut se porter garant d'une personne en ce qui concerne l'accomplissement d'un contrat qu'on lui transmet, mais on ne saurait rester garant à raison d'un autre contrat, intervenu directement entre une municipalité et ladite personne ».

Sur ce point, le Conseil d'Etat a rendu une décision de principe : à ce point de vue seulement, elle est intéressante ; car il est évident qu'en fait, le résultat n'était pas douteux. Du moment qu'aucune condamnation n'était encourue par l'intéressé principal, le garant ne pouvait pas être cherché.

Mais le Conseil d'Etat refuse la mise hors de cause que sollicitaient les consorts de Vézian et n'admet point qu'ils aient été exonérés de leur garantie donnée en 1910, par ce fait qu'ils étaient restés étrangers à l'avenant de 1920, qui, en effet, n'a point augmenté les charges du contrat initial.

Paul Bougault,
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**



DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — No 4. 23 JUILLET 1927.

Société française des Electriciens. — Séance du mercredi 6 juillet 1927. — L'ordre du jour de la séance portait sur *La recherche scientifique dans l'industrie en dehors des laboratoires.*

L'exposé général de la question fut présenté par M. Maurice LEBLANC, directeur technique de la Société anonyme Hewittic. A la suite de cet exposé, MM. Darmois, Léauté, Gratzmuller, Darrieus, Duclerc, Imbs prirent la parole pour indiquer comment est résolu ou peut être résolu le problème de la recherche scientifique dans l'industrie électrique suivant la branche envisagée de cette industrie. Les contributions ainsi apportées au problème étaient inscrites à l'ordre du jour sous les titres suivants :

Différences essentielles entre les méthodes des laboratoires de science pure et celles que l'on peut appliquer dans l'industrie, par M. Eugène DARMOIS, professeur de physique à la Sorbonne.

Le travail de recherches dans les sociétés françaises de construction électrique, par M. GRATZMULLER, ingénieur-conseil.

Le travail de recherches à la Société Brown-Boveri, par M. DARRIEUS, ingénieur à la Compagnie Electro-Mécanique.

Le travail de recherches à la General Electric Co, par M. DUCLERC.

Le travail de recherches dans les sociétés de production et de distribution d'électricité, par M. IMBS, directeur général de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité.

Quant à la communication de M. LÉAUTÉ, non inscrite à l'ordre du jour, elle pourrait être intitulée *Le travail de recherches dans les laboratoires privés créés en vue d'effectuer des recherches pour les industriels.*

Nous donnons ci-dessous un résumé de ces diverses communications en suivant l'ordre dans lequel elles ont été présentées.

1. COMMUNICATION DE M. Maurice LEBLANC. — Toute industrie soucieuse de la qualité et du perfectionnement de sa fabrication doit posséder des laboratoires capables d'examiner si les matières premières utilisées répondent aux conditions imposées et de faire les recherches nécessaires pour améliorer la qualité et diminuer le prix de revient du produit manufacturé. L'importance de ces travaux de recherches est considérable tant par les résultats économiques qu'ils procurent que par les répercussions heureuses qu'ils ont sur le moral du personnel de l'entreprise.

Les travaux de recherches doivent être effectués par un personnel dont la formation est difficile : il est nécessaire qu'il possède une instruction générale et professionnelle très solide. De plus, le directeur des travaux de recherches doit conduire ce personnel avec beaucoup de prudence, le conseiller tout en ne lui enlevant pas son initiative et éviter que des dépenses inutiles ne soient engagées pour des recherches sans issues. Si l'on prend, par exemple, le cas des piles sèches genre Leclanché, la conduite des recherches que l'on peut être amené à faire est particulièrement délicate :

les matières premières entrant dans la composition de ces piles sont complexes et mal connues et il faut que le directeur des recherches agisse avec beaucoup de circonspection pour éviter des pertes de temps et des travaux inutiles.

Une grosse difficulté rencontrée dans les essais industriels est que, la plupart du temps, les appareils de mesure dont dispose l'industrie sont insuffisants. Toutefois, la tendance actuelle est que les appareils réservés jusqu'ici aux laboratoires scientifiques s'introduisent peu à peu dans les laboratoires industriels.

Pour que les travaux de l'expérimentateur portent leurs fruits, il est nécessaire que celui-ci rédige, après chaque recherche, un rapport complet, accompagné des schémas et dessins nécessaires pour permettre de vérifier comment l'étude a été conduite.

Quand une découverte nouvelle a été faite, la direction doit procéder à de nouvelles expériences pour ne pas engager à la légère une nouvelle fabrication dans la construction normale.

2. Communication de M. Darmois. — M. Darmois qui, avant d'embrasser le professorat, a passé plusieurs années dans l'industrie, montre qu'en réalité il n'y a qu'une seule méthode scientifique employée, tant au laboratoire scientifique proprement dit qu'au laboratoire industriel. Toutefois, il est nécessaire de faire subir à la méthode de légères retouches suivant les besoins du laboratoire industriel qui l'emploie.

Les différences essentielles que l'on rencontre dans ces deux sortes de laboratoires viennent : 1° du choix des problèmes traités; 2° du temps qu'on peut y consacrer.

Dans les laboratoires de science pure, le choix du problème est laissé entièrement à celui qui entreprend un travail, ou même si ce problème lui est indiqué, il arrive fréquemment qu'un phénomène intéressant, une difficulté qui se présente, oriente les recherches vers un but tout autre que celui qu'on s'était primitivement fixé ou vienne limiter le sujet; souvent même les résultats obtenus sont tout à fait différents de la question qu'on s'était proposé d'examiner.

M. Darmois cite en passant le cas qui s'est présenté à lui à l'Université de Nancy où un élève en faisant des recherches sur les constantes diélectriques en est arrivé à transformer son travail en étude sur la propagation des ondes électriques dans l'eau.

Dans le laboratoire industriel, au contraire, le problème est nettement déterminé et imposé par des nécessités pressantes; rectification ou amélioration d'une fabrication, besoin d'égaler ou de surpasser même la qualité des produits de la concurrence.

En ce qui concerne le temps, il n'a aucune importance dans les recherches de science pure alors que dans les laboratoires industriels au contraire le temps a une importance considérable et il est nécessaire que la solution recherchée soit obtenue dans le plus bref délai possible.

La méthode scientifique est la combinaison de la théorie et de l'expérience. Très souvent le problème se pose mal et il importe au directeur des recherches de donner à ses collaborateurs toutes les indications nécessaires sur l'orientation qu'ils doivent donner à leurs recherches.

M. Darmois estime que, d'une façon générale, les écoles françaises formant des ingénieurs ont une tendance à ne donner à ceux-ci que les connaissances techniques nécessaires à leur profession et négligent par trop la culture générale indispensable pour avoir des vues d'ensemble relatiment à l'entreprise des recherches.

D'autre part, un inconvénient rencontré souvent dans les laboratoires scientifiques est que c'est la même personne qui est chargée à la fois d'établir ou d'appliquer une théorie, de préparer les expériences et de les réaliser. Cette façon d'opérer est défectueuse et ne peut être acceptée dans les laboratoires industriels où il est indispensable de diviser le travail et en particulier de faire exécuter les mesures répétées par un personnel subalterne qui sera dressé en conséquence : cette façon d'opérer permet une utilisation beaucoup plus rationnelle des qualités intellectuelles du personnel des recherches proprement dit.

Certains laboratoires industriels ont le défaut de procéder avec beaucoup moins de précision à leurs essais que les laboratoires scientifiques, ce n'est toutefois pas un cas général et l'industrie mécanique et électrique a à sa disposition des appareils de précision qui ne le cèdent en rien à ceux des laboratoires de science pure; il est bon toutefois de remarquer que l'industrie n'a pas un besoin absolu, la plupart du temps, de trouver les lois rigoureuses qui régissent les phénomènes, il lui suffit de lois approchées ou même de formules empiriques.

M. Darmois estime que le directeur général des recherches doit indiquer à son personnel les méthodes à employer, lui faire croire qu'il lui laisse une grande initiative mais en pratique il doit, à son insu, le guider pas à pas.

Pour terminer, M. Darmois montra qu'il n'existe pas de règle pour faire des découvertes et que les résultats dépendent beaucoup d'une question d'organisation.

3. Communication de M. Léauté. — M. Léauté estime que les ingénieurs dans l'industrie n'ont ni les loisirs, ni la plénitude d'esprit nécessaires pour mener jusqu'à son éclosion complète une recherche nouvelle. D'abord la direction et les soucis quotidiens de l'atelier ou de l'affaire absorbent une grande partie de leurs facultés intellectuelles; d'autre part, au point de vue de la documentation nécessaire pour exécuter des recherches, ils rencontrent de grosses difficultés provenant de l'individualisme qui règne dans les différents établissements industriels; il estime donc que les recherches doivent être confiées à un organisme extérieur qui doit les effectuer à la demande mais en dehors de l'industrie. La Société de Recherches et de Perfectionnements industriels a été fondée dans ce but : elle exécute les recherches en collaboration intime avec les ingénieurs des industries intéressées.

Une question très importante au point de vue du résultat est la détermination de l'échelle de l'expérience; un ingénieur qui n'a pas de laboratoire à sa disposition a toujours tendance, soit à faire ses expériences à une échelle industrielle, soit à les faire sur une échelle réduite. Dans le premier cas, il risque de faire de grosses dépenses inutiles et perdre de l'argent, dans le second cas, les résultats obtenus peuvent n'avoir aucune concordance avec ceux que donnerait une expérience en grand. Le conférencier cita, à ce sujet, l'échec d'un essai en grand fait par la Ville de Paris pour l'imprégnation des bois.

Très souvent l'ingénieur se spécialise dans l'industrie à laquelle il se consacre. Cette spécialisation est une cause de stérilité au point de vue de la recherche industrielle; en effet il existe, le plus souvent, des cloisons étanches entre les divers établissements traitant un même produit ou des produits analogues; pour qu'une étude nouvelle soit féconde il est indispensable que tous les procédés de fabrication utilisés avec leurs avantages et leurs inconvénients soient connus de l'expérimentateur chargé de l'étude. Un organisme central seul peut arriver à rassembler toute cette documentation et à en tirer les éléments nécessaires à une découverte nouvelle.

Au point de vue du temps ; dans l'industrie il faut aller très vite et surtout plus vite que le concurrent, c'est pourquoi il n'est pas possible, dans l'exécution de travaux de recherches, de prendre les uns après les autres, tous les facteurs du problème ; il faut faire un choix entre les facteurs à étudier ou à faire varier et c'est dans ce choix que doit se distinguer le directeur du laboratoire. Il peut se tromper mais, d'une façon générale, ce procédé est beaucoup plus rapide et donne d'excellents résultats.

4. Communication de M. Gratzmuller. — Dans l'industrie électromécanique, en France, on s'est longtemps contenté d'appliquer la loi d'Ohm et les lois de l'induction et l'on n'a fait aucune expérimentation. En technique cependant le nombre des paramètres est très grand et la résolution des équations auxquelles on est conduit est bien souvent impossible.

De plus, bien souvent les lois physiques sur lesquelles on s'appuyait n'existaient pas, ce que l'expérimentation aurait démontré de suite. Potier disait : « Faites d'abord des expériences et vous ferez la théorie ensuite ». Cette parole a été confirmée par les faits.

Jusqu'à la guerre, l'expérimentation a été beaucoup trop négligée en France, d'où manque d'élan dans la construction électrique française ; les constructeurs électriciens français, à part quelques rares exceptions, achetaient des plans à l'étranger et se contentaient de les copier avec plus ou moins de succès. Depuis la guerre cet état d'esprit s'est heureusement modifié : l'industrie électrique française s'est tournée vers les recherches scientifiques et les résultats qu'elle a obtenus sont des plus encourageants.

Toutefois, M. Gratzmuller estime la nécessité d'un laboratoire central : comme l'avait déjà montré M. Léauté, ce laboratoire existe pour l'industrie électrique : le Laboratoire central d'Electricité. Malheureusement il ne possède pas les moyens nécessaires pour faire des expériences sur de grosses puissances, il importe à l'industrie française de les lui fournir.

M. Gratzmuller passa ensuite en revue les efforts faits par les industriels électriciens français vers la recherche scientifico-industrielle.

La Société alsacienne de Construction mécanique, après s'être servi de la documentation de la Maison Siemens pour débuter dans la construction du matériel électrique, a assuré le développement de sa fabrication uniquement par ses propres moyens. Le succès obtenu est dû à l'importance de sa documentation et au développement considérable donné à l'expérimentation.

La Compagnie française Thomson-Houston reçoit la documentation de la General Electric Co mais ne se dispense pas de procéder elle-même à de nombreuses recherches et expériences.

La Compagnie Electro-Mécanique qui travaille avec la Société suisse Brown, Boveri et Cie fait également de nombreuses recherches et dispose de moyens d'essais remarquables.

Les Forges et Ateliers de Construction électrique de Jeumont ont le grand mérite de n'avoir eu recours à aucune documentation étrangère et d'avoir toujours opéré seuls ; ils ont obtenu des réalisations remarquables qui leur font le plus grand honneur.

D'autres maisons françaises telles que la maison Breguet, les Etablissements Ragonot, la Savoisienne, les Constructions électriques de Delle, Geoffroy et Delore, les Câbles de Lyon, les Etablissements Carpentier, la Compagnie des Compteurs, les Etablissements Belin, etc., se sont livrées à de nombreuses études, recherches et expériences qui ont permis au matériel de ces différents constructeurs de lutter avec succès contre les meilleures industries étrangères.

Comme conclusion, M. Gratzmuller montra que la servitude de la construction électrique française vis-à-vis de la construction étrangère est en voie de disparaître. Les résultats obtenus ont été considérables, mais ce n'est qu'un début et il faut poursuivre l'effort jusqu'au bout.

Il termine en souhaitant que l'on développe le diplôme d'« ingénieur-docteur », que les professeurs des écoles techniques et des Facultés formant des ingénieurs, fassent de nombreux voyages à l'étranger et que des bourses de voyages soient largement attribuées aux élèves ingénieurs.

5. Communication de M. Darrieus. — Après la guerre, la Société Brown, Boveri et Cie comprit que dans un petit pays comme la Suisse ne possédant pas de matières premières, une grande industrie ne pouvait subsister que par l'excellence de ses produits et les nouveautés de ses fabrications. Brown-Boveri établit alors un laboratoire de recherches très important, comportant des sections de physique, de chimie, de métallographie, d'électricité et de résistance des matériaux.

Ce laboratoire a trois buts principaux :

1° De faire l'étude et le contrôle des matières premières entrant dans la fabrication tant des machines nouvelles que des machines de construction courante ;

2° D'améliorer les procédés de fabrication ;

3° D'exécuter des recherches d'ordre électrique et mécanique.

Parmi les principaux travaux exécutés par la Société Brown, Boveri et Cie, il y a lieu de citer ceux sur : le traitement thermique des tôles ; les huiles pour transformateurs ; les essais de court-circuit dans les alternateurs ; l'étude de la propagation des ondes à front raide dans les transformateurs ; l'étude des isolants ; l'étude et la mise au point définitive des redresseurs à vapeur de mercure ; l'étude des paliers de butée et des paliers porteurs ; l'étude des aubages, des tuyères, des disques, des turbines à vapeur, etc.

M. Darrieus termina en montrant la nécessité de la rédaction d'un rapport détaillé après les essais et de la collaboration étroite entre les différents services d'une même industrie.

6. Communication de M. Duclerc. — M. Duclerc qui a fait un long séjour aux Etats-Unis a visité en détail toutes les installations de la General Electric Co. Cette puissante compagnie américaine, au capital de 240 millions de dollars, qui possède 11 usines, dépense actuellement une somme équivalant à 40 millions de francs pour son laboratoire de recherches.

Ce laboratoire établi à Shenectady occupe une superficie de 50 000 m² et emploie plus de 300 agents dont 100 ingénieurs sous la direction de M. Whitney. Les plus grands savants des Etats-Unis, tels que MM. Coolidge, Langmuir, Peek, etc., assurent leur collaboration aux travaux de ce laboratoire.

Le personnel de recherches de ce laboratoire dispose de tout le confort possible, il est largement rétribué, ce qui lui évite toute préoccupation matérielle ; d'importants crédits lui sont ouverts pour les recherches qui semblent intéressantes et lui permettent de faire tous les essais systématiques qu'il juge nécessaires. Un service d'archives excessivement complet est mis à sa disposition et lui fournit toute la documentation dont il peut avoir besoin.

Les recherches sont entreprises : 1° pour venir en aide

aux différents services de fabrication; 2° pour la mise au point d'appareils nouveaux; 3° Pour des recherches purement scientifiques qui ont souvent des conséquences pratiques tout à fait remarquables.

7. Communication de M. Imbs. — Les inventions faites par les ingénieurs des sociétés de production et de distribution d'électricité portent sur de nouveaux procédés d'exploitation et de nouveaux appareils.

Parmi les travaux ainsi exécutés l'auteur cite : les recherches sur les bobines d'inductance; la détermination des défauts dans les câbles souterrains; le verrouillage des sectionneurs empêchant la coupure en charge : le nettoyage automatique des grilles des prises d'eau; le nettoyage par le sable des chaudières; l'enlèvement hydraulique des mâchefers; la décharge hydraulique du combustible; l'alimentation des relais wattmétriques sans transformateur de tension; la création d'appareils indicateurs de température, d'avertisseurs d'incendie, d'indicateurs de surintensité, d'appareils pour déterminer les défauts d'isolation, de déphaseurs, de redresseurs de courant pour véhicules automobiles, de fusibles à haute tension, etc.

Beaucoup de ces études et découvertes ont eu des conséquences considérables tant par les économies d'argent, de temps et de personnel, que par l'augmentation de la sécurité d'exploitation qu'elles ont procurées.

M. Imbs remarque que bien souvent l'exploitant est conduit à étudier des problèmes que les savants des laboratoires ne peuvent songer à se poser et que la résolution de ces problèmes a eu souvent une importance technique et économique considérable.

Il remarque, en outre, que presque toutes ces inventions ont été réalisées par les mêmes personnes. D'après son expérience, il juge que pour mener à bien des découvertes il faut des dons particuliers et une éducation spéciale. A son avis, l'Ecole supérieure d'Electricité donne à ses élèves la formation nécessaire pour leur permettre de réaliser avec succès tous les travaux relatifs aux recherches et mises au point du matériel.

Enfin M. Imbs estime que si les laboratoires particuliers sont nécessaires, il est indispensable qu'il existe un laboratoire central qui puisse contrôler ce qui est fait par les autres laboratoires, ce rôle doit être joué par le Laboratoire central d'Electricité auquel les sociétés doivent apporter leur concours pour lui fournir tous les appareils de mesure et d'essais nécessaires afin qu'il puisse exercer son contrôle dans les meilleures conditions possibles.

A la suite de cette discussion M. Fabry, président de la Société, après avoir remercié les différents conférenciers de leurs remarquables communications, insista sur l'identité des recherches scientifiques et des recherches industrielles qui ne diffèrent, en réalité, qu'en ce que le laboratoire industriel travaille uniquement vers un but déterminé.

Il fit observer, en terminant, que le laboratoire de la General Electric Co, qu'il a visité lui-même, n'est pas à proprement parler un laboratoire de recherches industrielles mais surtout un laboratoire de recherches scientifiques. On y fait des recherches sur un sujet quelconque et on cherche ensuite quelle application industrielle on peut donner à cette découverte.

Il souhaita enfin qu'en France, une entente se fasse entre nos différentes industries pour créer et subventionner un laboratoire qui puisse se livrer à des études qui n'aient pas uniquement un but industriel. — H. C.

Bibliographie : Polyphase induction motors (Moteurs d'induction polyphasés), par R.-D. Archibald [1]. — Ce petit ouvrage traite de la théorie et du calcul des moteurs d'induction polyphasés.

L'exposition du sujet bien que d'un caractère simplifié conserve néanmoins une exactitude suffisante pour assurer aux résultats obtenus une validité admissible en pratique.

Après un rappel des principes élémentaires relatifs aux champs tournants, l'auteur expose dans le chapitre II la construction du diagramme du cercle. Il étudie ensuite dans le troisième chapitre le mécanisme des actions magnétisantes et l'influence de la dispersion.

L'auteur indique ensuite un exemple d'application des formules établies pour le calcul des pertes d'un moteur déterminé. Il consacre enfin le cinquième et dernier chapitre à l'examen des caractéristiques des moteurs d'induction, aux méthodes de démarrage et aux procédés utilisés pour l'obtention des variations de vitesse.

Cet ouvrage sera lu avec intérêt par les étudiants et les ingénieurs des bureaux d'étude pourront également le consulter avec profit. — L. V.

Bibliographie : Annuaire pour 1927 de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques, de l'Electrométallurgie, de l'Electrochimie et des Industries qui s'y rattachent [2]. — Cet annuaire est suffisamment connu de nos lecteurs pour que nous n'insistions pas sur l'intérêt que présentent les renseignements qu'il contient.

Les différentes parties qu'il comporte ont été mises à jour pour tenir compte des modifications qui ont été apportées depuis l'année dernière, notamment en ce qui concerne la législation.

La première partie est relative aux renseignements d'ordre syndical.

La deuxième partie contient la liste des établissements et sociétés adhérant à la Chambre syndicale et mentionne, pour chacun d'eux, les renseignements financiers et techniques.

La troisième partie donne des renseignements de même nature sur l'Union des Industries métallurgiques et minières, l'Union des Syndicats de l'Electricité, la Société hydrotechnique de France et le Groupe nord des Alpes pour la restauration des terrains en montagne.

La quatrième partie concerne les renseignements généraux sur les ministères français.

La cinquième partie contient les statistiques relatives à la France sur l'aménagement des chutes d'eau, les capitaux investis dans l'industrie hydroélectrique, électrochimie et électrométallurgie et la liste des principales usines hydrauliques en service, en construction ou en projet.

Enfin, la législation des chutes d'eau et celle relative aux distributions d'énergie électrique forment la sixième et dernière partie. — L. V.

(1) Un volume, format 19 cm × 13 cm, de 88 pages, avec 46 figures dans le texte, édité par la librairie Chapman et Hall Ltd, 11, Henrietta street, Covent Garden, à Londres W C 2 (Angleterre). Prix : relié, 5 shillings.

(2) Un volume, format 21 cm × 13 cm, de 1 067 + 160 pages, édité par la Chambre syndicale des Forces hydrauliques, de l'Electrométallurgie, de l'Electrochimie et des Industries qui s'y rattachent, 7, rue de Madrid, à Paris (8e). Prix : broché, 35 fr.

Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension *(Suite)* (*)

Compte rendu de la première section *(Suite et fin)*

(Matériel et exploitation des usines génératrices et des postes de transformation)

Alternateurs.

SUR LA CONSTRUCTION ET LES CONDITIONS DE SERVICE DES TURBOALTERNATEURS A GRANDE VITESSE. — Tel est le titre du rapport dans lequel M. E. WILCZEK (Hongrie) s'est proposé de donner quelques renseignements sur le développement récent d'un type d'alternateur étudié lors d'une communication présentée à la précédente session (1) de la Conférence.

Le rapporteur envisageant les machines établies par la Société anonyme d'Electricité Ganz, à Budapest, indique que l'emploi de la micanite a permis de construire des rotors à encoches parallèles susceptibles d'atteindre des températures supérieures à 220°C pendant 120 heures, sans qu'il en résulte de dommages pour l'isolation. On obtient ainsi des avantages très appréciables au point de vue de l'aptitude de la machine à supporter les courts-circuits et les charges déséquilibrées. L'emploi de pôles saillants est favorable à l'isolation des bobines, obtenue en utilisant la micanite tant dans les encoches qu'entre les spires. De plus, la fixation rigide des enroulements et des têtes de bobines est réalisée par une sorte de blindage. Enfin, dans le but de prévenir les mises à la terre de l'enroulement d'excitation et de prévenir l'effet des surtensions, le point milieu de ce dernier est relié à la masse.

M. Wilczek a traité ensuite de la question des compensateurs synchrones. On peut utiliser les alternateurs des usines génératrices en assurant leur démarrage par la turbine principale ou par une turbine auxiliaire spéciale, mais ce procédé est défectueux du fait qu'il oblige à fournir de la vapeur en conséquence et implique l'utilisation d'un embrayage. Il est préférable d'employer un moteur de lancement ou de démarrer en asynchrone. M. Wilczek indique, à ce sujet, des résultats obtenus dans la pratique. Le fonctionnement des compensateurs synchrones avec déphasage en avant étant nécessaire pour la charge des lignes, les alternateurs à pôles saillants sont bien adaptés à ce but. Des dispositions spéciales ont été prévues pour permettre la réduction du nombre de spires de l'induit afin d'augmenter le courant d'excitation nécessaire à la marche à vide, de réduire la réaction d'induit et enfin d'accroître le courant de capacité.

M. Wilczek a exposé ensuite diverses considérations relatives à la ventilation des alternateurs et à l'utilisation de la chaleur dégagée par ces derniers pour réaliser le réchauffage de l'eau condensée.

En ce qui concerne la tension normale admissible pour les alternateurs, dans l'état actuel de la construction, M. Wilczek estime qu'il n'y aura pas d'ozonisation tant que la tension restera inférieure à 6600 v. Toutefois, à la tension de 11000 v, la quantité d'ozone formée est encore insignifiante.

DISCUSSION. — A la suite du rapport de M. Wilczek, diverses observations ont été présentées par MM. Dubertret (France), Haveau (France) et Rougé (France).

M. Rougé signale que certains rotors à grande vitesse n'ayant pas une isotropie parfaite d'élasticité, présentent deux vitesses critiques pour l'une desquelles la rupture peut survenir.

M. Haveau fait remarquer que quand une mise à la masse a lieu sur un rotor d'alternateur, il ne se produit rien d'anormal dans le fonctionnement. La présence de deux masses sur le circuit d'excitation est nécessaire pour que des vibrations se manifestent sur le rotor. Un contrôle fréquent de l'isolement est nécessaire de la part de l'exploitant afin de déceler la première mise à la masse avant tout incident. Si donc on adopte la méthode préconisée par M. Wilczek en connectant en permanence à la terre le point milieu de l'enroulement d'excitation, il survient une vibration dangereuse dès que la première masse se produit

M. Dubertret fait observer à ce sujet qu'il faut prendre en considération non seulement les masses susceptibles de se produire dans l'enroulement proprement dit du rotor, mais encore dans les connexions d'excitation et en particulier dans le rhéostat de champ principal.

CONSIDÉRATIONS SUR L'AUTOEXCITATION DES ALTERNATEURS BRANCHÉS AUX LIGNES A HAUTE TENSION. — On sait que quand un alternateur est branché sur un condensateur, le courant qu'il débite est déphasé de 90° en avant de la tension et agit de telle sorte qu'il renforce son excitation. Ce phénomène a pour conséquence une augmentation de la tension de l'alternateur qui accroît encore le courant de capacité magnétisant, et ainsi de

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 2, 9 et 16 juillet 1927, t. XXII, p. 5-6, 50-56 et 91-100.

(1) Conférence internationale des grands Réseaux à très haute Tension. *Revue générale de l'Electricité*, 11 juillet 1925, t. XVIII, p. 14-16.

suite jusqu'à l'obtention d'un état d'équilibre correspondant à la saturation du circuit magnétique. Ainsi, l'excitation nécessaire à l'obtention d'une tension déterminée aux bornes de l'alternateur est plus faible que si le condensateur n'était pas branché.

Un tel phénomène, bien que connu depuis longtemps(¹), a acquis une importance de premier ordre en raison d'une part de la longueur atteinte par les lignes de transmission dont la capacité atteint ainsi des valeurs considérables et, d'autre part, de l'accroissement des tensions d'utilisation.

Dans un rapport relatif à cette question M. G. Petresco (Roumanie) a indiqué une méthode permettant la prédétermination des conditions d'autoexcitation d'un alternateur sans qu'il soit nécessaire de le brancher sur la ligne.

Si on considère une génératrice à courant continu à excitation shunt, sa stabilité de fonctionnement sera assurée quand la caractéristique de l'enroulement inducteur $U = Ri$ coupera la caractéristique en charge de la machine au-dessus du coude présenté par la courbe (fig. 12).

De la même manière, étant donné la caractéristique à vide d'un alternateur, la caractéristique de la ligne

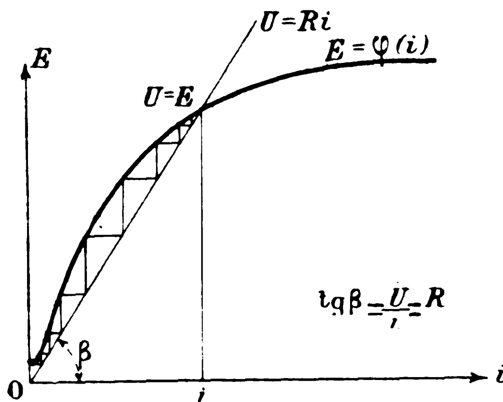


Fig. 12. — Point de fonctionnement d'une génératrice shunt.

sur laquelle il débite $U = f(I)$, rapportée aux ampères-tours d'excitation, sera une droite passant par l'origine et le fonctionnement sera stable quand cette droite coupera la caractéristique à vide au delà du coude qu'elle présente (fig. 13).

On peut considérer que l'action magnétisante du courant de capacité a le même effet qu'un courant d'excitation fictif supplémentaire j proportionnel à ce dernier.

(¹) A. Blondel; *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 1899, t. cxxix, p. 89.

J. Bethenod; Sur l'alternateur à résonance. *La Lumière électrique*, 25 décembre 1909, t. viii (2ᵉ série), p. 395-399.

J. Labouret; Répercussion des lignes de fortes capacités à vide sur le fonctionnement des alternateurs. *Revue générale de l'Électricité*, 17 décembre 1921, t. x, p. 875-876.

M. Barrère; Sur l'autoexcitation des alternateurs. *Revue générale de l'Électricité*, 18 juillet 1925, t. xviii, p. 111-113.

caractéristique à vide de l'alternateur aura pour équation

$$V = E = \varphi\,(i + j)$$

La caractéristique de la ligne aura pour équation

$$j = \alpha I_c = \alpha V C \omega$$

Si un transformateur de rapport de transformation n est intercalé entre la ligne et l'alternateur, on aura

$$j = \alpha V C \omega n^2.$$

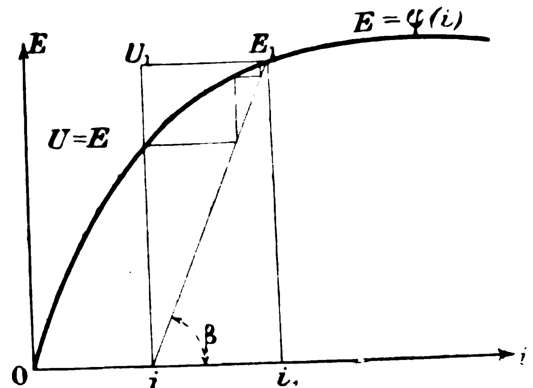


Fig. 13. — Conditions de stabilité d'un alternateur branché sur une ligne de transmission à vide, déduites de la caractéristique de cette dernière et de celle à vide de l'alternateur.

L'effet du transformateur est de réduire le phénomène d'autoexcitation du fait que son courant magnétisant est opposé au courant de capacité de la ligne, comme le montrent les courbes de la figure 14. Il en

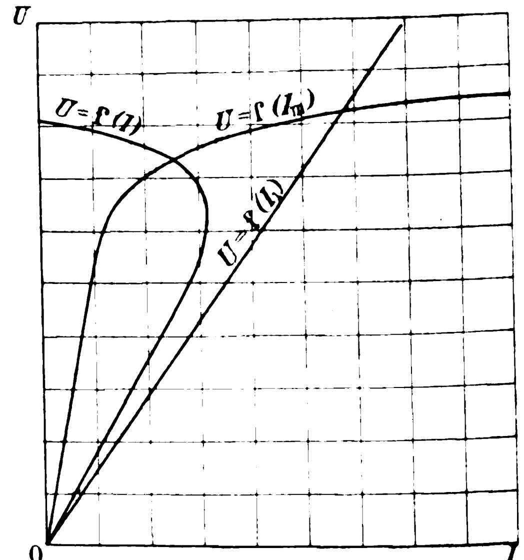


Fig. 14. — Courbes : $V = f(I_c)$ en fonction du courant de capacité de la ligne; $V = f(I_m)$ en fonction du courant magnétisant du transformateur; $V = f(I)$ en fonction de la résultante des courants précités.

résulte alors que la caractéristique du courant de charge de la ligne $U = f(I)$ n'est pas une droite dans le cas considéré.

La méthode de M. Petresco est basée sur le principe indiqué par Potier pour la prédétermination de la caractéristique en charge d'un alternateur.

On sait que la caractéristique à vide d'un alternateur et sa caractéristique en charge réactive constante, cor-

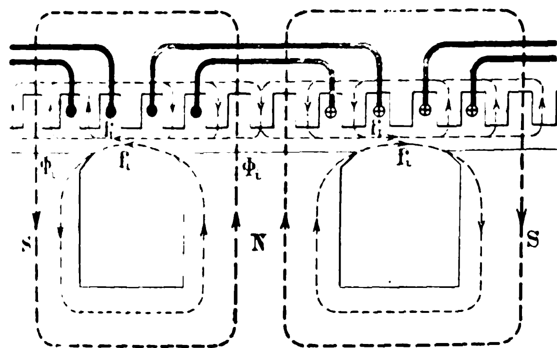


Fig. 15. — Fonctionnement d'un alternateur en courant entièrement inductif (réaction démagnétisante).

respondant à un courant I, sont parallèles. Cette propriété est déterminée par les 2 coefficients λ et α de Potier, l'un λ étant la réactance de fuites de l'alternateur, l'autre α étant le rapport d'équivalence entre les ampères-tours inducteurs et induits.

Le coefficient λ a une valeur plus réduite dans le cas de la charge réactive de capacité comme le montrent les figures 15 et 16. C'est ainsi que dans le cas

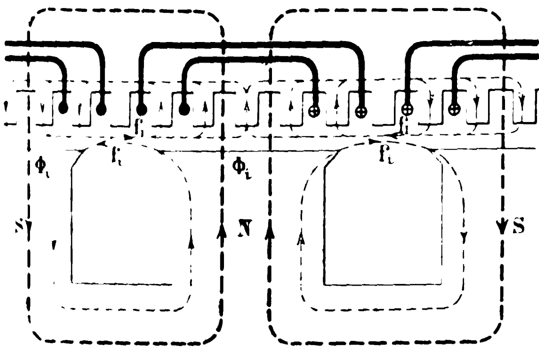


Fig. 16. — Fonctionnement d'un alternateur en courant de capacité (réaction magnétisante).

de la figure 15, la charge est inductive et les forces magnétomotrices de l'inducteur et de l'induit sont en opposition; les fuites de ces derniers sont alors de même sens. Au contraire, avec un courant de capacité, les forces magnétomotrices sont de même sens; les fuites sont donc en opposition et, par conséquent, réduites (fig. 16). Il faut donc, dans l'application de la méthode, utiliser, non pas la caractéristique à courant constant déphasé en arrière, mais celle à courant constant déphasé en avant. Elle s'obtiendra en faisant débiter l'alternateur considéré dans un autre alternateur surexcité, fonctionnant en moteur synchrone.

La méthode de Potier permettra alors de déduire de la connaissance des coefficients λ et α, la caractéristique de la tension aux bornes en fonction du courant d'excitation et à courant constant. D'autre part, la caractéristique en charge de la ligne se déduit des constantes de la ligne. On trouve

$$V = \frac{1}{n^2 C\omega}\left[(I - \lambda' C\omega) + I_m\right],$$

C étant la capacité de la ligne;
n, le rapport de transformation du transformateur;
λ', la réactance de ce dernier;
I_m, son courant magnétisant.

En prenant alors les valeurs de la tension qui correspondent, sur la caractéristique de la ligne, à diverses valeurs du courant et en les transportant sur les caractéristiques de la tension aux bornes en fonction du courant d'excitation et à courant constant, on obtient un certain nombre de points de fonctionnement. Ceux-ci satisfont en même temps aux deux équations de la tension aux bornes de l'alternateur et aux bornes de la ligne et, par conséquent, appartiennent à la caractéristique cherchée $U_c = f(i)$.

M. Petresco indique une seconde méthode simplifiée déduite de la précédente et conclut en faisant remarquer que l'élévation de tension sur un alternateur, du fait de l'autoexcitation, est d'autant plus élevée que les coefficients de Potier α et λ ont une valeur plus grande, c'est-à-dire que les machines ont elles-mêmes une réaction d'induit plus élevée. Par contre, une machine à faible réaction d'induit sera coûteuse et présentera un courant de court-circuit élevé. C'est aux constructeurs qu'il appartient de concilier ces exigences [1] et M. Petresco estime que les surtensions dues au phénomène de l'autoexcitation ne seront pas à craindre si les alternateurs sont largement dimensionnés et ont une réaction d'induit relativement faible.

DISCUSSION. — Le rapport de M. Petresco a donné lieu à une discussion à laquelle ont pris part MM. Belfils (France), Budeanu (Roumanie), Duquesne (Belgique) et Fallou (France).

M. Belfils a rappelé que le problème de l'autoexcitation d'un alternateur débitant sur une capacité a été traité par M. Blondel. Il a fait ensuite remarquer que dans le phénomène d'autoexcitation avec les alternateurs sans pôles saillants, l'excitation est asynchrone, c'est-à-dire que la fréquence des courants d'excitation est légèrement inférieure à la fréquence de rotation de la machine.

Quand on coupe l'interrupteur à l'extrémité d'une longue ligne de transmission, la surtension peut atteindre 50 pour 100 de la tension normale aux bornes d'un alternateur alimentant cette ligne.

(1) Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension. *Revue générale de l'Électricité*, 11 juillet 1925, t. XVIII, p. 47-49.

M. Budeanu a fait observer que la méthode présentée par M. Petresco est une méthode de prédétermination des effets d'autoexcitation qui a fait l'objet d'essais concluants. Quand la réaction d'induit est faible et que les alternateurs sont largement dimensionnés, les surtensions ne sont pas aussi dangereuses qu'on l'estime ordinairement.

M. Fallou a signalé l'utilité d'une génératrice auxiliaire pour alimenter séparément le circuit d'excitation de l'excitatrice d'alternateur. Ce dispositif permet l'emploi d'un rhéostat potentiométrique avec lequel il est facile d'obtenir le renversement du courant d'excitation de l'alternateur.

M. Belfils fait alors remarquer que la Société alsacienne de Constructions mécaniques a déjà réalisé un semblable dispositif.

M. Duquesne attire l'attention des auditeurs sur le fait que des phénomènes de même nature que ceux signalés peuvent se produire avec les génératrices asynchrones. Il relate à ce sujet deux cas qui se sont produits en Belgique et qui furent suivis d'accidents mortels.

Excitation a réaction rapide pour machines synchrones. — Parmi les diverses questions qui se posent au sujet du problème du maintien de la stabilité dans les réseaux de transmission, l'un des plus importants est d'obtenir que les durées de réaction entre les variations de la charge et celles correspondantes de l'énergie réactive, soient aussi réduites que possible. Un dispositif réalisant ces conditions a été décrit, sous le titre précité, dans le rapport de M. C.-A. Powel (Etats-Unis).

L'auteur envisageant le réglage d'un réseau par machines synchrones rappelle que la réaction du fonctionnement des excitatrices ordinaires contrôlées au moyen de régulateurs automatiques de tension n'obéit que très lentement aux variations de charge. Dans ces conditions, si un défaut survient sur une ligne de transmission du réseau, la surintensité qui en est la conséquence a tout le temps nécessaire pour démagnétiser le champ inducteur avant que la tension puisse augmenter suffisamment pour rétablir à nouveau le flux principal. Dans de telles conditions, un court-circuit triphasé réduit la tension induite à environ 50 pour 100 de sa valeur initiale en un temps de 0,5 seconde.

L'emploi d'une excitatrice spéciale à réaction rapide procure une chute de tension induite de 5 à 10 pour 100 dans les conditions précédentes. Une telle machine dont l'auteur indique le mode de construction comporte un enroulement inducteur divisé en plusieurs circuits en parallèle de manière à diminuer l'inductance par circuit et par suite à réduire la constante de temps. D'autre part, cet effet de réduction est encore accentué en subdivisant l'enroulement de l'induit en un grand nombre de conducteurs. Enfin la diminution de l'entrefer permet, à égalité de flux, de réduire le nombre de spires de l'inducteur.

L'excitatrice doit être excitée au moyen d'une source indépendante et avoir une vitesse de rotation élevée afin de diminuer le flux nécessaire à l'obtention d'une tension déterminée. La figure 17 montre le schéma des connexions utilisé pour réaliser le dispositif. La machine synchrone entraîne un alternateur auxiliaire

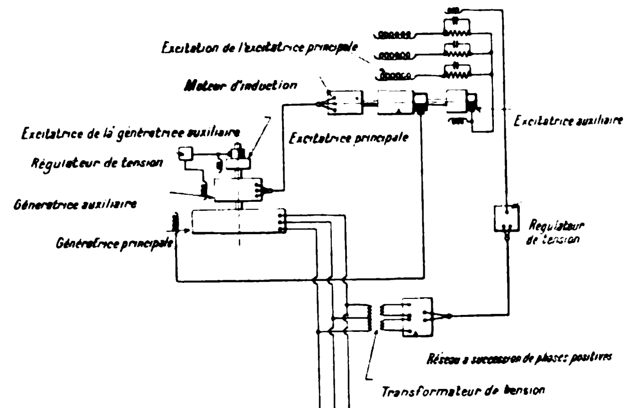


Fig. 17. — Schéma des connexions du dispositif spécial d'excitation à réaction rapide.

et l'excitatrice de ce dernier. Cet alternateur alimente un moteur d'induction accouplé à l'excitatrice principale de la machine synchrone et à une excitatrice auxiliaire dont l'excitation est contrôlée par un régulateur de tension à action rapide. Ce dernier est connecté au réseau desservi par la machine synchrone, par l'intermédiaire d'un appareil appelé « réseau à succession de phases positives » (fig. 18) et consistant en une com-

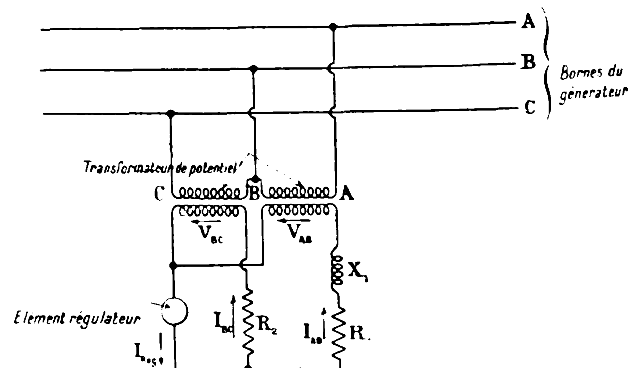


Fig. 18. — Schéma des connexions de l'appareil à succession de phases positives.

binaison de résistances et de réactances. Les valeurs de celles-ci sont choisies de telle sorte que le courant fourni à l'enroulement du régulateur soit déphasé de 90° en arrière de la composante relative à l'une des phases de l'appareil, de telle sorte que la tension de l'excitatrice est toujours modifiée dans un sens favorable.

M. Powel a fourni, dans son rapport, une série de courbes montrant l'efficacité du système dans diverses conditions de fonctionnement. La figure 19, en particulier, montre les courbes de réaction de la tension d'excitation en fonction du temps.

La Westinghouse electric and manufacturing Co a

mis au point des excitatrices à réaction rapide avec lesquelles le rapport initial d'accroissement de la tension est de plus de 700 v par seconde quand elles sont excitées séparément, tandis qu'une excitatrice normale à autoexcitation donne seulement un rapport d'accroissement de 30 v par seconde.

Méthode la plus simple pour la mesure de la réactance de fuites des alternateurs a courant triphasé. — Cette question a fait l'objet d'un rapport, ainsi intitulé, de MM. W.-A. Tolwinski (Russie) et D.-B. Efremov (Russie).

Les auteurs ont fait la critique des méthodes habituellement employées pour la mesure de la réactance

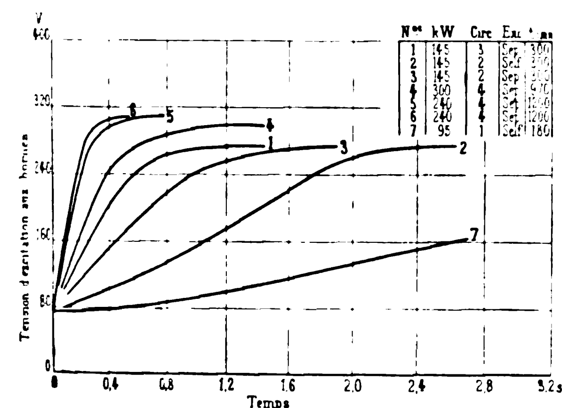


Fig. 19. — Courbes de réaction de la tension d'excitation en fonction du temps.

de fuites des alternateurs à courant triphasé. Ils ont notamment examiné les méthodes de MM. Fallou [1] et Kapp et évalué les erreurs relatives auxquelles ces méthodes donnent lieu.

La méthode proposée est obtenue par la combinaison des deux précédentes et l'emploi des trois caractéristiques suivantes :

1° Caractéristique à vide ;

2° Caractéristique en court-circuit monophasé ;

3° Caractéristique en court-circuit, de deux phases.

Les auteurs exposent, en terminant, les résultats d'essais comparés qu'ils ont exécutés avec ces trois méthodes et avec, comme méthode de contrôle, celle dans laquelle le rotor est enlevé.

Discussion. — MM. Belfils et Fallou ont présenté diverses remarques au sujet de ce rapport d'où il résulte que la méthode préconisée par les auteurs et celles de MM. Kapp et Fallou ne conduisent pas à mesurer les mêmes grandeurs. Il convient donc de ne pas attribuer une valeur rigoureuse au tableau de comparaison reproduit dans le rapport.

Essais du matériel.

Choix de la tension d'épreuve des machines électriques a haute tension. — Cette question qui avait été déjà examinée en détail lors de la Conférence de 1925 [1] a fait l'objet d'un rapport de MM. G.-J.-Th. Bakker (Pays-Bas) et O.-C. van Staveren (Pays-Bas).

La détermination de la rigidité diélectrique des isolants des machines électriques a consisté jusqu'à présent, en l'absence de connaissances plus approfondies sur les phénomènes diélectriques, à soumettre les appareils à une tension élevée pendant un temps plus ou moins long en partant du raisonnement simpliste d'après lequel une machine pouvant résister pendant un temps réduit à une tension supérieure à la tension de service, résistera à cette dernière pendant un temps à peu près indéfini.

La détermination des coefficients d'épreuve est arbitraire et une telle méthode aboutit fatalement à une fatigue de l'isolant qui ne peut être que préjudiciable à sa tenue en service normal ainsi que M. E. Wilczek l'avait signalé lors d'une communication présentée à la dernière session de la Conférence.

Dans le but de remplacer la méthode usuelle, les auteurs du rapport émettent l'avis qu'il y a lieu de distinguer entre l'examen de la qualité du matériel isolant

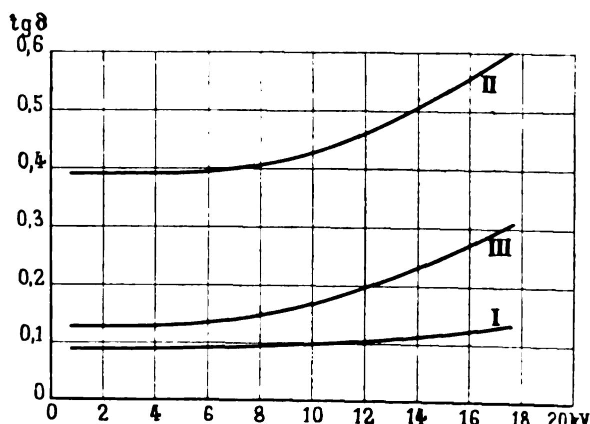


Fig. 20. — Caractéristiques d'ionisation d'une barre de génératrice pour une machine à 10 000 v (tension de phase 5 800 v). I, courbe correspondant à une barre neuve ; II, après échauffement jusqu'à 71°C ; III, après refroidissement ultérieur jusqu'à 18°C.

employé dans la construction et l'examen de la machine achevée construite avec ce matériel.

En ce qui concerne le premier point, les auteurs proposent une méthode analogue à celle stipulée dans les prescriptions néerlandaises pour les essais des câbles à haute tension, ce qui conduit à examiner, d'une part, les propriétés diélectriques du matériel employé et, d'autre part, sa résistance aux tensions élevées.

L'examen des propriétés diélectriques revient à étudier la variation des pertes diélectriques en fonction de la tension pour diverses valeurs du temps et de la température. Les figures 20 et 21 montrent les

[1] J. Fallou : Sur la détermination de la réactance de dispersion des alternateurs synchrones. *Revue générale de l'Électricité*, 27 septembre 1924, t. XVI, p. 491-493.

[1] *Revue générale de l'Électricité*, 18 juillet 1925, t. XVIII, p. 104-106.

résultats obtenus avec une barre de stator d'alternateur et une bobine entière, en utilisant la méthode du pont de Schering.

Le rapporteur est d'avis qu'il serait désirable que l'isolation des machines soit, comme pour les câbles, exécutée de telle sorte qu'il ne se produise aucun phénomène destructif à la tension de service, c'est-à-dire que cette tension corresponde à la partie horizontale de la caractéristique d'ionisation.

L'examen offre peu de difficulté pour les barres des génératrices mais on conçoit qu'il n'en est pas de même avec les têtes de bobines. Il n'est pas nécessaire, naturellement, d'examiner toutes les bobines destinées à la machine; on peut se borner à essayer quelques bobines d'épreuve pour chaque génératrice.

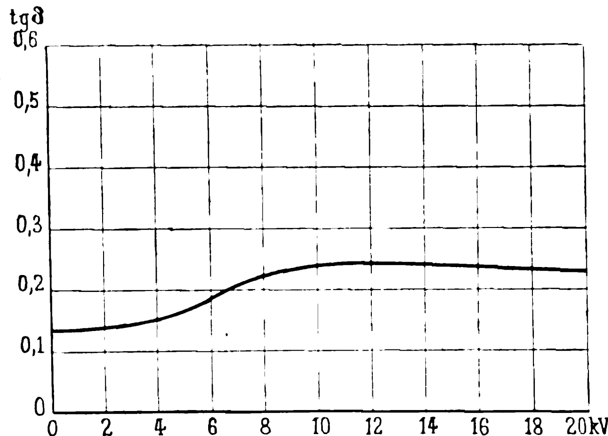


Fig. 21. — Caractéristique d'ionisation d'une bobine entière de génératrice (deux barres et deux têtes de bobine), pour une machine à 10 000 v (tension de phase 5 800 v).

Un tel examen permettra alors de juger de la valeur du matériel isolant employé, du fait qu'il indiquera l'absence de phénomènes destructifs à la tension de service et son exécution, sur une série de machines, fournira un contrôle exact de la fabrication.

En ce qui concerne le second point, c'est-à-dire l'examen de la résistance aux tensions élevées, on devra déterminer sur chaque bobine une caractéristique donnant pour chaque tension la valeur du temps pendant lequel cette tension est supportée. La figure 22 donne un exemple d'une telle caractéristique.

Cette figure montre que pour des tensions qui ne diffèrent de la tension de percement que de 20 pour 100 au plus, le percement n'a pas lieu même après un temps assez long. On peut donc déterminer la tension asymptotique du phénomène, c'est-à-dire celle qui correspond à l'asymptote horizontale de la courbe de durée de percement. Cette tension asymptotique devra être supérieure à toutes les tensions auxquelles la machine pourra être exposée. En outre, on devra déterminer la tension asymptotique de contournement pour la partie d'une barre sortant du fer du stator et, également, déterminer la caractéristique de durée de contournement en fonction de la tension.

Les auteurs estiment, en résumé, que le matériel isolant ne devra pas présenter de phénomène d'ionisation pour des valeurs de la tension un peu supérieures à la tension de service et que la tension asymptotique de percement des barres, des têtes de bobines et celle de contournement de la partie de la barre sortant du fer du stator devront être d'au moins 1,2 à 1,5 fois la surtension maximum qui puisse se présenter sur la machine. Cette dernière est d'environ deux à trois fois la tension de service si le neutre est connecté à la terre et de trois à quatre fois cette tension si le neutre est isolé.

Relativement à l'examen des machines construites, il s'agit, après avoir acquis une idée des propriétés des isolants, de contrôler la qualité du montage. On

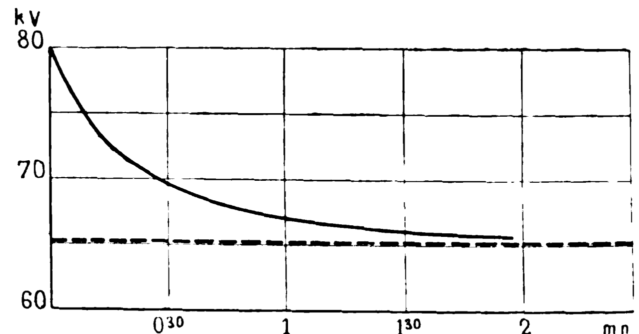


Fig. 22. — Caractéristique de durée de percement de l'isolant d'une barre de génératrice pour une machine à 10 000 v (tension de phase 5 800 v).

pourra alors, si le matériel isolant satisfait aux exigences précitées, envisager une épreuve à la tension la plus élevée qui puisse se produire en service, c'est-à-dire à 2,5 fois la tension de service si le neutre est à la terre et 3,5 fois cette même tension si le neutre est isolé. Cette tension d'épreuve devra rester inférieure aux tensions de contournement et de percement mentionnées plus haut. Il est désirable, au point de vue constructif, de choisir une tension d'épreuve aussi faible que possible du fait que, dans la plupart des cas, la tension de contournement sera le facteur décisif, c'est-à-dire qu'elle sera inférieure à la tension asymptotique de percement.

A la dernière session de la Commission électrotechnique internationale, à New-York, en avril 1926, la tendance était d'adopter une tension d'épreuve de $2E + 1000$ v, même pour les machines d'une puissance inférieure à 10 000 kv-A. Les auteurs du rapport estiment qu'il ne serait pas désirable de fixer la tension d'épreuve à une valeur inférieure à 2,5 E, autrement, les constructeurs seraient amenés, sous la pression de la concurrence, à économiser sur l'épaisseur de l'isolement. Ils demandent que cette épreuve soit encore complétée par une recherche plus approfondie de la qualité de l'isolant employé.

Discussion. — Le rapport de M. Bakker a été suivi d'une discussion à laquelle ont pris part MM. Del

Buono (Italie), Feldmann (Pays-Bas), Häberli (Suisse), Kopeliovitch (Suisse) et Wilczek (Hongrie).

M. Wilczek fait remarquer que l'isolation des barres de stator des alternateurs est beaucoup plus importante que celle des têtes de bobines et que la sécurité de service des machines est accrue quand on sépare chaque spire du fait de l'insertion d'une couche d'air isolante.

En ce qui concerne la mise à la terre du neutre, M. Wilczek estime qu'il est préférable de l'adopter dans tous les cas à condition que la courbe de tension soit bien sinusoïdale afin d'éviter la présence de courants parasites de circulation. Il est d'avis, d'autre part, que l'adoption d'une tension d'essai de $2E + 5000$ v est possible dans la construction moderne, mais que la méthode proposée par le rapporteur doit être étudiée de près.

M. Häberli se demande si l'on doit appliquer une tension de 2,5 v entre les spires d'une même bobine en raison des valeurs mesurées relativement aux surtensions. D'autre part, l'absence de connaissances précises sur la nature des isolants ne permet pas, d'après M. Häberli, d'employer une tension d'essai variant de 2,5 à 3,5 fois la tension normale. Enfin la normalisation des cahiers des charges concernant les isolants et les essais à leur faire subir, doit être basée non seulement sur des expériences de laboratoire, mais encore sur l'expérience acquise et la statistique des accidents.

M. Feldmann rappelle que les experts de la Commission électrotechnique internationale, lors de la réunion de New-York, étaient d'accord pour adopter une tension de $2E + 1000$ v mais que le vœu de l'adoption d'un essai complémentaire avait été émis.

M. Feldmann estime notamment que l'épreuve proposée par MM. Bakker et van Staveren est ingénieuse mais que l'adoption d'une tension d'essai égale à 3,5 fois la tension normale lui parait discutable.

M. Kopeliovitch fait remarquer que les raisons pour lesquelles les auteurs du rapport en discussion proposent une augmentation de la tension d'essai ne sont pas nouvelles. On a observé, en effet, des surtensions égales à 4 fois la tension de service, même quand le neutre est à la terre, lors de mises à la masse intermittentes ou en cas de manœuvre d'interrupteurs.

M. Kopeliovitch est d'avis qu'il faut prendre en considération la durée de l'essai car si la tension d'essai des isolateurs, par exemple, est supérieure à la tension d'essai d'une machine, cela ne signifie pas que cette dernière sera la plus faible; les surtensions ont une courte durée et les matières isolantes employées dans la construction des machines présentent alors une rigidité plus élevée que lors des essais d'une minute.

Enfin M. Kopeliovitch pense que les méthodes d'essais d'isolement des machines électriques ne peuvent pas être analogues à celles préconisées pour les câbles en raison de la différence des matières isolantes utilisées. En particulier, la mesure des pertes au wattmètre n'est pas applicable du fait que l'ionisation, si elle est très dangereuse pour l'isolant au papier des câbles, l'est beaucoup moins avec les isolants employés dans la construction des machines. D'autre part, il existe dans ces dernières des contraintes mécaniques exercées sur les isolants et dont il faut tenir compte. La machine supportera bien un essai à tension élevée quand elle sera neuve, mais il n'en sera plus de même quand elle aura été soumise à un court-circuit violent.

M. Del Buono fait observer que parmi les facteurs qui déterminent la rupture diélectrique, la puissance en jeu intervient et il demande si on a déjà envisagé dans les formules déterminant la tension d'essai, l'introduction d'un facteur tenant compte de la puissance de la machine essayée.

M. Bakker répond à M. Del Buono que ce mode de détermination de la tension d'essai n'a pas été envisagé. Quant à la question d'isolation des bobines, il est de l'avis de M. Kopeliovitch de faire subir aux têtes de bobines une tension plus élevée qu'aux barres.

Relativement à la mise à la terre du neutre, M. Bakker est d'avis qu'elle présente beaucoup d'avantages mais qu'on peut parfois s'en passer. Enfin il fait remarquer qu'il a envisagé le cas du raccordement direct des alternateurs aux réseaux de câbles comme il est réalisé par exemple aux Pays-Bas et où par conséquent les alternateurs se trouvent placés dans des conditions défavorables relativement à l'effet des surtensions.

L'assemblée se ralliant à la proposition du président est d'accord pour demander à la Commission électrotechnique internationale de pousser l'examen de la question.

Matériaux isolants.

Les prescriptions normalisées pour les compounds. — M. H.-W.-L. Brückman (Pays-Bas) a présenté, sous ce titre, un rapport donnant un aperçu général des exigences auxquelles doivent satisfaire les substances désignées sous le nom de compounds ainsi que des propriétés qu'il est désirable que ces substances possèdent. L'auteur établit ensuite une comparaison des prescriptions émises à ce sujet dans différents pays, notamment en Suède, en Belgique, aux Pays-Bas et en Allemagne, ainsi que des méthodes d'essai employées à cet effet. Cette comparaison amène à formuler les conclusions suivantes :

1° Les compounds doivent avoir une rigidité diélectrique suffisante ainsi qu'une forte adhérence à la gaine de plomb des câbles avec lesquels ils sont utilisés. On évite ainsi la pénétration d'humidité dans ces derniers; en outre, on devra exiger une indifférence chimique complète par rapport aux matériaux constitutifs des câbles ;

2° Les compounds devront posséder une fluidité suffisante à une température qui ne soit dangereuse ni pour eux-mêmes ni pour les matières constitutives des câbles; de plus ils devront, à la température d'utilisation, présenter une consistance suffisante ;

3° Les compounds devront avoir un retrait aussi faible que possible, ne pas former de bulles, être bien homogènes et avoir un faible poids spécifique.

Essais et conditions d'emploi des isolants. — Les essais et conditions d'emploi des isolants ont fait l'objet d'un rapport de M. E.-V. Biterli (France) dans lequel les divers points suivants ont été envisagés.

1° Considération sur le choix d'un isolant;
2° Conditions de réception d'un isolant;
3° Renseignements généraux susceptibles de faciliter l'exécution d'une pièce isolante moulée;
4° Classification des isolants;
5° Essais et conditions d'emploi des différents groupes d'isolants.

Discussion. — M. Grosselin (France) s'est élevé contre l'emploi du mot compound qui n'a aucune signification précise et demande que cette dénomination soit remplacée par celle de masse isolante ou de mélange isolant. Il a résumé ensuite les travaux poursuivis par l'Union des Syndicats de l'Electricité en vue de l'élaboration d'un cahier des charges. M. Grosselin a ensuite exprimé le vœu qu'une commission soit nommée à l'effet d'étudier les questions relatives aux masses isolantes.

MM. Bruckmann, Grosselin et Whitehead (Etats-Unis) ont été désignés pour faire partie de cette commission.

Sur les caractères physiques des phénomènes diélectriques. — Un rapport ainsi intitulé a été présenté par M. A. Smouroff (Russie).

L'auteur établit d'abord la différence entre les processus de rupture des diélectriques gazeux et liquides et des diélectriques solides d'autre part. En ce qui concerne les premiers, le champ électrique dissocie les atomes du fait des chocs survenant entre ces derniers et les électrons libres quand le champ leur a communiqué une énergie cinétique suffisante. Cette condition est précisément réalisée à partir du moment où le gradient du potentiel du champ dépasse une certaine limite pour laquelle l'ionisation survient.

Les phénomènes de rupture des diélectriques solides sont, au contraire, très différents de ceux qui ont lieu dans les diélectriques gazeux ou liquides. Pour K.-W. Wagner et C.-P. Steinmetz, la cause de la rupture des diélectriques solides réside dans la production de chaleur due à la conductibilité. En raison du manque d'homogénéité des substances diélectriques, la rupture a lieu au point le plus faible c'est-à-dire où la conductibilité atteint sa plus grande valeur.

Plusieurs auteurs ont expliqué les phénomènes d'absorption et d'hystérésis diélectrique en se basant sur le défaut d'homogénéité des substances utilisées. Néanmoins certaines d'entre elles comme le soufre et la paraffine sont homogènes et les phénomènes de rupture surviennent encore suivant le processus indiqué plus haut. En modifiant l'état physique de la paraffine, le processus de rupture change mais il est difficile d'expliquer la manière dont s'effectue le passage d'un processus à l'autre.

L'auteur a étudié le mouvement des électrons dans les atomes sous l'influence d'un champ électrique et il fait ressortir les conditions dans lesquelles cette rupture peut se produire.

Le caractère de la rupture des diélectriques solides gazeux dépend principalement du rayon de l'orbite parcourue par les électrons dans les molécules. Le gradient de potentiel du champ électrique, cause unique de l'ionisation, est égal à $g = 5{,}83 \frac{e}{\rho^2_0}$ pour un électron dont le plan d'orbite est normal à la direction du champ, et à $g = 2{,}91 \frac{e}{\rho^2_0}$ pour un électron dont le plan d'orbite est parallèle à la direction du champ.

On utilise les résultats de cette théorie pour expliquer l'absorption dans les diélectriques et leur fatigue.

Pour conclure, M. Smouroff explique le mécanisme des pertes dans les diélectriques. La perte diélectrique correspondant à des champs électriques relativement faibles semble être proportionnelle à la septième puissance du rayon ρ_0 de l'orbite de l'électron, et peut être exprimée de la manière suivante :

$$p = A . f . g^2 . \rho^7_0,$$

dans laquelle :

A est une constante qui dépend de la nature du diélectrique, du nombre des molécules par unité de volume du diélectrique et de la température ;
f, la fréquence du champ électrique ;
g, le gradient du potentiel du champ électrique.

Discussion. — A la suite de la lecture du rapport de M. Smouroff, M. Konstantinowsky a présenté quelques observations d'après lesquelles il n'est pas entièrement d'accord avec M. Smouroff sur les relations qui existent entre la rigidité diélectrique d'un corps et le rayon de l'orbite des électrons.

Sous-stations et appareillage

Sous-stations extérieures. — Normalisation des postes en plein air. — L'intérêt de la normalisation des sous-stations extérieures est apparue aux Etats-Unis quand a été réalisée la fusion de nombreuses compagnies de distribution, et M. H.-W. Young s'est proposé, dans son rapport, de souligner les avantages de la normalisation et les conditions que doivent, à cet égard, remplir l'appareillage et les charpentes.

Des sous-stations normalisées peuvent se porter secours en cas d'accident ou d'une demande urgente de pièces de rechange essentielles et cela dans les meilleures conditions économiques.

Au point de vue du constructeur, les spécifications du matériel sont similaires et peuvent devenir extrêmement précises. D'autre part, le personnel de montage parvient à acquérir une grande rapidité dans l'exécution de ses travaux dont la durée peut être prédéterminée avec certitude.

L'auteur du rapport fait remarquer qu'il n'est pas

justifié d'engager des dépenses importantes d'étude pour économiser des sommes minimes sur le prix des charpentes, sectionneurs, connexions, etc., qui ne représente qu'une faible fraction du coût total de l'installation (5 pour 100 pour les grands postes et 10 pour 100 pour les petites installations).

Le choix des isolateurs représente un facteur important dans la détermination de l'équipement des sous-stations extérieures. Des soins particuliers doivent être dévolus au cimentage des parties métalliques qui ont à supporter des changements de température. A cet égard, le séchage des scellements par la vapeur s'est affirmé comme donnant le meilleur résultat.

Les sectionneurs s'exécutent de plus en plus avec commande mécanique par groupe. Le sectionneur à coupure horizontale est d'une complication moins grande que celui à commande verticale et doit autant que possible lui être préféré.

Quand on emploie des connexions et des barres générales souples, il faut, pour conserver la tension mécanique du câble, prévoir des dispositifs de rattrapage tels que des ressorts à boudins fixés aux chaînes d'isolateurs.

En ce qui concerne la protection des transformateurs contre les surintensités, on obtient des résultats satisfaisants en plaçant sur la haute tension des fusibles à coupure rapide et sur la basse tension des disjoncteurs.

Ces fusibles ne fonctionnent qu'en cas de défaut sur le transformateur et la durée de coupure est de 0,013 s. Leur capacité varie suivant les cas de 3 à 10 fois le courant normal.

Relativement aux charpentes, celles-ci sont constituées par des fers en I, des cornières et des fers en II qui permettent un poinçonnage précis et offrent une grande résistance. Les colonnes à treillis ne sont pas très économiques excepté pour les très hautes tensions avec lesquelles l'importance des distances entre phases ne permet pas l'emploi de poutrelles.

La fixation des appareils sur les traverses peut s'opérer par des pinces, ce qui évite le poinçonnage.

Le boulonnage est préférable au rivetage pour les grandes charpentes. Dans le cas des petits postes, il est préférable d'utiliser des pinces d'assemblage qui évitent le perçage et permettent le déplacement du poste en cours d'exploitation.

Il est préférable d'établir les colonnes principales sur des boulons d'ancrage qui permettent la préparation des fondations avant l'arrivée à pied d'œuvre de la charpente et, d'autre part, un alignement précis des montants.

Après quelques considérations relatives aux calculs mécaniques des lignes et charpentes, l'auteur du rapport a terminé son exposé en faisant remarquer que le matériel peut être monté en usine. De la sorte il suffit, à l'arrivée, de le disposer sur les charpentes. Des expériences portant sur une durée de 3 années ont montré que le prix d'achat d'un matériel expédié démonté doit être au moins de 20 pour 100 inférieur à celui d'un matériel expédié tout monté pour que le prix de l'installation terminée soit le même dans les deux cas.

En l'absence de M. Young, ce rapport a été présenté par M. Henriod (Etats-Unis) qui l'a fait suivre de la projection d'un film de la Delta Star Co relatif au montage d'un poste extérieur américain 66 000/33 000/23 000 v. Ce film a permis aux congressistes d'apprécier la rapidité du montage d'une sous-station normalisée.

Dispositifs de protection contre les surintensités de courant. — PROTECTION DES CIRCUITS ET DES APPAREILS A HAUTE TENSION. — La protection des réseaux et des appareils qu'ils desservent revient à éliminer, dans un délai aussi réduit que possible, toute partie qui devient le siège d'un défaut. A cet égard, les systèmes de protection différentielle se sont révélés comme répondant le plus exactement à ces conditions. Toutefois les dispositifs employés jusqu'à présent ont fait appel à des appareils délicats. MM. A.-S. FITZ-GÉRALD et H.-S. PETCH se sont proposé dans le rapport qu'ils ont présenté de décrire un dispositif nouveau dépourvu des inconvénients des systèmes proposés jusqu'à présent.

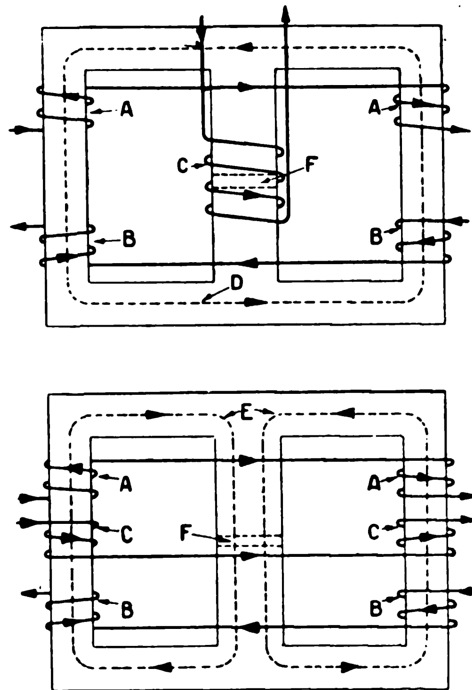


Fig. 23. — Elément de transformateur déflecteur. A, enroulement primaire; B, enroulement secondaire; C, enroulement « restrictif » ou de « déflection »; D, flux dû aux enroulements primaires et secondaires; E, flux dû à l'enroulement restrictif; F, entrefer facultatif.

Après avoir énuméré les conditions générales que doit remplir l'appareillage de protection, les auteurs du rapport décrivent le principe d'un système dont la caractéristique essentielle consiste dans l'emploi d'un

transformateur auxiliaire spécial appelé « transformateur déflecteur ». Cet appareil, représenté sur la figure 23, possède deux enroulements A et B dont le rapport de transformation est contrôlé par le degré de saturation du noyau magnétique d'un troisième enroulement G appelé « enroulement restrictif ».

La figure 24 indique le schéma de montage du « transformateur déflecteur » appliqué à la protection d'un enroulement A de machine, l'enroulement G est connecté entre un point du circuit des deux transformateurs d'intensité de courant D et le milieu de l'enroulement « restrictif » F placé en série sur ce circuit. L'enroulement secondaire H alimente la bobine du relais contrôlant le fonctionnement du disjoncteur B.

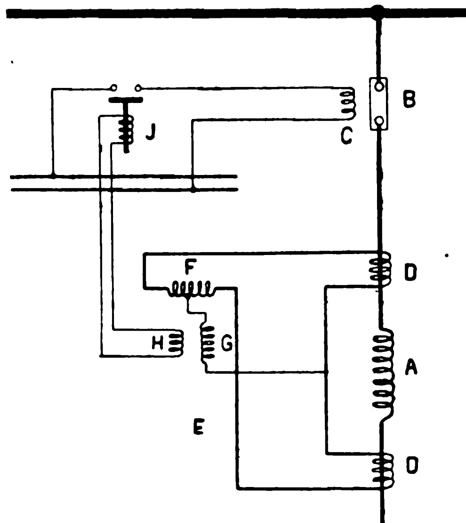


Fig. 24. — Application du « transformateur déflecteur » à la protection différentielle.

Le relais utilisé J est un relais d'un type normal.

Le transformateur déflecteur permet d'obtenir un déséquilibrage important entre les transformateurs d'intensité de courant et il évite que les relais ne soient détériorés mécaniquement par les courants secondaires importants qui peuvent se produire lors de défauts graves sur l'organe protégé.

La figure 25 représente l'application des transformateurs déflecteurs à la protection de deux feeders de départ en parallèle.

En connectant l'enroulement « restrictif » d'un « transformateur déflecteur » en série avec son enroulement primaire, l'effet restrictif du premier enroulement pourra être amené à une valeur telle que le courant secondaire du transformateur ne puisse pas dépasser une valeur déterminée. De plus, ce courant restera sensiblement constant pour toute valeur du courant primaire, excepté lorsque celui-ci a une valeur réduite.

Ce dispositif peut être employé pour obtenir la protection en direction en n'utilisant qu'un relais avec armature mobile au lieu du relais à induction à double élément ou relais dynamométrique généralement nécessaire.

Si l'enroulement primaire et l'enroulement restrictif d'un tel transformateur à courant constant sont connectés de telle façon qu'ils reçoivent un courant proportionnel à celui passant dans le circuit protégé, le courant secondaire sera de grandeur pratiquement constante, mais sa phase sera la même que la phase du courant dans le circuit principal.

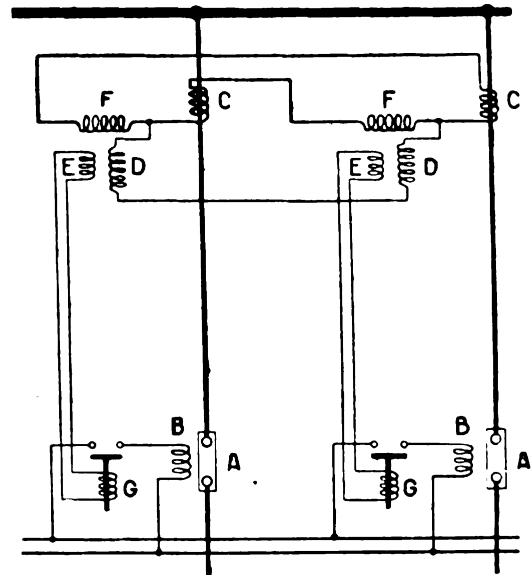


Fig. 25. — Dispositif pour « restriction sélective ». A, disjoncteur à huile; B, bobine de déclenchement; C, transformateur de protection; D, enroulement primaire du transformateur déflecteur; E, enroulement secondaire du transformateur déflecteur; F, enroulement restrictif du transformateur déflecteur; G, relais.

Un transformateur similaire, connecté pour recevoir dans son primaire un courant proportionnel à la tension du circuit protégé, produira un courant secondaire dont la grandeur est indépendante des variations de la tension du circuit principal, mais dont la phase correspondra à la phase de la tension de ce circuit.

Si les secondaires de ces deux transformateurs sont connectés en série et si, le circuit est fermé sur un relais à courant simple, comme celui de la figure 26, le courant final secondaire qui traverse le relais ne dépendra que de la relation de phase du courant et de la tension dans le circuit principal.

Les auteurs décrivent ensuite les applications du « transformateur déflecteur » à la protection des génératrices, des transformateurs de puissance et des feeders. Ce dernier cas requiert l'emploi de fils pilotes et utilise des relais à lames vibrantes dont le réglage est tel qu'ils ne peuvent fonctionner qu'à des fréquences voisines de la fréquence d'utilisation. On évite ainsi les dérangements dus aux décharges à haute fréquence.

Appareillage cuirassé pour hautes tensions. — La protection des barres omnibus dans les stations centrales. — M. C.-A. Stephens (Grande-Bretagne) a pré-

senté sous ce titre un rapport sur la protection des barres omnibus des usines génératrices au moyen d'appareillage cuirassé dont l'enveloppe est reliée à la terre.

Ce sujet avait déjà fait l'objet d'un rapport présenté lors de la dernière session de la Conférence et dont nous avons publié en son temps le compte rendu dans

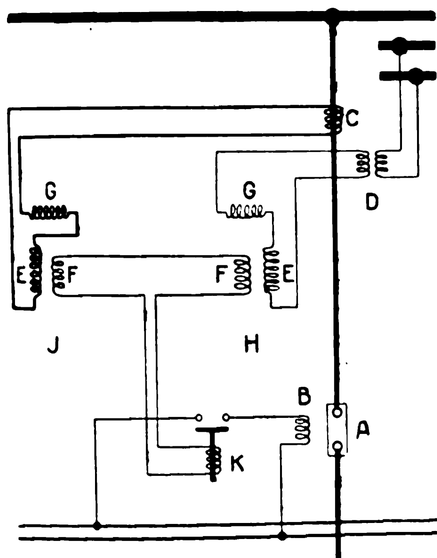


Fig. 26. — Dispositif pour protection en direction. A, disjoncteur à huile; B, bobine de déclenchement; C, transformateur de courant; D, transformateur de tension; E, enroulement primaire du « transformateur déflecteur »; F, enroulement secondaire du « transformateur déflecteur »; G, enroulement « restrictif » du « transformateur déflecteur »; H, élément de « transformateur déflecteur » de tension; J, élément de « transformateur déflecteur » de courant; K, relais.

ces colonnes [1]. Nous nous bornerons donc à donner ci le résumé du rapport de M. Stephens.

L'importance des barres omnibus est telle que leur protection est essentielle. Dans certains tableaux, on sectionne une partie des barres en cas d'avarie, quelquefois aussi on prévoit des jeux de barres multiples; de tels dispositifs compliquent l'appareillage et augmentent les risques d'accidents. On a tenté d'éliminer les défauts en prévoyant dans le bâtiment un compartiment séparé pour chaque phase, mais cette solution coûteuse n'est pas d'une efficacité absolue. La méthode rationnelle consiste à supprimer, par l'emploi du blindage métallique, toute possibilité de défaut. Les barres omnibus, montées dans des chambres métalliques mises à la terre et remplies de masse isolante (compound), sont scellées pour éviter tout danger, et munies d'un amortisseur résistant aux efforts provenant des courts-circuits. L'appareillage relié aux barres est également protégé par une enveloppe métallique. Lorsqu'il s'agit de très fortes intensités de courant, la faible conductibilité thermique du compound conduit à des poids de cuivre exagérés : il est alors possible d'employer de l'huile pour le remplissage des chambres.

Comparé à l'appareillage ouvert, le type cuirassé est extrêmement compact et présente les avantages suivants : son isolement est plus efficace et il ne craint aucune détérioration par l'humidité, la poussière, la chute de corps étrangers, les gaz, la vermine ou les oiseaux.

La visite périodique est inutile, un essuyage occasionnel de l'enveloppe constituant le seul entretien nécessaire. En cas d'incendie, les blindages peuvent être arrosés en toute sécurité, même si les barres sont sous tension. On n'a pas à craindre, comme dans le cas de l'appareillage ouvert, que les flammes ne causent des courts-circuits. Il n'y a aucun danger d'électrocution.

Si l'appareillage ouvert doit être déplacé, le cuivre est généralement la seule partie réalisable, tandis que l'appareillage cuirassé peut être déplacé sans dépréciation. Cet appareillage est expédié de l'usine

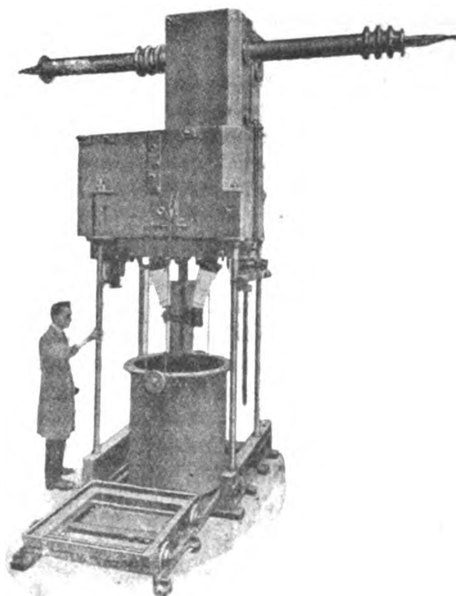


Fig. 27. — Vue d'un interrupteur cuirassé pour 50 000 v, montrant une seule phase avec barre omnibus dans l'huile.

prêt à être monté, l'installation est donc économique, tandis que l'appareillage ouvert doit être assemblé pièce par pièce, à pied d'œuvre.

La surveillance et le contrôle étant plus efficaces en usine que sur les chantiers, l'appareillage cuirassé offre donc plus de garanties.

Ajoutons que cet appareillage est construit à présent pour des tensions de service de l'ordre de 50 000 v. La figure 27 représente un élément monophasé d'un disjoncteur triphasé établi pour une tension de 50 000 v avec barres omnibus dans l'huile.

[1] Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension. *Revue générale de l'Électricité*, 25 juillet 1925, t. XVIII, p. 139-143.

Discussion. — A la suite de la présentation de ce rapport, MM. Kopeliovitch (Suisse) et Rich (Grande-Bretagne) ont formulé quelques observations.

M. Kopeliovitch faisant remarquer que le rapport indique comme avantage de la protection des barres omnibus par enveloppe métallique, la sécurité des installations, estime au contraire que cette sécurité est aléatoire du fait que le dispositif proposé peut être assimilé à un câble très compliqué dans lequel les champs électriques ne sont pas répartis uniformément. Il pense que des gaz peuvent aussi se produire et engendrer des explosions. Il demande ensuite depuis combien de temps de semblables installations sont en service.

M. Rich estime le système intéressant principalement dans les endroits exposés aux gaz et aux fumées. Il demande des renseignements sur l'encombrement des appareils et la valeur de la tension maximum de service qui a pu être réalisée.

M. Stephens a répondu qu'il existe des équipements d'appareillage cuirassé en service depuis 22 ans sans qu'aucune explosion ait été constatée. La matière isolante ne contient pas d'air et sert principalement à assurer la rigidité mécanique des conducteurs. Elle est remplacée par de l'huile dans le cas des tensions élevées.

La tension maximum de service qui ait été atteinte avec ce genre d'appareillage est de 50000 v. D'autre part un exemple récent a montré qu'il était possible d'obtenir par rapport à l'encombrement de l'appareillage normal, une réduction de volume de 25 pour 100.

Bornes à haute tension. — Bornes condensateurs a sollicitation superficielle uniforme. — Ce sujet a été traité par M. A. Smouroff (Russie) dans un rapport comportant des développements mathématiques qui ne peuvent trouver leur place dans un simple compte rendu.

L'auteur démontre l'impossibilité de réaliser la sollicitation superficielle uniforme d'une borne condensateur, au moyen d'armatures supplémentaires en forme d'anneaux de garde du fait que cette méthode conduirait à des impossibilités pratiques de construction. Par contre, cette sollicitation uniforme peut être obtenue avec des bornes à couches d'épaisseur inégale. L'auteur établit les formules qui permettent le calcul d'une telle borne et étudie ensuite l'influence, sur le volume de cette dernière, des divers facteurs en jeu.

Discussion. — A la suite de ce rapport a eu lieu une discussion à laquelle ont pris part MM. Goodlet (Grande-Bretagne), Kopeliovitch (Suisse), Perrochet (Suisse), Traverse (France).

M. Traverse rappelle qu'il avait, lors de la dernière session de la Conférence, indiqué une méthode de calcul des bornes permettant d'obtenir à la fois dans le sens radial et axial une sollicitation superficielle uniforme et qu'en faisant usage d'un seul système d'armatures il était impossible de satisfaire à ces conditions. Il indique les particularités de fabrication de telles bornes dans lesquelles les armatures doivent être introduites pendant l'enroulement du papier et les précautions à prendre pour éviter l'occlusion des bulles d'air. Il signale à ce sujet que la difficulté vient de la présence du champ longitudinal qui tend à étaler les bulles et à créer ainsi des points faibles.

M. Traverse indique les dimensions d'une borne condensateur qu'il a calculée et souligne les dimensions réduites auxquelles il est parvenu.

M. Kopeliovitch signale que la Société Brown-Boveri a étudié les bornes condensateurs depuis de nombreuses années. Il attache à la question d'échauffement une importance plus grande qu'à la répartition uniforme superficielle et estime qu'on doit avoir une sollicitation plus importante au milieu de la borne que sur les autres points.

M. Goodlet signale à son tour que la Westinghouse Co possède sur la question des bornes à très hautes tensions une pratique de longue durée et qu'il n'est pas d'accord avec M. Smouroff relativement à sa méthode de calcul. Il emploie à ce sujet une méthode simplifiée et indique les résultats pratiques auxquels on parvient.

M. Perrochet fait remarquer que si les bornes condensateurs sont bien au point comme semblent l'indiquer les constructeurs, il est étrange que l'on continue à employer des bornes à remplissage d'huile.

Huiles isolantes pour transformateurs et interrupteurs.

Les prescriptions relatives aux huiles ont fait l'objet de quatre rapports dont nous donnons ci-après le compte rendu dans l'ordre suivant lequel ils ont été présentés.

Sur le nombre de types des huiles isolantes a prévoir dans les spécifications internationales, M. Czaplicki (Pologne) a présenté ce rapport au nom du Comité électrotechnique polonais. Nous nous bornerons à en donner ici le résumé.

1. Il ne faut pas fixer dans les spécifications internationales plus de deux types d'huiles, mais l'établissement de deux types est indispensable.

2. Les deux types d'huile, prévus dans les spécifications ne doivent différer que par la température de congélation; sous tous les autres rapports, les deux sortes doivent répondre aux mêmes exigences.

3. La température de congélation du premier type d'huile doit s'élever à — 5° C (type A), celle de l'autre type doit être de beaucoup inférieure, par exemple, — 25° C (type B).

4. Le type A ne doit pas être employé pour les disjoncteurs exposés à l'action de la gelée et pas davantage peut-être pour les transformateurs exposés à l'action de la gelée, mais dont le travail est intermittent.

5. Ce sont des raisons d'ordre économique qui obligent à résoudre la question de cette façon. Au point de vue technique, il n'y a pas d'objections sérieuses à une telle solution.

Les travaux de la Commission électrotechnique internationale sur les huiles isolantes. — Ces travaux ont fait l'objet d'un rapport de MM. Michie (Etats-Unis) et M. Le Maistre (Angleterre) dans lequel les auteurs rappellent brièvement l'origine et la marche des travaux de la commission sur les huiles isolantes, travaux qui ont pour objet la rédaction d'une spécification-type internationale pour les huiles isolantes.

Ils ont indiqué la méthode de travail arrêtée à la réunion de New-York en 1926, notamment sur le point essentiel de la tendance à la formation des dépôts.

Ils concluent en attirant l'attention sur l'intérêt qu'il y aurait à laisser à un organisme unique l'étude d'une question aussi complexe.

Ce rapport sera d'ailleurs reproduit in extenso dans un de nos prochains numéros.

L'emploi dans un transformateur d'un mélange d'huiles de provenances diverses. — On a souvent émis l'opinion que l'emploi dans un transformateur d'un mélange d'huiles de provenances diverses provoque une altération rapide de l'huile et augmente ainsi les risques d'accidents en exploitation. Si cette supposition est fondée, les sociétés exploitantes seraient presque dans l'obligation de s'approvisionner toujours chez le même fournisseur sans pouvoir le mettre en concurrence avec d'autres maisons.

Cette question a fait l'objet d'un rapport de M. E. Pélissier (France) dans lequel il a exposé ses essais entrepris dans le but de formuler à ce sujet une opinion précise.

Des transformateurs, au nombre de 25, ont été choisis pour cette étude et remplis après nettoyage préalable, avec des huiles déterminées. La marche de ces appareils sera contrôlée par des prélèvements d'huile échelonnés de 3 à 6 mois suivant les circonstances. L'analyse des prélèvements d'huile se fera au laboratoire de l'Ecole du Pétrole et permettra ainsi de suivre les changements dans la constitution des huiles.

Les études portent sur les phénomènes suivants :

1° la vitesse d'altération d'un mélange de deux ou plusieurs huiles d'origine différente, comparée à celle des huiles pures respectives.

Dans ce but, des transformateurs, tous du même type, ont été remplis avec les trois huiles pures de diverses provenances géographiques, qualifiées par les lettres P, T, R (Pensylvanie, Texas, Russie) et avec des mélanges en diverses proportions de ces huiles prises à l'état neuf.

2° L'influence que peut avoir sur la vitesse d'altération d'une huile, après une certaine durée de service dans un transformateur, l'adjonction d'une huile neuve de provenance différente.

Les pertes d'huile subies par les transformateurs précédents remplis au début avec des huiles pures, seront alors compensées par l'addition d'une des deux autres huiles.

3° L'influence de la présence d'une petite quantité de dépôt sur l'altération de l'huile fraiche.

Ce cas peut souvent se présenter au moment du remplacement, par une huile neuve, d'une huile décomposée, si le transformateur est insuffisamment nettoyé avant le nouveau remplissage.

Dans trois transformateurs remplis chacun avec une seule huile, ont été délayés 5 g de dépôt, obtenus par centrifugation à la supercentrifugeuse, d'une huile décomposée. Un échantillon de ce dépôt a été adressé à l'Ecole du Pétrole aux fins d'examen chimique.

Les essais ont été entrepris à des dates échelonnées du mois d'août au mois de novembre 1926 et l'auteur pense être en mesure d'en communiquer les résultats lors de la prochaine session de la Conférence.

Contribution a l'étude des essais d'altération des huiles de transformateurs. — Dans un rapport ainsi intitulé, MM. H. Weiss et T. Salomon ont rappelé en premier lieu l'origine et le but des travaux auxquels ils procèdent.

Après la réunion de la Commission électrotechnique internationale, à La Haye en 1925, il avait été confié au délégué des nations du troisième groupe, la tâche de rassembler et au besoin de faire préciser les descriptions des méthodes d'essai d'altération des huiles de transformateurs, usitées dans les nations de de ce groupe.

Avant de commencer la comparaison expérimentale de ces méthodes il fut convenu, sur la demande de M. Snyder, délégué du groupe américain, de réduire à un aussi petit nombre de types que possible les méthodes à soumettre à l'expérience. La conclusion présentée à la réunion de New-York en 1926, par M. H. Weiss, représentant du groupe 3, a été la suivante :

« A notre avis, les méthodes du groupe 3 devraient pouvoir être groupées en une seule. Elles peuvent en effet, être caractérisées par la définition suivante :

» Une quantité d'huile donnée est chauffée dans des conditions données pendant un temps déterminé fixe. On examine ensuite l'état de l'huile après ce traitement. Il n'est pas fait usage du barbotage d'air ou d'un gaz quelconque.

» Les questions à trancher seraient : la quantité d'huile et la forme du vase, la température, les moyens de chauffage (bain d'air, bain d'huile, etc.), l'emploi ou non du cuivre comme catalyseur, le procédé de dosage. Une série d'expériences faites sous la direction du délégué du troisième groupe d'accord avec les comités électrotechniques belge, suisse, italien, français, devraient résoudre la question et fixer une méthode donnant des résultats fidèles sur divers échantillons d'huile déterminés. »

Les relations étaient commencées avec les divers comités nationaux du groupe 3 et les expériences entreprises et subventionnées par l'Union des Syndicats de l'Electricité, lorsque les décisions de la réunion de New-York changèrent complètement l'orientation des travaux et les placèrent sous la seule direction du délégué de la Grande-Bretagne.

Les études furent donc continuées uniquement en vue de l'établissement du cahier des charges français.

Le problème à résoudre peut se diviser en trois parties:

1° Etablir une méthode d'essai qui produise des altérations se rapprochant le plus, par leur nature, de celles observées dans la pratique. Ces altérations devront être obtenues toujours identiques à elles-mêmes dans des conditions données, en un temps très court et sur une quantité d'huile aussi réduite que possible;

2° Etablir au moyen de cette méthode, pour un certain nombre d'huiles, les constantes d'altération que cette méthode est susceptible de déterminer;

3° Essayer ces huiles dans des transformateurs afin de comparer les nombres fournis par l'essai de laboratoire avec les résultats pratiques.

Après avoir exposé en détail la méthode d'essai d'altération, les auteurs résument les conclusions de leurs premières expériences. Ils estiment que les points les plus intéressants à observer semblent être les suivants : 1° La vitesse de l'augmentation de l'acidité; 2° La durée au bout de laquelle se forme le premier dépôt insoluble dans l'huile chaude; 3° La vitesse d'augmentation du dépôt à partir de son apparition.

Les quantités de fil de cuivre employées dans les expériences ne semblent pas avoir une influence marquée sur l'époque d'apparition du premier dépôt. Par contre elles accélèrent considérablement sa formation une fois les premières traces apparues.

Principalement en ce qui concerne la formation du dépôt, les conditions d'expérience sont sensibles à des circonstances extrêmement délicates à définir, mais qu'il faut de toute nécessité fixer avant de pouvoir procéder à une comparaison utile de diverses huiles.

Cette comparaison sera entreprise entre diverses huiles en les essayant simultanément dans des dispositifs simples. Ces derniers permettront des essais relatifs, c'est-à-dire par comparaison avec une huile dont le processus d'altération sera connu à l'avance.

M. Weiss fait remarquer que son rapport s'arrête à la fin de la période d'expérimentation qui avait pour but de déterminer dans quelles conditions il faut se placer pour faire une expérience correcte d'altération. Les résultats de ces essais seront indiqués lors de la réunion de la Commission électrotechnique internationale qui se tiendra en septembre prochain à Bellagio.

Discussion. — Ces rapports ont été suivis d'une assez longue discussion à laquelle ont pris part MM. Bruckman (Hollande), Van Cauwenberghe (Belgique), Czaplicki (Pologne), Girault (France), Nash (Grande-Bretagne), Rich (Grande-Bretagne), Riley (Grande-Bretagne), Tobler (Suisse), West (France).

M. Tobler a fait observer, d'une part, que depuis la mise en vigueur des prescriptions suisses pour la fourniture des huiles de transformateurs, le fait de n'avoir admis qu'une qualité d'huile n'avait pas eu pour conséquence une augmentation du prix de revient et que, d'autre part, les huiles russes ne sont pas seules conformes aux prescriptions suisses, les huiles américaines ont également un point de congélation très bas — 20° ou — 25°C.

M. Tobler est d'avis qu'en ce qui concerne la détermination des dépôts, il faut adopter une méthode aussi simple que possible et ne pas faire intervenir le champ électrique.

M. Riley qui s'occupe des huiles pour câbles a constaté que la mesure du facteur de puissance des huiles est susceptible de donner des indications précieuses. Il indique la définition de cette grandeur et sa méthode de mesure avec le pont de Schering.

M. Nash pense qu'il faut rechercher ce qui dans l'huile sert de diélectrique et que les travaux doivent être orientés dans ce sens.

M. West s'appuyant sur les résultats obtenus en cours d'exploitation sur un grand nombre de transformateurs fait remarquer que les huiles ne donnent pas d'ennuis dans les grands transformateurs alors que c'est le contraire avec les appareils de petites dimensions. Il attribue ce fait à ce que, pour ces derniers, on ne prend pas généralement un soin suffisant dans le nettoyage des parties actives et des cuves et les précautions voulues relativement à la purification de l'huile et à son contrôle en cours d'exploitation, notamment pour les transformateurs de mesure.

M. Czaplicki fait remarquer que dans les normes suisses, il est question d'huiles ayant un point de congélation de — 12° pour lesquelles on mentionne que leur emploi n'est pas indiqué sous les climats froids. Il conteste l'opportunité d'introduire de telles définitions, au point de vue de l'unification.

M. Bruckman, faisant observer que la méthode du pont de Schering employé par M. Riley pour la mesure du facteur de puissance des huiles, requiert une fréquence d'environ 800 p : s, indique une méthode utilisant une fréquence de seulement 50 p : s.

M. Van Cauwenberghe exprime le vœu que les chercheurs qui travaillent la question des huiles unissent leurs efforts et s'entendent pour adopter des méthodes de mesure uniformes.

M. Girault estime qu'en ce qui concerne les recherches sur les huiles, les initiatives ne seront jamais trop nombreuses et que l'étude des dépôts ne doit pas être réservée uniquement à la Commission électrotechnique internationale. Cette dernière, dit M. Girault, n'est pas infaillible et sa décision de pratiquer quatre méthodes reconnues imparfaites et contradictoires ne saurait être prise comme modèle.

M. Girault fait ensuite la critique de la méthode de M. Weiss relativement à l'interprétation des courbes de formation des dépôts.

Le président, M. Montanes (Espagne), a proposé la nomination d'une commission composée des auteurs des rapports et des personnes ayant pris part à la discussion pour étudier la mise en commun éventuelle des travaux des différentes nations et la répartition de ces derniers entre les différents laboratoires susceptibles de les poursuivre. Cette proposition a été adoptée à l'unanimité. — L. V.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Méthode graphique dȩ détermination de la réactance des commutatrices pour le réglage de la tension

Dans cet article est rappelé le principe de la construction du diagramme des tensions dans le système constitué par une commutatrice, le transformateur qui l'alimente et une bobine d'inductance en série avec la commutatrice. L'auteur montre ensuite le parti que l'on peut tirer des indications relevées sur ledit diagramme pour l'étude des conditions du réglage de la tension en courant continu.

Pour régler la tension d'une commutatrice du côté du courant continu, il existe plusieurs dispositifs parmi lesquels les plus connus sont le régulateur d'induction et les bobines d'inductance insérées dans le circuit du courant alternatif. Le régulateur d'induction possède un avantage, celui de permettre le réglage de la tension en courant continu sans égard à la charge de la commutatrice. Par contre, l'installation de bobines d'inductance est moins coûteuse et plus simple; mais le réglage qu'elle permet de réaliser est assez limité et la tension en courant continu dépend beaucoup de la charge de la machine.

I. **Notations.** — Pour avoir une idée du rôle véritable d'une bobine d'inductance dans le cas qui nous occupe, nous allons étudier les diagrammes vectoriels des courants et des tensions et nous verrons qu'il est possible, avec ces diagrammes, de déterminer le rapport de transformation du transformateur d'alimentation, les constantes de la bobine d'inductance, ainsi que le courant d'excitation de la commutatrice.

Les notations que nous adopterons sont les suivantes :

U'_{ao}, tension secondaire à vide du transformateur d'alimentation;

U_{ac}, tension alternative aux bagues de la commutatrice;

E_{ac}, force électromotrice alternative de la commutatrice;

I_a, intensité du courant alternatif de la commutatrice, rapportée à celle du courant secondaire du transformateur;

I_{aw}, composante active du courant alternatif de la commutatrice;

I_{ai} ou I_{ac}, composante réactive du courant I_a;

r_{cc}, résistance d'induit de la commutatrice du côté du courant continu;

X_{ac}, réactance de deux phases symétriques de la commutatrice;

r_i, résistance de la bobine d'inductance rapportée à celle de deux phases symétriques;

X_i, réactance de la bobine d'inductance relative à celle de deux phases diamétrales;

r_t et X_t, résistance et réactance combinées de deux phases symétriques du transformateur rapportées au secondaire;

φ, déphasage du courant alternatif par rapport à la tension dans le réseau;

ψ, déphasage du courant alternatif par rapport à la tension dans l'induit de la commutatrice;

U_c, tension en courant continu aux bornes de la commutatrice;

E_c, force électromotrice en courant continu de la commutatrice;

I_c, intensité du courant continu de la commutatrice.

Posons

$$k_e = \frac{E_{ac}}{E_c} \quad \text{et} \quad k_i = \frac{2 I'_a}{I_c},$$

où I'_a est le courant alternatif dans l'enroulement d'induit de la commutatrice; de plus

$$r_t + r_i = R_e, \quad X_t + X_i = X_e, \quad X_e + X_{ac} = X_r.$$

II. **Construction des diagrammes des tensions d'une commutatrice avec bobines d'inductance en série.** — Sur une commutatrice avec bobines d'inductance en série, on fait varier l'excitation en conservant le courant continu I_c constant. A cause du principe de la conservation de l'énergie la puissance correspondant à la composante active I_{aw} sera égale à la puissance débitée en courant continu (en négligeant les pertes dans la commutatrice), tandis que la composante réactive I_{ai} du courant varie dans des limites étendues tendant à conformer les caractéristiques magnétiques de la commutatrice à la tension du réseau; ainsi une commutatrice sousexcitée absorbe de l'énergie magnétisante que lui fournit le réseau, tandis que si elle est surexcitée, elle restitue au réseau cette énergie magnétisante. Dans l'étude par le diagramme des propriétés de la commutatrice, nous supposons que le vecteur du courant alternatif I_a est fixe

et les vecteurs représentant les forces électromotrices, mobiles.

Dans une commutatrice surexcitée le courant I_a est en avance sur la tension U_{a0} (fig. 1); sur cette figure sont représentées les deux composantes active et réactive du courant I_a; le vecteur de la première est confondu avec celui de la force électromotrice intérieure E_{ac} et celui de l'autre composante, I_{ac}, est en avance sur le vecteur E_{ac}, de l'angle $\frac{\pi}{2}$ (1). La composante active produit dans le transformateur et dans la bobine d'inductance une chute de tension qui a deux composantes:

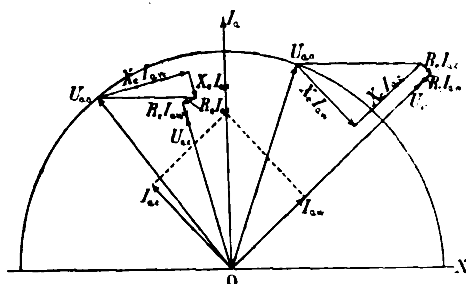


Fig. 1. — Diagramme des tensions dans une commutatrice avec bobines d'inductance en série : à gauche, la commutatrice est sousexcitée; à droite la commutatrice est surexcitée.

celle due à la résistance, $R_e\ I_{aw}$, et celle due à la réactance, $X_e\ I_{aw}$. Il en est de même pour la composante réactive pour laquelle nous distinguons les deux chutes de tension $R_e\ I_{ac}$ et $X_e\ I_{ac}$. La tension U_{ac} aux bagues de la commutatrice est la résultante de U_{a0} et des chutes de tension $R_e I_{aw}$, $X_e\ I_{aw}$, $R_e\ I_{ac}$ et $X_e\ I_{ac}$. On voit tout de suite par la construction, que la tension U_{ac} est plus élevée que la tension U_{a0}.

Si nous faisons la même construction pour une commutatrice sous-excitée, la tension U_{ac} sera moindre que la tension U_{a0}. On voit donc que la bobine d'inductance peut être utilisée comme un moyen simple pour le réglage de la tension en courant continu sur une commutatrice.

Le problème que nous nous proposons de résoudre est celui de la détermination des conditions de fonctionnement d'une commutatrice munie d'une bobine d'inductance, et le calcul de l'inductance de cette dernière. En réalité, la chute de tension due à la résistance et au courant réactif I_{ai} (ou I_{ac}), est assez faible pour que son influence sur la tension U_{ac} puisse être négligée, ce qui permet de simplifier le diagramme (fig. 2).

Nous supposons que le système constitué par une commutatrice et son transformateur avec bobines d'inductance produit dans le réseau un déphasage d'angle égal à φ; le déphasage du courant par rapport à la force électromotrice, dans la commutatrice même, sera égal à ψ; on a donc dans l'induit une composante active égale à $I_a \cos\psi$, tandis que la composante réactive est égale à $I_a \sin\psi$.

(1) Cette hypothèse est réalisée si l'on peut négliger les réactance et résistance propres de la commutatrice.

III. Discussion relative au réglage de la tension. — Dans le triangle a b c, le côté a b est proportionnel à la composante $I_a \cos\psi$ et le côté b c, à $I_a \sin\psi$. Par suite, l'angle en a est égal à ψ et l'hypoténuse est parallèle à l'axe des x et perpendiculaire au vecteur I_a.

Dans le calcul de la bobine d'inductance nous introduisons une réactance totale X_r définie plus haut et

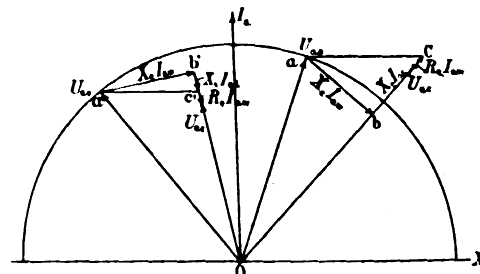


Fig. 2. — Diagramme des tensions de la figure 1 simplifié : à gauche, la commutatrice est sousexcitée; à droite, la commutatrice est surexcitée.

nous tiendrons compte des chutes de tension dues à la résistance et à la composante active du courant dans le transformateur, dans l'inductance et dans l'induit de la commutatrice.

Les conditions concernant le réglage de la tension peuvent être formulées de différentes façons; mais, en principe, elles peuvent être ramenées à l'une des deux règles suivantes :

a) L'angle de déphasage φ en pleine charge, dans le réseau, ne doit pas dépasser la valeur maximum φ_{max} pour les tensions comprises entre les limites du réglage;

b) Pour ces mêmes tensions, le déphasage φ en pleine charge dans le réseau ne dépasse pas le déphasage maximum φ_{max} et le courant à vide est limité à une certaine valeur donnée.

Cas a. — Supposons les tensions limites U_{cmax} et U_{cmin} en pleine charge aux bornes de la commutatrice, du côté du courant continu. Le déphasage φ dans le réseau ne dépasse pas les valeurs extrêmes φ_{max} et φ'_{max}. La tension U_{cmax} étant donnée, on calcule le courant I_{cmin} et, de même, le courant I_{cmax} relatif à la tension U_{cmin}. On a alors

$$\rho_{max} = \left[U_{cmax} + \Delta U_c + I_{cmin} r_{cc} \sqrt{k_1^2 - \frac{8}{\pi^2}} \right] k_e + R_e I_{awmin}$$

et

$$\rho_{min} = \left[U_{cmin} + \Delta U_c + I_{cmax} r_{cc} \sqrt{k_1^2 - \frac{8}{\pi^2}} \right] k_e + R_e I_{awmax}.$$

ΔU_c étant la chute de tension aux balais du côté du courant continu, ρ_{max} et ρ_{min} étant les rayons des cercles K_1 et K_2 sur le diagramme de la figure 3.

Le vecteur du courant I_a se confond avec l'axe des y et les vecteurs Oa_1 et Oa_2, relatifs aux déphasages limites dans le réseau, forment les angles φ_{max} et φ'_{max} avec le rayon I_a.

On trace un premier cercle de diamètre Od ; on décrit les cercles K_1 et K_2 de rayons respectivement égaux à ρ_{max} et ρ_{min}, de O comme centre, puis un troisième cercle K_3 dont le rayon correspond à la tension à vide du transformateur.

Envisageons un déphasage φ' en charge inductive du réseau à la tension minimum U_{cmin}, qui ne dépasse pas

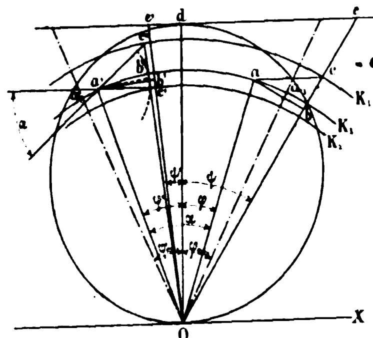


Fig. 3. — Construction permettant de déterminer les conditions de réglage de la tension dans le cas *a*, c'est-à-dire pour des valeurs limites maxima définies de l'angle de déphasage du courant.

la valeur φ'_{max}. Le vecteur de tension correspondant sera donné par le rayon Oa'. On trace une parallèle a'c' à l'axe des x jusqu'à son intersection avec le cercle K_2 au point c'. Le rayon Oc' correspond à la force électromotrice dans l'induit de la commutatrice. Nous fermons le triangle a' b' c' avec la normale a'b' au rayon Oc' et la distance a'b' représente la chute de tension $X_r I_{awmax}$. Les courants I_{cmax} et I_{cmin} étant connus, on calcule la chute de tension inductive correspondant au courant I_{awmin} : on porte

$$a'b' = X_r I_{aw\,min} = a'b' \times \frac{I_{c\,min}}{I_{c\,max}}.$$

On décrit un cercle de rayon a'b'' autour du point a'. La tangente Ob'' coupe le cercle K_1 en c''. Dans le triangle a'b''c'' le côté a'c'' correspond à la chute de tension inductive du courant alternatif pour la tension U_{cmax}. Ce triangle est important en ce qui concerne le déphasage par rapport à la tension maximum. Pour déterminer l'angle de ce déphasage, il est nécessaire de faire tourner ce triangle d'un angle α autour du point O tel que son hypoténuse a'c'' soit parallèle à l'axe des x. Cet angle correspond à l'angle c'a'c''. La nouvelle position du vecteur Oa' sera Oa et en traçant le triangle abc on peut déterminer les angles de déphasage φ et ψ ; le premier est l'angle formé par Od et Oa, le second, par Od et Oc.

Si l'angle φ dépasse la valeur φ_{max}, il est nécessaire de modifier le rayon du cercle K_2, ou l'angle φ', pour que la condition $\varphi \leqq \varphi_{max}$ soit satisfaite.

La réactance totale qui est indispensable pour le réglage de la tension sera égale à

$$X_r = \frac{ab}{I_{aw\,min}},$$

d'où on déduit la réactance X_i de la bobine d'inductance.

Ce même diagramme permet de trouver les courants d'excitation relatifs aux tensions U_{cmax} et U_{cmin}.

La force électromotrice correspondant à la tension U_{acmax} est donnée par la relation suivante

$$E_{ac\,max} = \rho_{max} - r_{cc} I_{c\,min} \sqrt{\frac{k_1^2 - \frac{8}{\pi^2}}{2}} - R_e I_{aw\,min}$$

et celle relative à U_{acmin} par

$$E_{ac\,min} = \rho_{\,min} - r_{cc} I_{c\,max} \sqrt{\frac{k_1^2 - \frac{8}{\pi^2}}{2}} - R_e I_{aw\,max}.$$

On trouve les courants inducteurs correspondants i_{cmax} et i_{cmin} sur la caractéristique à vide du côté alternatif. Ces courants seront augmentés ou réduits pour tenir compte de la réaction d'induit ; la chute de tension provenant de cette réaction d'induit peut être calculée en partant de l'angle ψ ou ψ' sur le diagramme.

Nous posons à une échelle arbitraire Od = 100 et, par conséquent, la composante réactive du courant en avance sur la tension sera

$$I_{ac} = I_{aw\,min} \frac{de}{100}$$

et celle en retard,

$$I_{ai} = I_{aw\,max} \frac{de'}{100}.$$

Connaissant les ampères-tours correspondant à la réaction d'induit du courant I_{ac} et du courant I_{ai} (1), les ampères-tours totaux maxima et minima sont respectivement égaux aux sommes des ampères-tours inducteurs à vide et des ampères-tours de réaction d'induit.

Cas b. — Quand il s'agit d'un réglage automatique de tension, soit par un bobinage en série sur l'inducteur, soit par un régulateur automatique, on prescrit le déphasage maximum φ_{max} en pleine charge et un courant limite à vide.

Supposons les tensions limites U_{cmax} et U_{cmin} du côté du courant continu, le déphasage maximum dans le réseau φ_{max} et le courant à vide I_{a0}. La solution graphique est analogue à celle du cas précédent.

On trace le vecteur I_a dirigé dans le sens vertical

(1) ARNOLD. *Wechselstromtechnik*, t. IV, p. 31.

(fig. 4); on décrit un cercle de diamètre Od = 100. Le rayon Oa'_1 correspond au déphasage φ_{max}. Si le réglage doit être effectué dans les limites U_{cmax} et U_{cmin}, on calcule la composante active du courant $I_{aw\,max}$ en pleine charge relative à la tension U_{cmax}. Les rayons

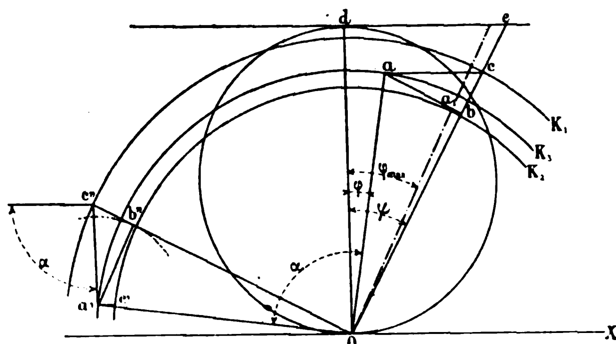


Fig. 4. — Construction permettant de déterminer les conditions de réglage de la tension dans le cas *b*, soit pour des valeurs limites définies pour la tension en courant continu et le déphasage du courant alternatif sur la tension.

des cercles K_1 et K_2 seront donnés par les expressions suivantes.

$$\rho_{max} = \left(U_{cmax} + \Delta U_c + I_{cmax} r_{cc} \sqrt{k_i^2 - \frac{8}{\pi^2}}\right) k_e + R_e I_{aw\,max}$$

et

$$\rho_{min} = U_{cmin}\, k_e.$$

On construit le cercle K_3 de rayon correspondant à la tension à vide U_{ao} du transformateur.

Nous considérons d'abord le point a' relatif à la marche à vide. La chute de tension inductive du courant I_{ao} est représentée par la droite a'c, parallèle à l'axe des x. Si nous connaissons la composante active du courant $I_{aw\,max}$ en pleine charge nous pouvons déterminer la chute de tension inductive relative à ce courant.

Nous avons donc

$$a'b'' = a'c' \frac{I_{aw\,max}}{I_{ao}}.$$

On décrit un cercle auxiliaire de rayon a'b'' autour du point a'. La tangente O b'' coupe le cercle K_1 au point c''. On construit une parallèle à l'axe des x du point c'' et on obtient un angle α entre cette parallèle et la droite a'c''. Cet angle correspond au déphasage du rayon O a' dans la position O a en pleine charge. Nous complétons le triangle abc. Le rayon O a nous donne l'angle de déphasage φ et le rayon O c, l'angle ψ. La solution est satisfaisante si l'angle φ ne dépasse pas l'angle φ_{max}.

Il est évident que nous avons une liberté assez grande en ce qui concerne le choix du rayon du cercle K_3. Si nous prenons un rayon relativement petit, nous aurons les dimensions du triangle a'b''c'' assez réduites, mais l'angle α et le déphasage φ subiront une augmentation assez importante. Nous voyons donc que les dimensions de la bobine d'inductance seront relativement réduites, mais le déphasage φ dans le réseau et le déphasage ψ dans l'induit de la commutatrice atteignent des valeurs considérables.

Si nous envisageons, par contre, une valeur plus grande pour ce rayon, la bobine d'inductance sera plus robuste, mais les déphasages dans le réseau et dans l'induit de la commutatrice seront plus favorables.

Le rapport de transformation du transformateur d'alimentation joue un rôle important en ce qui concerne la marche de la commutatrice.

La réactance totale sera

$$X_r = \frac{a'b''}{I_{aw\,max}}.$$

Les réactances du transformateur X_t et de la commutatrice X_{ac} étant connues, on peut calculer la réactance X_i de la bobine d'inductance.

En ce qui concerne la détermination du nombre de spires des bobines inductrices de la commutatrice il est nécessaire de connaître les courants d'excitation en pleine charge et à vide.

La force électromotrice de la commutatrice en courant alternatif correspondant à la tension U_{cmax}, sera donnée par l'expression

$$E_{acmax} = \rho_{max} - r_{cc} I_{cmax} \sqrt{\frac{k_i^2 - \frac{8}{\pi^2}}{2}} - R_e I_{aw\,max}.$$

et celle relative à U_{cmin}, par

$$E_{ac\,min} = \rho_{min}.$$

Les ampères-tours d'excitation correspondants sont donnés par la caractéristique à vide du côté alternatif

Pour l'excitation totale il est indispensable d'augmenter ou de réduire ces valeurs pour tenir compte de la réaction d'induit.

Le déphasage ψ étant indiqué dans le diagramme de la figure 4, on aura, comme dans l'hypothèse précédente, à envisager deux cas : la réaction d'induit dans un courant réactif en avance sur la tension et le courant à vide. Le premier est

$$I_{ac\,max} = I_{aw\,min} \frac{de}{100}.$$

Le courant à vide I_{ao} est déphasé de $\frac{\pi}{2}$ environ (en supposant que les pertes à vide soient négligeables).

Connaissant les courants, on déduit les ampères-tours correspondant aux réactions d'induit auxquelles donnent lieu ces courants et l'on en déduit les ampères-tours dans les deux cas considérés.

L'enroulement en dérivation sera déterminé pour la seconde hypothèse, soit U_{cmin} ; si cette tension s'élève à la valeur U_{cmax} en pleine charge, les ampères-tours en dérivation augmentent proportionnellement.

J. Kucbra,
Docteur-ingénieur
à Prague (Tchécoslovaquie).

Revues, analyses et informations

L'expérience de Michelson en ballon et sur terre ferme.

Dans une communication faite à la séance du 1er avril 1927 de la Société française de Physique, M. A. Piccard a développé les renseignements donnés dans une note présentée l'an dernier à l'Académie des Sciences ([1]) sur les résultats fournis par les mesures en ballon libre effectuées le 21 juin 1927 avec la collaboration de M. Stahel ; il a indiqué ensuite les résultats qu'il a obtenus avec le même appareil installé sur terre ferme au laboratoire de l'Université libre de Bruxelles. Voici le résumé de cette communication ([2]).

M. Miller ayant annoncé qu'en répétant l'expérience de Michelson sur le Mont Wilson (1 750 m) il trouvait une influence de la direction correspondant à un vent d'éther de 10 km : s, MM. Piccard et Stahel décidèrent de tenter un contrôle en ballon libre, estimant que l'effet découvert par Miller devait être beaucoup plus important en ballon que sur une montagne. Ils construisirent un interféromètre Michelson dont le chemin optique de chacun des deux bras n'est que de 280 cm ; les neuf miroirs et la plaque de compensation sont montés sur une plaque d'aluminium de 40 cm × 40 cm × 4 cm. L'appareil utilise la lumière bleue du mercure. La sensibilité de ce petit appareil est très grande, grâce au fait que les bandes d'interférence sont enregistrées photographiquement sur un film en mouvement, tandis que les grands appareils américains, beaucoup moins lumineux, devaient être observés à l'œil. On gagne ainsi la possibilité de faire tourner l'appareil beaucoup plus vite (10 fois plus vite que chez Michelson) ce qui diminue des erreurs et l'on peut, plus tard, examiner en tout repos le film sur la machine à diviser. La rotation était obtenue par deux hélices entraînant tout le ballon avec les observateurs à une vitesse de deux tours et demi à la minute (tout juste supportable physiologiquement). L'ensemble des appareils pesait 400 kg, y compris le poids des accumulateurs (200 kg) nécessaires pour l'alimentation de la lampe et des moteurs.

L'ascension eut lieu du 20 au 21 juin 1926 avec le ballon « Helvetia » (2 200 m³ d'hydrogène). La température anormalement haute de cette nuit (+ 7°C à 4 500 m) fit que le thermostat, construit pour des températures en dessous de 0°C ne put pas bien fonctionner. De ce fait la précision des mesures fut moins grande que les auteurs auraient pu l'espérer. Le vent d'éther résultant des moyennes des observations était en dessous de l'erreur probable (7 km : s).

Au moment où MM. Piccard et Stahel allaient organiser une nouvelle ascension, ils apprirent que M. Miller dans une conférence faite à Chicago et dans une nouvelle publication (*Science*, 30 avril 1926, t. LXIII), annonçait avoir observé un vent d'éther de même ordre de grandeur à la plaine qu'au Mont Wilson. Cela les engagea à reprendre les mesures avec le même appareil au laboratoire de l'Université libre de Bruxelles à l'heure où, d'après Miller, la composante horizontale du vent d'éther devait passer par un maximum (8,9 km : s). L'appareil fonctionna très bien. Le vent d'éther ne s'est pas manifesté. Tandis que la vitesse de 8,9 km : s indiquée par Miller aurait dû produire un déplacement du phénomène d'interférence d'une amplitude de 0,0057 frange, la moyenne des observations n'a donné que le déplacement insignifiant de 0,0002 frange (correspondant à un retard de la lumière dans l'une des branches de $2,9 \times 10^{-19}$ s et à une vitesse du vent d'éther de 1,7 km : s). L'erreur probable, calculée par la méthode des moindres carrés, est légèrement plus grande que ce déplacement observé.

MM Piccard et Stahel concluent de ces observations que le vent d'éther de Miller ne s'est pas manifesté. Ce résultat concorde avec les observations récentes de Kennedy qui, au Mont Wilson même, n'a pas trouvé non plus le vent d'éther de Miller.

([1]) A. Piccard et E. Stahel ; L'expérience de Michelson réalisée en ballon libre. *Revue générale de l'Electricité*, 4 septembre 1926, t. XX, p. 337-338.

([2]) *Bulletin de la Société française de Physique*, nº 245, 1er avril 1927, p. 56 S.

Le mécanisme de la rupture des métaux par fatigue ([1]).

1. Exposé et discussion des hypothèses. — La rupture des métaux sous un effort de traction peut être examinée à deux points de vue : 1° celui de la mécanique ou, plus exactement de la résistance des matériaux ; 2° celui de la métallographie. Les noms les plus représentatifs du premier aspect de la question sont ceux de Rankine, qui peut être considéré comme ayant établi la liaison entre la théorie et la pratique de l'art de l'ingénieur, de Navier et de Saint-Venant, qui ont été suivis par la plupart des mécaniciens.

En principe, ces derniers sont d'accord sur l'idée qu'ils se font de la matière, l'objet de leurs calculs ou raisonnements, et ils partent, les uns et les autres, des hypothèses suivantes :

1° La matière est homogène, continue et divisible à l'infini sans que les qualités de la matière se trouvent modifiées lorsqu'on en considère des fragments de plus en plus petits ;

2° La matière peut être considérée comme isotrope, également extensible et compressible dans toutes les directions ;

3° Elle obéit à la loi de Hooke, selon laquelle la tension interne est une fonction bien déterminée de la force appliquée.

Dans cette manière de voir, on imagine donc une répartition uniforme des tensions ; on néglige les tensions locales, en pensant qu'elles sont incapables de donner lieu à des phénomènes importants.

En fait, ces hypothèses ne sont pas strictement exactes. Les substances auxquelles on fait d'ordinaire appel pour leur résistance mécanique ne sont pas homogènes. Autrement dit, les formules ordinaires relatives à la résistance des matériaux ne peuvent être considérées comme exactes qu'en moyenne, pour plusieurs milliers de grains cristallins agglomérés du métal, mais non pour un cristal pris individuellement. Dans le cas d'un métal ductile soumis à un effort continu, ces formules donnent des résultats satisfaisants. Mais si le métal est plus cassant, il n'en est plus de même ; il ne pourra plus obéir sans fracture aux efforts locaux de

([1]) H.-F. Moore. *Journal of the Franklin Institute*, novembre 1926, t. CCII, p. 547-568, 6 200 mots, 13 figures.

tension et il peut en résulter de sérieux accidents, même dans le cas d'un effort continu. D'autre part, même dans le cas d'un métal ductile, l'action d'un effort répété peut donner lieu à des effets très graves : à chaque application de la charge, de minuscules fissures tendent à se former aux points de localisation des fortes tensions et à se propager dans toute la masse du métal. Ceci a pour effet de diminuer progressivement l'aire de résistance, qui devient à son tour le siège de tensions localisées de plus en plus grandes, et la rupture est inévitable.

Si maintenant l'on se place au point de vue de la métallographie, on peut distinguer trois périodes dans la déformation d'un métal soumis à un effort continu croissant : la déformation élastique, le glissement et la rupture.

2. Etude de la déformation élastique. — La déformation élastique, telle que l'ingénieur la conçoit, consiste en une très légère extension, compression ou élongation latérale (effort de cisaillement) qui disparaît en même temps que l'effort qui l'a produite. Nous avons vu plus haut que l'ingénieur et le mécanicien considèrent les tensions internes comme uniformément réparties dans le métal ; en métallographie, au contraire, on considère ce métal comme formé de grains cristallins irréguliers, et entre ces grains, ou même à leur intérieur s'ils occupent une position défavorable, il peut exister des surfaces infimes soumises à des efforts de tension très élevés. Si à l'irrégularité des tensions intergranulaires nous ajoutons l'existence d'inclusions non métalliques, et celle de trous minuscules dont la masse de nombreux métaux se trouve criblée, on aperçoit la possibilité de nouveaux efforts de tension encore plus étroitement localisés. Les forces que le calcul introduit dans les formules usuelles de résistance des matériaux tombent bien au-dessous de celles qui apparaissent au niveau de ces nombreuses aires de discontinuité parsemées dans la masse du métal.

La spectroscopie par les rayons X nous a donné, ces dernières années, une idée précise de la répartition des atomes suivant les nœuds du réseau cristallin des métaux, et des irrégularités de structure qui apparaissent aux surfaces de séparation de deux grains cristallins juxtaposés. L'état de contrainte du métal se traduit à ce point de vue par une légère distorsion des mailles du réseau cristallin, qui disparaît par suppression de la force appliquée,

Si pourtant l'on fait croître de plus en plus la force agissant sur un métal ductile, il arrive que suivant certains plans plus faibles des grains cristallins, les liaisons entre atomes se trouvent rompues. Les atomes disjoints peuvent alors éprouver un glissement le long de milliers d'autres atomes restés fixes, après lequel les atomes qui se sont déplacés retrouvent de nouveaux partenaires avec lesquels ils peuvent former de nouvelles liaisons, et, fait remarquable, les nouvelles liaisons se montrent en général plus solides que les anciennes, après une brève période d'ajustement. C'est à cette action que l'on donne le nom de glissement, et elle se manifeste au microscope par une série de lignes parallèles qui traversent les grains cristallins : ce sont les lignes ou bandes de glissement. On ne saurait mieux comparer le phénomène qu'à ce qui se produit dans un jeu de cartes serrées les unes contre les autres, et sur lequel on vient à exercer un effort latéral. La pile qui affectait la forme d'un parallélipipède droit à base rectangle se transforme en un parallélipipède oblique, et les aires de glissement sont représentées par les faces des cartes successives, à leur contact.

En métallographie, une caractéristique importante du glissement est le renforcement des plans faibles du réseau cristallin. Si l'on pouvait provoquer le glissement sans autre effet nuisible, on peut dire qu'il constituerait un procédé remarquable pour accroître la résistance mécanique du métal. Mais il n'est pas possible d'obtenir exclusivement cet effet par glissement. On ne peut éviter que certaines liaisons rompues le restent définitivement, ce qui se traduit par des fissures infimes, submicroscopiques. Et c'est souvent ainsi que s'amorce une rupture.

La formation et l'extension des fissures peut cependant relever encore de deux autres origines, que nous allons étudier maintenant.

En résistance des matériaux, le glissement correspond à la limite d'élasticité du métal. Ce terme de limite d'élasticité est souvent employé à tort et à travers. On peut en préciser le sens, en considérant le phénomène au point de vue métallographique. Les diverses sortes de limites d'élasticité observées au cours d'essais de métaux au laboratoire, peuvent être considérées comme indiquant de façon plus ou moins précise le commencement d'un glissement appréciable dans le métal. Lorsque la force appliquée est faible, le glissement ne se produit que dans de très rares grains cristallins, et le nombre de grains ainsi affectés est si petit que le glissement total ne peut être décelé, même par l'emploi d'un extensiomètre sensible. Pour une force un peu plus grande, le glissement se produit dans un plus grand nombre de grains cristallins, et il commence à ne plus y avoir proportionnalité rigoureuse entre la force agissante et la déformation : si la charge est supprimée, une petite déformation permanente subsiste. C'est la valeur de la force pour laquelle on observe la première irrégularité décelée qui constitue la limite d'élasticité. Mais sa localisation précise dépend à un degré important de la sensibilité des instruments utilisés, et de la précision du tracé du diagramme représentant la variation de l'effort avec la déformation. Enfin, si l'on fait croître encore la force, un glissement général se produit à travers le métal, affectant de nombreux grains, et l'extension peut, dès lors, être observée par des moyens moins sensibles. On a atteint le point de rupture du métal.

Dans le cas des corps sans ductilité, cette rupture se produit d'ailleurs avant que le glissement ait pu se généraliser. Sous l'effet d'une seule application de l'effort de tension, que le métal soit ductile ou cassant, la rupture finale paraît intéresser d'un coup la totalité de la section du métal. Mais en réalité, un examen soigneux montre que la rupture est progressive, et non instantanée. On constate que la rupture commence en une région déterminée, puis se propage rapidement suivant la section de l'éprouvette.

Sous l'application répétée de cet effort, une force bien inférieure à la charge de rupture suffit à provoquer un commencement de rupture qui s'étend bientôt à la totalité de la section de l'éprouvette; mais dans ce cas, la propagation de la fissure est bien plus lente que dans le cas précédent. — L. B.

SECTION INDUSTRIELLE

L'industrie du verre de silice en France

L'industrie du verre de silice s'est considérablement développée ces dernières années; les perfectionnements apportés à la fabrication de ce verre en ont fait un produit qui a reçu de nombreuses applications, en particulier dans les industries électriques où l'on tire parti de sa rigidité diélectrique élevée, de la faible hystérésis diélectrique qu'il présente dans un champ électrique, de la transparence aux rayons ultraviolets, d'une part, et infrarouges, d'autre part, etc. Or, M. H. George qui a fondé en France la Société Quartz et Silice, filiale des Manufactures des Glaces et Produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey, dans le but d'améliorer les procédés de fabrication du verre de silice et d'étendre les applications de ce produit, montre dans les lignes qui suivent ce qu'était cette industrie autrefois et ce qu'elle est devenue. L'auteur décrit les procédés de préparation classiques et ceux basés sur l'emploi du four à induction à haute fréquence; il importe de remarquer que l'application de ce four à cette industrie contribue pour une large part aux perfectionnements dont elle est l'objet. Cet exposé des modes de fabrication est suivi de celui des propriétés du verre de silice qui justifient son emploi dans les domaines les plus divers; l'auteur montre, pour terminer, l'intérêt que présente ce produit pour les industries électriques, comme diélectrique, ainsi qu'il est dit plus haut, et enfin comme matière transparente, pour les industries de l'éclairage et du chauffage.

I. **Introduction.** — Produit du four électrique, isolant hors pair, sous ce double aspect, le verre de silice retient l'attention des électriciens. Ses principales propriétés sont connues depuis 1839 (Gaudin) et ont été souvent décrites. Par contre, il n'y a guère plus de vingt ans que son industrie a pris naissance : la fabrication est restée longtemps entourée de mystère et n'a donné lieu qu'à un petit nombre de brevets et de publications. C'est à M. G. Flusin que revient le mérite d'avoir publié la première étude d'ensemble sur l'industrie du verre de silice (1). Après avoir résumé les bases théoriques de l'industrie et les données fondamentales relatives à la silice, M. Flusin, dans la seconde partie de son important travail, décrit avec précision tous les stades de la fabrication, analyse tous les brevets qui s'y rapportent et précise l'histoire et la situation de l'industrie. Une bibliographie détaillée termine cette étude, la plus précise et la plus complète à laquelle ait donné lieu la silice fondue.

Depuis 1921, plusieurs auteurs, à l'étranger surtout, ont étudié l'évolution de cette industrie.

En premier lieu, M. P. Gilard (2) dans une suite d'articles très documentés, publiés dans la « Revue universelle des Mines », s'est attaché spécialement aux progrès réalisés dans la fabrication du verre de silice et ses articles contiennent des analyses très précises de tous les brevets qui ont vu le jour.

En Angleterre, au cours d'une très intéressante conférence devant la Royal Society of Arts, Sir Richard Paget (1) a exposé, en janvier 1924, l'histoire, le développement et les applications de la silice fondue. C'est à cette conférence que nous renverrons le lecteur curieux de l'histoire du verre de silice. Associé aux efforts du regretté docteur Bottomley, Sir Richard Paget a assisté à ses premières expériences (1903) et il décrit, d'une façon très vivante, les difficultés rencontrées et les circonstances inattendues qui ont démontré la possibilité de travailler à chaud les lingots de silice fondue.

Aux Etats-Unis, les propriétés électriques remarquables de la silice ont incité la General electric Company à en étudier la fabrication dans ses laboratoires. M. Elihu Thomson, titulaire d'ailleurs d'un des premiers brevets relatifs à la silice (1902), a exposé en 1923 (2) les premiers résultats de ces études. Les photographies qui illustrent son article montrent le réel progrès accompli aux Etats-Unis, en particulier par Berry et ses collaborateurs, dans le domaine de la silice transparente. M. Elihu Thomson (3) est revenu en 1925 sur cette question en insistant tout particulièrement sur l'avenir que présente la silice fondue dans l'industrie électrique.

Dans ce qui va suivre, nous nous proposons d'exposer

(1) G. FLUSIN. *Chimie et Industrie*, juin 1920, t. III, p. 729-749, février et mars 1921, t. V, p. 119-135 et 257-267.

(2) P. GILARD. *Revue universelle des Mines*, 1er et 15 novembre, 1er et 15 décembre 1921, t. XI (6e série); 1er et 15 janvier, 1er et 15 février 1922, t. XII (6e série) ; 1er janvier 1925, t. V (7e série); 1er avril 1926, t. X (7e série).

(1) Sir Richard-Arthur-Surtees PAGET: The history, development and commercial uses of fused silica. *Journal of the royal Society of Arts*, avril 1924, t. LXXII.

(2) Elihu THOMSON. *General electric Review*, février 1923, t. XXVI, p. 68-74.

(3) Elihu THOMSON. *Journal of the Franklin Institute*, septembre 1925, t. CC, p. 313-326.

les progrès qui ont été, récemment réalisés, en France. Après avoir rappelé l'essentiel des procédés classiques de fabrication, nous décrirons les nouveaux procédés qui tendent à les supplanter et les possibilités nouvelles qui en découlent. A propos des propriétés de la silice fondue, nous donnerons ensuite quelques chiffres nouveaux. Il nous restera à montrer le développement de l'application du verre de silice dans l'industrie électrique, développement qui précise l'orientation actuelle de cette industrie.

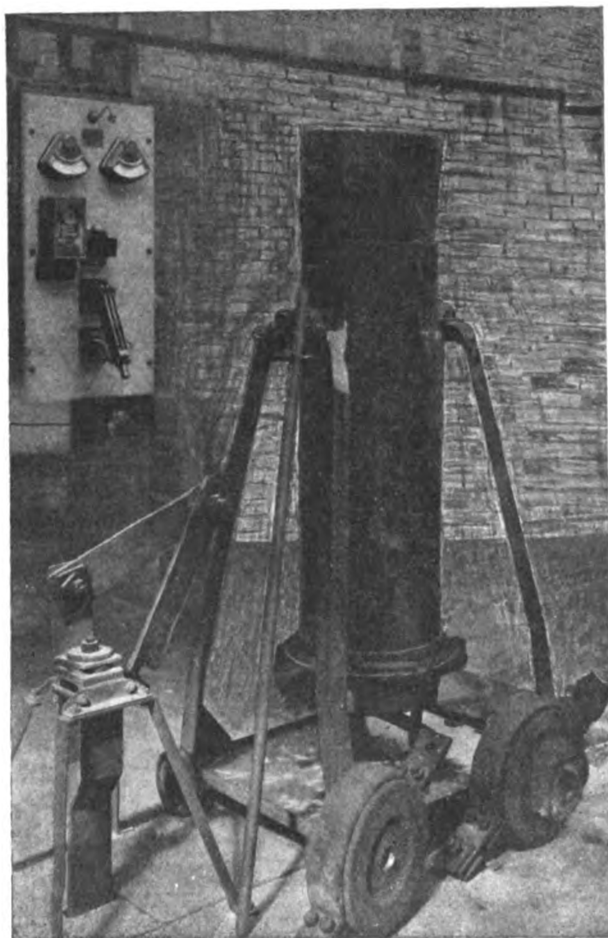


Fig. 1. — Vue d'un modèle classique de four de fusion. Le four est représenté vide. On voit, en bas, les palets et, à côté, l'électrode; au fond, le tableau du four avec ses appareils de mesure.

Nous ne traiterons pas de la question de la silice pure fondue transparente, qui fera l'objet d'une étude ultérieure.

II. Procédés classiques de fabrication du verre de silice (1).

— 1. Définition. — Le verre de silice, qu'on appelle également silice fondue ou quartz fondu, est constitué exclusivement de silice pure. L'analyse chimique révèle une proportion d'anhydride silicique (SiO^2) qui dépasse toujours 99,5 pour 100 et atteint le plus souvent 99,8 pour 100.

2. Matière première. — Toutes les matières premières siliceuses présentant cette haute teneur en silice peuvent être employées. En fait, si l'on met à part le cristal de roche qui n'est utilisé que pour la fabrication du quartz fondu transparent, la matière première courante est le sable blanc très pur que l'on trouve en France dans la région de Nemours et que les verriers du monde entier connaissent sous le nom de « sable de Fontainebleau ». Il n'est guère possible de trouver ailleurs un sable pur convenant aussi bien à la fabrication du verre de silice et, à l'heure actuelle, c'est aux gisements de sable de Nemours que font appel tous les fabricants. Encore faut-il apporter tous ses soins au choix de cette matière première qui ne doit contenir ni fer, ni débris organiques et qu'une teneur en alumine aussi faible que 0,003 suffit à rendre impropre à la fabrication. Aussi les précautions les plus minutieuses sont-elles prises dans les fonderies de quartz pour la manutention, le lavage et le séchage de cette matière première.

3. Fours de fusion. — 1° *Description.* — Le four de fusion classique (fig. 1) est un four à résistance à électrode de graphite ou de carbone amorphe dont la construction est restée longtemps très rudimentaire : une simple virole en tôle, reposant sur un chariot par des tourillons, en constitue toute l'armature. Le fond de la virole est fermé par un palet de charbon assujetti à l'aide d'une monture à baïonnette. C'est dans le récipient ainsi constitué qu'on tasse le sable autour d'une électrode disposée dans l'axe de la virole et reposant à la partie inférieure sur le palet de fond. Le montage du four s'achève en enfilant sur le haut de l'électrode un nouveau palet de charbon et en assurant un bon contact électrique entre celui-ci et l'électrode. Le courant est amené par les deux palets de charbon à l'aide de dispositifs faciles à imaginer.

Sur la figure 2 qui montre une fonderie de quartz est représenté un petit four en fonctionnement. La fonderie de quartz comporte un certain nombre de ces fours, dont les uns sont en opération pendant que les autres sont en préparation. Les dimensions des fours varient avec l'importance des pièces à obtenir. Les plus petits sont destinés à la production des lingots ne pesant que quelques kilogrammes, c'est-à-dire sont limités à une puissance d'une vingtaine de kilowatts et à des opérations durant seulement quinze à vingt minutes. Les plus gros peuvent atteindre une puissance de 100 kw, et plus, et rester en service plusieurs heures consécutives. Nous verrons qu'on dépasse actuellement ces puissances et nous décrirons plus loin un nouveau four de 150 kw produisant des lingots de 400 kg (fig. 3).

Les tensions employées sont en général assez faibles et varient en pratique entre 20 et 50 v. Les tableaux

(1) Pour les renseignements sur les procédés classiques, que nous ne pouvons développer ici en détail nous renvoyons à l'article déjà cité de M. G. Flusin.

du four comportent les appareils de réglage et de contrôle usuels et des compteurs d'énergie qu'il est possible d'étalonner en fonction du poids de matière fondue ou en fonction des diamètres des lingots obtenus dans une opération déterminée.

2° *Fonctionnement des fours.* — Les fours étant mis sous tension, l'électrode enfouie dans le sable et bien calorifugée par la masse de ce dernier atteint rapidement une température élevée.

Les couches de sable voisines de l'électrode commencent à entrer en fusion et il se forme ainsi de proche en proche un manchon de silice fondue qu'on appelle le lingot et dont l'épaisseur croît en fonction de la durée de l'opération. On arrête celle-ci quand le compteur d'énergie, préalablement étalonné, indique que le lingot formé a atteint le poids désiré. A chaque opération, on ne fond guère que le tiers de la charge totale du four. Le reste joue le rôle de calorifuge autour du lingot et empêche l'échauffement de l'enveloppe du four.

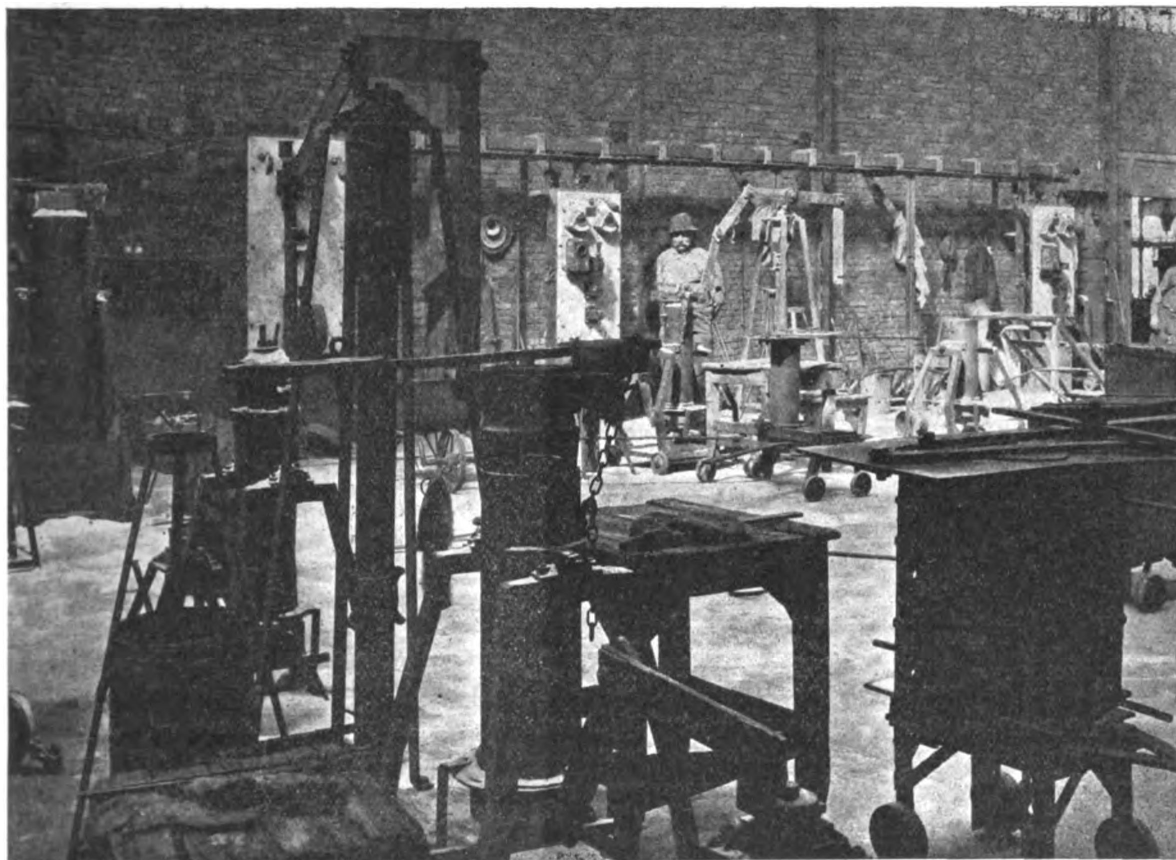


Fig. 2. — Vue d'ensemble d'une fonderie de silice : au premier plan, un petit four en fonctionnement.

L'explication que nous venons de donner de la marche du four et de la formation du lingot est tout à fait élémentaire. Les phénomènes qui prennent naissance dans la charge de silice au contact de l'électrode sont beaucoup plus complexes. Il se produit en effet une réduction de la charge de silice par le carbone de l'électrode. Cette réaction commence dès qu'est atteinte la température de 1 400° à 1 450°C et s'accélère quand la température s'élève; elle se trouve limitée, une fois dépassée la température de 1 650°C environ, par la formation, sur toute la surface de l'électrode, d'une couche de carbure de silicium qui augmente son inertie chimique vis-à-vis de la silice. Cette réaction fournit du silicium et de l'oxyde de carbone. Le silicium formé est déjà liquide (1 430°C) et ne tarde pas à entrer en ébullition (1 600°C). On retrouve quelquefois une partie de ce silicium sous la forme métallique dans la partie inférieure des fours, au voisinage du contact de l'électrode avec le palet; mais la plus grande partie du silicium s'échappe à l'état de vapeur à la partie supérieure des fours avec le gaz carbonique et vient brûler à l'air en donnant des fumées blanches de silice.

Le silicium formé tend aussi à pénétrer dans la charge avant que celle-ci n'ait commencé à s'agglomérer. On conçoit qu'il faille à tout prix empêcher cette pénétration sous peine d'obtenir un produit contenant du



Fig. 3. — Vue d'un lingot de silice fondue (diamètre extérieur, 330 mm; poids, 250 kg).

silicium ibre, c'est-à-dire présentant une teinte grise et des propriétés très inférieures, en particulier au point de vue électrique Aussi les fours comportent-ils tous des dispositifs de protection de la charge et de départ des gaz, destinés à éviter cet inconvénient et constitués, par exemple, par un tube de silice entourant l'électrode sur toute la longueur.

Nous reviendrons en détail sur l'étude de ces phénomènes en décrivant dans la troisième partie un nouveau procédé de fusion qui, tout en laissant le silicium se répandre dans la charge, assure, en tous points de celle-ci, son oxydation immédiate. Nous avons rappelé dès maintenant la complexité de ces phénomènes pour montrer que l'obtention d'un lingot sain, régulier et blanc de silice fondue est une opération difficile qui demande un soin considérable et une attention constante dans la conduite des fours.

La réaction de la silice sur l'électrode a toutefois un résultat très important et très utile, puisque c'est sur ce résultat qu'est basée toute la technique du façonnage à chaud découverte par Bottomley. Le lingot de silice se détache entièrement et franchement de l'électrode sous l'action de l'oxyde de carbone qui se forme et qui cherche à se livrer passage. C'est ainsi que le diamètre intérieur du lingot a quelquefois un diamètre triple du diamètre de l'électrode. Détachée du lingot, l'électrode peut être, en fin d'opération et sitôt le courant coupé, retirée de celui-ci. Si l'on saisit alors le lingot à l'aide de moyens appropriés, il est possible de le retirer du four, puis de l'étirer, de le comprimer ou de le souffler dans un moule sans aucun réchauffage préalable.

C'est cette possibilité, après enlèvement de l'électrode, de façonner immédiatement sans réchauffage le lingot visqueux de silice fondue qui est l'essentiel du procédé classique de Bottomley [1] et qui a été pendant longtemps la seule base de toute la technique de l'industrie du quartz.

4. **Façonnage.** — Le façonnage classique de la silice consiste donc dans l'étirage ou dans le moulage de lingots de dimensions diverses. L'opération la plus simple est la fabrication de tubes par étirage de petits lingots. Pour faire cette opération on introduit dans le lingot, à sa partie supérieure, une buse spéciale solidaire

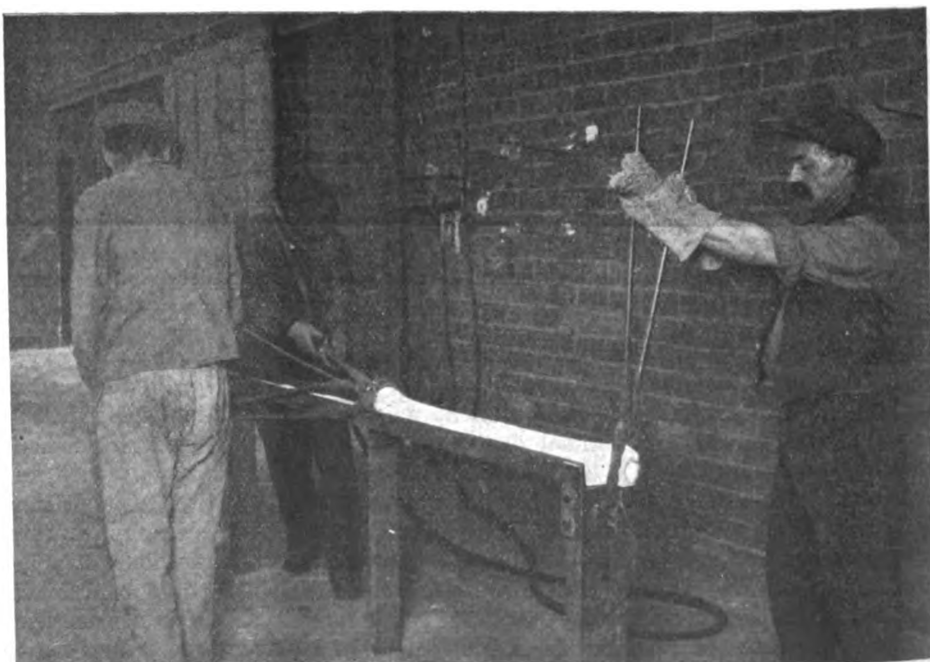


Fig. 4. — Vue montrant la fabrication d'un tube de silice par étirage d'un lingot.

[1] Brevets anglais n° 10670 et 18437, 1904, aux noms de Bottomley, Hutton, Paget.

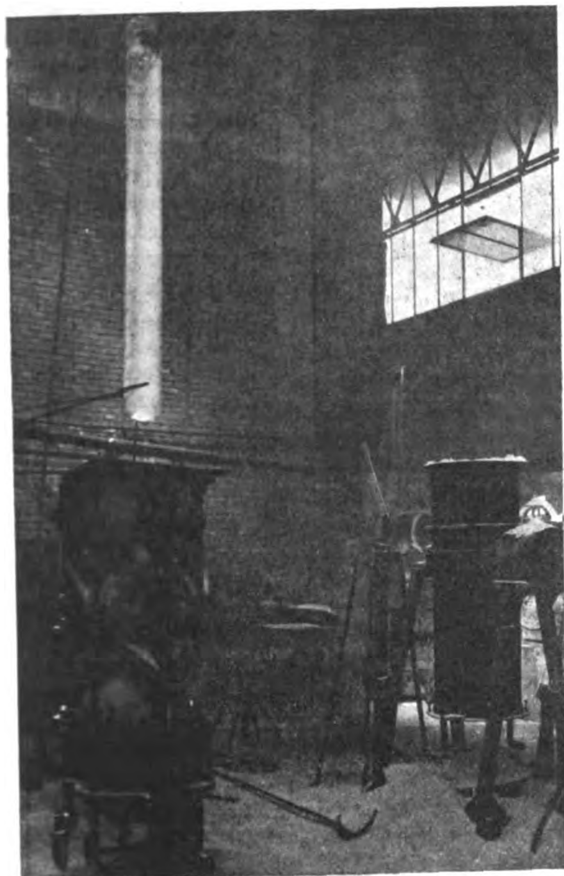


Fig. 5. — Vue montrant un lingot incandescent sur le point d'être placé dans le moule et, à droite, un four.

d'un outil qui vient appliquer hermétiquement la matière fondue sur la buse. On sort le lingot du four à l'aide de cette buse, puis on le porte sur un banc d'étirage horizontal. On saisit alors la partie inférieure du lingot avec une pince qui le maintient tout en l'obturant et on l'étire sur le banc en y insufflant un peu d'air comprimé à l'aide de la buse de façon à éviter l'aplatissement du tube (fig. 4). On retrouve naturellement sur les tubes ainsi étirés tous les caractères du lingot dont ils proviennent. La surface interne est lisse et brillante. La surface extérieure, par contre, est rugueuse et présente l'aspect de sable non fondu. Cette surface doit donc être l'objet d'un décapage à la meule ou au jet de sable. De plus, le tube a évidemment le même rapport de diamètres que le lingot. Or, il est extrêmement difficile de faire varier le rapport des diamètres d'un lingot dans de larges proportions. En prolongeant l'opération de fusion, on n'augmente pas ce rapport. Le diamètre extérieur augmente bien, mais, du fait de la réaction que nous avons décrite, l'alésage du lingot s'accroît en même temps. On voit donc là la raison pour laquelle l'industrie de la silice a été longtemps dans l'impossibilité de livrer des tubes de forte épaisseur. Nous exposerons plus loin les procédés d'étirage de cylindres ou tubes de toute épaisseur et de profils divers, qui ont remplacé l'étirage des lingots, opération aujourd'hui limitée dans les usines modernes à des fabrications spéciales du domaine de la chimie, où il est utile d'avoir des tubes à surface rugueuse (anneaux de remplissage des tours de réaction).

Les pièces de forme, tuyaux, capsules, bassines, etc., s'obtiennent par soufflage des lingots dans des moules appropriés. Les petits moulages se font en saisissant les lingots à bras avec des pinces et en les portant rapidement dans les moules. Il est naturellement nécessaire, pour pouvoir souffler les lingots, de les fermer à la partie inférieure. Cette opération se fait à l'aide de pinces spéciales qui écrasent le lingot en soudant les parois et en coupent l'extrémité. Ces pinces sont quelquefois disposées dans le four de fusion lui-même, parfois complètement indépendantes ; le plus souvent elles sont solidaires du moule. Le soufflage se fait soit à l'air comprimé, soit à la vapeur. Ce dernier procédé peut être réalisé très simplement : il suffit de lancer dans le lingot, au moment où il est disposé dans le moule et fermé en bas, une sorte de fusée constituée d'un manche en bois sur lequel est ficelé une certaine quan-



Fig. 6. — Vue montrant le démoulage du solide ; on remarque les panneaux du moule et le chariot-pince qui a servi à cisailler le bas du lingot.

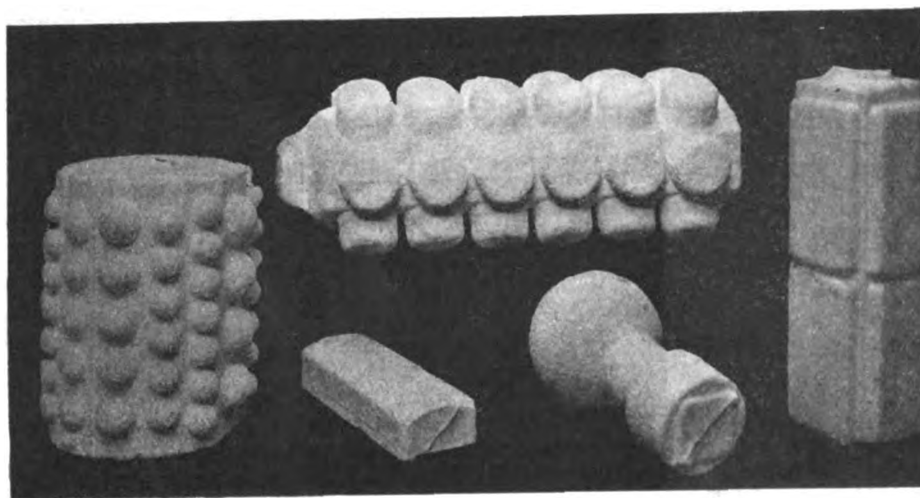


Fig. 7. — Vue de quelques pièces brutes de silice fondu après le moulage et avant le découpage.

tité de papier imbibé d'eau, suivant le procédé du docteur Voelker. La pression produite par la vaporisation et même la dissociation de cette eau portée subitement à 1800°C suffit à assurer le moulage de la pièce, si l'on prend soin de fermer également à la pince la partie supérieure du lingot de façon à ne laisser qu'un faible passage au gaz.

Pour les moulages importants, les manœuvres (sortie de l'électrode, transport du lingot, etc.) sont faites au pont roulant. La viscosité de la silice est, en effet, telle qu'un gros lingot peut être sorti du four au moyen du pont, sans s'étirer ni se déformer sous l'action de son poids; c'est dire qu'il importe d'employer une pression élevée pour le soufflage et que les moules doivent, en conséquence, être très solidement établis. Chaque forme de pièce demande un moule et l'installation d'une fonderie de quartz nécessite un outillage très important dont la durée est réduite par le service très dur auquel il est soumis.

Ces moulages à haute température et à haute pression demandent une discipline rigoureuse du personnel et ne peuvent réussir que s'ils sont faits avec une grande rapidité. Ce sont des opérations impressionnantes qui participent un peu de la beauté des procédés métallurgiques. Les figures 5 et 6 représentent la suite des opérations de moulage.

5. Finissage. — La pièce brute sortant de fonderie après moulage est en général un solide prismatique portant en bossage les pièces qu'il faut obtenir (fig. 7). Il reste à détacher et à achever ces pièces. En verrerie il suffit d'appliquer une flamme sur un trait de diamant pour détacher une pièce. Ici, la parfaite insensibilité de la silice aux variations de température rend cette technique inapplicable. Il faut donc employer des moyens puissants pour découper et tronçonner cette matière très dure. Le jet de sable à haute pression avec buse de petit diamètre est le procédé de choix. Entre les mains d'un personnel exercé — qu'il faut naturellement protéger très complètement — il donne des découpages relativement rapides. Sur la figure 8 est représentée une pièce en cours de découpage à l'usine de Nemours de la Société Quartz et Silice. On remarque l'avancement du travail et la protection de l'ouvrier. Pour les pièces de révolution, tels que les tuyaux, la meule (au carborundum) peut être employée avec avantage, avec des montages mécaniques permettant la rotation et l'approche de la pièce devant la meule ou vice versa.

Le lapidaire est employé comme en verrerie pour le dressage des bords.

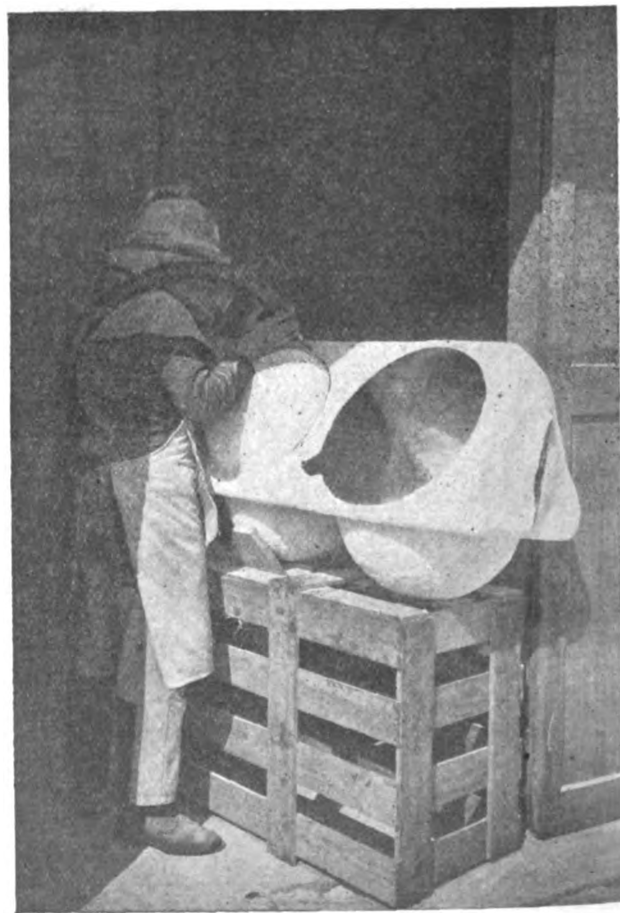


Fig. 8. — Vue montrant l'opération du découpage au jet de sable (le solide donnera 9 coupes à bec).

6. Conclusions relatives aux opérations principales. — En résumé, en ce qui concerne la silice opaque, les procédés classiques de fabrication sont restés l'étirage et le façonnage à chaud des lingots dont l'origine remonte aux brevets Bottomley de 1904. Ces procédés qui ont le mérite d'une assez grande simplicité présentent les inconvénients que nous avons signalés : *a*) Surface lisse et vitreuse sur la seule paroi interne, l'extérieur étant sableux et rugueux ; *b*) difficulté d'obtenir des tubes d'un rapport de diamètres donné, en particulier des tubes épais ; *c*) impossibilité d'obtenir des pièces massives ou à épaisseur variable ; *d*) impossibilité d'obtenir, sans soudure du lingot à la pince, les pièces d'une profondeur assez grande par rapport à leur diamètre, moufles, creusets, etc.

7. Façonnage accessoire. — Pour être complet dans l'étude du façonnage classique de la silice il faut mentionner les procédés de façonnage par refusion. Il faut y comprendre le *soufflage* qui se fait à l'aide du chalumeau oxhydrique en partant de tubes et qui permet de constituer, par soudure et soufflage, des objets de formes diverses.

Le *glaçage* à l'aide de l'arc ou du chalumeau est une opération de refusion superficielle destinée à donner à de petits objets une surface entièrement lisse. Le glaçage est obligatoirement employé pour les petites pièces destinées aux laboratoires de chimie. Celles-ci requièrent, en effet, un nettoyage facile et un poids constant.

Enfin, on procède encore dans quelques usines, en vue d'obtenir des tubes de faible diamètre, à la *refusion et à l'étirage* simultanés, dans un four de passage à tube de carbone, des tubes provenant d'un étirage de lingot. Ces opérations successives sont onéreuses ; aussi ce procédé a-t-il fait place aux nouveaux procédés mécaniques d'étirage. Il est cependant encore employé en Angleterre.

(*A suivre*).

Henri George,
directeur de la Société Quartz et Silice

Les baguettes chauffantes et la silite

Sous ce titre, M. L. Krieger a fait à la séance du 6 novembre 1926 de la troisième Section de la Société française des Électriciens une communication (*) dont nous donnons ci-dessous le texte in extenso. L'auteur, après avoir examiné les diverses réalisations de baguettes chauffantes, retient comme seules pratiquement utilisables celles au carborundum et à la silite; il indique ensuite leur procédé de fabrication, leurs caractéristiques, ainsi que les températures maxima qu'elles permettent d'atteindre.

I. Introduction. — Les premiers essais de chauffage par incandescence de corps réfractaires non métalliques furent, il semble, faits par Depretz en 1849, avec des baguettes et des tubes de charbon de sucre aggloméré. Depuis cette époque, les baguettes soit de charbon artificiel aggloméré, soit de graphite naturel ou artificiel, ont été employées à différentes reprises pour le chauffage. En 1891, Borchers, puis en 1892, Acheson ont utilisé ce procédé de chauffage pour la fusion de matériaux réfractaires.

La baguette, ou en général la résistance de carbone pur, présente le grave défaut d'avoir une durée éphémère par suite de sa combustion. On a donc cherché à l'employer dans le vide ; mais, là encore, les dilatations et contractions successives de la matière par chauffage et refroidissement lui enlèvent rapidement la solidité mécanique nécessaire.

Les applications pratiques et industrielles de carbone pur sont donc à peu près nulles en dehors des usages de laboratoire. Il y a lieu toutefois de remarquer que la baguette de carbone est à peu près le seul résistor possible, quoique éphémère, pour l'obtention de températures allant de 2000 à 3000°C.

(*) Cette communication a été analysée dans le *Bulletin de la Société française des Électriciens*, t. VI, (4e série), décembre 1926, p. 1357-1359.

II. Emploi du silicium. — Aux lieu et place du carbone, Le Roy, vers 1904, a employé le silicium aggloméré, soit en plaques pour les basses températures, soit en baguettes, et dans un tube où il avait été fait le vide, pour les températures élevées.

Il semble que ces derniers appareils n'aient pas donné les résultats attendus, d'une part, parce que le silicium pur a été avantageusement remplacé par le carborundum, d'autre part, parce que ce corps qui bout dans les environs de 2000°C a, bien avant cette température et même avant sa fusion (voir la combinaison directe de silicium et de carbone à 1275°), une tension de vapeur très appréciable qui devait provoquer une évaporation du silicium de la baguette centrale, et son dépôt sur les parois du tube de verre qui servait d'enveloppe.

III. Emploi du carbone avec revêtements divers. — Il semble que, dès l'année 1900, plusieurs tentatives d'établissement de baguettes chauffantes furent faites, soit en employant des matériaux spéciaux, soit, surtout au début, en protégeant les baguettes de carbone pur par un composé moins oxydable et presque aussi réfractaire que le carbone.

Weintraub, en 1903, préconisa le corps qu'il appela le « siloxicon » et dont la formule de composition est

$SiCO$. Ce corps se forme en assez grande quantité dans la fabrication du carborundum.

En 1905, on proposa comme revêtement des baguettes de carbone, du carbure de titane, puis du carbure de silicium (carborundum) formé sur la surface même de la baguette de graphite. Pour ce dernier mode de protection, deux procédés furent mis en œuvre :

a) Le premier consistait à porter la baguette de carbone à haute température au milieu de silice en poudre fine. Les baguettes ainsi protégées par une faible couche de carborundum (1 à 2 mm d'épaisseur) ont été dénommées « silfrax » par leur fabricant. Cette protection était trop faible ;

b) Le second a consisté à chauffer des baguettes de graphite dans du silicium en poudre. La pénétration du métalloïde dans la masse du carbone était ainsi beaucoup plus considérable, la température de la réaction étant beaucoup plus basse que pour la silice. Les baguettes ainsi produites avaient le nom de « silundum ».

Les expérimentateurs ayant fait usage des baguettes de silundum ne sont pas d'accord sur les limites de température de fonctionnement de ce corps. Ils indiquent soit 1 800°C, soit 2 200°C. Ce que nous dirons plus loin de la dissociation du carborundum laisse à penser que le premier nombre est seul à retenir.

IV. **Emploi du carborundum**. — En 1905, la maison Gebrüder Siemens prit un brevet pour la composition d'une résistance réfractaire composée de carborundum, de silicium et d'un agglomérant contenant ou non du carbone ; ce fut le point de départ des résistances en carborundum actuelles. Le fabricant préconisait l'emploi de glycérine et d'acide borique comme liant.

En 1918, sans connaître les travaux de Siemens et étant chargé d'établir des fours à réchauffer les lopins pour fabrication d'obus, je me suis également adressé au carborundum comme base des barreaux résistants. Ce carborundum, aussi régulier que possible, était mélangé avec 7 à 8 pour 100 de silicium en poudre et 2 à 3 pour 100 d'un agglomérant qui, en l'espèce, était du brai. La matière moulée était cuite à 800°C, à l'abri de l'air, et se trouvait, à cet état, assez conductrice pour qu'on y puisse faire passer un courant qui l'échauffait jusqu'à 1 400°C et la mettait en état d'utilisation.

Après la guerre, la maison Kummler et Matter, de Aarau (Suisse), a entrepris la fabrication de baguettes à base de carborundum et de siloxicon comme agglomérant, avec addition de silicium dans les extrémités. Des analyses effectuées, il semble résulter que le mélange central soit de 75 pour 100 de carborundum (SiC), 25 pour 100 de siloxicon ($SiCO$), et qu'il soit ajouté à ce mélange 25 pour 100 de silicium pour les parties terminales.

V. **Caractéristiques du carborundum**. — Nous examinerons successivement les particularités des résistances chauffantes en silundum et de celles en carborundum aggloméré, après avoir, au préalable, donné quelques détails sur les propriétés du carborundum qui en est la base.

Le carborundum obtenu pour la première fois par Schutzenberger est donné généralement comme une combinaison de carbone et de silicium, ayant pour formule SiC. Il n'est cependant pas du tout certain que la combinaison SiC soit la seule, et même que ce soit, à proprement parler, une combinaison. Le carbone et le silicium pouvant avoir même forme cristalline, les corps obtenus, pourraient tout aussi bien, être considérés comme des cristaux mixtes de silicium et de carbone, et ce fait expliquerait en partie certains résultats obtenus par Moissan dans ses recherches sur le carbone octaédrique.

Dans deux analyses faites en 1918 sur le carborundum que j'employais pour les barreaux chauffants, j'ai trouvé sur deux échantillons A et B :

Échantillon A.	centièmes	*Échantillon* B.	centièmes
Si	56,7	Si	45,72
Fe, Al	10,1	Al, Fe	7,01
Ca	0,8	Mg	0,39
C	32,4	C	46,88
	100		100

Compte tenu d'une petite quantité de carbone combinée aux impuretés de fer et d'aluminium, la formule du carborundum A se rapprochait de SiC, et celle du carborundum B de SiC^2. Au reste, sauf en ce qui concerne la couleur (le carborundum A était gris bleu et le carborundum B bleu noir), les propriétés de ces deux matières étaient à peu près identiques.

La fabrication du carborundum par le four d'Acheson est très connue. La réduction de la silice par le carbone s'effectue vers 1 700°C et la solution réciproque de silicium et de carbone en excès est concomitante. Cette dernière réaction s'effectue, au reste, entre les éléments à la température de 1 275°C. Il est intéressant de remarquer que cette température est inférieure de 125°C à la température de fusion du silicium. Il est donc probable qu'à 1 275°C, c'est-à-dire à l'état solide, le silicium a déjà une tension de vapeur sensible, ce qui explique l'échec de Le Roy. D'autre part, cette facile volatilisation du silicium, qui bout vers 2 000°C, rend compte de la dissociation complète du carborundum vers 2 200°C et milite en faveur d'une simple solution réciproque de carbone et de silicium et non d'une combinaison des deux corps.

Si je me suis un peu étendu sur ces questions de matière, c'est que, ainsi que nous le verrons plus loin, elles sont la cause de toutes les particularités rencontrées dans la fabrication et l'usage des baguettes chauffantes à base de carborundum.

VI. **Fabrication des baguettes chauffantes**. — Je passerai rapidement sur la question des baguettes de silundum ou de silfrax, car l'emploi de ces baguettes, dans lesquelles il reste toujours une âme graphitique,

et dont la résistivité est, par suite, peu élevée, exige des courants très intenses sous une faible tension; ces baguettes ne sont donc guère utilisables aux tensions des distributions courantes. Les seules baguettes intéressantes actuellement sont celles de Siemens, en matière dite « silite » et celles de Kummler et Matter agglomérées avec du siloxicon.

Ces baguettes, quelle que soit leur provenance, sont obtenues par moulage sous pression. Ce moulage avec un abrasif, tel que le carborundum, présente d'énormes difficultés et n'est résolu qu'à l'aide de tours de mains que chaque fabricant conserve jalousement pour lui. En outre, l'homogénéité de la matière et la régularité de la pression sont des conditions indispensables de bon fonctionnement futur du produit.

Je n'ai pas de renseignements sur la valeur des pressions employées par les fabricants nommés ci-dessus, mais, dans les essais que j'ai réalisés en 1918, j'ai atteint, pour des barreaux de 35 mm de diamètre il est vrai, des pressions de l'ordre de 2 000 kg : cm².

Une fois agglomérées, les baguettes sont cuites à haute température à l'abri de l'air, ce qui réalise leur solidité mécanique et leur conductibilité électrique. Dans ces baguettes du genre « silite » la cuisson détruit l'agglomérant dont le carbone s'allie au silicium ajouté à la masse et forme le liant nécessaire à la solidité de l'ensemble, et établit la continuité de conduction nécessaire au fonctionnement.

Dans les baguettes Kummler, le siloxicon qui forme un liant analogue à l'argile produit l'agglomération dans les mêmes conditions que celle-ci.

VII. **Amenées de courant sur les baguettes.** — Les arrivées de courant constituent un des points délicats de l'emploi des baguettes. On ne peut, en effet, fixer convenablement des pièces métalliques sur un barreau dont la température est de 1 200°C. Il est nécessaire que la partie en contact avec la prise soit refroidie. Or, si le barreau est homogène, sa résistivité étant plus élevée à froid, il en résultera une dissipation d'énergie plus considérable aux extrémités qu'au centre et la tendance à l'échauffement des prises à la partie utile.

Pour parer à ce vice rédhibitoire, la maison Gebrüder Siemens a logé l'extrémité des baguettes chauffantes dans des tubes de même matière, mais de section beaucoup plus grande. Ces extrémités restent donc froides pour un courant donné. De plus, la prise est faite par un fil de cuivre argenté enroulé sur les tubes extrêmes, le tout étant ensuite argenté. Cette prise donne complète satisfaction.

Dans le même ordre d'idées, j'avais, dans des barreaux exécutés à l'usine de guerre de Lyon, augmenté la section du barreau aux extrémités et logé à l'intérieur une pièce élastique et refroidie en nichrome. Cette pièce était scellée dans le barreau à l'aide d'un mélange de graphite et de brai.

La maison Kummler et Matter a employé une autre solution.

Alors que la partie centrale utile de la baguette semble être composée d'un mélange de 75 pour 100 de carborundum et 25 pour 100 de siloxicon, le mélange employé pour les extrémités comporte, en plus, 25 pour 100 de silicium. Ces extrémités sont donc sensiblement plus conductrices et restent à une température assez basse pour supporter les pièces métalliques qui les enserrent.

VIII. **Fonctionnement des baguettes chauffantes.** — Malgré leur conductibilité thermique plus grande que celle des autres matériaux réfractaires, le carborundum et les compositions dans lesquelles il entre ont une conductibilité thermique 40 à 60 fois moins élevée que celle du cuivre. Un calcul simple permet donc de se rendre compte qu'une baguette d'un diamètre de 10 mm, par exemple, présentera le long d'un rayon de sa section des températures croissant rapidement de la périphérie au centre de la baguette. La différence entre les températures extrêmes sera évidemment d'autant plus grande que le diamètre sera plus élevé.

Or, on sait qu'à 2 200°C le carbure de silicium perd tout son silicium à l'état de vapeurs en laissant une carcasse de graphite pur (Acheson a utilisé cette propriété pour obtenir des graphites très purs). Si donc le diamètre d'une baguette est tel qu'étant donné celui-ci et la température de sa surface, la température de son axe atteint 2 200°C, cet axe se transformera en graphite, la résistivité de la baguette tombera à une valeur très faible et elle deviendra inutilisable. On retrouvera, par réversibilité du phénomène, les anciennes baguettes de silundum. On comprend donc pourquoi toutes les baguettes chauffantes actuelles ont un diamètre compris entre 5 et 10 mm.

Lorsqu'en 1918, j'ai essayé d'établir des barreaux de 35 mm de diamètre dont la surface devait être portée à 1 250°C, le phénomène de graphitation s'est immédiatement produit et dans des conditions qui indiquaient nettement les influences de l'homogénéité du barreau et des différentes valeurs de la radiation à la périphérie.

Toutefois, les températures admissibles à la périphérie, même pour des baguettes de faible diamètre, ne doivent pas dépasser une certaine valeur (1 400°C) pour les baguettes les plus fines, sous peine de voir l'homogénéité du barreau compromise et sa vie très abrégée.

A ce point de vue, les baguettes de silite beaucoup plus conductrices thermiquement et électriquement, et de section par conséquent plus réduite, se comportent mieux à l'usage que les baguettes de siloxicon agglomérant. Par contre, la solidité mécanique de ces dernières est meilleure.

J'ajoute que, d'après quelques résultats d'essais sur des baguettes Kummler et Matter, on voit que ces baguettes ont un coefficient de empératutre peu variable à partir d'une certaine température, et une résistivité minimum à une température déterminée, en général ce qu'on remarque C'est pour tous les résistors à base de carborundum.

L. Krieger.

12

Revues, analyses et informations

Progrès récents dans la transmission et la distribution de l'énergie électrique (¹).

1. Généralités. — Cet article est un aperçu des progrès récents réalisés en matière de transmission et de distribution d'énergie électrique. Pour les réseaux locaux de transmission, les auteurs signalent, en canalisations souterraines, les câbles à 60 000 v de l'Union d'Electricité à Paris et les essais de câbles à 132 000 v à Chicago et New-York. En réseau aérien, on utilise les tensions de 33 000 v à 110 000 v, la première de ces tensions étant la plus courante en Angleterre où les zones alimentées sont de faible étendue. Pour la transmission à longue distance, le système triphasé est presque uniquement employé avec des tensions variant de 60 000 v à 220 000 v (Big Creek et Pit River). Il n'existe pas de lignes de transmission d'énergie en Angleterre et il ne semble pas qu'il doive y en avoir, car les ressources en énergie hydraulique sont très faibles, et d'autre part l'industrie s'est développée autour des puits de mines. On projette en Irlande, en connexion avec le projet hydroélectrique du Shannon, une ligne à 100 000 v allant de cette usine à Limerick, Dublin et Cork. Une des caractéristiques les plus marquantes de ces dernières années en matière de transmission de l'énergie électrique est le développement pris par l'interconnexion soit entre les centres de production d'une même région, soit entre les réseaux de régions voisines. Cette interconnexion procure des avantages au point de vue de la continuité de la fourniture de l'énergie électrique et des économies à la fois dans les frais d'établissement des usines génératrices et dans les frais d'exploitation, en permettant, en particulier, de coordonner le fonctionnement des diverses usines de façon qu'elles puissent travailler dans leurs meilleures conditions de rendement. L'auteur indique dans l'article, pour les Etats-Unis, l'Allemagne, la France, l'Italie et la Suède quelles sont les lignes d'interconnexion existantes ou projetées. En Angleterre il n'existe pas jusqu'ici de réseaux interconnectés, en raison de la coexistence d'entreprises privées et municipales de distribution d'énergie et de la diversité des catégories de courant utilisé. Mais à la suite de l'Electricity Act de 1926, le « Board » qui doit diriger la production de l'énergie a pour mission d'unifier la fréquence à 50 p : s et de couvrir le pays d'un réseau de lignes interconnectées.

2. Lignes aériennes. — L'auteur étudie ensuite la distribution à haute tension et en considère un à un les divers éléments. En ce qui concerne les lignes aériennes, le cuivre reste le conducteur le plus employé, après lequel vient le câble en aluminium-acier. On emploie aussi depuis peu un conducteur en alliage de cuivre et cadmium à 1 ou 2 pour 100 qui a, sur le cuivre pur, l'avantage d'une résistance à la traction de 80 pour 100 supérieure, tout en conservant une conductibilité égale à 80 pour 100 de celle du cuivre pur. Pour les isolateurs, on emploie presque universellement l'isolateur à suspension en porcelaine qui remplace l'isolateur fixe même pour les tensions de 20 000 v seulement. Les supports de lignes sont presque toujours des pylônes métalliques, au-dessus de 50 000 v. La protection des lignes contre les effets de la foudre n'est pas réalisée de façon uniforme. Aux Etats-Unis on utilise un fil de terre placé au-dessus des conducteurs de transmission et on met le neutre du système à la terre. Sur les lignes à très haute tension on a supprimé les parafoudres. En Angleterre on a trouvé qu'on obtient une protection suffisante en terminant les lignes aériennes par une petite longueur de câble souterrain.

3. Canalisations souterraines. — La technique des câbles souterrains s'est aussi beaucoup développée en ces derniers temps. Le problème actuellement à l'étude, au point de vue de leur fabrication, est celui de la suppression de la formation de vides, où, pense-t-on, se produit une ionisation qui est à l'origine de la destruction de l'isolant et des perforations consécutives. Ce problème a été abordé dans deux sens différents : soit qu'on cherche à régler la formation de ces vides dans les parties où la contrainte dans le diélectrique est la plus faible, soit qu'on cherche à les supprimer totalement par l'emploi d'un compound isolant très fluide maintenu sous pression dans le câble par des réservoirs espacés de loin en loin. Ce système a été appliqué en Italie à des câbles monophasés de 78 000 v destinés à des systèmes triphasés à 132 000 v.

Au point de vue de la pose des câbles on peut noter qu'en général, en Europe, on utilise des câbles armés posés directement à même le sol, tandis qu'aux Etats-Unis les câbles sont presque toujours placés dans des conduits en terre et sont, par suite, simplement sous enveloppe de plomb.

4. Appareillage. — C'est sans doute du côté de l'appareillage qu'on trouve les plus grands changements, tant dans la construction des appareils eux-mêmes que dans les dispositions d'ensemble. Pour les interrupteurs à grande puissance, on peut distinguer en quelque sorte trois écoles. En Angleterre on tend à réaliser des appareils à grande vitesse de rupture, à cuves résistantes à grand volume d'huile, avec une hauteur d'huile assez élevée au-dessus des points de rupture en général au nombre de deux. Aux Etats-Unis on tend à employer une petite cuve résistante quelquefois immergée elle-même dans une cuve plus grande. Enfin les appareils à plusieurs ruptures en série avec résistances de choc sont de plus en plus employés sur le continent. Quant aux dispositions mêmes d'ensemble de l'appareillage, on peut les classer en quatre catégories : disposition en cellules de maçonnerie avec séparation des phases, surtout répandue aux Etats-Unis, disposition en cellules par circuit qui sont quelquefois, pour les basses tensions, constituées par des cabines métalliques individuelles pour chaque circuit, appareillage blindé employé en Angleterre et enfin, pour les très hautes tensions, appareillage extérieur. On peut rattacher à l'appareillage les systèmes et dispositifs de sectionnement et d'isolement des portions de conducteurs en dérangement qui appartiennent à deux classes différentes : les systèmes à dispositifs équilibrés avec fils pilotes, surtout développés en Angleterre, et ceux à relais discriminateurs dont l'action dépend de la variation du courant, de son sens et de la chute de tension.

5. Modes de distribution. — Les systèmes de distribution doivent permettre l'alimentation par des moyens de secours

(¹) J.-R. Beard. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, mars 1927, t. LXV, p. 338-350, 13 000 mots.

en cas de défaut sur un feeder. Le système radial à feeders doublés assure 100 pour 100 de moyens de secours. L'adoption des systèmes de protection a permis de réaliser les réseaux à alimentation en boucle. L'auteur discute les conditions d'emploi de ce système. Tous les systèmes de distribution sont, en général, constitués de plusieurs réseaux à différentes tensions, un réseau principal à 33000 v, par exemple, alimentant des réseaux secondaires à 11 000 v dont chacun alimente à son tour d'autres réseaux à tension plus basse. Le nombre de transformations successives est d'autant plus grand que la densité de la charge dans la zone considérée est plus faible.

Une caractéristique récente de la technique, en matière de distribution, est la simplification des réseaux à haute tension par une diminution de l'appareillage nécessaire. C'est ainsi, par exemple, qu'on branche directement les conducteurs principaux d'alimentation sur les transformateurs et qu'on traite l'ensemble comme une unité. On économise ainsi l'appareillage du côté de la haute tension du transformateur.

On peut enfin signaler le développement pris par les installations centrales de commande et de surveillance à distance résultant de l'étendue de plus en plus grande couverte par les réseaux.

Pour ce qui est de la distribution à basse tension au consommateur, on peut noter qu'elle se fait généralement entre 200 et 250 v en Europe et à 115 v aux États-Unis. — J. S.

Phénomènes d'autoexcitation par courant continu dans des tubes à vide. Leurs applications[1].

L'auteur a été amené à étudier des propriétés nouvelles et remarquables des tubes à vide amplificateurs, dans certaines conditions de fonctionnement. Le montage, représenté sur la figure 1, était conçu en vue d'éviter les complications des piles des grilles. Le schéma montre que l'alimentation des divers tubes est réalisée par un potentiomètre, monté aux bornes d'un générateur de courant continu à 350 v. Les

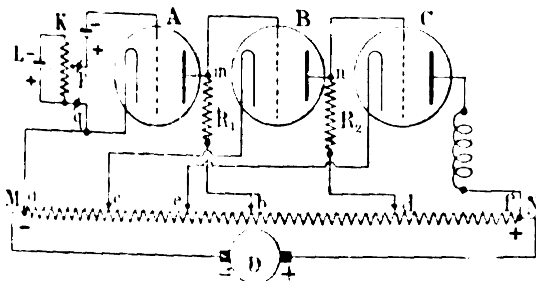


Fig. 1. — Schéma de montage des tubes alimentés par un potentiomètre : A, B, C, tubes; M, N, potentiomètre; D, génératrice à courant continu.

résistances de plaques étaient de 200000 ohms. Si on fait agir sur la grille du premier tube une source à courant continu pq, il se produit dans l'ensemble une sorte de réaction. Cette réaction entraîne un accroissement de l'amplification et des phénomènes instables. Si on représente le courant du tube C en fonction de la tension de grille du tube A, on trouve la discontinuité représentée en MM' sur la figure 2. L'intervalle de tension DC varie de 10^{-3} v à 30 millivolts, et la différence de courant MM', de 35 à 40 milliampères.

Ces constatations étant faites, l'auteur étudie les conditions de stabilité d'un circuit électrique composé par un générateur dont la caractéristique est $e = f(I)$, celle du récepteur étant $E = \varphi(I)$. La condition de stabilité est $\frac{de}{dI} > \frac{dE}{dI}$ au point d'intersection des caractéristiques considérées. C'est la condition de Kaufmann. La discontinuité signalée par M. Minorsky s'explique en tenant compte de cette condition, si l'on suppose que le potentiomètre suit la loi d'Ohm et que le tube B travaille sur la partie linéaire de sa caractéristique. M. Minorsky a vérifié cette façon de voir en traçant expérimentalement les courbes E et e, d'une part avec le tube C, d'autre part en remplaçant ce tube par une résistance variable. L'existence de la zone d'instabilité DC

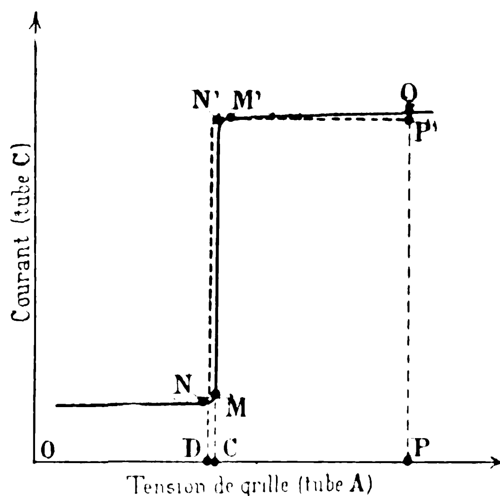


Fig. 2. — Courbe indiquant la variation du courant dans le tube C en fonction de la tension de grille du tube A

de la figure 2 tient à ce que, dans cette région, l'une des courbes est une droite, qui est voisine de la tangente à l'autre en un point d'inflexion. Il en résulte des phénomènes qui peuvent être périodiques ou non suivant les cas. Ils ne rentrent pas dans le cadre des oscillations ordinaires autour d'un point d'équilibre fixe. Le centre d'oscillations est l'intersection de deux caractéristiques dépendant d'un paramètre, et ce paramètre lui-même est fonction du courant instantané. Cela revient à dire qu'il n'y a pas de centre d'oscillations.

On peut appliquer ce phénomène nouveau à la fermeture et à l'ouverture rapide d'un circuit; il permet en effet l'établissement de relais d'un type électrostatique, d'une sensibilité et d'une puissance considérablement accrues. Ces relais sont à rapprocher du système du « tout ou rien » réalisé par MM. Dunoyer et Toulon, et qui possède une sensibilité encore plus grande. C.-R. M.

L'électricité à bord des navires de guerre [1].

1. Applications mécaniques. — Ces articles sont un résumé de la communication faite par l'auteur à l'Institution of elec-

(1) Nicholas Minorsky, *Journal of the Franklin Institute*, février 1927, t. CCIII, p. 181-209, 8000 mots, 11 figures, 4 oscillogrammes.

(1) W. Mc Clelland, *The electrical Review*, 8 et 15 avril 1927, t. C, p. 575-576 et 616-618, 7 000 mots, 7 figures; *The Electrician*, 8 avril 1927, t. XCVIII, p. 384-385, 3 500 mots.

trical Engineers au sujet de l'emploi de l'électricité à bord des navires de guerre britanniques. Il s'est attaché, dans cette étude, à faire ressortir principalement les conditions spéciales auxquelles doivent répondre les appareils électriques (moteurs, lampes, etc). Examinant d'abord la question du mode de distribution, il indique que l'opinion générale en cette matière est pour la distribution à courant continu à deux fils. La marine anglaise adopte une distribution en boucle qui permet de faire les départs d'alimentation aux points convenables avec un nombre minimum de traversées de cloisons. Au point de vue des moteurs, un navire moderne (tel que le croiseur Hood) n'en comporte pas moins de 400 environ, d'une puissance totale de 2 300 ch et dont les puissances individuelles vont de 0,3 à 195 ch. Pour diminuer autant que possible la quantité de pièces de de rechanges à prévoir en réserve, l'Amirauté a établi dix modèles de puissances allant de 0,7 à 20 ch. Parmi les conditions requises de ces moteurs, on peut signaler que les paliers doivent permettre une inclinaison de 15 à 22°,5 sur l'horizontale. Au point de vue de leur échauffement, on a établi trois classes suivant l'emplacement que doivent occuper ces moteurs dans l'intérieur du navire. Les systèmes de commande des moteurs sont ceux utilisés ordinairement ; mais les appareils doivent répondre à des conditions spéciales; ainsi, par exemple, les contacteurs électromagnétiques doivent rester enclenchés malgré les vibrations et les chocs. On emploie peu de démarreurs automatiques. Pour les moteurs à vitesse variable on adopte souvent un système de réglage électrohydraulique (cas des moteurs de tourelles).

2. Éclairage. — L'éclairage est en général assez difficile à réaliser vu la faible hauteur des ponts, le peu d'espace et la disposition des lieux. Il faut, en général, avoir recours à un grand nombre de sources lumineuses de faible intensité chacune. Les lampes doivent subir un essai qui consiste à leur appliquer un certain nombre de chocs, alors qu'elles ont déjà brûlé une cinquantaine d'heures. Cet essai, qui se faisait autrefois la lampe éteinte, se fera désormais sur la lampe allumée. Pour l'éclairage des soutes, le circuit doit être coupé automatiquement si le globe en verre du support de la lampe vient à être brisé ou lorsqu'on ouvre cette monture. Dans certains cas, pour l'éclairage des hangars des navires porte-avions, il faut tenir compte de la présence de vapeur de pétrole. Certains compartiments (celui des pompes à pétrole, par exemple) sont éclairés par des lampes placées dans les cloisons à l'intérieur des montures étanches.

Les projecteurs sont alimentés directement par la distribution du navire lorsque celle-ci est faite à 80 ou 110 v. Lorqu'elle est à 220 v on emploie avec chaque projecteur un groupe moteur-générateur à courant constant. Pendant la guerre un nouveau type de projecteur ayant une intensité lumineuse de six à dix fois supérieure à celle des anciens a été établi. Ce type nécessite un refroidissement artificiel et une ventilation en raison de la grande quantité de chaleur développée ; il comporte en outre des dispositifs destinés à éviter l'oxydation des électrodes, d'autres à régler automatiquement la position de l'électrode négative, à centrer le cratère positif et aussi à faire tourner l'électrode positive de façon que le cratère se forme symétriquement.

3. Appareils de chauffage. — Les appareils de chauffage et de cuisine à l'électricité sont de plus en plus nombreux à bord des navires de guerre. En particulier les fours de boulanger chauffés électriquement installés sur les derniers navires se sont montrés bien supérieurs aux fours chauffés à la vapeur, au point de vue de la durée nécessaire à leur chauffage.

4. Canalisations, machines et appareillage. — Les câbles constituent une des plus délicates parties de l'installation électrique des navires. En général, on emploie, pour tous les circuits de lumière et de force motrice, des câbles à un seul conducteur, les câbles à plusieurs conducteurs n'étant utilisés que pour les circuits de faible puissance et les circuits de contrôle des interrupteurs. Presque tous ces câbles sont isolés au caoutchouc et sous plomb. On emploie aussi quelquefois des câbles armés. Les conditions très variables de température et d'humidité dans lesquelles se trouvent les câbles sont assez mauvaises pour la conservation de l'isolant, surtout lorsque celui-ci est du caoutchouc. Pour les câbles imprégnés, le compound doit avoir une viscosité déterminée, et les boîtes de raccordement ou de jonction doivent être d'un type spécial. Les câbles sont maintenant fixés directement le long des cloisons au moyen d'attaches soudées à l'arc électrique.

Les batteries d'accumulateurs ne sont employées en grand qu'à bord des sous-marins où les conditions d'emploi sont tout à fait spéciales. Ces batteries ont une capacité variant de 2 000 à 10 000 A-h. Les bacs sont très longs et complètement fermés; ils sont en ébonite ou en un produit analogue à la bakélite. Les plaques sont à oxyde rapporté. Suivant certaines réglementations, les gaz dégagés dans les bacs clos doivent être évacués par des tuyauteries, en même temps que de l'air de refroidissement est amené au-dessus des bacs.

Dans un sous-marin le poids total du matériel électrique peut atteindre 14 pour 100 du poids en plongée, dont 7 pour 100 pour la batterie d'accumulateurs. Les moteurs sont généralement à deux induits et on fait des groupements en série parallèle des batteries. Dans certains cas on a employé des moteurs enfermés avec refroidissement par l'eau de l'air de ventilation.

5. Applications diverses. — Parmi les autres emplois de l'électricité à bord, on peut encore citer les postes de télégraphie sans fil, les téléphones, les appareils de conduite de tir et de mise de feu, les appareils de signalisation, etc. Tous ces circuits fonctionnent sous une basse tension, entre 22 v et 100 v, et sont alimentés soit par un groupe moteur-générateur individuel, soit par des groupes communs à plusieurs d'entre eux. Des batteries d'accumulateurs servent de secours pour les plus importants de ces circuits.

L'auteur n'a pas été sans aborder la question de la propulsion électrique des navires. Les principaux points à considérer à ce sujet sont la souplesse, le poids, l'encombrement et l'économie. Il a cité l'équipement avec moteur Diesel et transmission électrique du navire auxiliaire « Adventure ». Les deux hélices sont entraînées par des moteurs à courant alternatif pouvant développer 21 000 ch à 160 t : mn. La tension employée est de 1 100 v. Il a deux groupes Diesel avec alternateur, les moteurs pouvant être alimentés indifféremment par l'un ou l'autre groupe ou tous les deux par un seul groupe. — J. S.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Lebon et Cie (Compagnie centrale d'Eclairage par le Gaz).

Assemblée générale ordinaire du 26 avril 1927.

Dans le rapport annuel de cette société au capital de 40 millions de francs, il est indiqué que l'électrification des villes et des campagnes dans les départements de la Seine-Inférieure, de l'Ille-et-Vilaine, des Côtes-du-Nord, du Finistère, des régions d'Alger et d'Oran, en Algérie, enfin en Égypte, se poursuit peu à peu.

Les trois villes d'Alger, Blida et Morlaix restaient seules à ne pas avoir conclu d'entente définitive avec la société pour le règlement des imprévisions dues à la guerre. A la suite de longues discussions, Alger et Blida ont signé des accords mettant fin à ces questions litigieuses et tenant compte des intérêts des deux parties.

L'entente avec la ville d'Alger est en instance d'approbation de l'autorité supérieure.

L'arrangement avec Morlaix est encore en cours d'étude.

Le relevé des comptes de 1926 montre qu'au cours de cet exercice le résultat des opérations s'est élevé à 33 millions 527 326,59 fr.

Le résultat de 1925, comprenant le bénéfice de la vente des droits de la société en Espagne, qui n'est, par conséquent, pas comparable à celui de 1926, était de 31 100 381,97 fr (1).

Il y a lieu, pour l'exercice 1926, d'attribuer au fonds d'amortissement et de dépréciation de l'actif industriel une somme de 8 millions de francs, au fonds d'amortissement des bons 6 pour 100 une somme de 3 millions de francs et à la Caisse des Retraites de la compagnie une somme de 700 000 fr.

Le total de l'actif du bilan étant de 320 077 608,04 fr et le total du passif de 306 540 979,05 fr, le solde bénéficiaire ressort à 13 536 628,99 fr, qui se répartit comme il suit :

23 fr par action aux actions de capital, sous déduction des impôts exigibles; 18 fr par action aux actions de jouissance, sous déduction des impôts exigibles; 2 681 387,49 fr au fonds d'amortissement des actions.

Un acompte de 18 fr aux actions de capital et de 13 fr aux actions de jouissance, sous déduction des impôts, ayant été mis en distribution à partir du 13 décembre 1926, le solde à distribuer est de 5 fr par action de capital et de jouissance, sous déduction des impôts exigibles.

Bilan au 31 décembre 1926.

Actif.

	fr
Usines et concessions d'éclairage et travaux supplémentaires	188 018 931,94
Immeuble social, propriété de la compagnie à Paris	1 017 000 »
Espèces en caisse et en banque	43 267 566,48
A reporter	232 303 498,42
Report	232 303 498,42
Titres et valeurs diverses de la compagnie	9 731 466,25
Comptes divers	31 960 786,50
Comptes courants des usines	39 672 356,87
Acompte sur dividende 1926	6 409 500 »
	320 077 608,04

Passif.

	fr
Actions de capital et de jouissance	40 000 000 »
Obligations de 500 fr à 4 pour 100	27 898 401,39
Obligations de 500 fr à 3 pour 100	10 769 769,41
Obligations amorties	51 099 277,86
Bons de 500 fr 6 pour 100 à amortir	19 449 770 »
Amortissement et dépréciation de l'actif industriel	57 668 417,54
Réserve statutaire	1 000 000 »
Fonds de prévoyance	500 000 »
Caisse de retraites	1 404 966,54
Amortissements divers dans les usines	21 568 338,78
Dividendes et intérêts	5 134 892 »
Actions amorties, restant à rembourser	1 022 000 »
Obligations amorties restant à rembourser	2 484 300 »
Créditeurs divers	48 499 619,76
Réserve spéciale	1 780 513,37
Fonds d'amortissement des bons à 6 pour 100	16 252 342,27
Fonds spécial d'amortissement des actions	8 370,13
Profits et pertes :	
Produits nets de l'exercice 1926	13 536 628,99
	320 077 608,04

(1) Voir *Revue generale de l'Electricité*, 26 juin 1926, t. XIX, p. 1038.

Société hydroélectrique des Dranses.

Assemblée générale ordinaire du 27 avril 1927.

D'après le rapport annuel de cette société au capital de 3 millions de francs, et dont le siège est à Paris, 96, rue de la Victoire, l'année 1926 n'a été signalée par aucun incident notable. Le nombre des arrêts pour cas de force majeure n'a été que de deux et celui des arrêts demandés par la société, de deux également. Le nombre des arrêts autorisés n'a donc pas été atteint et la société n'a eu aucune ristourne à faire à la Société Braunstein frères qui a d'ailleurs payé l'intégralité de son forfait.

L'énergie fournie à l'usine de Vongy a été de 12 millions 043 050 kw-h, supérieure de 3 185 978 kw-h à celle de 1925, qui avait été de 8 857 072 kw-h (1).

Cette augmentation provient de ce que le régime des eaux a été celui d'une bonne année moyenne, bien que l'énergie disponible au barrage ait été utilisée avec un coefficient légèrement inférieur à celui de 1925.

L'augmentation de l'énergie mesurée à Vongy (12 millions 043 050 kw-h en 1926 contre 8 857 072 kw-h en 1925) est à peu près du même ordre que l'augmentation de la quantité d'eau disponible.

La recette de courant de la commune de Bonnevaux a été de 6 329,40 fr, en augmentation de 1 601 fr sur 1925.

Au cours de l'année, la société a commencé la vente d'énergie à la commune de Vacheresse. La recette a été de 4 580,85 fr pour une période de fourniture d'environ six mois.

(1) Voir *Revue generale de l'Electricité*, 1er mai 1926, t. XIX, p. 714.

La quantité d'eau qui a passé au barrage a été notablement supérieure à celle de 1925 et le nombre de jours pendant lesquels le débit de la Dranse a été supérieur à la capacité d'absorption de l'usine, de 148 jours au lieu de 81 en 1925, tandis que le nombre de jours où l'usine n'a pu fonctionner qu'à demi-charge n'a été que de 88 jours en 1926 contre 176 jours en 1925.

Il a été changé dans le courant de l'année 9 poteaux conformément aux prévisions. De plus, la société a muni 27 appuis de socles en ciment de manière à prolonger l'existence des poteaux.

Les travaux neufs de premier établissement ont été de peu d'importance et nécessités par l'aménagement d'un poste de transformation destiné à desservir un riverain de la Dranse auquel la société devait fournir, d'après les conventions établies par la Société d'Électricité du Chablais, de l'énergie électrique en dédommagement de ses droits à l'eau. Jusqu'ici cette fourniture était remplacée, suivant une entente provisoire et révocable au gré de ce riverain, par une indemnité en argent qui a été supprimée à la date du 1er février 1926.

A la suite d'une demande de la commune de Vacheresse et après entente avec cette commune et avec la Société Braunstein frères, la société a construit une ligne à haute tension reliant l'usine de Bonnevaux à ce village. Cette ligne, maintenant terminée, qui devient la propriété de la commune en échange de divers droits, a permis d'anticiper de plusieurs années l'époque à laquelle Vacheresse eût été susceptible de recevoir l'énergie; sa mise en service a eu lieu le 1er juin 1926.

A la suite des réclamations faites par l'intermédiaire des vérificateurs d'impôts, la société a obtenu des dégrèvements sur les contributions foncières, de patente et de mainmorte se montant à 8 187,54 fr pour l'année 1921; 8 509,80 fr pour l'année 1922; 8 322,71 fr pour l'année 1923; 8 805,26 fr pour l'année 1924; 9 583,55 fr pour l'année 1925; soit au total 43 408,86 fr.

Les seules contributions dont le montant total en 1921 était de 29 472,93 fr, s'élevaient en 1925 à 34 827,40 fr. Pour 1926, la société a été imposée pour ces trois contributions d'une somme de 56 555,41 fr en augmentation de 21 728,01 fr sur l'exercice précédent.

Un dégrèvement d'environ 13 100 fr pour 1926 a été demandé.

A la suite de très nombreuses démarches à Grenoble et à Paris, la société a obtenu l'envoi des dossiers de concession à la Direction des Forces hydrauliques à Paris.

Pour hâter l'octroi de la concession et diminuer les dépenses pendant les premières années, la demande a été scindée en trois et la société a demandé d'abord la concession de la chute de Bioge; les renseignements recueillis au Ministère font espérer qu'elle sera accordée dans le courant de l'année 1927. Celles se rapportant aux chutes du Fion et de l'Eau Noire seront poursuivies pendant l'exécution des travaux de Bioge de façon à permettre de les continuer sans interruption.

Les ententes avec les municipalités, conclues l'année dernière, ont été sanctionnées par quatre décrets présidentiels pour les terrains soumis au régime forestier et trois arrêtés du préfet de la Haute-Savoie pour les terrains non soumis au régime forestier.

Les conventions avec les maires résultant de ces décrets et arrêtés ont été signées au cours de l'année.

L'examen de compte d'exploitation montre que les recettes de l'exploitation, fournitures de courant et divers se sont élevées à 669 055,70 fr.

Les dépenses correspondantes ont été de 89 878,35 fr pour frais généraux et 216 269,87 fr pour frais d'exploitation et d'entretien, soit au total 306 148,22 fr.

Dans cette somme de 306 148,22 fr, les impôts de toute nature, redevances à l'État ou aux communes entrent pour 88 753,03 fr et les assurances incendie, accidents et responsabilité civile pour 15 761,80 fr, soit une proportion de plus de 34 pour 100.

L'exploitation proprement dite a laissé un produit brut de 362 907,48 fr; à cette somme il y a lieu d'ajouter les intérêts des fonds en dépôt de 31 251,61 fr, soit ensemble 394 159,09 fr, et de retrancher :

1° Les charges financières et intérêts de comptes courants d'avances, soit 126 400 fr; 2° la somme nécessaire pour l'amortissement de 28 obligations à 6 pour 100, conformément au tableau de tirage, qui viendra en atténuation des dépenses de premier établissement à concurrence de 13 300 fr, et en atténuation de la prime de remboursement pour une somme de 700 fr. Soit un total de 140 400 fr.

Les profits et pertes de 1926 apparaissent ainsi à 253 759,09 fr.

Le conseil d'administration a décidé de procéder, en conformité de l'article 42 des statuts, à divers amortissements sur les postes suivants : frais de constitution et d'émissions, 10 000 fr; études, projets et divers, 14 594,50 fr; frais d'actes d'acquisition, 10 000 fr; installations en compensation de servitudes, 9 431,25 fr; dépenses de premier établissement, 27 408,30 fr; outillage, mobilier et agencement, 10 425,40 fr; soit un total de 81 859,45 fr.

Le bénéfice net de 1926 s'élève donc à 171 899,64 fr, auquel il y a lieu d'ajouter le report de l'exercice précédent, de 2 162,68 fr.

La répartition de cette somme est la suivante :

5 pour 100 à la réserve légale, soit 8 595 fr; 5,5 pour 100 d'intérêts aux actions, soit 165 000 fr.

Le report à nouveau est de 467,32 fr.

Chaque action recevra donc un dividende brut de 27,50 fr. Un acompte de 17,50 fr ayant été mis en paiement le 20 décembre 1926, le solde de 10 fr par titre est distribué depuis le 1er juin 1927, à raison de : 6,10 fr net pour les actions nominatives et 3,15 fr net pour les actions au porteur.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926

Actif.

	fr
Frais de constitution et d'émissions	155 000 »
Études, projets et divers	239 594,50
Prime de remboursement des obligations	99 375 »
Frais d'actes d'acquisition	260 000 »
Installations en compensation de servitudes	24 431,25
Dépenses de premier établissement	3 880 708,30
Outillage, mobilier et agencement	40 426,40
Loyer d'avance et cautionnements	1 200 »
Caisses et banques	534 154,52
Débiteurs divers	69 514,60
Impôts à recouvrer	18 970,60
Approvisionnements	16 637,30
Acompte sur dividende exercice 1926	102 060 »
	5 442 072,47

Passif.

	fr
Capital social	3 000 000 »
Obligations de 500 fr à 6 pour 100	1 987 500 »
Réserve légale	19 061,20
Coupons à payer	56 153,50
Créditeurs divers	123 436 »
Profits et pertes reportés	2 162,68
Profits et pertes de 1926	253 759,09
	5 442 072,47

SECTION DE LÉGISLATION

A propos d'un contrat de fourniture d'énergie dans le cas d'un changement de local

Réflexions sur un arrêt de la Cour d'Appel de Grenoble du 18 mars 1927

Dans cet article, l'auteur commente un récent arrêt de la Cour d'Appel de Grenoble concernant la résiliation d'un contrat en cours, qu'une société distributrice avait refusé à un abonné à la suite d'un changement de local. Il fait ensuite un rapprochement avec un arrêt de la Cour d'Appel de Toulouse dans un cas ayant des causes analogues mais pour lequel la société demanderesse voulait résilier le contrat. Dans les deux cas les tribunaux ont donné raison à la société de distribution; cependant il ne faut pas s'étonner de la divergence des décisions car elles s'appliquent chacune à une police très spéciale.

I. **Exposé de la question litigieuse. Interprétation d'un contrat de fourniture de courant.** — Les faits qui ont donné lieu au procès peuvent être ainsi résumés, d'après le texte de l'arrêt de la Cour de Grenoble du 18 mars 1927. Dans une ville industrielle du département de l'Isère, M. X..., négociant en spiritueux, avait signé pour dix années, dans le courant de l'année 1921, une police et obtenu de la société Y..., distributrice d'électricité, le courant nécessaire pour actionner une pompe à vin. En 1925 (c'est-à-dire quatre ans après la signature de la police), M. X... arrivait au terme de son bail dans l'immeuble qu'il occupait au moment où il avait demandé pour dix ans la fourniture du courant.

Il prétendit que la convention de fourniture devenait automatiquement caduque, du moment qu'il quittait les locaux indiqués dans la police, comme point de livraison de l'énergie électrique : il paraissait s'appuyer surtout sur cette mention de la police : « L'abonné ne pourra céder à une tierce personne ni transporter en dehors des locaux occupés personnellement par lui tout ou partie du courant qui lui est fourni, sans avoir obtenu l'autorisation par écrit de la société ». Ne pouvait-on pas dire, dans ces conditions, que les parties contractantes avaient eu en vue moins la personne du preneur que le local envisagé ?

Par jugement du 6 juillet 1926, le Tribunal de commerce avait admis cette théorie et rejeté la demande de la société distributrice, d'après laquelle l'abonné avait contracté pour lui-même et s'était engagé personnellement ; par conséquent s'il transportait son exploitation commerciale dans un autre bâtiment, il devait continuer à y prendre le courant, ou, du moins, payer une indemnité de rupture.

Par arrêt du 18 mars 1927, la Cour de Grenoble a cassé le jugement et donné une interprétation conforme au système de la société distributrice. C'est en se reportant au contrat que les juges du second degré ont statué ; ils ont remarqué qu'il était difficile de considérer comme dégagé, à raison d'un changement de local, l'abonné qui, ayant un bail de quatre ans dans ce local, avait accepté une police pour dix ans ; de plus, cette police contenait la mention suivante que l'arrêt relate textuellement : « au cas de cession de son fonds de commerce ou de son droit au bail, le sieur X... devra, sous peine de dommages-intérêts, imposer à son concessionnaire, la continuation du contrat, tout en restant *personnellement responsable de son exécution* et la cessation du commerce ou de l'industrie ne sera pas une cause de résiliation des accords ».

La reproduction de ce passage du contrat dans l'arrêt démontre quelle importance la Cour d'Appel y attache et, à notre avis, avec beaucoup de raison.

Quand un contrat devient litigieux, les juges doivent rechercher quelle a été la commune intention des parties contractantes au moment de la signature. Peut-on dire qu'elles ont mis au premier plan de leurs considérations « le local » occupé par le preneur, quand ce dernier, bien que n'ayant pas la certitude d'y rester plus de quatre ans, a accepté une durée de dix ans pour la fourniture du courant, et stipulé qu'il imposerait la continuation de sa police à ses successeurs, en restant lui-même personnellement tenu de l'accomplissement ?

Et si, dans un autre passage de la police, le preneur a accepté de ne pas transporter en dehors du local occupé par lui, le courant qu'il reçoit et de ne pas en céder aux tiers la moindre partie, il ne faudrait pas voir dans cette interdiction l'idée de mettre en vedette la question du local comme cause réelle du contrat ; c'est simplement l'engagement permanent du preneur de ne pas se livrer à des cessions clandestines ; celui qui l'accepte ne fait qu'accentuer le caractère personnel de son obligation déjà fortement accusée par la longue durée dépassant celle du bail et par l'affirmation que la cession ou la cessation du commerce

avant le terme prévu ne mettrait pas fin au lien contractuel.

Telle est l'interprétation donnée par l'arrêt de la Cour de Grenoble.

II. Texte de l'arrêt. — Nous reproduisons ci-après le texte de l'arrêt :

Attendu qu'aux termes du contrat intervenu entre la Société Y... et le sieur X..., liquoriste en cette ville, à la date du 20 juillet 1921, régulièrement enregistré, il avait été loué à ce dernier la force électrique nécessaire pour actionner une pompe à vin; que le contrat avait une durée de dix ans et était renouvelable par tacite reconduction;

Qu'il y était expressément stipulé qu'en cas de cession de son fonds de commerce ou de son droit au bail, X... devait sous peine de dommages-intérêts, imposer à son cessionnaire la continuation du contrat tout en restant personnellement responsable de son exécution et que la cessation du commerce ou de l'industrie n'était pas une cause de résiliation des accords (Article 14 du contrat);

Attendu que le 30 septembre 1925, le bail des locaux par lui occupés étant expiré, X... a transféré son commerce dans une rue voisine et a émis la prétention de résilier son contrat avec la société sans être tenu à aucune indemnité;

Attendu que le Tribunal de Commerce de V..., par un jugement en date du 6 juillet 1926 lui a donné raison et a débouté la société appelante de sa demande à fins de dommages-intérêts contre X... pour résiliation indue de son contrat; qu'appel a été régulièrement interjeté de cette décision;

Que les termes du contrat du 20 juillet 1921 dont le Tribunal a méconnu les dispositions ne prétend à aucune ambiguité, X... était lié personnellement envers la société pour une durée de dix ans, sans dédit possible de sa part;

Qu'il a librement signé le contrat et que la société s'est offerte à payer tous les frais de la nouvelle installation et à faciliter ainsi, dans toute la mesure du possible, le transport de la force électrique dans les nouveaux locaux de l'intimé;

Attendu que celui-ci ayant arbitrairement résilié son contrat, est tenu de payer de légitimes dommages-intérêts à la société;

Que celle-ci a droit au paiement des sommes représentant la fourniture du courant jusqu'à la fin du contrat et à une indemnité supplémentaire représentant le préjudice commercial qui lui a été causé par la rupture injustifiée des accords;

Que la Cour arbitre à 1 000 fr la somme qui lui est due à ce double titre;

Par ces motifs, la Cour réforme le jugement entrepris et faisant ce que les premiers juges auraient dû faire, dit et juge que par la rupture injustifiée des accords intervenus entre lui et la société, X... a causé un préjudice à cette dernière et le condamne en conséquence à lui payer la somme de 1 000 fr à titre de dommages-intérêts.

III. Comparaison avec l'arrêt de la Cour d'Appel de Toulouse du 1er mai 1926. — La Revue générale de l'Electricité (1) a reproduit une décision de la Cour de Toulouse qui doit être rapprochée de celle de la Cour de Grenoble, puisque, dans les deux cas, une police avait été rendue litigieuse par un changement de local; toutefois, les deux hypothèses sont très différentes : les rôles sont même renversés. Devant la Cour de Toulouse, c'était l'abonnée Mme Dourdon, d'Albi, qui voulait contraindre le distributeur à lui livrer dans sa nouvelle habitation le courant qu'elle avait demandé pour sa première demeure, et le distributeur s'y refusait alors que, devant la Cour de Grenoble, il voulait forcer les abonnés à recevoir et à payer le courant pendant toute la durée de la police, quel que soit le local occupé par eux.

Il faut toutefois reconnaitre que c'est le distributeur qui, soit à Grenoble, soit à Toulouse, a gagné son procès.

Faut-il conclure à l'existence d'une jurisprudence essentiellement variable, suivant que le même procès se plaide dans une ville importante du sud-est ou dans la capitale du Languedoc?

Ce serait une très grave erreur; et on enregistre des solutions différentes, parce que l'interprétation des juges portait sur les polices présentant certaines divergences.

La plus grave, qui n'échappera à personne, se trouve dans la profession des abonnés, et surtout dans l'usage qui devait être fait du courant fourni : à Albi, Mme Dourdon ne paraît point, au moins d'après les termes de l'arrêt de Toulouse, avoir été commerçante; en tout cas, elle n'avait jamais demandé une police de force motrice, mais simplement une police d'éclairage; elle voulait la fourniture du courant-lumière, que tout locataire demande aujourd'hui comme une opération banale et très courante, à la société concessionnaire de la distribution, avec l'idée bien arrêtée que s'il change de local, il ne sera pas tenu de continuer lui-même l'abonnement pendant le temps qui reste à courir, mais tout au plus s'il cède son bail, d'imposer à son cessionnaire la continuation de la police pendant la durée de celle-ci : nous hésiterions tous, en tout cas, à signer une très longue police d'éclairage, avec obligation de rester tenus, même après avoir quitté notre première habitation.

C'est pourquoi, la plupart des polices d'éclairage contiennent les stipulations suivantes : « Au moment de la signature de la police, l'abonné est tenu de payer le prix total de l'installation du branchement ou de prendre cette installation en location : ...Il est interdit à l'abonné de faire des modifications à son installation, sans autorisation écrite de la société. ...Au cas de cession de son droit au bail du local éclairé, l'abonné est tenu d'imposer à son cessionnaire la continuation de la police aux mêmes conditions... ».

Au contraire, quand l'exploitant d'un commerce signe une police relative à la force motrice, il est loin d'accomplir un acte aussi banal que l'acceptation d'une police d'éclairage.

Paul Bougault,
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

(1) Arrêt de la Cour d'Appel de Toulouse stipulant que la police d'un abonné est résilié du fait que cet abonné change d'habitation. *Revue générale de l'Electricité*, 29 mai 1926, t. XIX, p. 879-880.

// REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 5. 30 JUILLET 1927.

Congrès international des Physiciens à l'occasion de la commémoration du centenaire de Volta. — Dans notre numéro du 15 mai 1926, page 762, nous avions annoncé que des fêtes commémoratives à l'occasion du centenaire de la mort d'Alexandre Volta devaient avoir lieu dans le courant de l'année 1927 à Côme, ville natale de ce grand savant.

Pendant la durée de ces fêtes, doivent se tenir de nombreux congrès techniques et scientifiques et, en particulier, le Congrès international des Physiciens, du 11 au 16 septembre 1927.

A ce congrès, qui réunira les plus grands savants du monde entier, 14 pays seront représentés et dès maintenant 68 rapports sont inscrits pour être présentés par les délégués de ces différentes nations.

Parmi les délégués français, nous citerons MM. M. Brillouin, de Broglie, P. Boucherot, A. Cotton, C. Fabry, P. Janet, P. Langevin, J. Weiss.

Nos lecteurs trouveront page 33 B du « Bulletin R. G. E. » annexé à ce présent numéro les titres des 68 rapports mentionnés ci-dessus.

Société d'Encouragement pour l'Industrie nanale : Séance du 28 mai 1927. — Dans cette séance, M. Henri GONDET fit une communication sur *La production et l'utilisation du vide poussé dans les appareils métalliques démontables (pompe à vide moléculaire, tubes à rayons X métalliques, lampes de radiocommunication métalliques, spectrographes à réseau dans le vide, oscillographes cathodiques, etc.).*

Ainsi que l'indique le sous-titre de cette communication, le conférencier s'est proposé d'exposer les applications qu'a permis de réaliser, soit dans les laboratoires, soit dans l'industrie, la possibilité de maintenir dans des récipients des pressions très faibles, correspondant à une hauteur de mercure de 1 centième de millimètre, au moyen des pompes à vide modernes à grand débit.

M. Gondet fait tout d'abord remarquer que, jusqu'au jour où ces pompes à grand débit ont fait leur apparition sur le marché, il était impossible de songer à utiliser des récipients métalliques démontables. En effet, les différentes pièces de ces récipients sont généralement assemblées au moyen de rodages plans ou coniques rendus étanches à l'aide d'une graisse spéciale fondant facilement ; on ne peut donc pas faire dégager les gaz ou vapeurs que retiennent toujours les parois des récipients en chauffant ceux-ci, comme on le fait dans le cas des récipients en verre ; il est donc indispensable de se servir de pompes à grand débit pompant continuellement les gaz et vapeurs qui se dégagent des parois pendant le fonctionnement des appareils utilisant des récipients métalliques démontables.

Le conférencier rappelle ensuite que les pompes à grand débit actuellement utilisées sont de deux sortes : la pompe à diffusion de vapeur de mercure et la pompe moléculaire rotative Holweck. La première entraîne les molécules de gaz raréfié qui est diffusé dans la vapeur de mercure ; celle-ci vient se condenser dans un récipient refroidi au moyen de neige carbonique dissoute dans l'acétone ou l'air liquide ; le gaz a d'abord été évacué par une pompe préparatoire.

La pompe Holweck, dont le fonctionnement est basé sur le même principe que la pompe moléculaire de Gaede, entraîne mécaniquement les molécules de gaz raréfié par suite des chocs successifs de ces molécules sur une partie tournant à grande vitesse, placée à l'intérieur d'un corps de pompe fixe. L'intérieur de l'appareil est placé entièrement dans le vide et le dispositif d'entraînement est obtenu de l'extérieur par un champ magnétique tournant.

Après ce rappel, M. Gondet décrit successivement les divers appareils à récipients métalliques démontables dont le fonctionnement exige un vide très poussé. Il les divise en deux groupes suivant que leur démontage n'est effectué qu'accidentellement ou que, au contraire, ils doivent être ouverts très souvent afin de pouvoir y placer, dans le vide, certains objets, tels que des plaques photographiques, qui ne servent que pour une expérience.

Dans le premier groupe se placent : les redresseurs à vapeur de mercure dont certains modèles ont des puissances de l'ordre de plusieurs centaines de kilowatts : la lampe de radiocommunications métallique, due à M. Holweck, dont la puissance est généralement de 10 kw, bien que des lampes de plus grande puissance aient été réalisées ; enfin, les tubes à rayons X métalliques utilisés surtout dans les recherches spectrographiques sur les rayons X. Ces derniers appareils possèdent sur les tubes en verre l'avantage qu'on peut y changer facilement le filament ou le métal constituant l'anticathode ; une circulation d'eau permet d'utiliser une puissance de l'ordre de 2 kw. Les tubes à rayons positifs rentrent dans la même catégorie d'instruments de recherches et l'emploi de tubes démontables rend les recherches beaucoup plus rapides.

Le second groupe comprend les spectrographes dans le vide et les oscillographes cathodiques.

Le spectrographe à réseau dans le vide, destiné à étudier les radiations de l'extrême ultraviolet possède comme organes intérieurs : un réseau dont le nombre des traits atteint 1 200 par millimètre, une plaque photographique et les métaux entre lesquels jaillit l'étincelle que l'on commande de l'extérieur à l'aide de clés à rodages coniques. La plaque photographique sur laquelle on peut faire les inscriptions doit être changée, une fois impressionnée : une porte à rodage plan sert à l'introduction de cette plaque. Une pompe à grand débit est donc indispensable si on ne veut pas perdre de temps entre deux opérations.

L'oscillographe cathodique Dufour, destiné à enregistrer des phénomènes électriques pouvant osciller jusqu'à plusieurs centaines de millions de fois par seconde, utilise, comme on sait, un faisceau de rayons cathodiques d'inertie pratiquement nulle, venant impressionner soit un écran fluorescent, soit des plaques photographiques placées dans le vide et commandées de l'extérieur.

Ajoutons que la plupart des appareils dont il vient d'être question ont été présentés en fonctionnement au cours de la communication.

Bibliographie : Aide-mémoire, formulaire de l'électricité, de la mécanique et de l'électromécanique, par E. Pacoret, ingénieur électricien [1]. — Cet ouvrage est une encyclopédie abrégée dont la matière est limitée à l'électricité, à la mécanique et aux applications mécaniques de l'électricité, ce qui a permis à l'auteur de donner plus d'ampleur aux matières envisagées et de les présenter dans un livre de format maniable.

Dans la première partie consacrée à l'électricité, l'auteur, après avoir exposé les notions fondamentales, passe en revue les machines génératrices et réceptrices à courant continu et alternatif, les transformateurs, les usines génératrices, les réseaux de transmission et de distribution, l'éclairage et le chauffage, l'électrification rurale, les appareils de mesure et la traction électrique.

La seconde partie relative à la mécanique comprend les principes fondamentaux, la résistance des matériaux, les éléments de machines, la thermodynamique, les machines thermiques, le transport et la distribution de la force motrice par la vapeur, la production du gaz d'éclairage, les automobiles et, enfin, l'hydraulique et ses applications.

Dans la troisième partie, l'auteur traite en détail des appareils de levage et de manutention et de la commande électrique des machines-outils les plus diverses. Les chapitres suivants concernent la métallurgie, le matériel de mines, le chauffage, la ventilation et la production du froid. Un dernier chapitre traite brièvement des groupes générateurs des usines de production d'énergie électrique. — L. V.

Bibliographie : Der elektrische Unfall (L'accident électrique), par le docteur-médecin Stefan Jellinek [2], seconde édition. — Parmi les agents physiques agissant sur l'organisme humain d'une manière inopinée, l'électricité, dans ses diverses manifestations, tient une place prépondérante en raison notamment du développement extraordinaire de ses applications qui tend, en dépit des précautions prises, à augmenter le nombre des accidents. Etudier les causes de ces derniers au point de vue technique, leurs effets au point de vue pathologique, enfin les méthodes de traitement à appliquer aux accidentés et les moyens de préservation, tels sont les buts de l'ouvrage du docteur S. Jellinek écrit par un médecin à l'usage des ingénieurs et des médecins.

L'auteur a augmenté cette seconde édition d'un chapitre sur les accidents dus aux rayons X, au radium et aux phénomènes électriques atmosphériques. Il a cité un grand nombre d'observations très suggestives, desquelles on peut conclure que les accidents dus aux courants à basse tension ne sont pas, malheureusement, des cas exceptionnels. Les photographies qui illustrent cet ouvrage montrent parfois d'une manière impressionnante les ravages causés sur le corps humain par les phénomènes électriques.

La lecture de cet ouvrage sera utile aux médecins, aux experts techniques et aux ingénieurs d'exploitation à qui il suggérera certaines réflexions en vue de perfectionner les moyens de protection parfois insuffisants, dont ils disposent. Il sera également un guide pour ceux à qui incombe la mission de faire l'éducation du public sur les dangers de l'électricité. — L. V.

(1) Un volume, format 20 cm × 13 cm, de 1 514 pages, avec 720 figures dans le texte, édité par la librairie Albert Blanchard, 3 et 3 bis, place de la Sorbonne, à Paris (5e). Prix : relié, 150 fr.

(2) Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 170 pages, avec 49 figures dans le texte, édité par la librairie Franz Deuticke, à Leipzig (Allemagne). Prix : broché, 5,40 marks.

Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension (*Suite*) (*)

Compte rendu de la deuxième section

(Construction et isolation des lignes)

La deuxième section s'est occupée de l'étude de la construction et de l'isolation des lignes. Les discussions sur ces questions ont rempli quatre séances dans chacune desquelles ont été examinés les rapports ayant trait à un chapitre de ce programme général. Dans la première séance la Conférence a discuté les rapports relatifs à la construction des lignes, spécialement au point de vue de la portée économique, et des divers types de supports. Dans la seconde séance, elle a discuté les rapports très nombreux relatifs aux câbles armés souterrains dont l'importance s'accroît de plus en plus en raison de leur emploi pour les transmissions aux tensions élevées. Dans la troisième séance, elle a examiné la question des isolateurs, aux points de vue des formes nouvelles (isolateurs destinés aux contrées maritimes, isolateurs Hewlett à grande résistance mécanique), et des méthodes d'essais en laboratoire et sur les lignes en service. Enfin, dans la quatrième séance, elle s'est occupée de la question des conducteurs, et notamment du nouveau conducteur d'aluminium désigné en France sous le nom d'almelec.

Construction des lignes, types de pylônes.

RECHERCHE DE LA PORTÉE LA PLUS ÉCONOMIQUE POUR UNE LIGNE A CONSTRUIRE. — L'étude de cette question a fait l'objet d'un rapport présenté par MM. P. FERRIER et H. HAUSSADIS (France). Les rapporteurs ont fait remarquer tout d'abord que le maximum de rendement financier d'une installation n'est pas obtenu comme on le fait trop souvent en sacrifiant la qualité du matériel, mais bien plutôt, en recherchant les meilleures conditions obtenues :

1° En appliquant la règle de Lord Kelvin pour la détermination des dimensions des conducteurs ;

2° En réalisant le maximum de sécurité eu égard au prix de revient pour la détermination du matériel.

Un des éléments importants au point de vue économique est la détermination de la portée économique, détermination qui résulte de la loi de la variation des prix des supports en fonction de la portée. On sait, en effet, que la courbe du prix des lignes en fonction de la portée affecte une forme présentant un minimum qui fixe la portée la plus économique à adopter.

Dans la plupart des cas c'est par tâtonnements que l'on devra opérer, car les constructeurs, même s'ils ont cherché à le faire, ne sont que rarement arrivés à établir des prix complets suivant une loi mathématique simple et on a généralement plus de précision et de sûreté en établissant le prix suivant les barèmes des constructeurs, pour un tronçon théorique.

Dans les lignes soigneusement étudiées on obtient sensiblement le prix total en comptant 10 pour 100 de poteaux de plus que le nombre fixé par la portée théorique et en prenant pour poteau moyen celui correspondant à un angle de 15° de déviation. Ceci ne tient d'ailleurs pas compte des traversées spéciales qui ne sont pas affectées par la portée normale.

La portée économique pour les lignes ordinaires de distribution ou les petites lignes de transmission d'énergie est de l'ordre de 150 m avec des différences assez sensibles en plus ou en moins suivant le type de support adopté. Avec les supports à faible base, la portée économique est inférieure à 150 m, soit 125 ou 130 m. Par contre, avec des supports écartés, la portée économique s'élève à 180 m et atteint même 200 m.

Les auteurs font observer qu'il n'est pas possible de donner une étude détaillée des divers types de supports ; ils formulent cependant les quelques remarques suivantes :

Quelle que que soit la formule donnant le prix en fonction de la portée, elle contiendra :

1° Un terme en $\frac{c}{l}$, en désignant par c une constante et par l la portée ;

2° Un terme constant ;

3° Des termes suivant les puissances croissantes de l.

Le terme constant peut manquer, mais non le terme $\frac{c}{l}$, car il existe des constantes par poteau, en particulier, l'armement et la hauteur d'armement, ainsi que la hauteur minimum des fils. Le terme en $\frac{c}{l}$ est même un terme très important, voisin de la moitié du prix total lorsqu'on atteint la portée économique ; par conséquent, plus les facteurs constants seront grands, plus la portée économique sera grande. Au contraire, on a intérêt à avoir des types de supports dans lesquels la base augmente avec la hauteur, de manière à diminuer autant que possible les facteurs contenant les puissances

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 2, 9, 16 et 23 juillet 1927, t. XXII, p. 5-6, 50-56, 91-100 et 133-146.

de cette hauteur h, car h varie en fonction de l^2 et on aurait des puissances élevées de l^2 dans la formule, ce qui réduirait la portée économique.

C'est la difficulté d'augmenter la base dans les poteaux en ciment armé qui en empêche l'adoption dès qu'on atteint des hauteurs de supports de 18 à 25 m. Par contre, au delà, on peut adopter des formes charpentées et la complication de montage est vite compensée par l'économie résultant de la possibilité d'augmenter les portées, d'autant plus que les types de lignes à très haute tension ont des termes constants très importants par suite de la hauteur de l'armement, de la hauteur minimum des fils prise généralement à plus de 6 m et aussi par suite du prix très élevé de l'armement et des isolateurs qui peut atteindre 20 à 25 pour 100 du prix total, alors que dans les lignes ordinaires, il n'est que de 5 à 10 pour 100.

Dans ces conditions, la portée économique peut atteindre 350 à 400 m. Ces derniers nombres sont facilement atteints avec les pylônes charpentés en ciment armé, car le poids propre du pylône favorise la stabilité et le prix de la fondation devient presque une constante.

Les auteurs donnent en annexe de leur rapport, des formules permettant la détermination de la portée dans divers cas, et ils résument leur étude en fixant les portées économiques aux valeurs suivantes :

150 m pour les lignes peu importantes;

200 m pour les lignes plus importantes équipées avec des isolateurs rigides;

300 m pour les lignes à isolateurs suspendus et pylônes métalliques;

400 m pour les lignes à isolateurs suspendus et pylônes charpentés en béton armé.

Ils attirent en outre l'attention sur le fait que les conditions de sécurité d'une ligne exigent aussi la considération de la réaction ascendante du vent sur les conducteurs qui peut réduire la longueur de la portée admissible.

Quelle est la valeur pratique que l'on peut attribuer à ces réactions ascendantes du vent?

La question a été étudiée ces dernières années au sujet du vol à voile, mais, cependant, les résultats obtenus ne semblent pas suffisamment complets pour nous renseigner exactement.

En effet, il suffit d'une réduction de la pression atmosphérique de quelques kilogrammes par mètre carré pour soutenir un planeur dépourvu de moteur, et des courants d'air ascendants à la vitesse de quelques mètres à la seconde semblent largement suffire.

En l'absence de renseignements précis, les auteurs ont relevé un certain nombre d'observations depuis vingt ans; d'où il résulte que le flottement des fils peut se constater de deux façons courantes :

1° Par observation directe en inspectant les lignes par très grands vents et en regardant la tenue des fils en l'air;

2° En observant, à l'arrivée, les chutes brusques de tension dues à des amorçages d'arc entre fils. Sous les tensions courantes de distribution, ces arcs se coupent d'eux-mêmes après avoir couru pendant un temps très court, de l'ordre de la seconde, le long des fils, suivant leur position. Les contacts de branches donnent aussi des chutes de tension, mais en général moins brusques et plus fréquentes.

Dès que la tension atteint 30 000 v, les disjoncteurs empêchent généralement toute observation de ce genre; d'ailleurs, les fils sont plus espacés et les lignes, mieux construites.

Les observations montrent qu'avec des fils de 4 mm de diamètre les flottements se produisent par très grand vent; ces flottements n'ont pas été constatés avec des fils de 5 mm de diamètre; par très grand vent, ces fils oscillent un peu autour de leur position d'équilibre, mais ne flottent pas.

Il est à remarquer que les fils flottent surtout lorsque le vent souffle dans le sens de la ligne. Les réactions ascendantes agissent alors, sans qu'il existe de surcharge latérale due au vent qui oriente tous les fils dans la même direction. On peut ainsi avoir au même moment des flèches à droite pour un fil et à gauche pour l'autre ce qui est un risque de contact.

C'est donc lorsque la ligne est orientée dans la direction des vents les plus violents que la question prend surtout de l'intérêt. Il est possible que, dans ce cas, les réactions verticales ne soient pas seules à agir. Au départ de l'isolateur, le fil présente une surface inclinée qui tend à être soulevée par un vent horizontal. Cet effet tend à créer des mouvements oscillants longitudinaux qui, à eux seuls, font danser la ligne.

Il résulte de ces remarques que l'on peut admettre que le fil en cuivre de 5 mm de diamètre représente à peu près la limite inférieure des fils stables. En tenant compte de son poids, on remarque que les réactions verticales sont comprises entre 30 et 35 kg : m²; comme d'autre part, la valeur admise pour la pression horizontale sur la surface apparente frappée est de 72 kg : m², on peut dire que la réaction ascendante du vent peut être prise égale à la moitié de la pression horizontale.

Ces considérations fixent la limite inférieure du diamètre des conducteurs à adopter. La pratique tend de plus en plus à considérer les conducteurs de cuivre de 4 mm de diamètre comme un minimum, quoique les règlements français autorisent encore l'emploi de fils de 3 mm de diamètre. Les auteurs préconisent l'emploi d'autres conducteurs et, en particulier, l'emploi de fils d'acier, notamment pour les débuts d'une installation pendant la période de faible charge des lignes.

Discussion. — Au cours de la discussion de ce rapport, MM. Valensi (France), Perrochet (Suisse) et Duval (France) ont apporté diverses remarques intéressantes.

M. Valensi a fait remarquer que l'étude de la portée économique est un cas d'espèce, et qu'il faut tenir compte des accidents du tracé en plan et en élévation : en plan, pour tenir compte des angles, en élévation, pour tenir compte de la configuration du terrain.

M. Perrochet a fait connaître que pour un pays acci-

denté comme la Suisse, il a étudié diverses lignes pour un terrain plat et a recherché les majorations de prix dues aux accidents de terrain ; celles-ci se sont élevées, pour des lignes à haute tension construites en terrains accidentés, jusqu'à 30 et même 50 pour 100 du prix de la ligne étudiée sur terrain plan.

M. Duval fait observer que les accidents du terrain sont tels, parfois, qu'ils exigent des portées considérables, mêmes supérieures à 900 m.

Conclusions a tirer d'un accident survenu a un pylône métallique de transport d'énergie électrique a très haute tension. — A la suite d'un accident survenu à un pylône

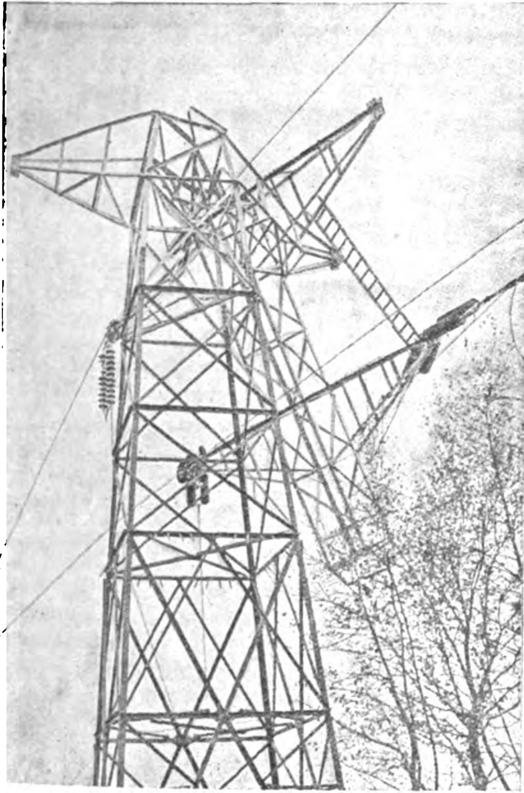


Fig. 1. — Vue d'un pylône après rupture produite au moment du tirage des conducteurs.

d'amarre d'une ligne de transmission d'énergie à très haute tension, qui s'est rompu entre la deuxième et la troisième traverse au moment du tirage des conducteurs, M. L. Labbé (France) a résumé dans son rapport les leçons que l'accident comporte tant pour les pylônes que pour le montage des conducteurs.

Le pylône rompu est représenté sur la figure 1.

Au sujet des *pylônes* eux-mêmes l'auteur fait les remarques suivantes (1) :

(1) Le texte en caractères italiques des pages qui suivent indique les passages que l'auteur propose d'introduire dans les cahiers des charges.

Les maladies des aciers sont :

a) La fragilité (brisure sans déformation apparente) ;

b) La ségrégation (hétérogénéité, provenant de ce que les corps étrangers, qui abaissent le point de fusion du fer, tendent à s'accumuler dans les régions solidifiées les dernières et que les composés les plus légers tendent à gagner la surface) ;

c) La retassure (creux produit dans le lingot au moment de son refroidissement dans la lingotière).

On sait qu'en service, les aciers ségrégés se fissurent intérieurement dans les zones d'impureté et que ces fissures internes se développent graduellement sous des efforts répétés, souvent inférieurs aux efforts normaux ; de même les aciers fragiles se fissurent et se brisent souvent brusquement, sous des vibrations ou des chocs relativement légers, surtout dans les parties écrouies, par exemple dans les zones poinçonnées.

Il faut donc proscrire l'emploi des aciers ségrégés et des aciers fragiles et, lors de la réception des aciers de construction, effectuer des essais de corrosion (avec un réactif composé d'acide sulfurique dilué, en volume, au cinquième environ) et des essais de fragilité par choc, sur éprouvettes entaillées.

Les éprouvettes de fragilité devront avoir une section rectangulaire (8 mm × 10 mm ou 3 mm × 4 mm par exemple). La section rectangulaire sera préférée ; la section carrée prête à la confusion pour le choix de la surface qui doit être entaillée. L'entaille doit être faite à la scie pour produire, au fond, une surface écrouie.

La longueur de l'éprouvette de 8 mm × 10 mm est d'environ 35 mm ;

La longueur de l'éprouvette de 3 mm × 4 mm est d'environ 15 mm ;

Les dimensions de l'entaille à la scie sont :

1 mm de largeur et 1 mm de profondeur pour l'éprouvette de 8 mm × 10 mm ;

0,5 mm de largeur et 0,5 mm de profondeur pour celle de 3 mm × 4 mm.

Le percuteur de l'appareil de choc doit frapper bien au milieu de l'écartement des deux points d'appui et surtout exactement dans le plan de l'entaille de l'éprouvette, avec une vitesse d'impact d'environ 9 m : s, ce qui correspond à une hauteur de chute de 4 m.

L'énergie cinétique du percuteur, au moment du choc, doit être très sensiblement plus élevée que celle qui est nécessaire pour rompre l'acier non fragile ; ainsi pour l'éprouvette de 8 mm × 10 mm, le percuteur doit avoir, à l'impact, une énergie cinétique de 40 kg-m et pour les éprouvettes de 3 mm × 4 mm, elle doit être de 3 kg-m.

La valeur exacte du travail dépensé est obtenue en mesurant le travail résiduel et en le retranchant du travail initial du percuteur. Le poids de la chabotte (c'est le poids de l'enclume et de son support direct) doit être d'environ 40 fois le poids du percuteur, soit environ 500 kg pour les éprouvettes de 8 mm × 10 mm et 30 kg pour celles de 3 mm × 4 mm (le poids de la chabotte ne doit pas être confondu avec celui de l'appareil complet).

Le travail résistant de l'éprouvette entaillée devra être au minimum, par exemple, de 10 kg-m pour les éprouvettes de 8 mm × 10 mm et de 0,5 kg-m pour les éprouvettes de 3 mm × 4 mm.

1° Essai de résistance vive au choc :

Le client pourra prélever des éprouvettes « éprouvettes Frémont » de dimensions suivantes, dans le lot des aciers de la fourniture, à savoir : section 8 mm × 10 mm, longueur 35 mm. La section de 8 mm × 10 mm sera entaillée d'un trait de scie de 1 mm de largeur et 1 mm de profondeur. L'essai sera fait au mouton Frémont.

La hauteur de chute du marteau percuteur de 10 kg sera de 4 m au minimum, ce qui correspond à une vitesse d'impact d'environ 9 m : s ;

Le poids propre de la chabotte sera d'au moins 40 fois le poids du marteau percuteur.

Dans ces conditions, l'éprouvette définie ci-dessus devra accuser une résistance vive au choc d'au moins 10 kg-m.

Ou bien se contenter de l'essai suivant, qui est moins sévère :

L'essai sera fait au mouton Charpy sur le barreau éprouvette de la Commission permanente de Standardisation, section 10 mm × 10 mm, longueur 55 mm avec entaille au milieu de 5 mm de profondeur et fond d'entaille de 1 mm de rayon.

Dans ces conditions, l'éprouvette définie ci-dessus devra accuser une résistance vive au choc d'au moins 10 kg-m.

Ces essais doivent être faits dans un laboratoire d'essais physiques et mécaniques et se rapportent à de gros profilés.

Dans le cas où on voudrait appliquer la méthode aux faibles profilés, il faudrait adapter à l'éprouvette obtenue dans le profilé de plus faible épaisseur, les conditions de hauteur de chute, le poids du mouton et la valeur de la résistance vive au choc.

L'acheteur se réserve le choix absolu de l'emplacement de la prise d'éprouvette et de ramener à des conditions semblables d'expériences les dimensions des éprouvettes prélevées dans des profilés d'épaisseur inférieure à 8 mm.

Il est conseillé de prélever également des éprouvettes dans les parties galvanisées, la galvanisation modifiant la résistance du métal en le rendant souvent plus fragile.

2° Résistance à la traction des aciers employés :

On indique généralement que les aciers doux employés sont de la nuance de 40 à 45 kg : mm² environ de résistance à la rupture et de 22 pour 100 d'allongement (mesuré sur 0,20 m de longueur utile).

Il peut arriver qu'un acier offre à la traction une résistance de plus de 50 kg. mm² et qu'il ait un allongement de plus de 22 pour 100 sans être pour cela un acier doux, mais bien un acier mi-dur qui, plus fragile que l'acier doux et tout en satisfaisant aux conditions du cahier des charges, n'offre pas les garanties qu'on recherche. De plus, pour bien caractériser l'acier qu'on désire, il faut imposer une limite d'élasticité minimum de 25 kg : mm², puisque seule, cette quantité sert de base aux calculs [1].

En conséquence, l'auteur propose de limiter la valeur supérieure de la résistance à la traction de la façon suivante :

Les profilés et plats utilisés seront en acier doux de première qualité (épaisseur de 4 à 8 mm) répondant aux conditions suivantes :

Résistance minimum à la rupture, 36 kg : mm² ;
Résistance maximum à la rupture, 47 kg : mm² ;
Allongement, 22 pour 100.

En général, les forges et aciéries n'aiment pas avoir à répondre à ces conditions ; c'est pourquoi dans une tentative d'introduction de ces essais faite par l'auteur dans un cahier des charges, pour la construction d'une ligne à très haute tension, les forges ont exigé un supplément de 10 pour 100 du prix des aciers correspondant aux frais de réception en usine et au rebut. Si ces conditions étaient imposées à tous, on arriverait ainsi à supprimer cette exigence ou à la réduire.

On aurait comme contre-partie une plus grande certitude sur l'homogénéité du métal employé.

On peut encore faire un essai de pliage. Les éprouvettes devront supporter, sans qu'il se produise de déchirure sur la face intérieure, ni de dédoublure, un pliage correspondant aux conditions ci-après :

$$\text{pour } e \leq 20 \text{ mm}] : [x = 2e$$
$$\text{pour } e > 20 \text{ mm}] : [x = e,$$

e étant l'épaisseur de l'éprouvette, x, la distance des deux faces après pliage.

3° Boulons et joints :

Il est conseillé également d'éviter autant que possible les assemblages par boulons, en particulier pour les parties galvanisées. On luttera difficilement contre les jeux inévitables dus aux assemblages, ce qui peut compromettre la solidité de la partie assemblée. De plus, il faut choisir des boulons de première qualité en acier Martin B, soigneusement décolleté.

La résistance de rupture minimum à la traction des boulons employés doit être de 3 600 kg : cm². L'exécution doit être très soigneusement faite et de telle façon qu'à la traction à laquelle le boulon et l'écrou sont ou peuvent être soumis normalement aux essais, la rupture du boulon ait lieu avant le cisaillement du filet de vis.

Le constructeur fera ressortir dans une note de calculs le taux de la contrainte de traction dans les joints de tronçons assemblés entre eux par boulons ; déduction faite de deux trous de boulons, le taux ne devra pas excéder 1 200 kg : cm².

[1] Les aciers donnant à la traction une plus grande résistance à la rupture pourront être acceptés s'ils satisfont aux essais de corrosion et de fragilité. La ductilité, mesurée par l'allongement, est sans valeur pratique puisqu'un acier peut être très fragile et se casser brusquement bien qu'ayant un très grand allongement à l'essai de traction.

4° Epaisseur des aciers employés :

L'épaisseur ne devra jamais être inférieure à 5 mm.

5° Galvanisation :

L'attention est attirée sur les points particuliers suivants, dans le cas où la galvanisation est faite à chaud :

Le diamètre des trous pour le passage des boulons ne doit pas avoir diminué de plus de 0,2 mm après galvanisation. Il ne doit pas exister d'arête afin de permettre le passage des boulons sans effort. De même le filetage et le taraudage seront refaits après galvanisation à l'aide d'une filière et d'un taraud légèrement plus grands, afin d'enlever les dépôts de zinc trop épais et de faciliter le vissage sans jeu.

L'attention du galvaniseur est tout spécialement attirée sur la difficulté de galvaniser les grands profilés que leur longueur ne permet pas de plonger entièrement dans le bain, car il a été parfois constaté que l'acier devient fragile dans la partie située à la sortie du bain de zinc en fusion.

On peut, si l'on veut, appliquer l'essai de résistance vive au choc à la partie de profilé émergeant du bain de zinc en fusion.

6° Torsion et flambage :

Pour faciliter le tirage des conducteurs et éviter des déformations permanentes des membrures en cas de rupture de l'un d'eux, il est utile d'imposer aux constructeurs des efforts de torsion auxquels les pylônes devront résister, même pour les pylônes d'alignement ou tout au moins pour les pylônes de croisement de route et de lignes téléphoniques et télégraphiques.

Le moment de torsion imposé sera à calculer dans chaque cas. De même, pour la sécurité au flambage des barres comprimées, il est utile de spécifier la formule que le constructeur devra employer.

Les têtes des pylônes d'alignement devront résister à un moment de torsion de X, en mètres-kilogrammes; les têtes des pylônes d'angle et d'amarre, à un moment de torsion correspondant à l'effort fourni par 1 ou 2 [1] *câbles tendus à Y, en kilogrammes par millimètre carré, agissant à l'extrémité de leurs bras de fixation, les autres câbles étant supposés non encore montés ou rompus.*

7° Détails de construction :

Afin d'obtenir une construction soignée et en vue d'éviter des efforts internes permanents dans les constructions, on peut introduire les conditions suivantes si on le juge utile :

Les trous poinçonnés [2] *auront un diamètre inférieur de 2/10 mm au diamètre des rivets et seront réalisés en vue d'éliminer les amorces de criques et de fissures pouvant, par la suite, occasionner une fente. Il est interdit d'utiliser une lime pour ce travail.*

Le poinçonnage, en effet, provoque des déchirements très petits, radialement disposés sur la périphérie du trou, qui peuvent occasionner des fentes à l'usage. L'alésoir tout en les supprimant colmate pour ainsi dire ces petites failles.

Le traçage est à soigner tout particulièrement et les trous de pièces différentes à assembler devront se superposer. Il ne sera toléré exceptionnellement qu'une erreur au plus égale au 1/5 du diamètre du trou le plus petit. Faute de pouvoir rattraper cette différence à l'alésoir, on tolérera la lime ronde. L'emploi de la broche est proscrit [1].

Ceci, sous réserve toutefois que ces erreurs n'affecteront pas plus de 3 pour 100 du nombre de trous et qu'une seule erreur sera tolérée dans une même ligne de trous et dans une même section horizontale de pylône.

Au sujet du *tirage des conducteurs*, l'auteur considère comme très utile de bien préciser dans les cahiers des charges aux entrepreneurs, en plus des clauses ordinaires, les différents points ci-après :

1° On spécifiera aussi clairement que possible, et ceci après entente avec l'entrepreneur, l'ordre dans lequel les conducteurs seront à monter; on indiquera également les valeurs des couples de torsion maxima qui peuvent être appliqués aux différents types de supports;

2° Les longueurs maxima des conducteurs que l'entrepreneur est autorisé à dérouler, poser et régler, en tenant compte des longueurs des tourets et des difficultés de tracé de la ligne et du terrain;

3° Eventuellement, exiger que les conducteurs restent réglés provisoirement sur leurs poulies de déroulage pendant plusieurs jours avant d'être réglés définitivement afin de leur laisser le temps de perdre la torsion prise par enroulement sur les tourets;

4° Il est indispensable, comme conséquence du paragraphe 2 précédent, que l'entrepreneur dispose de points où il puisse amarrer les conducteurs. Il faudra donc lui indiquer à quels pylônes il est autorisé d'ancrer et dans quelles conditions, s'il y a lieu éventuellement de haubanner ces pylônes à l'aide d'ancrages provisoires.

Discussion. — Dans la discussion qui a suivi l'exposé de ce rapport et à laquelle ont pris part notamment MM. Ferrier (France), Nuttal (Grande-Bretagne), Del Buono (Italie), Duval (France), Meyer (France), Perrochet (Suisse), Sulzberger (Suisse), Lajus (France), West (France), on a fait ressortir la nécessité de prendre en considération dans les calculs l'influence de la torsion des pylônes produite par une rupture d'équilibre des efforts (neige, givre, rupture de conducteurs). Il est indiqué de disposer, le long de la ligne, des pylônes renforcés aux efforts de torsion, par exemple en doublant les croisillons dont l'effet est important. Les calculs des pylônes à la torsion sont assez imprécis et il y aurait intérêt à faire une étude systématique de cette question, en profitant des résultats d'essais faits

[1] Mettre un ou deux câbles suivant les exigences.

[2] On rectifiera en conséquence si le poinçonnage n'est pas accepté pour les petits profilés.

[1] L'essai de brochage exécuté par l'auteur prouve qu'une cornière fragile est ductile; de même pour l'essai de poinçonnage. Il ne faut donc pas attacher une grande valeur pratique à ces essais.

sur des modèles réduits de pylônes. On peut avoir intérêt, parfois aussi, à réduire les effets de torsion plutôt qu'à établir un pylône qui résiste à ceux-ci, par exemple par l'accroissement de l'élasticité du support ou par l'emploi de bras articulés.

La première ligne d'Europe a 240 000 v sur pylones en ciment armé centrifugé. — Tel est le titre d'un rapport présenté par M. Montagni (Italie), relativement à l'emploi des supports en béton du type centrifugé qui tend à se généraliser.

L'auteur avait déjà présenté à la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension de 1925, les caractéristiques principales de ce type de supports (¹).

La figure 2 représente l'un des supports d'angle de la ligne de Florence à Livourne, à 120 000 v, équipée depuis deux ans avec des poteaux en ciment armé centrifugé ayant des hauteurs de 21 à 26 m. A la suite des résultats satisfaisants, la Société des Ciments armés centrifugés (S.C.A.C.) s'apprête à construire avec le même type de supports une ligne à 240 000 v, longue d'environ 300 km et composée de deux tronçons, l'un

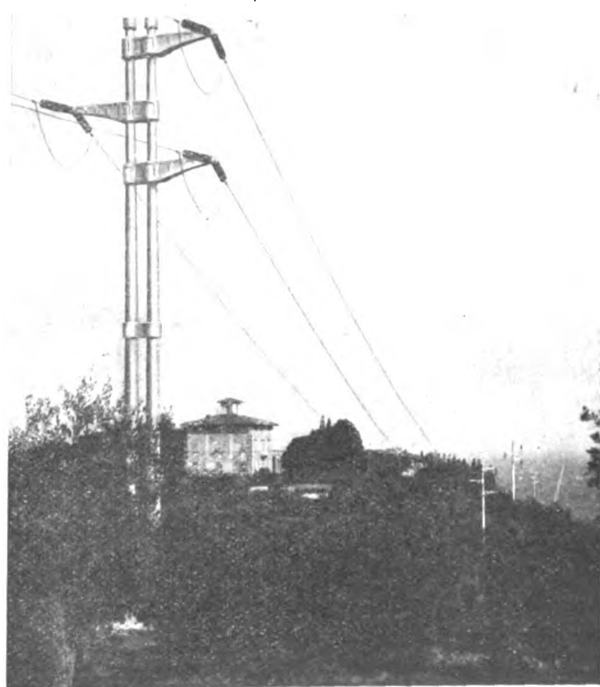


Fig. 2. — Vue d'un poteau d'angle composé de deux poteaux en ciment centrifugé de la ligne à 120000 v de Florence à Livourne.

en montagne pour lequel on a prévu des pylônes métalliques du type américain, l'autre en plaine pour lequel, au contraire, on a prévu des supports en béton armé centrifugé du type représenté sur la figure 3.

La hauteur de ces supports, les dimensions des divers éléments et la disposition des conducteurs sont représentées sur la figure 4.

(¹) Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension. *Revue générale de l'Electricité*, 1er août 1925, t. XVIII, p. 173.

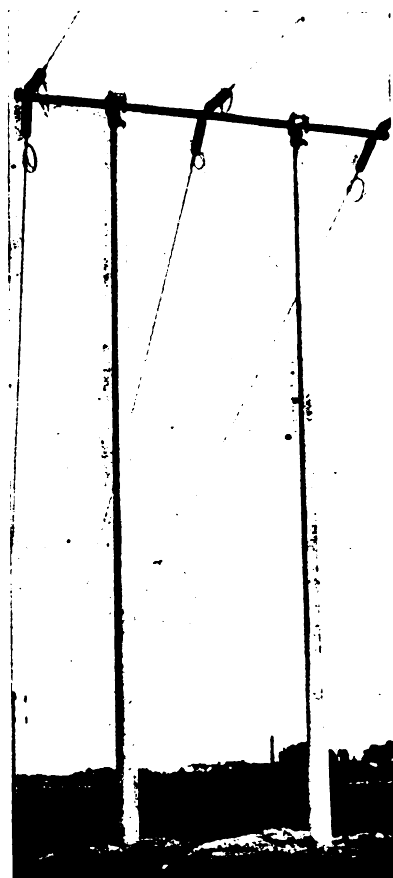


Fig. 3. — Portique pour ligne à 240 000 v composé de deux poteaux en ciment centrifugé et d'une traverse également en ciment centrifugé.

Les caractéristiques principales de la ligne sont les suivantes :

Caractéristiques des conducteurs :

Nombre de conducteurs	3
Nature : câble en aluminium-acier.	
Composition : acier	7 × 3,2 mm
id. aluminium	30 × 3,2 mm
Section : acier	56,3 mm²
id. aluminium	241,7 mm²
Section totale	298 mm²

Proportion entre l'aluminium et l'acier	4,29
Diamètre du câble	22,3 mm
Module d'élasticité de l'acier	21 000 kg : mm²
id. d'élasticité fictif du câble	9 150 id.
Coefficient de dilatation thermique de l'acier	12×10^{-6}

Coefficient de dilatation thermique de l'aluminium	23×10^{-6}
Poids par mètre de câble	1,11 kg
Coefficient de dilatation thermique fictif du câble	18×10^{-6}
Charge de rupture du câble	10 400 kg
Charge à la limite d'élasticité	7 500 kg
Position des conducteurs : dans un plan parallèle au sol, à une distance minimum de celui-ci de	8 m
Distance horizontale entre les conducteurs	6,34 m

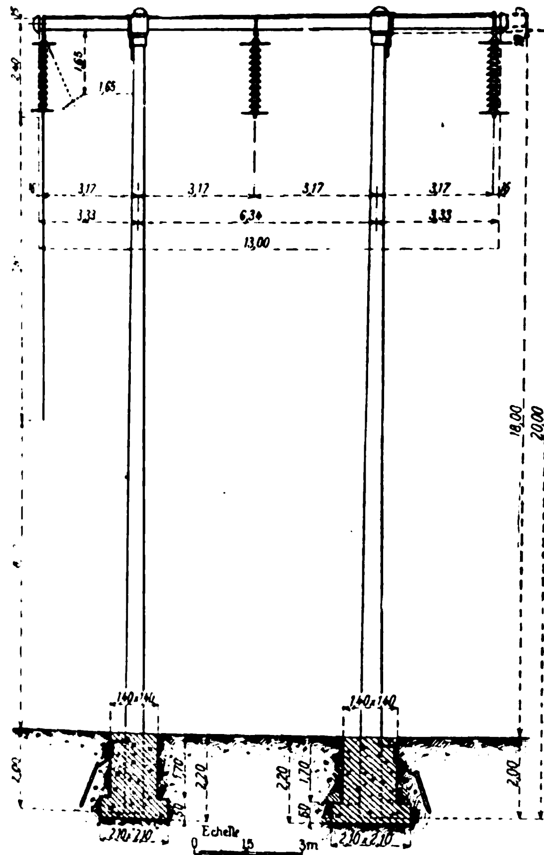


Fig. 4. — Plan du portique de la figure 3.

Surcharges :

Surcharge due au vent, 76,5 kg par mètre carré de surface apparente ;

Surcharge due à la neige, 2 kg par mètre de conducteur.

Écarts de température :

Température maximum	+ 40° C
Température minimum	— 20° C

Mise à la terre :

Au moyen de 2 taquets insérés sur un fer rond de l'armature de chaque pylône ;

Taquets supérieurs reliés par un câble de cuivre à une plaque de cuivre placée sur la traverse qui, à son tour, est reliée de la même façon aux boucles de suspension des chaînes d'isolateurs ;

Taquets inférieurs reliés par un câble de cuivre au tube ou à la plaque de mise à la terre.

Isolateurs :

Chaîne double de 12 éléments.

Traverse :

Ciment armé centrifugé.

Portée normale :

La portée normale est de 250 m.

Flèche maximum :

Pour les conditions de charge et de température exposées ci-dessus, la flèche est estimée à 7,85 m.

D'après ce qui précède, la hauteur des pylônes a été fixée comme il suit :

Distance du sommet des pylônes au plan d'attache des 3 conducteurs aux chaînes	2,15 m
Flèche maximum	7,85
Distance minimum des conducteurs au sol	8
Profondeur enterrée des supports	2
Hauteur totale	20 m

Pour fabriquer les pylônes en ciment centrifugé S. C. A. C, on emploie l'acier dur Martin à haute limite d'élasticité, ayant les caractéristiques suivantes :

Charge de rupture, 80 à 90 kg : mm²; charge à la limite d'élasticité, $T = 65$ kg : mm²; allongement en centièmes mesuré sur 10 diamètres, 12 à 18.

Pour le béton centrifugé ayant un dosage dans la proportion de 1 : 3 en poids, on peut se baser sur les valeurs de résistance à la compression correspondant à une charge de rupture de 450 kg : cm².

Le rapport expose en détail les calculs des poteaux eux-mêmes, de la traverse également en ciment armé centrifugé, de la stabilité des supports et des fondations.

L'auteur termine par quelques considérations sur l'économie réalisée par ce type de supports.

Le devis des dépenses servant de base aux pourparlers avec la Société hydroélectrique du Piémont, à Turin, sera de 56000 à 58000 lire par kilomètre, tandis que l'emploi de poteaux en fer pour le tronçon montagneux de la ligne ne coûtera pas moins de 72000 à 74000 lire par kilomètre.

Il en résulte donc de façon évidente, comme avantage, l'économie immédiate que réalise la société en adoptant des pylônes en ciment centrifugé au lieu de pylônes en fer. A cette économie, il faut ajouter celle, également sensible, de l'entretien à l'avenir.

Pour remplir les conditions qui ont été posées relativement à l'organisation du travail de montage, c'est-à-dire au transport et à la mise en œuvre des pylônes, la Société des Ciments armés centrifugés S. C. A. C., a

organisé une équipe spéciale de montage qui est munie de tout l'outillage nécessaire pour le montage rapide et économique de ces supports.

DISCUSSION. — M. Borgquist (Suède), émet l'avis que les poteaux en béton armé centrifugé conviennent particulièrement bien pour les lignes à très haute tension et à forte section. Une semblable ligne a été construite entre Stockholm et Trollhattan ; établie pour la tension de 220000 v elle fonctionne actuellement à 132000 v et, depuis 1921, aucun trouble de fonctionnement ne peut être imputé à sa construction.

M. Borgquist est d'avis que les poteaux en bois peuvent être utilisés comme supports de lignes jusqu'à la tension de 132000 v, ainsi qu'on le fait d'ailleurs en Suède.

LA TRAVERSÉE DE LA LOIRE A NANTES-CHANTENAY PAR LES LIGNES DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE DE LA SOCIÉTÉ NANTAISE D'ECLAIRAGE ET DE FORCE PAR L'ELECTRICITÉ. — MM. ASSELBERGS et VALENSI (France) ont résumé, dans un rapport très documenté, les conditions particulières de construction d'une traversée spéciale établie sur la Loire :

Le réseau de distribution de la Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'Electricité (désignée par les initiales S. N. E.) s'étend sur les deux rives de la Loire, alors que tout ce réseau est alimenté uniquement par l'usine thermique de Nantes-Chantenay située sur la rive droite du fleuve, en aval de l'agglomération nantaise ; le problème de franchissement du fleuve par les canalisations électriques s'est donc posé dès l'origine.

De 1913 à 1926, il a été résolu au moyen de câbles souterrains à 10000 v, partant de l'usine génératrice de Chantenay et empruntant le pont de Pirmil, unique pont reliant à Nantes les deux rives de la Loire ; aucun autre pont n'existe en aval jusqu'à la mer située à 60 km environ, et le pont le plus voisin en amont est celui de Thouaré qui se trouve à 10 km de Nantes.

Les câbles souterrains à 10000 v précités aboutissent au poste élévateur du Lion d'Or. Ce poste alimentait, jusqu'à la fin de 1926, une ligne aérienne équipée pour 60000 v, mais fonctionnant à 30000 v, qui dessert la vallée de la Sèvre nantaise et la région de Cholet. Il alimentait également des câbles souterrains à 10000 v qui se prolongent au delà du poste du Lion d'Or en aval de Nantes, le long de la rive gauche de la Loire, et desservant la partie sud-ouest du département de la Loire-Inférieure, et notamment les usines d'Indret et de Paimbœuf.

Mais la capacité des câbles souterrains empruntant le pont de Pirmil devenait insuffisante par suite de l'augmentation incessante des besoins d'énergie au sud de la Loire; cette alimentation était d'ailleurs précaire, comme le prouva l'écroulement de deux arches de ce pont survenu en mai 1924.

La S. N. E. fut donc amenée à envisager un nouveau mode de franchissement de la Loire par ses canalisations.

Il s'agissait de renforcer toute l'alimentation au sud de la Loire, et de profiter de la nouvelle traversée de celle-ci pour accroître la sécurité de la distribution dans l'agglomération nantaise en ménageant la possibilité d'alimenter en retour, au moyen de lignes reliant directement l'usine génératrice de Chantenay au poste du Lion d'Or, les câbles souterrains à 10000 v qui, issus de l'usine et passant en majeure partie par la sous-station de Lamoricière, assurent la distribution dans la ville de Nantes.

Enfin, les nouveaux ouvrages devaient être établis de façon à constituer l'amorce d'une interconnexion éventuelle avec les usines hydroélectriques du Plateau central et du Bassin de la Loire.

Deux solutions furent étudiées :

1° Traversée de la Loire *dans sa partie non maritime*, c'est-à-dire en amont de l'agglomération nantaise, ce qui aurait évité la sujétion de la hauteur à laisser libre sous les fils pour le passage des navires de haute mer;

2° Traversée de la Loire au droit de l'usine génératrice de Chantenay, *en pleine Loire maritime*.

La première solution a dû être abandonnée, notamment à cause de la difficulté presque insurmontable de traverser au nord de l'usine génératrice des zones entièrement couvertes d'habitations ou d'usines.

La seconde solution comportait plusieurs variantes, savoir :

a) Faire passer sous la Loire des câbles sous-fluviaux.

On ne pouvait songer à adopter pour ces câbles la tension de 120000 v prévue pour permettre ultérieurement l'interconnexion avec le Massif central ; la fabrication de câbles triphasés à cette tension, en raison des difficultés qu'elle comporte, ne pouvait se justifier pour une longueur aussi faible que celle correspondant à la traversée de la Loire ; cette solution fut donc rejetée et on étudia les deux suivantes comportant l'établissement du poste élévateur sur le terrain même de l'usine génératrice.

b) Etablir sous la Loire un tunnel permettant le passage de câbles à très haute tension montés sur isolateurs.

Cette solution dut également être écartée en raison notamment de la dépense à prévoir

c) Etablir une traversée à très haute tension de fils aériens fixés à de grands pylônes.

C'est cette solution qui a été adoptée. Elle comporte :

Un portique d'arrêt et de départ n° 1 de 30 m de hauteur ; 2 pylônes de traversée n°s 2 et 3, de 91 m de hauteur chacun ; 1 pylône adjacent n° 4, de 50 m de hauteur ; 1 pylône de distribution des lignes n° 5, de 27 m de hauteur.

La traversée aérienne de la Loire comporte 4 lignes triphasées, dont 2 équipées à 150000 v et 2 équipées à 30000 v.

La Commission nautique a accepté l'établissement de cet ouvrage et a fixé à 75 m la hauteur du point bas des conducteurs au-dessus du zéro des cartes marines, savoir :

Hautes eaux	9 m
Ponton-grue	63 m
Distance de sécurité	3 m
Total	75 m

Le Contrôle des Distributions d'Energie électrique et le Service maritime ont imposé d'autre part les taux de travail suivants.

1° *Pour les conducteurs.* — Il a été demandé l'application, sans restriction, de l'article 6 de l'arrêté technique du 30 avril 1924 qui prescrit de tenir compte d'un vent horizontal exerçant un effort de 120 kg par mètre carré de surface plane et 72 kg par mètre carré de section apparente des pièces à sections circulaires.

Dans les cas les plus défavorables, le coefficient de sécurité doit être supérieur à 5.

2° *Pour les pylônes.* — Pour les pylônes, le Service maritime a demandé l'application de la circulaire ministérielle sur le calcul des ponts.

L'effort du vent a été pris égal à 250 kg par mètre carré de surface plane normale au vent.

En outre, le vent a été supposé soufflant dans une direction faisant un angle faible inférieur ou au plus égal à 5° avec la normale aux faces parallèles à la ligne de manière à intéresser les quatre faces des pylônes.

Pour les diagonales, traverses, treillis, il a été ajouté un effort supplémentaire de 10 pour 100 pour tenir compte des efforts secondaires.

Le taux de travail maximum a été fixé à 13 kg : mm² pour des aciers à 42 kg : mm² donnant un allongement de 22 pour 100.

3° *Pour les massifs.* — Etant donné la nature du sol, le Contrôle a admis un taux maximum de compression sur les terres de 1 kg : cm².

De plus, pour tenir compte de la réduction de la pression due à l'eau en cas d'immersion, le poids du mètre cube de béton a été compté égal à 2 200 — 1 000 = 1 200 kg.

Le coefficient admis pour le frottement du fer sur le béton a été admis de 4,5 kg par centimètre carré au maximum.

Nous résumerons les caractéristiques principales de la traversée en considérant plus spécialement les supports les plus élevés.

Equipement. — 2 lignes triphasées isolées pour 150 000 v et devant fonctionner provisoirement sous 30 000 v, puis 60 000 v et enfin sous 120 000 v; section des câbles, 78,94 mm²;

— 2 lignes triphasées isolées pour 60 000 v et fonctionnant provisoirement sous 10000 ou 15 000 v; section des câbles, 78,94 mm²;

— Protection contre les décharges atmosphériques par 2 câbles de 48,33 mm².

Conducteurs. — Les conducteurs sont constitués par du câble de cuivre demi-dur entre l'usine et le pylône n° 2, ainsi qu'entre le pylône n° 3 et le pylône n° 5.

Dans la portée de traversée, il a été substitué au cuivre du bronze siliceux à 70 kg : mm² de contrainte de rupture, ceci pour obtenir avec un coefficient de sécurité égal à 5, une tension de 14 kg : mm² conduisant à la flèche relativement restreinte de 10,75 m et permettant de limiter la hauteur des grands pylônes à 91 m.

Le raccordement entre câbles en cuivre et câbles en bronze siliceux est réalisé au moyen de manchons spéciaux intercalés dans la bretelle reliant les chaînes d'isolateurs d'arrêt sur les pylônes n°s 2 et 3.

Portées. — Le problème de la traversée présentait certaines difficultés, les unes inhérentes à la disposition de la herse de départ à l'usine de Chantenay, les autres créées par l'obligation de respecter dans la traversée du fleuve une distance considérable au-dessus du plan des plus hautes eaux.

A partir de ce portique, les conducteurs surplombent l'ensemble des bâtiments de l'usine pour aboutir à 160 m sur un appui (pylône n° 2) implanté sur la rive droite du fleuve; ils traversent la Loire en une portée de 292 m jusqu'à un appui (pylône n° 3) situé dans l'île Cheviré; ils traversent ensuite un bras de la Loire par une portée de 93,50 m (pylône n° 4); ils aboutissent enfin à un cinquième pylône (pylône n° 5) par une nouvelle portée de 255,10 m.

A partir de ce point, la ligne devient du type ordinairement adopté pour des transmissions d'énergie à 15 000 v, 60 000 et 120 000 v.

Hauteurs. — La hauteur des différents appuis implantés pour cette traversée découle de celle qui a été imposée par les services de la navigation pour la traversée du fleuve.

La hauteur des pylônes encadrant la traversée a été calculée comme suit :

Hauteur du pylône occupée par les conducteurs..	14 m
Flèche maximum à + 45° C....................	10,75
Distance au zéro des cartes marines.....	75
Hauteur théorique au-dessus du zéro............	99,75

Les niveaux de base de tous les appuis ont été arasés à la cote du niveau du sol de la rive droite.

La cote du sol étant à + 9,25 m, la hauteur hors sol se trouve de ce fait ramenée à 99,75 — 9,25 = 90,50 m.

Par mesure de prudence et de sécurité, il a été admis une marge de sécurité de 0,50 m, ce qui donne en définitive une hauteur des appuis de traversée de la Loire égale à 90,50 + 0,50 = 91 m.

Pour tenir compte des distances entre l'appui de la rive droite (n° 2), le portique d'arrêt et de départ (n° 1) de l'usine et de la différence de niveau entre le pylône n° 2 et la herse de l'usine, il a fallu adopter pour le portique n° 1 une hauteur totale de 30 m au-dessus du sol.

Le pylône n° 3 a la même hauteur que le pylône n° 2.

Pour amener progressivement les conducteurs à la hauteur de la ligne Nantes-Cholet établie sur des pylônes de 22 m, on a admis une hauteur de 50 m pour le pylône n° 4 et une hauteur de 27 m pour le pylône n° 5.

Pylônes de traversée. — Les pylônes sont équipés tous les deux de façon identique, la succession des conducteurs étant la suivante :

Au sommet : deux câbles de terre ;

A 3,50 m du sommet..	2 câbles	équipés à	150 000 volts.
A 4,00 id. ..	1	id.	150 000

A 8,00 m du sommet..	2 câbles	équipés à	150 000 volts.
A 8,50	id.	.. 1	id.	120 000
A 13,00	id.	.. 3	id.	60 000
A 14,00	id.	.. 3	id.	60 000

Les hauteurs et décalages des différents conducteurs ont été déterminés pour éviter des rapprochements dangereux sous l'influence du vent dans la portée de traversée.

Ces pylônes ont une hauteur totale de 91 m au-dessus du sol. Les quatre arbalétriers de la base sont scellés aux angles d'un carré de 11,68 m de côté.

Le poids de chacun d'eux est de 120 t environ.

La tête, de forme spéciale, comporte quatre plates-formes pour la visite et l'entretien.

Fondations. — Les fondations du pylône n° 2 se composent de 4 semelles disposées sous chacun des 4 arbalétriers. Elles sont deux à deux identiques suivant qu'elles supportent des arbalétriers comprimés (côté de la Loire) ou des arbalétriers tendus (côté de l'usine).

La semelle du côté de la Loire répond aux conditions suivantes : compression, 202 t; tension, 102 t ; volume du béton, 87 m³ environ. Celle du côté de l'usine, aux suivantes : compression, 160 t; tension, 144 t : volume du béton, 125 m³ environ.

Le sol étant de consistance assez médiocre, les fondations ont été établies sur pieux de 20 cm × 20 cm de section. Il a été battu à cet effet 40 pieux de 2,50 m pour chaque semelle du côté de la Loire et 54 pieux de 2,50 m à chaque semelle du côté de l'usine. Le scellement est réalisé par boulons de 3,25 mm × 70 mm.

Tous les massifs sont construits avec gradins de dimensions décroissantes et, pour éviter les ruptures, il est prévu des armatures avec des étriers en fer de sections appropriées. Tous les pieux en béton armé sont enfoncés jusqu'à 1 m environ de la tête. La partie émergeant du sol est décapée de son ciment et l'armature, liée à l'armature du massif, se trouve enrobée dans le béton de fondation.

Pour les quatre premiers ouvrages chaque arbalétrier

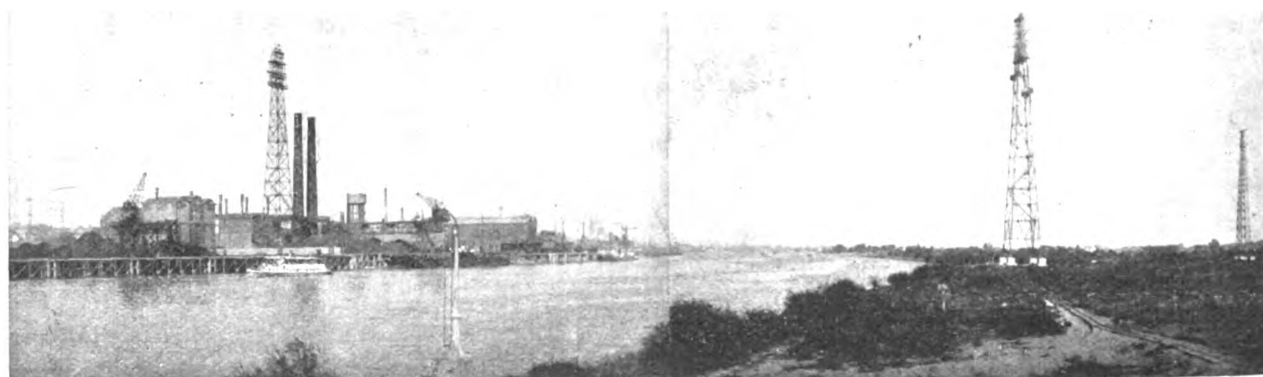


Fig. 5. — Vues d'ensemble de la traversée de la Loire prise vers la fin des travaux.

se termine par une plaque de fondation fixée au moyen de 4 boulons recourbés à leur partie inférieure et scellés à plein ciment. La crosse de ces boulons est prise dans de fortes barres de fer disposées horizontalement et liées à l'ensemble de l'armature.

Les hauteurs des massifs sont toutes calculées pour que la partie supérieure de chacun d'eux soit arasée à la même cote de 9,25 m au-dessus du zéro des cartes marines.

Les isolateurs sont en porcelaine du type à capot et tige.

La construction s'est effectuée suivant les procédés habituels ; toutefois, nous signalerons les points spéciaux suivants :

Fondations. — Pour le pylône de 91 m implanté dans la cour de l'usine génératrice on avait d'abord prévu des massifs établis directement sur le fond de fouille à une profondeur de 4 m.

La nappe d'eau souterraine a été rencontrée à 0,50 m du fond.

En un point de la fouille s'échappaient des bulles de gaz qui ont été recueillies dans une éprouvette et soumises à l'analyse. Comme ce gaz contenait surtout du méthane on a dû conclure à l'existence d'une vasière en dessous du fond et pour y remédier on a battu des pieux destinés à supporter le massif.

Pylônes. — Pour la construction, les pylônes métalliques ont été divisés en différents tronçons comprenant : Un tronçon inférieur en forme de portique et mesurant 14 m de hauteur; une série de dix tronçons intermédiaires jusqu'aux passerelles de visite dont les neuf premières mesurent 6 m et le dernier 5,50 m la partie supérieure correspondant aux passerelles de visite comprend trois tronçons d'inégales hauteurs.

Un montage préalable a été fait en atelier après alésage exact des trous poinçonnés.

Jusqu'à une hauteur de 10 m au-dessus du sol, l'assemblage a été fait par rivets soigneusement bouterollés.

Au-dessus de 10 m on a employé des boulons

calibrés entrant à frottement dur, serrés à bloc et matés.

Toutes les parties rivetées ont été recouvertes sur les surfaces au contact d'une couche épaisse d'huile de lin. Le tronçon inférieur de 14 m de hauteur a été monté par pièces détachées à l'aide de 2 chèvres pouvant lever chacune 4 000 kg. Après achèvement de l'assemblage et les boulons d'ancrage ayant été descendus dans les logements réservés dans les massifs de fondations, la partie inférieure de ces boulons a été rendue solidaire des barres d'ancrage préalablement noyées dans le massif, puis le mortier de scellement a été coulé.

Pour la mise en place des tronçons supérieurs il a été utilisé des grues spéciales fixées sur les parties des arbalétriers déjà assemblées.

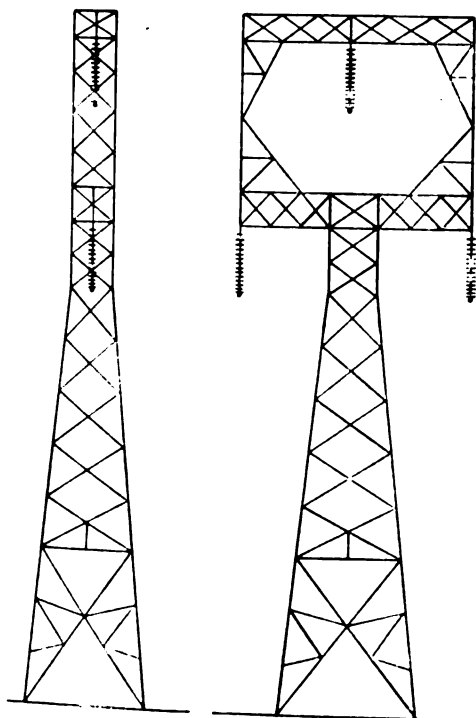


Fig. 6. — Schéma d'un pylône à base étroite pour lignes de transmission d'énergie à 220 000 v : type d'alignement.

La mise en place des isolateurs et des conducteurs a fait l'objet des dispositions intéressantes et particulières à la nature des travaux.

La figure 5 donne une vue d'ensemble de la traversée prise vers la fin des travaux.

Pour conclure, les auteurs font remarquer qu'il serait désirable que la construction d'ouvrages au-dessus des ports maritimes ou des voies navigables fît l'objet d'une réglementation qui, tout en ménageant les droits acquis des usagers tînt compte néanmoins des sociétés qui se trouvent devant la nécessité de l'entreprendre, afin de réduire autant que possible la dépense. Cette réglementation pourrait, en particulier, fixer le gabarit maximum des appareils flottants, qui pourraient se déplacer flèche baissée.

Pylones a base étroite pour lignes a 220 000 volts. — M. G.-R. Falkiner-Nuttal (Grande-Bretagne) a présenté un rapport sur un type de pylône à base étroite pour les lignes à 220 000 v. On sait que le type habituel des supports des lignes aux Etats-Unis est le type à base très écartée, de sorte que la base étroite est l'exception, contrairement à ce qui se produit en France. L'auteur insiste sur l'avantage de ce type de support au point de vue de l'obtention des autorisations.

En outre, les isolateurs sont disposés comme l'indiquent la figure 6.

Cette forme de pylône n'est pas nouvelle en France, puisqu'il a été adopté pour de nombreuses lignes à 120 000 v de la région de Saint-Etienne et pour la ligne d'Eguzon à Orléans à 220 000 v de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans, ces lignes représentant une longueur totale de 300 km. (1).

Description d'une ligne expérimentale sur pylônes-chevalets. — M. G. Darrieus (France) a mis en évidence les avantages des pylônes-chevalets articulés qui avaient déjà fait l'objet d'une description lors de la Conférence de 1923 (2). Une ligne d'expérience a été réalisée au Bourget sur les terrains de la Compagnie Electro-Mécanique (fig. 7).

La plus grande longueur, 800 m environ, du terrain, dont il était possible de disposer pour cette ligne d'essai, a permis de la constituer avec trois portées consécutives de 240 m et une extrême de 80 m, que séparent 3 pylônes articulés de spécification identique. La plus longue des portées extrêmes (240 m) se termine par un ancrage au voisinage du sol, d'ou résulte pour le pylône adjacent un supplément d'effort vertical, dû au changement de pente de la ligne ; l'autre ancrage qui termine la portée réduite de 80 m se fait sur un portique surmontant un tertre, au niveau général du reste de la ligne.

Au pylône médian du même type que les autres correspond un changement de tracé avec une déviation de 5° qui détermine pour ce support un effort latéral supplémentaire et une inclinaison permanente d'environ 30° pour les chaînes de suspension.

Les données de la ligne correspondent à la spécification suivante :

Tension de service : 120 kv ;

Conducteurs : 3 en câble mixte en aluminium-acier de 148 mm² en 37 brins dont 7 en acier ;

Diamètre extérieur du câble, 15,8 mm ;

Poids par mètre, 0,570 kg ;

Distance entre fils, 4,40 m ;

Fils de terre : omis, en vue de rendre les essais de stabilité plus concluants.

(1) Ch. Duval et S. Bouckspoun ; La ligne de transmission d'énergie à 120 000 v de la Basse-Isère. *Revue générale de l'Electricité*, 16 septembre 1922, t. XII, p. 387-398.

(2) Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension. *Revue générale de l'Electricité*, 15 décembre 1923, t. XIV, p. 931-933.

Les hypothèses de calcul sont celles du règlement français, c'est-à-dire qu'elles supposent la réalisation du coefficient de sécurité 3, dans les conditions ci-dessous :

Température minimum, — 10°C avec vent de 30 kg : m² (18 kg : m² pour les surfaces cylindriques);

Température moyenne, + 10°C avec vent de 120 kg : m² (72 kg : m² pour les surfaces cylindriques);

Température maximum, + 35°C sans vent ;

Surcharge éventuelle, givre 2 kg par mètre de longueur de la ligne, à la température de 0°C correspondant à un manchon de glace de 8 cm de diamètre avec vent de 18 kg : m².

Les dimensions principales des pylônes sont :

Longueur des montants entre rotules, 15 m ;

Longueur de la traversée supérieure, 8,8 m ;

Empattement (écartement à la base des pieds) 12 m ;

Poids total du pylône, 430 kg.

Pour deux des pylônes, les montants ont été exécutés en section triangulaire équilatérale, en tube à gaz de 21 mm de diamètre extérieur, avec trois membrures entretoisées par un treillis en fer rond de 10 mm de diamètre.

La traverse repose sur les montants par l'intermédiaire de deux pyramides quadrangulaires renversées ; cette disposition reportant au niveau des conducteurs, pour l'inclinaison maximum des chaînes de suspension, le point de croisement des montants et des tirants de contreventement, réduit au minimum la distance entre conducteurs pour une distance à la masse donnée ; par contre, elle offre l'inconvénient de placer le point d'attache des chaînes à un niveau supérieur au niveau des points d'appui ; l'instabilité qui en résulte est supprimée par la présence des brides en patte d'oie qui relient respectivement les deux membrures inférieures de cette traverse aux tirants diagonaux, mais qui prennent un mou assez considérable lors d'un gauchissement accentué du pylône. Bien qu'aucun inconvénient ne se soit manifesté de ce fait jusqu'à présent, même à la suite d'une rupture accidentelle de conducteur, il paraît préférable à l'avenir de placer les points d'attache des conducteurs et les points d'appui de la traverse sur le même axe.

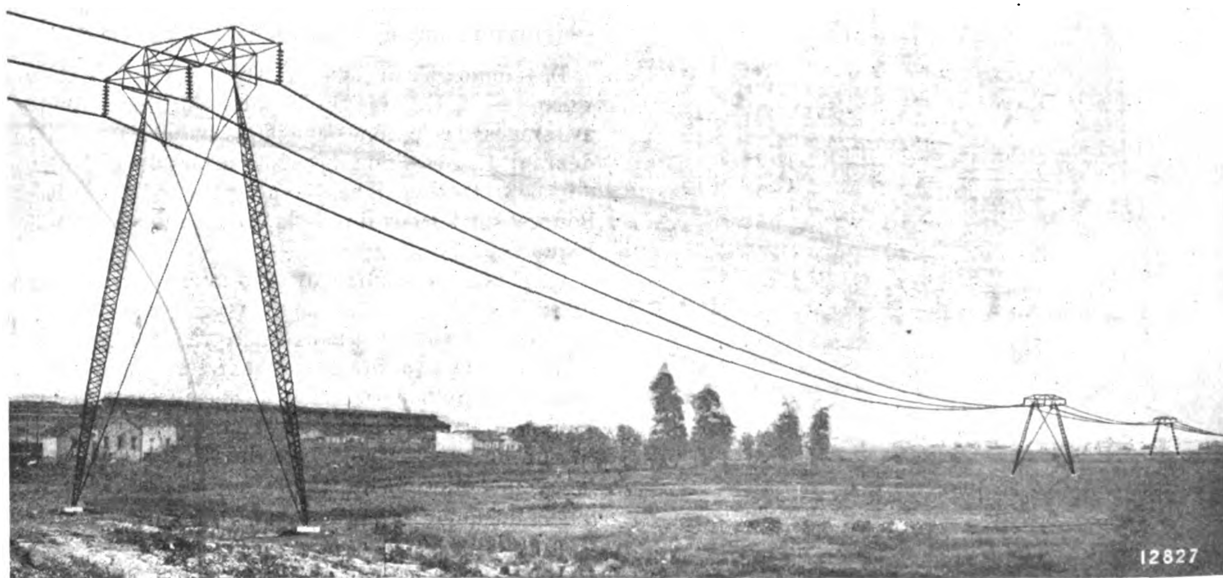


Fig. 7. — Vue de la ligne d'essai montée sur pylônes-chevalets articulés, au Bourget (Seine).

Discussion. — La discussion de ces deux rapports à laquelle ont pris part MM. Perrochet (Suisse), Duquesne (Belgique), Mac-Mahon (Grande-Bretagne), Duval (France), Borgquist (Suède), Frank Baum (Etats-Unis) a mis en évidence les avantages résultant des dispositions des conducteurs en triangle ou en nappe horizontale, de l'allégement du poids des supports et de la réduction de leur section de base.

M. Duval a signalé l'application d'un procédé d'assemblage des pylônes par soudage à l'arc électrique. Ce procédé conduit à un allègement notable du poids des supports. L'emploi de ces pylônes soudés à l'arc électrique se répand de plus en plus en France et il y a lieu de signaler leur utilisation pour toutes les traversées de routes et de voies ferrées sur la nouvelle ligne de Besançon à Ronchamp.

M. Frank Baum a profité de l'occasion pour faire connaître à la Conférence que d'après son expérience des lignes de toutes tensions de 10 000 à 220 000 V, ce sont les lignes à cette dernière tension qui lui ont donné le moins d'ennuis en exploitation.

Ch. Ly.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

La dynamique de l'électron

L'auteur considère, parmi toutes les trajectoires susceptibles d'être parcourues par un électron placé dans un champ magnétique, celles qu'il suit lorsqu'il est sollicité par le champ magnétique particulier qui existe au voisinage du filament d'une lampe électronique. Le filament peut être considéré comme un fil rectiligne et indéfini parcouru par un courant continu et constant. L'auteur assimile la trajectoire de l'électron à une courbe funiculaire et géodésique, en montrant que cette trajectoire est identique à un fil conducteur flexible et inextensible, parcouru par un courant dont on peut négliger l'action magnétique par rapport à celle d'un courant rectiligne indéfini. Il écrit la condition d'équilibre de la courbe funiculaire et il donne l'équation différentielle de la méridienne de la surface de révolution dont la trajectoire de l'électron est une courbe géodésique. Il discute la forme de la trajectoire et calcule aussi sa longueur.

I. **Introduction.** — Je veux dire quelques mots des trajectoires parcourues par un électron dans un champ magnétique. La question n'est pas nouvelle. On se rappelle les expériences dans lesquelles le champ magnétique était produit par un pôle d'aimant; la trajectoire s'approchait du pôle en décrivant plusieurs spires et elle paraissait ensuite s'en écarter. Le problème mathématique a été résolu par Darboux dans une note à la Mécanique de Despeyrous. H. Poincaré en a également donné la solution dans les conférences qu'il a faites à l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes. La trajectoire est une géodésique d'un cône de révolution. Un fil tendu sur une surface épouse la forme d'une géodésique. On voit très bien les loves se serrer en s'approchant du sommet et s'élargir en s'en éloignant.

Si au lieu d'un pôle, on considère les deux pôles d'un aimant, la trajectoire paraitra s'enrouler alternativement autour d'un pôle ou de l'autre.

L'explication des apparences des aurores boréales se rattache à cet ordre d'idées. M. P. Villard a fait une étude célèbre sur les rayons magnéto-cathodiques. Il a aussi montré comment la décharge filiforme rosée, dans un tube de Geissler, se comporte comme un véritable fil tendu.

Enfin, il peut être intéressant de rechercher la trajectoire d'un électron dans une lampe à vide dont le filament rectiligne est parcouru par un courant constant.

C'est ce dernier problème que je désire examiner ici.

II. **Assimilation de la trajectoire d'un électron à une courbe funiculaire et géodésique.** — L'assimilation de la trajectoire d'un électron à la courbe funiculaire d'équilibre d'un fil tendu se justifie par les considérations suivantes :

La mécanique rationnelle ramène le problème de la courbe funiculaire à celui du mouvement d'un point matériel, en substituant la tension T à la quantité de mouvement mv du point matériel et la force F' rapportée à l'unité de longueur est égale à $-\frac{F}{mv}$, si F est la force qui agit sur le point matériel.

Or, dans le cas qui nous occupe, la force qui agit sur l'électron est perpendiculaire à sa vitesse et, par suite, cette vitesse reste constante. Dans le problème funiculaire, la tension sera constante et le rapport de F' à F sera une quantité constante.

Les deux problèmes ne sont donc pas essentiellement distincts : l'électron libre dans le champ se comporte comme s'il suivait un fil tendu entre le point d'émission et le point d'impact et il décrit, entre ce point de départ et le point d'arrivée, une courbe géodésique, comme s'il savait à l'avance le chemin qui doit être le plus court.

C'est là une sorte de paradoxe qui s'explique par le principe des vitesses virtuelles; le mouvement d'un système est tel qu'il rend minimum ou tout au moins stationnaire, une certaine intégrale. Par exemple, s'il s'agit d'un fil conducteur parcouru par un courant i, assez faible pour que le champ qu'il produit soit négligeable par rapport au champ magnétique donné, dont l'induction est B, le principe des vitesses virtuelles donne

$$\int i \begin{vmatrix} \delta x & \delta y & \delta z \\ dx & dy & dz \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} = 0$$

puisque la force F agissant sur l'élément $i\,\overrightarrow{ds}$ a pour expression le produit vectoriel de l'induction $\overrightarrow{B}$ par $i\,\overrightarrow{ds}$. Ici, $\overrightarrow{ds}$ a pour projections dx, dy, dz et $\overrightarrow{\delta s}$, chemin virtuel, a pour projections δx, δy, δz. Si l'on développe le déterminant par rapport à la dernière ligne, les

coefficients tels que $\delta y\, dz - \delta z\, dy$ sont les projections de l'aire balayée par l'élément dans le déplacement virtuel et, par suite, le principe des vitesses virtuelles s'exprime en disant que le flux d'induction embrassé est maximum (ou minimum).

III. Equilibre d'un fil conducteur flexible et inextensible parcouru par un courant dans le champ magnétique. — Je vais maintenant me borner à envisager la forme d'équilibre d'un fil conducteur, flexible et inextensible, parcouru par un courant i dont on néglige l'action magnétique, dans le champ produit par un courant constant I, rectiligne et indéfini.

On peut immédiatement faire quelques remarques.

En projetant les forces sur la tangente, on trouve que la tension est constante. En les projetant sur la normale principale, on a le rayon de la courbure ρ. En un point M situé à la distance r du courant rectiligne, le champ est

$$H = \frac{2I}{r}.$$

L'induction B, si le milieu a la perméabilité μ, est

$$B = \frac{2\mu I}{r}.$$

Ce vecteur B est perpendiculaire au plan passant par M et par le courant I; c'est un champ de révolution. Nous pouvons donc appeler ce plan un méridien.

La force agissant sur l'élément situé en M est dans le plan méridien et perpendiculaire à l'élément ds. Si l'élément ds fait un angle φ avec le parallèle, la force est égale à

$$F = Bi\, ds \sin\varphi,$$

et, par suite, on a, en appelant T_0 la tension constante,

$$\frac{T_0}{\rho} + \frac{2\mu I}{r} i \sin\varphi = 0.$$

Si, en particulier, la trajectoire était dans le plan méridien, le sinus serait égal à l'unité et le rayon de courbure serait proportionnel à la distance à l'axe.

Cela suffit pour donner une idée de la forme de la courbe ; il n'y a qu'à se rappeler les propriétés de la parabole et de la chaînette. Dans la chaînette, le rayon de courbure varie comme le carré de la distance à la base. Dans la parabole, il varie comme la puissance 3/2 de la distance à la directrice. Ici, c'est une variation proportionnelle à la distance ; la loi est encore plus simple.

IV. Application à la trajectoire du théorème des aires. — La force présente ici la particularité d'être toujours dans un méridien ; elle rencontre donc un axe fixe. Le théorème des aires s'applique donc, et il donne, en appelant θ l'azimut du méridien,

$$Tr^2 \frac{d\theta}{ds} = a,$$

a étant une constante d'intégration ; mais T est constant et égal à T_0. D'autre part, $r\frac{d\theta}{ds}$ est égal à $\cos\varphi$, en continuant à désigner par φ l'angle de l'élément ds avec le parallèle, dont l'élément d'arc est $r\,d\theta$. On a donc la relation

$$r \cos\varphi = c,$$

c étant la constante $\frac{a}{T_0}$.

Cette relation est connue sous le nom de relation de Clairaut, pour les géodésiques des surfaces de révolution.

On voit que $\cos\varphi$ tend vers zéro quand r augmente, c'est-à-dire qu'aux grandes distances la courbe tend à se placer dans le méridien. Aux très petites distances, au contraire, les spires seraient sensiblement normales aux méridiens.

V. Equations de la surface de révolution portant la trajectoire de l'électron. — Pour avoir une idée plus nette de la forme de la courbe funiculaire, cherchons la surface de révolution sur laquelle elle représente une ligne géodésique. Il suffit de chercher l'équation différentielle de la courbe méridienne.

Or, on peut remarquer que, le champ étant de révolution, le flux embrassé par la courbe méridienne varie comme le flux embrassé par le fil lui-même.

Comme le flux embrassé par le fil est stationnaire, le flux embrassé par la courbe méridienne correspondante sera lui-même stationnaire.

Quand on fait varier la forme du fil, la forme de la courbe méridienne varie d'une façon correspondante. Si le fil est tendu entre les points fixes A_1 et A_2, la courbe méridienne va du point B_1 au point B_2, ces deux points B_1 et B_2 étant les traces, sur le méridien, des parallèles des points A_1 et A_2.

Il est d'ailleurs bien entendu qu'un élément $d\sigma$ de la courbe méridienne provient d'un élément ds du fil conducteur, dont la longueur demeure invariable. Et il y a une relation simple entre $d\sigma$ et ds, puisque, si l'on considère le centre de gravité M de l'élément ds, l'élément $d\sigma$ est la projection de ds sur le méridien du point M. On a donc

$$ds = \frac{d\sigma}{\sqrt{1 - \frac{c^2}{r^2}}}$$

et, comme la variation de ds est nulle, l'équation

$$\delta ds = 0$$

nous donne, après simplification,

$$\delta d\sigma - \frac{c^2}{r(r^2 - c^2)} d\sigma \delta r = 0. \qquad (1)$$

Il est alors commode de prendre des axes rectangulaires, Ox suivant le courant rectiligne et Oy perpendiculaire à Ox dans le plan méridien considéré. Dans ces conditions, nous écrivons y à la place de r et nous adopterons les notations

$$\frac{x'}{dx} = \frac{y'}{dy} = \frac{1}{d\sigma}.$$

Le caractère stationnaire du flux coupé s'exprime alors par l'équation

$$\int \frac{2\mu I}{y} (y'\delta x - x'\delta y)\, d\sigma = 0,$$

ou, plus simplement,

$$\int \frac{1}{y} (y'\delta x - x'\delta y)\, d\sigma = 0. \qquad (2)$$

Pour appliquer la méthode de Lagrange en tenant compte de l'équation de liaison (1), nous appelons λ une fonction de x et de y et nous formons l'équation de variation

$$\int \left[\frac{1}{y}(y'\delta x - x'\delta y) + \lambda\left(x'\delta dx + y'\delta dy - \frac{c^2}{y(y^2-c^2)}\delta y\right)\right] = 0. \quad (3)$$

Si nous supposons que la courbe varie en prenant différentes formes à des époques successives, la coordonnée x, par exemple, est fonction de l'arc σ et du temps t et l'on a

$$x = f(\sigma, t),$$

$$dx = f'_\sigma d\sigma, \qquad \delta x = f'_t dt,$$

$$\delta dx = f''_{\sigma t} d\sigma dt, \quad d\delta x = f''_{t\sigma} dt\, d\sigma.$$

Ces deux dernières expressions étant égales, on peut intervertir l'ordre des symboles d et δ et dégager ensuite le symbole δ du signe de dérivation au moyen de l'intégration par parties ; on peut considérer les points B_1 et B_2 comme fixes ; la partie tout intégrée disparait alors et il reste

$$\int_{B_1}^{B_2} \left(\frac{1}{y}(y'\delta x - x'\delta y) - \frac{d}{d\sigma}(\lambda x')\delta x - \frac{d}{d\sigma}(\lambda y')\delta y - \frac{c^2\lambda}{y(y^2-c^2)}\delta y\right) d\sigma = 0.$$

Si nous déterminons la fonction λ en annulant le coefficient de la variation δy, l'équation ne contiendra plus que le terme en δx et pour satisfaire à l'équation, nous annulerons son coefficient : en résumé, nous annulons les coefficients des variations δx et δy et nous obtenons

$$\frac{y'}{y} - \frac{d}{d\sigma}(\lambda x') = 0, \qquad (4)$$

$$-\frac{x'}{y} - \frac{d}{d\sigma}(\lambda y') - \frac{c^2}{y(y^2-c^2)}\lambda = 0,$$

ou, en développant

$$\frac{y'}{y} - \frac{d\lambda}{d\sigma}x' - \lambda x'' = 0,$$

$$-\frac{x'}{y} - \frac{d\lambda}{d\sigma}y' - \lambda y'' - \frac{c^2}{y(y^2-c^2)}\lambda = 0.$$

Eliminons $\frac{d\lambda}{d\sigma}$, il vient

$$\frac{x'^2 + y'^2}{y} + \lambda\left(x'y'' - y'x'' + \frac{c^2 x'}{y(y^2-c^2)}\right) = 0. \qquad (5)$$

D'autre part, l'équation (4) s'intègre et donne

$$\log_e \frac{y}{h} = \lambda x', \qquad (6)$$

h étant la valeur de y pour laquelle on a $x' = 0$ ou $\frac{dy}{dx}$ infini, c'est-à-dire pour laquelle la tangente est perpendiculaire à l'axe.

Reportons cette valeur de λ, donnée par l'équation (6), dans l'équation (5) ; il vient

$$\frac{x'(x'^2 + y'^2)}{y \log \frac{y}{h}} + x'y'' - y'x'' + \frac{c^2 x'}{y(y^2-c^2)} = 0. \qquad (7)$$

Mais on a

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y'}{x'}$$

et, en prenant la dérivée par rapport à σ,

$$\frac{d^2y}{dx^2}x' = \frac{y''x' - y'x''}{x'^2}$$

et l'équation (7) devient

$$\frac{\frac{d^2y}{dx^2}}{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} + \frac{1}{y \log_e \frac{y}{h}} + \frac{c^2}{y(y^2-c^2)} = 0. \qquad (8)$$

Or, chacun de ces termes, multiplié par $\frac{dy}{dx}$ devient une dérivée logarithmique évidente ; on a donc, en intégrant terme à terme et en désignant par k une nouvelle constante,

$$\left(1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}} \log_e \frac{y}{h}\left(1 - \frac{c^2}{y^2}\right)^{\frac{1}{2}} = k, \qquad (9)$$

et en résolvant par rapport à $\frac{dy}{dx}$, il vient

$$dx = \frac{dy}{\sqrt{-1 + \frac{k^2}{\left(1 - \frac{c^2}{y^2}\right)\left(\log_e \frac{y}{h}\right)^2}}}. \qquad (10)$$

Si y est grand, ou si c est petit, l'équation se réduit sensiblement à la forme suivante

$$dx = \frac{dy}{\sqrt{-1 + \frac{k^2}{\left(\log_e \frac{y}{h}\right)^2}}}, \qquad (11)$$

qui s'obtient, en faisant dans l'équation (10) $c = 0$, et qui correspond au cas où les points A_1 et A_2 sont tous les deux dans un même plan méridien ; car, la force étant toujours dans un méridien, le fil tout entier est contenu par raison de symétrie, dans le méridien qui contient à la fois A_1 et A_2.

Si c est petit ou y grand, le terme en $-\frac{c^2}{y^2}$ se présente, en quelque sorte, comme un simple terme correctif.

VI. Détermination de la méridienne de la surface de révolution ; longueur de la trajectoire. — Par l'équation (10), le problème que nous nous étions proposé se trouve ramené aux quadratures ; cette équation est l'équation différentielle de la courbe méridienne de la surface sur laquelle le fil conducteur suit une géodésique.

D'après l'équation de Clairaut

$$r \cos \varphi = c,$$

la plus petite valeur de la distance à l'axe r est égale à c et elle correspond au cas où $\cos \varphi = 1$, c'est-à-dire où l'élément de fil ds se confond avec l'élément de parallèle $d\sigma$. La courbe funiculaire vient donc en ce point toucher le parallèle ; elle coupe le méridien perpendiculairement ; la projection de ds sur le méridien, c'est-à-dire $d\sigma$, s'annule donc. Alors x' et y' s'annulent et le point correspondant de la courbe méridienne est un point de rebroussement. Le plan méridien de ce point est un plan de symétrie pour la courbe funiculaire.

Quand y, partant de cette valeur, se met à croître, les deux facteurs $\left(1 - \frac{c^2}{y^2}\right)$ et $\left(\log_e \frac{y}{h}\right)^2$ croissent alors simultanément jusqu'à la valeur maximum, pour laquelle on a

$$\left(1 - \frac{c^2}{y^2}\right)\left(\log_e \frac{y}{h}\right)^2 = k^2.$$

A partir de cette valeur, y se remet à décroître.

Il est digne de remarquer que la forme de la courbe méridienne ne dépend pas de $\mu\, I i$.

La longueur de la courbe méridienne s'obtient aisément ; on a

$$d\sigma = \frac{k\,dy}{\sqrt{k^2 - \left(1 - \frac{c^2}{y^2}\right)\left(\log_e \frac{y}{h}\right)^2}}$$

et l'arc de la courbe funiculaire est

$$ds = \frac{d\sigma}{\sin \varphi} = \frac{d\sigma}{\sqrt{1 - \frac{c^2}{y^2}}}.$$

Si l'on intègre du point A_1 au point A_2 et que l'on se donne la longueur du fil conducteur, on obtient ainsi une équation transcendante entre les constantes k, c et h. Leur détermination complète s'obtiendra en écrivant que la courbe passe par les points A_1 et A_2.

Il semble que la forme de la courbe soit susceptible de plusieurs déterminations suivant le nombre de spires qu'elle pourra faire autour de l'axe.

En ce qui concerne le cas particulier où la courbe est dans un méridien, on doit se rappeler que si, dans le cas du mouvement d'un point matériel, la force est toujours dirigée vers la concavité, il résulte de la correspondance entre la trajectoire dans le mouvement du point matériel et la forme de la courbe funiculaire une disposition exactement contraire, résultant de ce que F et $-\frac{F}{mr}$ sont des grandeurs correspondantes. Si les courants $\vec{I}$ et $\vec{i}$ sont, dans le même sens, en projection sur l'axe, la courbe tourne sa convexité vers l'axe ; si les courants sont de sens contraire, la courbe tourne sa concavité vers l'axe. Cela résulte de l'équation intrinsèque

$$\frac{T}{\rho} + F_N = 0,$$

où $\vec{F_N}$ est justement le produit vectoriel de $\vec{B}$ par $\vec{i}$, dirigé suivant la normale principale, à l'opposé du centre de courbure.

En résumé, le problème de la forme d'équilibre d'un fil conducteur parcouru par un courant dans un champ magnétique donné ne diffère pas essentiellement de celui de la trajectoire décrite par un électron.

Dans le cas particulier où le champ magnétique est dû à un courant continu, rectiligne et indéfini, le problème peut être ramené aux quadratures. Le fil conducteur se place suivant une géodésique d'une surface de révolution, et nous avons pu déterminer la méridienne qui engendre cette surface.

J.-B. Pomey.

Revues, analyses et informations

La théorie de l'oscillateur électrique linéaire et ses relations avec la théorie de l'électron [1].

A la manière d'Helmholtz et de Lord Kelvin, on décrivait généralement la décharge oscillante d'un condensateur chargé à travers une résistance et une inductance au moyen des équations d'énergie et de mouvement de l'oscillateur mécanique ordinaire à un degré de liberté, soit

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}x'^2 + \frac{1}{2}\mu x^2\right) + \chi x'^2 = Xx' \qquad (1)$$

$$x'' + \chi x' + \mu x = X. \qquad (2)$$

On reconnut cependant bientôt que l'oscillateur électrique diffère de l'oscillateur mécanique ordinaire en ce qu'il rayonne de l'énergie électromagnétique, et qu'un traitement théorique rigoureux de la question devait tenir compte de ce fait. H. Hertz a montré notamment qu'un oscillateur électrique, de moment $el \sin nt$, rayonne par unité de temps, une quantité d'énergie égale à $\frac{e^2l^2n^4}{3c^3}$ en moyenne. Ce résultat est conforme à la loi de Larmor et H.-A. Lorentz, en vertu de laquelle un électron accéléré, qui se meut avec une vitesse petite par rapport à celle de la lumière, rayonne une quantité d'énergie égale à $\frac{2e^2x''^2}{3c^3}$, et il requiert l'addition d'un terme de la forme $\theta x''^2$ au premier membre de l'équation (1). Mais, afin de conserver le passage de l'équation d'énergie ainsi corrigée à l'équation correspondante du mouvement en divisant par x', ainsi qu'on le fait pour passer de (1) à (2), on doit ajouter le terme supplémentaire $-\frac{d}{dt}(\theta x'x'')$, au premier membre de (1) ; on obtient ainsi les équations corrigées

$$\frac{d}{dt}\left(-\theta x'x'' + \frac{1}{2}x'^2 + \frac{1}{2}\mu x^2\right) + \theta x''^2 + \chi x'^2 = Xx' \quad (3)$$

$$-\theta x''' + x'' + \chi x' + \mu x = X \qquad (4)$$

On arrive ainsi aux équations de l'oscillateur linéaire, que Planck avait proposées le premier pour tenir compte du rayonnement d'énergie électromagnétique.

Le mouvement oscillatoire libre du système représenté par (4) est déterminé comme d'ordinaire, à partir des conditions initiales, en posant

$$x = Ae^{\alpha t} + e^{-kt}(B \cos nt + C \sin nt) \qquad (5)$$

où α et $-k \pm in$ sont les racines de l'équation du troisième degré

$$-\theta p^3 + p^2 + \chi p + \mu = 0, \qquad (6)$$

le coefficient de frottement étant supposé nul ou, tout au moins, assez petit pour permettre l'existence de deux racines complexes correspondant aux oscillations libres amorties avec k positif. Alors, la troisième racine α est évidemment réelle et positive, étant donnée par l'équation

$$\alpha = 2k + \theta^{-1}. \qquad (7)$$

Planck rejette cette racine, en remarquant qu'elle n'a pas de sens physique ; si cependant nous adoptons l'interprétation de telles racines au point de vue de la mécanique classique, on doit les considérer comme indiquant que le système est instable.

Le calcul conduit en effet à des degrés d'instabilité que l'on est très loin de rencontrer dans la pratique. De sorte que, malgré la nécessité évidente de tenir compte du rayonnement d'énergie, son introduction dans les calculs fournit des résultats contradictoires. La difficulté est aggravée par le fait que, d'après (7), l'exposant α, et par conséquent l'instabilité, est d'autant plus grand que le coefficient de rayonnement θ est plus petit : le plus infime rayonnement conduirait à l'instabilité ; conséquence évidemment dépourvue de signification au point de vue physique.

On pourrait arguer que la théorie du quantum évite cette difficulté du fait qu'elle postule que les oscillateurs électriques ne peuvent exister en permanence que dans les états non rayonnants, et que le rayonnement se produit seulement dans les états instables traversés par l'oscillateur en passant d'un état stable à un autre état stable. Cette explication est acceptable pour les oscillateurs « microscopiques » dont traite la théorie du quantum, mais elle n'est pas applicable aux oscillateurs « macroscopiques », tels que ceux de la télégraphie sans fil, par exemple. En outre, la théorie du quantum n'est pas encore en état de rendre compte des phénomènes d'interférence, de réfraction, de dispersion, que l'électrodynamique classique explique aisément. Bien plus, le récent essai plein de promesses de E. Schrödinger en vue de déduire les conditions quantiques de l'équation de l'onde électromagnétique implique un retour aux principes de l'électrodynamique classique, plutôt qu'une divergence croissante de points de vue. C'est pourquoi l'auteur considère comme utile de traiter le problème au moyen des principes classiques.

Si l'on prend comme base la théorie électronique, on peut regarder chaque oscillateur linéaire comme constitué par un ensemble d'électrons, oscillant chacun parallèlement à l'axe de l'oscillateur sous l'action d'une force de rappel quasi élastique, d'autres forces dues aux électrons environnants, et peut-être d'une résistance visqueuse, qui s'explique, comme le fait H.-A. Lorentz, par les chocs entre électrons et atomes du métal.

On doit considérer chaque électron comme rayonnant de l'énergie électromagnétique selon la loi classique ; mais l'action qu'exercent sur lui les autres électrons du système donnera lieu à une absorption d'énergie, accompagnée d'une force d'accélération correspondante, qui suit la même loi que la réaction due au rayonnement propre de l'électron, comme l'a montré Oseen. Ainsi, nous pouvons faire usage de l'équation (4), mais avec une valeur moindre de θ ; si l'assemblage d'électrons était infini, homogène et isotrope, la valeur résultante de θ serait nulle, condition limite qui évidemment ne sera pas atteinte en général.

Si l'assemblage d'électrons est dans un état initial, stationnaire, de mouvement en l'absence d'une force perturbatrice extérieure, ce qui peut très bien arriver en raison de l'évanouissement du coefficient A de l'exponentielle réelle de (5), en général l'incidence d'une force perturbatrice

[1] G.-A. Schott, *The philosophical Magazine*, avril 1927, t. III (7e série), p. 739-752, 5 700 mots, 1 figure.

introduira l'exponentielle réelle. La partie du mouvement due à cette dernière surpassera bientôt le reste à un tel degré qu'il n'y aura plus à tenir compte de l'autre terme. Alors, la vitesse de l'électron devient comparable à celle de la lumière, de sorte que, d'une part, on devra appliquer les corrections de relativité, tandis que, d'autre part, on ne devra retenir dans (4) que les termes d'accélération et de rayonnement, parce qu'ils sont de l'ordre α^2, alors que les autres sont d'un ordre inférieur.

En appliquant ces considérations, on constate que x croît sans limite en fonction du temps, et seulement proportionnellement au temps (sauf aux premiers instants), au lieu de croître exponentiellement, comme le montrait la théorie non corrigée. Ainsi les corrections de relativité diminuent l'instabilité dans une très large mesure, sans pourtant la faire disparaître. On voit aussi qu'un assemblage d'électrons est un peu moins stable qu'un électron isolé.

Il est bien connu que les équations (1) et (2), ainsi que les équations correspondantes avec corrections de relativité, peuvent être déduites de la théorie électronique de H.-A. Lorentz à l'aide d'hypothèses appropriées sur la structure de l'électron, pourvu toujours que les dimensions de l'électron soient assez petites pour permettre d'adopter l'hypothèse d'Abraham relative au mouvement quasi stationnaire. Autrement dit, dans l'expression de la force mécanique intérieure résultante agissant sur l'électron par actions mutuelles de ses charges élémentaires, tous les termes qui comportent des puissances du rayon de l'électron supérieures à la puissance — 1 sont négligeables, et la série est convergente. Dans cette manière de voir, les équations (3) et (4) constituent une seconde approximation dans laquelle la puissance zéro du rayon est conservée. Puisque, ainsi qu'on l'a vu plus haut, ces deux approximations conduisent à des résultats contradictoires, la méthode n'est pas rigoureuse, et il est important d'en trouver une autre qui le soit davantage.

Il est à noter que la méthode de H.-A. Lorentz met en œuvre les potentiels retardés, et qu'il admet que ceci est licite, même quand le mouvement est discontinu, comme dans le cas présent, où l'incidence d'une force perturbatrice pourrait (et le fait se produit réellement au point de vue de la mécanique classique) produire une discontinuité dans l'accélération de l'électron. L'auteur étudie cette source de difficultés; les résultats qu'il obtient montrent qu'aucune difficulté ne surgit tant que la vitesse de l'électron est continue durant la totalité du mouvement, mais que les potentiels retardés requièrent une correction dans le cas de mouvements brusques.

Il en résulte qu'une méthode rigoureuse doit prendre en considération les puissances supérieures du rayon de l'électron, bien qu'il ne soit, comme on sait, que de l'ordre de 10^{-11} à 10^{-13} cm. Ceci résulte du fait que les coefficients des termes de la série croissent rapidement avec la puissance du rayon. Heureusement, la recherche complète a déjà été faite par Schott pour le mouvement rectiligne d'un électron sphérique, rigide avec densité cubique uniforme, et il est aisé d'en étendre les résultats au cas d'une densité superficielle uniforme.

En conduisant les calculs de cette façon, l'auteur aboutit à la conclusion que l'oscillateur électrique linéaire réel est stable et qu'une perturbation périodique convenablement accordée ne produira jamais une résonance infinie. L'instabilité à laquelle conduit la correction de rayonnement de Planck est inexacte et due à une méthode incorrecte d'approximation ; en fait, dans les problèmes concernant la stabilité des systèmes électroniques, l'hypothèse d'états quasi stationnaires est sujette à caution.

D'autre part, en l'absence de frottement, le calcul conduit à une infinité de vibrations non amorties : il y a bien encore stabilité, mais, en raison de l'absence d'amortissement, il y aura résonance infinie, même pour les vibrations des plus basses fréquences correspondant à l'oscillateur mécanique ordinaire. Ainsi nous voyons que, si l'on se place au point de vue de l'hypothèse de Nordström et Leigh Page, en raison de l'absence complète de rayonnement lorsqu'il n'y a pas le frottement qu'elle implique, l'oscillateur électrique linéaire serait sous le coup d'une résonance infinie et incapable d'une existence permanente, à moins qu'il ne soit complètement protégé vis-à-vis des perturbations extérieures à périodes propres. D'autre part, s'il y avait frottement, l'oscillateur serait instable.

L'exemple de l'oscillateur électrique linéaire montre que les systèmes chargés électriquement se comportent d'une façon tout à fait différente des systèmes mécaniques ordinaires, non chargés, mais par ailleurs ayant des constitutions semblables. Il est donc dangereux de tirer des conclusions relatives aux propriétés des systèmes électriques en se basant sur celles établies pour des systèmes mécaniques semblables, dans la mesure où se posent des questions de stabilité, comme cela se produit lorsqu'on traite les problèmes touchant la structure des atomes. Il est alors nécessaire de formuler une mécanique de l'électron plus complète et plus rigoureuse que celle que nous possédons actuellement. — L. B.

Irrégularités dans les lampes à filament de tungstène dans le vide; leur étude photométrique par une méthode photoélectrique (1).

Ce rapport est relatif à l'emploi des méthodes photoélectriques précises, pour l'étude des irrégularités dans les lampes à filament de tungstène dans le vide. Les résultats peuvent se résumer comme il suit : *a*) Il n'existe pas de différences appréciables entre fils de tungstène étirés, quel que soit leur procédé de fabrication; cependant un simple fil obtenu par le procédé Pintsch a un rendement supérieur de plus de 1 pour 100 à celui d'un fil étiré, ce qui ne semble pas dû à la seule différence des dimensions; *b*) des portions différentes d'un même fil exigent des courants différant de quelques millièmes pour atteindre la même température, en raison de différences de diamètre, et aussi des variations de forme de la section transversale; *c*) de même, les différences de rendement observées entre ces diverses portions peuvent résulter du manque d'homogénéité d'un filament sur sa longueur; *d*) cependant ces variations de rendement peuvent provenir de la différence, qui peut atteindre 1 pour 100, dans l'absorption des ampoules de verre en apparence identiques; *e*) le coefficient de variation de résistance avec la température dépend du traitement mécanique du filament plutôt que des impuretés qu'on rencontre dans la pratique; *f*) si l'on désire une grande constance, il est préférable de classer les lampes par le courant absorbé plutôt que par la tension. — Dans la discussion consécutive à cette communication, les objections ont porté surtout sur le degré d'exactitude à attendre de l'emploi des cellules photoélectriques, en raison de la difficulté pratique d'avoir des cellules rigoureusement identiques. — S. S.

(1) N.-R. CAMPBELL et M.-K. FREETH. *Proceedings of the optical Convention 1926*, t. 1, p. 253-274, 10000 mots, 2 figures, 8 tableaux.

SECTION INDUSTRIELLE

L'industrie du verre de silice en France *(Suite et fin)* (*)

III. **Les progrès de cette industrie en France : Les nouveaux procédés de la Société Quartz et Silice. — A. Développement des procédés classiques.** — Les perfectionnements apportés au cours des dernières années aux procédés classiques de fabrication de la silice ont eu pour but : 1° l'obtention d'un produit de plus en plus pur et sain, aussi compact et homogène que possible qui puisse s'appliquer à la construction d'isolateurs à haute tension ; 2° à la demande des industries chimiques, la fabrication de pièces de dimensions considérables, nécessitant une réalisation nouvelle des fours et le développement des moyens mécaniques.

1. Amélioration de la qualité des lingots. — C'est l'étude méthodique des conditions de la fusion de la silice au contact d'une électrode de carbone qui a permis de résoudre le premier problème. Nous avons déjà signalé la complexité des phénomènes chimiques et physiques qui se produisent et avons déjà insisté sur le rôle du silicium qui, à l'état de vapeur, s'échappe et vient brûler à la partie supérieure des fours. Nous avons vu que les vapeurs de silicium, qui se produisent avant que la charge n'ait commencé à s'agglomérer, tendaient à se répandre dans le sable et à le souiller en donnant un produit grisâtre ou même noir, contenant une grande proportion de silicium libre. Au lieu de protéger la charge contre ces vapeurs de silicium, on peut songer au contraire à laisser ce phénomène se produire librement, ce qui présente, au point de vue thermique, un réel avantage, et à assurer l'oxydation du silicium dans la masse même de la charge au fur et à mesure qu'il tend à s'y répandre et à s'y condenser. Il ne peut être question de faire circuler de l'air ou un gaz dans une masse importante de sable. On obtient par contre des résultats, et c'est la base du procédé de la Société Quartz et Silice qui fait l'objet de brevets déposés par elle, en incorporant à la charge une petit quantité d'eau très exactement dosée. On obtient ainsi un lingot parfaitement blanc et pur, supérieur comme aspect à ceux que produit la fusion de sable protégé contre la vapeur de silicium. Il est facile de l'expliquer en remarquant que l'atmosphère oxydante du four assure, non seulement l'oxydation sur place du silicium entraîné, mais la disparition par oxydation de toutes les poussières de charbon et de toutes les parcelles organiques qui se trouvent toujours présentes dans le sable, malgré toutes les précautions prises pour les éliminer.

Nous avons étudié les propriétés comparées des deux qualités de silice ainsi obtenues (1) que l'on peut appeler qualité H (procédé au sable humide) et qualité S (procédé au sable sec protégé).

Pour une densité absolue de 2,19, la qualité S n'a qu'une densité de 1,93, ce qui conduit pour le volume total des pores, au chiffre de 13 pour 100. Pour la qualité H, les chiffres sont les suivants : densité absolue 2,19 (ce qui confirme l'identité chimique des deux qualités), densité apparente 2, volume des pores 9 pour 100. On voit donc que le procédé au sable humide augmente sensiblement la compacité de la matière. De fait, la silice H se travaille mieux à la meule et est susceptible d'un meilleur poli. La contrainte à la compression du produit H est supérieure de 15 pour 100 en moyenne à celle du produit S.

Les propriétés électriques sont également améliorées, en particulier la rigidité diélectrique. Les pertes diélectriques dans un champ électrique de haute fréquence, pourtant déjà très faibles, sont encore réduites.

Par contre, si l'on examine les propriétés thermiques telles que la température du commencement d'affaissement sous charge, l'avantage revient nettement à la qualité S (la différence étant de 50 à 100°C environ suivant la section).

La comparaison de ces deux qualités est, on le voit, fort intéressante puisqu'elle permet à l'industrie de disposer de deux qualités de produits ayant les mêmes qualités chimiques, mais des propriétés physiques différentes : l'une (sable protégé) convient pour les produits utilisés à très haute température, par exemple entre 1 200 et 1 400°C (tubes de pyromètres, creusets) ; l'autre (silicium oxydé) convient pour les applications chimiques, mécaniques et surtout pour les applications électriques.

2. Fabrication de très grosses pièces de silice. — La figure 9 montre des moulages qui ont déjà un volume important. La tourie qui y est représentée a un diamètre de 600 mm et un volume de 200 litres.

La Société Quartz et Silice est allée plus loin et a pu montrer à l'Exposition internationale pour l'Avancement des Sciences, à Lyon, en juillet 1926, des viroles de 1 m de hauteur et de 850 mm de diamètre extérieur

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 153-161.

(1) Henri George. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 2 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1046-1047.

(fig. 10). Quatre hommes tiennent debout à l'aise dans un pareil récipient et ce n'est pas sans fierté que la Société Quartz et Silice a pu dire qu'elle exposait la plus grande pièce de silice qui ait jamais été fabriquée, « largest in the world » comme disent les Américains, ici très largement distancés ; on s'en rendra compte en comparant les figures de cet article à celles de l'article précité d'Elihu Thomson [1].

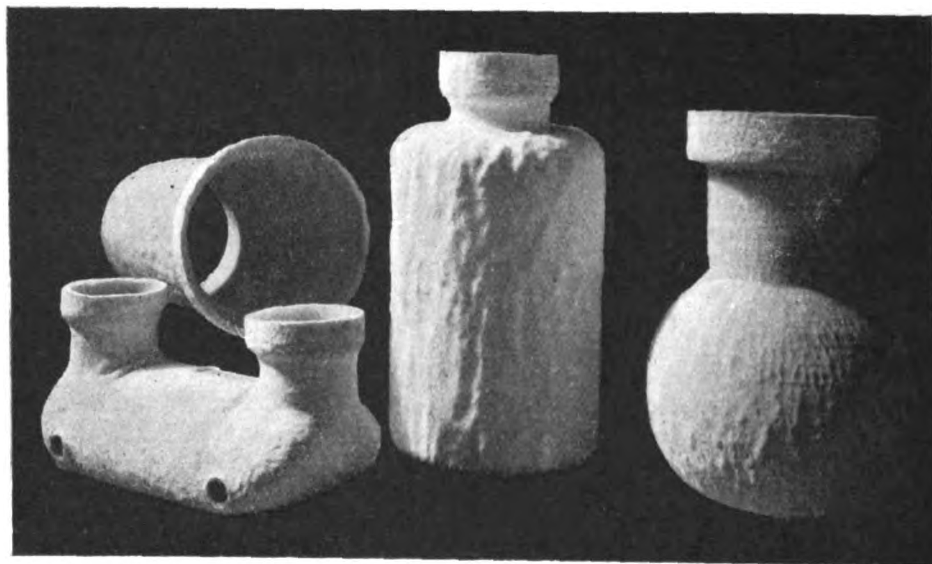


Fig. 9. — Vue de quelques pièces de grandes dimensions : touries de 200 litres ; ballon de 150 litres ; cellarius ; tuyau de 400 mm de diamètre.

Nous donnons pour la première fois (fig. 11) la vue du four qui a servi à faire cette énorme pièce et invitons le lecteur à comparer le four représenté sur cette vue à celui que montre la figure 2. Le four, en acier, sert en même temps de moule à la pièce. Il contient 2 t de sable et peut produire des lingots de 400 kg. Sa puissance est de 150 kw (3 500 A sous 42 V). Ce four est rotatif. Il est indispensable, en effet, dès que l'on atteint un certain diamètre de lingot, d'assurer la rotation du four pour éviter le tassement de la matière à la partie inférieure. La viscosité considérable de la silice rend du reste inutile la rotation continue du four qu'il suffit de retourner de temps à autre. On remarque également la commande hydraulique des pinces de fermeture servant au moulage et les dispositifs de démontage rapide du four pour le démoulage de la pièce.

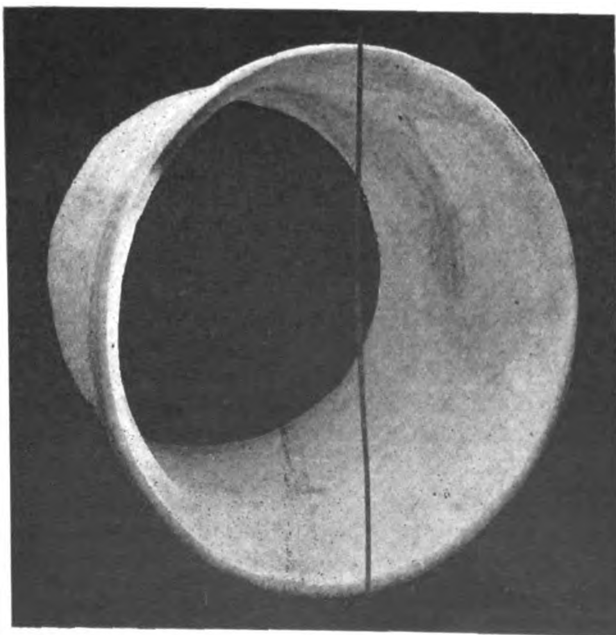


Fig. 10. — Vue d'une virole à emboîtement de 1 m de hauteur, 0,85 m de diamètre extérieur, 20 mm d'épaisseur, 0,940 m de diamètre à l'emboîtement. Cette pièce fabriquée par la Société Quartz et Silice est la plus grosse qui ait été produite en silice fondue.

B. Procédés de fabrication basés sur l'emploi du chauffage par induction à fréquence élevée [2]. — La mise au point industrielle des fours à induction à haute fréquence [3] a donné à la silice toute une série de procédés nouveaux de fabrication. Certains de ces pro-

[1] *General electric Review*. Loc. cit.

[2] Procédés Henri George. Les procédés de fabrication décrits dans les lignes qui suivent font l'objet de brevets déposés par la Société Quartz et Silice.

[3] G. Ribaud ; Théorie du four à induction à haute fréquence. *Le Journal de Physique et le Radium*, juin 1923, t. IV (6e série), p. 185-197. — Fours électriques à induction à haute fréquence. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, novembre 1923, t. III (4e série), p. 583-604. — Chauffage par induction à haute fréquence. *Bulletin officiel de la Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions*, mars 1922, n° 29, p. 178-183.
Northrup. *General electric Review*, novembre 1922, t. XXV, p. 656-666.

cédés, l'étirage à la filière en particulier, ont entièrement supplanté les procédés classiques et l'expérience de deux années permet d'affirmer l'orientation vers ce mode de chauffage de la technique nouvelle du verre de silice.

1. Fusion sur moule. — La figure 12 montre schématiquement le principe du procédé de fusion sur moule

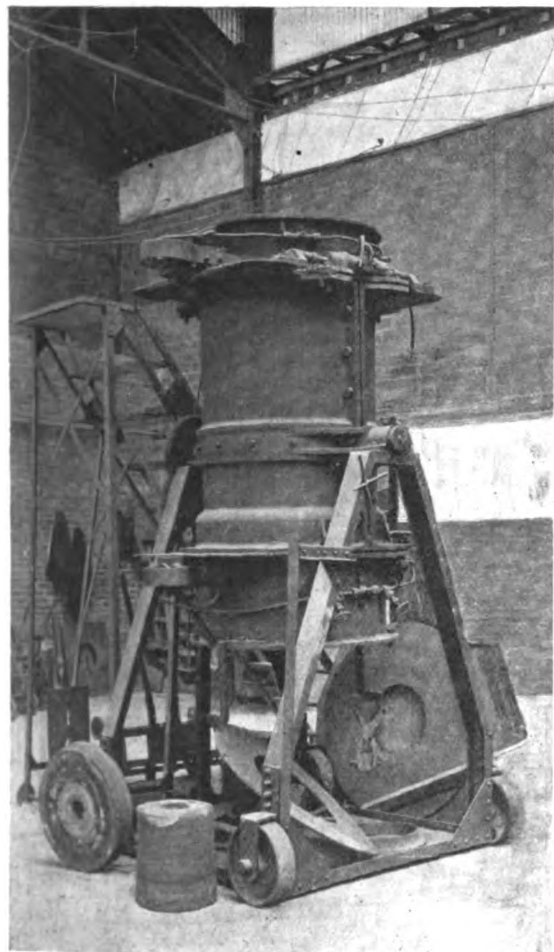


Fig. 11. — Vue d'un grand four en acier de 150 kw, pour la fabrication de très grosses pièces, les lingots atteignant des poids de 100 kg.

qu'a rendu possible l'emploi du chauffage par induction.

Dans un récipient en matière isolante a est contenue en b, au sein de la masse de sable c, une pièce de graphite de la forme de la pièce de silice à obtenir. Autour du boitier isolant a est bobiné l'enroulement inducteur d relié aux bornes d'un générateur de fréquence élevée (par exemple de l'ordre de 10 000 à 20 000 p : s ou plus). La masse conductrice b placée dans le champ magnétique de haute fréquence est le siège de courants induits très intenses qui l'échauffent d'autant plus vite qu'elle est entièrement calorifugée par la masse de sable qui l'entoure. Il est donc facile de porter cette pièce b à une température de l'ordre de 2 000°C et d'obtenir la fusion d'une couche régulière de sable à son contact.

Dans le cas de la forme sphérique de la figure, on obtient une pièce assez paradoxale sous la forme d'une sphère creuse de silice contenant une sphère de graphite. Si l'on coupe en deux cette sphère de quartz, on obtient en définitive deux coupes de silice fondue et on libère la forme de graphite en vue d'une autre opération.

Cet exemple illustre d'une façon frappante les avantages du procédé : d'abord une extrême simplicité; ensuite un rendement très élevé du four, puisque la seule dépense inutile d'énergie est celle par effet Joule

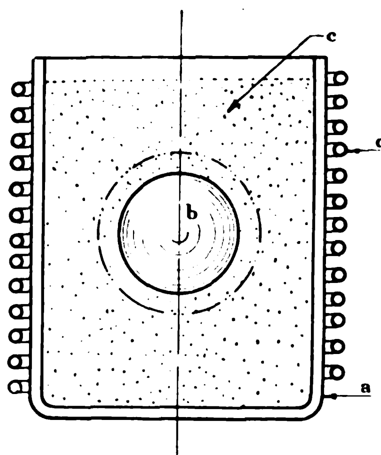


Fig. 12. — Schéma de principe d'un four à haute fréquence pour fusion sur moule : a, boitier isolant; b. sphère de graphite; c, sable; d, enroulement inducteur.

dans l'enroulement inducteur, qu'il est d'ailleurs possible de réduire autant qu'on le veut.

Enfin, l'exemple de la sphère produisant deux coupes hémisphériques montre qu'on peut obtenir l'utilisation intégrale de toute la matière fondue.

On conçoit qu'en disposant dans la masse de sable des moules de graphite d'une forme compliquée, il soit possible d'obtenir des pièces de silice de même forme. Le procédé est surtout employé pour la fabrication des pièces fermées telles que les creusets, les supports à haute tension, etc. Nous avons vu que les procédés classiques se prêtent mal à l'obtention de ces pièces, car ils nécessitent la soudure du lingot à la pince, soudure qui laisse au fond de la pièce une trace très irrégulière nuisant à la fois à son aspect et à sa qualité. Sur la figure 13 est représenté le four permettant la fabrication de creusets d'après le procédé de la fusion sur moule chauffé par induction à haute fréquence. La forme b comporte un trou pour l'échappement des gaz provenant de la réduction de la silice et une tige permettant de soutenir le moule et de le retirer en fin d'opération. Les creusets obtenus par ce procédé sont

parfaitement réguliers et présentent une épaisseur uniforme. Il suffit de quelques minutes pour obtenir un creuset avec une puissance de 20 kw.

On voit par ce qui précède combien une fonderie de ces pièces diffère de la fonderie classique avec ses gros fours et ses gros moules. Ici ce sont les petits fours qui sont multipliés et les pièces se font une par une sans aucun risque d'échec et avec une parfaite régularité.

2. Procédé de fusion de proche en proche par apport de matière. — En plaçant dans le champ magnétique de haute fréquence, et au sein de la matière première, non

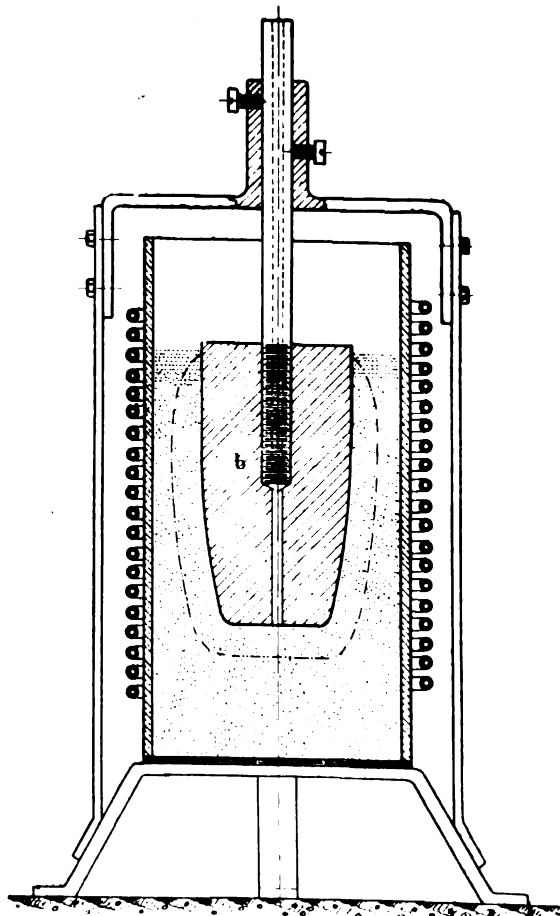


Fig. 13. — Schéma du four à induction pour la fabrication des creusets.

seulement des formes en graphite, mais encore des éléments de silice fondue déjà obtenus par ailleurs, il est possible de combiner de nouvelles possibilités. Les figures 14 et 15 montrent comment on peut ainsi mettre un fond à un tube, souder deux grosses pièces bout à bout, faire une collerette ou même produire, élément par élément, des pièces cylindriques d'une longueur indéfinie. On comprend que la charge qui fond au contact du moule vienne se souder à la pièce de silice voisine et constituer un apport de matière permettant de compléter petit à petit la pièce à la forme désirée. Ajoutons que ce procédé est dû à M. La Burthe.

3. Fusion au creuset ; étirage à la filière ou expulsion en masse. — Le chauffage uniforme à 2 000°C d'un creuset de graphite présente des difficultés considérables dès que la capacité du creuset atteint seulement quelques litres. Par exemple, le chauffage direct d'un creuset tubulaire de 10 cm de diamètre nécessite des courants de l'ordre de 20 000 A. Il est difficile d'amener des cou-

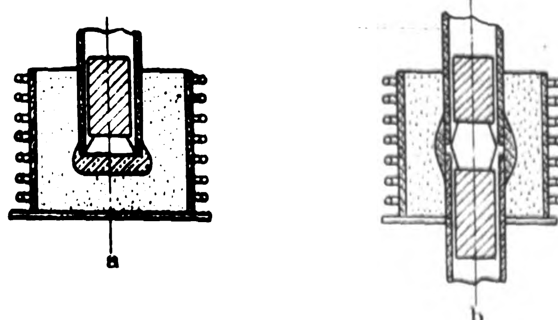


Fig. 14. — Schémas de constitution ou de modification de pièces de silice par le chauffage par induction à haute fréquence : a, soudure d'un fond à un tube ; b, soudure de deux pièces bout à bout.

rants de cet ordre sur un tube relativement mince et fragile. Le refroidissement des extrémités par les connexions oblige encore à prolonger beaucoup le four, toutes circonstances aboutissant à une grande complication et à un rendement déplorable.

L'induction sans fer permet au contraire de résoudre simplement le problème et de porter rapidement à 2 200° des creusets d'environ 4 litres de capacité avec une puissance comprise entre 20 et 30 kw.

Dans ces conditions, il devient possible de traiter au creuset des masses suffisantes de silice et d'obtenir un produit entièrement fondu et vitreux.

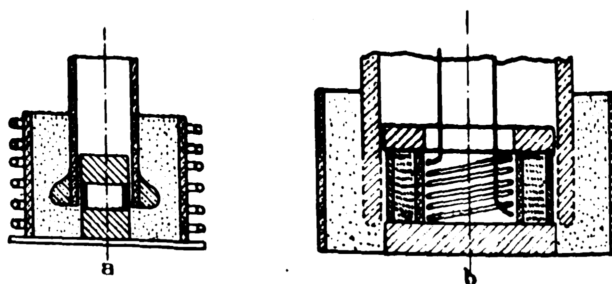


Fig. 15. — Autres schémas de constitution ou modification de pièces de silice par le chauffage par induction à haute fréquence : a, soudure d'une collerette à un tube ; b, fabrication continue de pièces cylindriques.

Le travail de la masse fondue peut se faire à chaud soit par étirage direct à travers une filière de graphite placée au fond du creuset et elle-même disposée dans le champ de haute fréquence suivant le procédé Henri George, soit par expulsion, à l'aide d'un gaz ou par un dispositif mécanique, de tout le contenu du creuset qu'on peut alors recevoir sur les plateaux d'une presse

et presser ou estamper à la forme voulue suivant le procédé La Burthe et Delpech et sur lequel nous reviendrons plus loin.

4. ÉTIRAGE A LA FILIÈRE. — La figure 16 montre la coupe verticale d'un four à induction destiné à l'étirage de baguettes ou de tubes de silice. On reconnaît l'en-

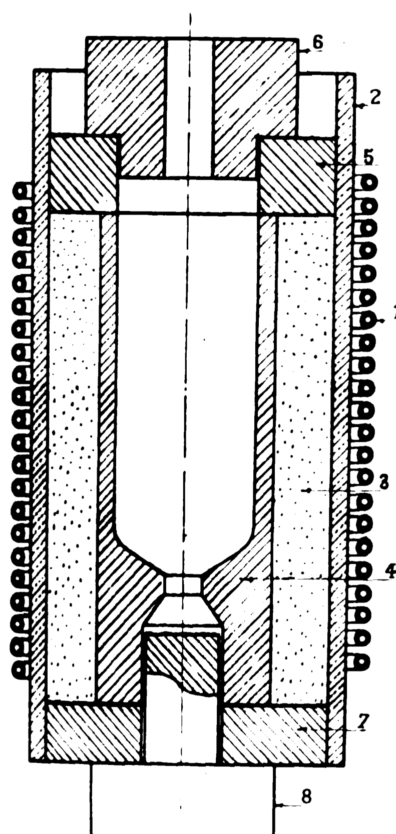


Fig. 16. — Groupe d'un four à induction à haute fréquence destiné à l'étirage à la filière : 1, enroulement inducteur; 2, tube isolant en silice; 3, calorifuge; 4, creuset de graphite portant la filière; 5 et 7, pièces d'extrémité; 6 et 8, bouchons.

roulement inducteur 1, bobiné sur le tube isolant 2. Un revêtement calorifuge 3 entoure le creuset proprement dit 4 en graphite. Celui-ci comporte une filière et est surmonté d'une pièce d'extrémité 5 et d'un bouchon 6.

Les fours d'étirage sont disposés verticalement en batterie à une hauteur de 5 à 6 m et servis successivement par une étireuse automatique qui se déplace sous la batterie de fours. L'opération est la suivante : le creuset est rempli soit de sable, soit de lingots déjà fondus, soit de déchets de silice. Quand on désire obtenir des tubes, on fixe dans l'axe du four le poinçon de graphite qui doit en produire l'alésage. Une fois atteinte la fusion de la charge, on débouche le fond du creuset (pièce 8) et on soude à la charge qui apparaît, une amorce de silice fondue; celle-ci est ensuite placée dans les mâchoires de l'étireuse. La figure 17 représente le début de cette opération d'étirage.

Les premières étireuses construites étaient du type que montre la figure 18, avec mouvement alternatif.

Les pinces d'étirage g sont guidées sur une glissière verticale h et entraînées vers le haut ou vers le bas, le long de cette glissière, par un fil métallique i qui passe sur deux poulies k à l'intérieur de deux presse-étoupe l et vient s'attacher sur les deux faces d'un piston m qui se déplace à l'intérieur d'un cylindre n. L'un quelconque des deux espaces ainsi déterminés dans le cylindre peut être alimenté par de l'eau sous pression pendant que l'autre est mis en vidange, les deux opérations étant faites par le robinet à 4 voies o. Sur le cylindre inférieur, un robinet à aiguille p permet de



Fig. 17. — Vue montrant le début de l'opération de l'étirage; debout sur une plate-forme de manœuvre située sous les fours, l'ouvrier règle la vitesse de l'étireuse pour obtenir le diamètre désiré.

régler, avec la plus grande précision, la perte de charge, donc la vitesse de traction de zéro jusqu'au maximum que supporte l'appareil. Le mouvement de rappel des pinces vers le haut a toujours lieu à grande vitesse. En outre, les pinces g sont articulées sur le curseur t qui coulisse à frottement serré sur la glissière h; l'effort de traction du fil est appliqué sur le

curseur t' qui est relié au porte-pinces par les bielles. Il résulte de là que plus l'effort résistant est grand, plus le serrage des pinces est important. Enfin, le seul fait

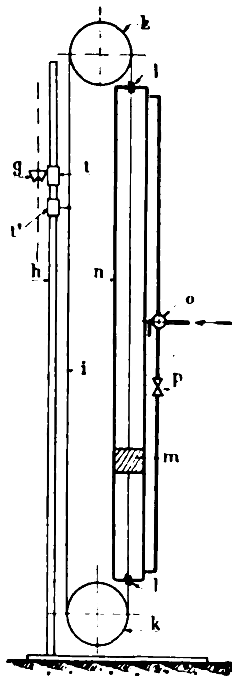


Fig. 18. — Schéma de l'étireuse hydraulique. à mouvement alternatif.

d'inverser le sens de marche a pour effet d'ouvrir complètement les pinces et de permettre le rappel de tout l'ensemble vers le haut.

Ces appareils ont été supplantés par l'étireuse à mouvement continu que montre la figure 19. Les galets a

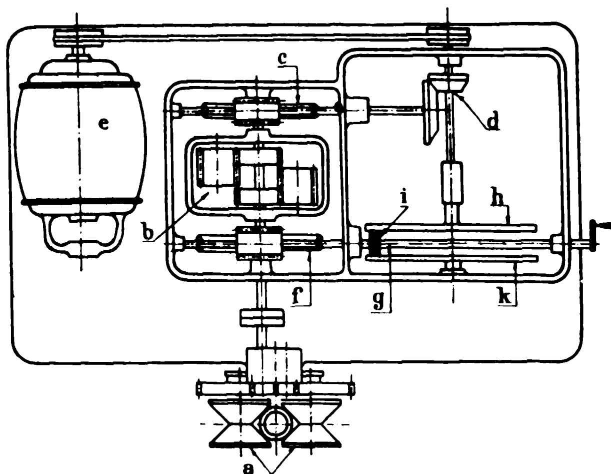


Fig. 19. — Schéma de l'étireuse à mouvement continu et à vitesse variable.

sont actionnés par l'un des planétaires du différentiel b dont la coquille porte-satellites est animée d'une vitesse constante ω, par l'intermédiaire d'une roue à vis tangente c et d'un couple conique d. par le moteur électrique e. L'autre planétaire du différentiel est actionné à une vitesse variable de -2ω à $+2\omega$ à l'aide d'une roue à vis tangente f, identique à la première, et d'un dispositif de friction g monté en bout d'arbre du moteur. La variation de vitesse de l'arbre de commande des galets a donc finalement lieu dans les limites de o à 4ω. Le dispositif de friction est constitué par un plateau moteur h, un galet j mobile le long de son axe et un plateau k destiné à équilibrer la pression du galet sur le plateau moteur. Les galets d'étirage sont montés sur un losange articulé dont la déformation dans le sens du rapprochement des galets est commandé, avec un effort réglable, par le moyen d'un ressort et ces galets sont constitués d'une manière abrasive afin d'éviter tout glissement.

Les procédés d'étirage à la filière ont permis de fabriquer des produits très réguliers et d'un bel aspect lisse et nacré dits produits FV. Lorsqu'il s'agit de tubes et de baguettes obtenus par ce mode d'étirage, leurs

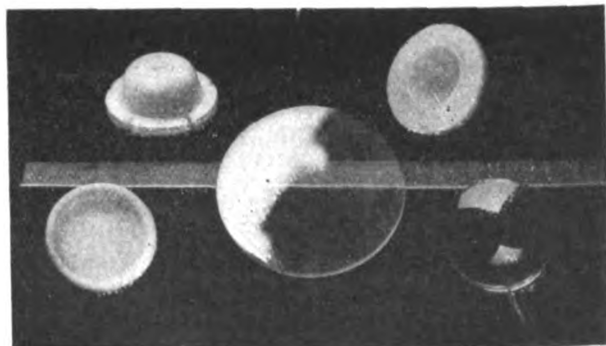


Fig. 20. — Vue de pièces en silice estampées à chaud : bornes de condensateur, lentilles, plaque transparente de 100 mm de diamètre.

sections et leurs épaisseurs sont tout à fait quelconques.

L'utilisation de profils divers a beaucoup facilité l'adaptation de la silice aux besoins de l'industrie de la radioélectricité.

C. Procédés de façonnage voisins de la technique du verre. — La possibilité d'obtenir la silice fondue au creuset en quantité notable permet à l'industrie du verre de silice de s'orienter vers les techniques classiques du verre en les adaptant à la haute température de la masse visqueuse.

C'est ainsi qu'un ensemble de dispositifs ingénieux dus à MM. P. La Burthe et G. Delpech, et faisant l'objet de brevets déposés par la Société Quartz et Silice, a permis de presser à chaud, entre des matrices de forme, une masse visqueuse expulsée du creuset de fusion. On voit sur la figure 20 un isolateur (borne de condensateur) et une lentille en silice transparente obtenus par ce procédé. La finesse des détails qu'il est ainsi possible d'obtenir sur une pièce glacée et lisse est démon-

trée par la pièce située en bas et à gauche de la même figure.

Une autre technique intéressante, due à M. G. Delpech, est mise en œuvre dans la machine automatique à mouler dont le schéma est reproduit sur la figure 21.

On comprend, sur la figure 21, que l'ébauche tubulaire en silice g est, de proche en proche et par sections successives, réchauffée dans le four f puis soufflée dans le moule b. La descente de l'ébauche, l'admission d'air et enfin l'ouverture du moule sont successivement commandés, au moyen d'un fléau équilibré,

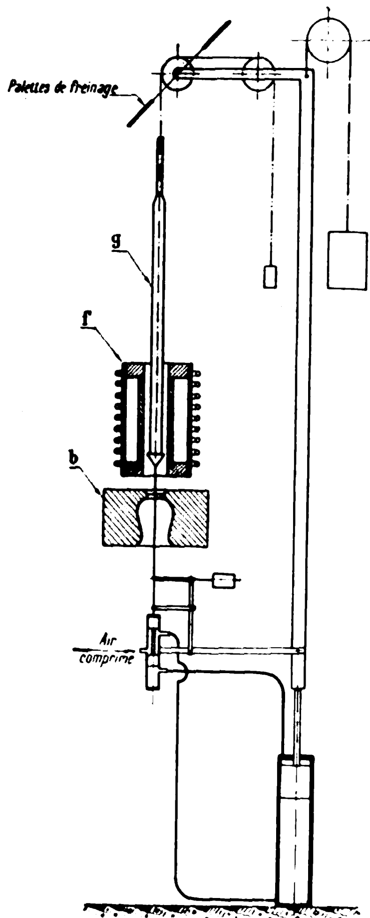


Fig. 21. — Schéma de la machine automatique à souffler et à mouler.

par le ramollissement de la section de l'ébauche qui se trouve dans le four. L'ensemble combiné du moule, du four et des dispositifs auxiliaires de commande et de production des courants de haute fréquence permet de constituer des unités autonomes de fabrication.

D. L'usinage mécanique de la silice. — Il a été longtemps admis comme un dogme que la silice fondue ne pouvait, pas plus que le verre, supporter l'usinage mécanique sur machines-outils tel qu'il est pratiqué pour les métaux. On s'est donc longtemps contenté de procéder sur la silice comme sur le verre aux opérations classiques de dressage, de polissage ou de rodage. Il est intéressant de remarquer que si le verre ne supporte pas l'usinage, c'est moins à cause de sa fragilité qu'en raison de sa sensibilité extrême aux variations de température. L'échauffement local dû à l'action de l'outil détermine la rupture de la pièce. On pouvait espérer obtenir avec la silice fondue des résultats complètement différents à ce point de vue et, de fait, de nombreux essais ont démontré qu'il était possible d'usiner rapidement et exactement cette matière sur des machines-outils convenablement adaptées. C'est ce qui a été réalisé, en particulier, à l'usine de Nemours de la Société Quartz et Silice.

La rectification sur machine-outils de lingots cylindriques de silice a permis de fabriquer en grande série des isolateurs à haute tension, surtout des supports et traversées (fig. 22). Aux qualités intrinsèques de la silice, ces isolateurs à surface usinée joignent l'avantage d'une surface parfaitement nette et lisse analogue à celle du marbre blanc poli et de dimensions rigoureusement identiques.

La résistivité superficielle de ces surfaces usinées est très grande et atteint 5×10^7 mégohms-centimètres, dans une atmosphère contenant 50 pour 100 de vapeur d'eau.

Sur la figure 23 sont représentées un certain nombre de pièces interchangeables, construites en séries importantes pour des applications spéciales.

Remarquons ici que les brevets de la Société Quartz et Silice relatifs à l'usinage de la silice couvrent également les pièces obtenues par l'usinage.

IV. Propriétés de la silice fondue. — Nous ne ferons que rappeler les propriétés et constantes principales du verre de silice en renvoyant le lecteur à l'excellente étude de M. Flusin et à la conférence de Sir Paget mentionnées au début de l'article. Nous n'insisterons que sur les résultats nouveaux et, en particulier, sur les propriétés électriques récemment déterminées.

1. Propriétés thermiques. — La propriété peut-être la plus frappante de cet étrange verre réfractaire qu'est la silice fondue est sa dilatation pratiquement négligeable en fonction de la température. Les mesures récentes et particulièrement minutieuses du Bureau of Standards (¹) ont confirmé la valeur moyenne de $0,48 \times 10^{-6}$ entre 20° et 1000°. On a constaté, en outre, l'existence d'un minimum de ce coefficient à — 80° C. Si on compare ce chiffre au coefficient de dilatation de quelques produits usuels, on constate que la silice se dilate environ vingt fois moins que le verre tendre, six fois moins que le verre pyrex, dit-sept fois moins que le platine, trente-quatre fois moins que le cuivre.

Cette quasi absence de dilatation, qui classe déjà la silice fondue tout à fait à part, explique une autre propriété remarquable de cette matière : son insensibi-

(¹) Wilmer Souder and Peter Hidnert. *Scientific papers of the Bureau of Standards*, n° 524, 13 avril 1926, p. 1-23.

lité totale aux variations brusques de température. Une pièce de silice conservant sensiblement le même volume quels que soient les variations de la température, le refroidissement ou l'échauffement brusque, ne fait en effet apparaître aucune contrainte mécanique dans la matière. L'expérience montre qu'on peut chauffer au rouge une tige de silice, puis la plonger dans l'eau froide sans qu'il en résulte aucun dommage.

L'affaissement de la silice sous charge, à haute température, en restreint l'emploi aux environs de 1 300 à 1 400°C. On est du reste limité dans l'usage de la silice aux températures élevées par le phénomène malencontreux de la dévitrification qui commence à s'accélérer au-dessus de 1 000°C. Ce phénomène est une cristallisation lente de la masse amorphe de silice fondue qui s'accompagne d'une diminution de volume et d'une désagrégation consécutive. C'est la dévitrification qui limite la durée des pièces de silice fondue qui sont en service à haute température. Rieke et Endell[1] ont montré toutefois que, tant que le verre de silice reste encore à haute température, on n'y décèle aucune modification. Le changement de volume correspondant à la formation de cristobalite ne se produit qu'à l'instant précis où la température s'abaisse à 230°C. Une pièce soumise à un chauffage continu peut donc avoir une durée illimitée et n'être mise hors service qu'au moment de son refroidissement.

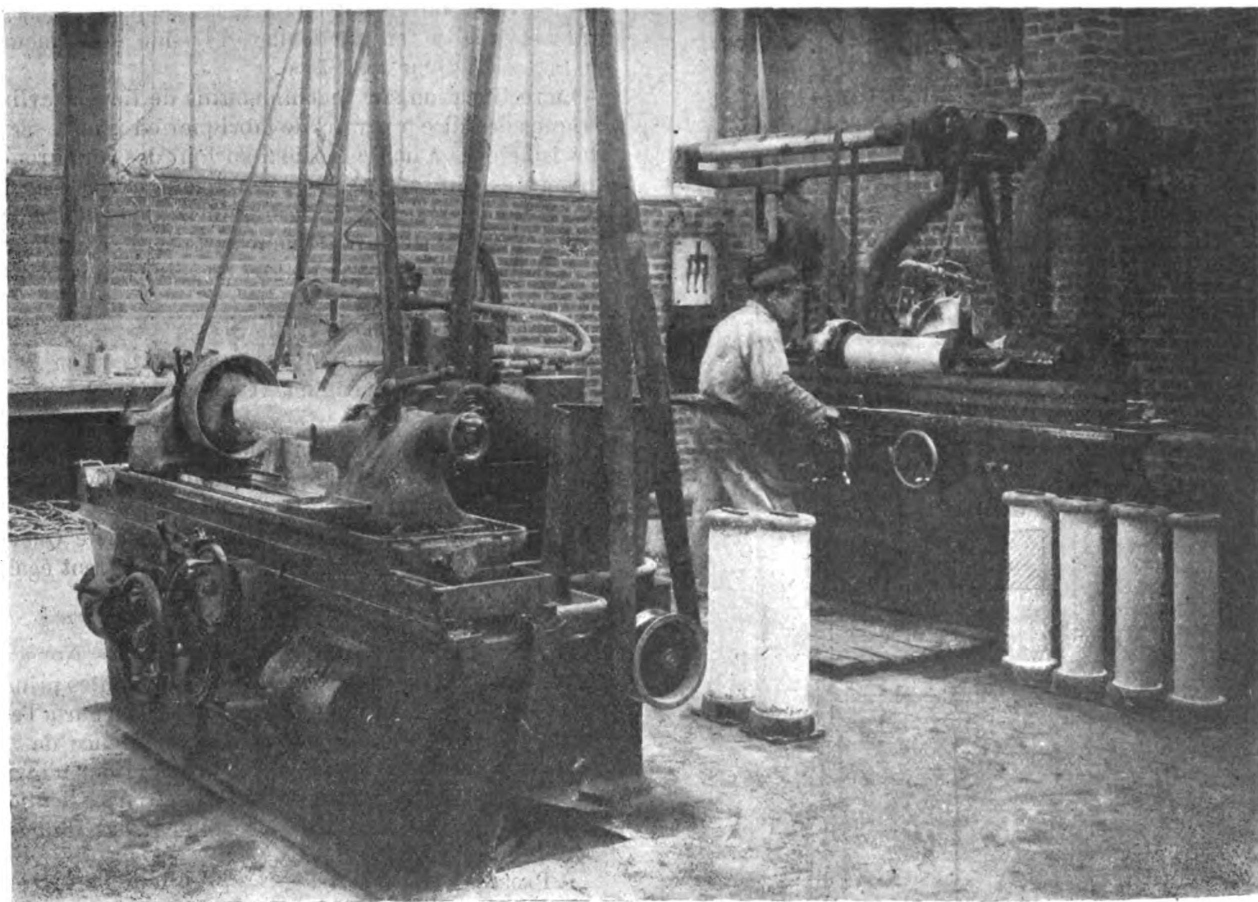


Fig. 22. — Vue de rectifieuses automatiques pour l'usinage des isolateurs de silice.

2. Propriétés mécaniques. — La densité du verre de silice est faible, 2,2 environ pour la silice transparente; 2 pour la silice opaque. C'est une matière très dure, qui raye la plupart des verres et des aciers, mais qui est rayée par le quartz (cristal de roche). La contrainte à la compression est d'environ 2 500 kg : cm² pour la silice opaque et 3 000 kg : cm² pour la silice transparente. A la traction, la contrainte est de 150 kg : cm² pour la première et de 200 kg : cm² pour la seconde, tant que les sections sont de l'ordre du centimètre carré. Pour de très faibles sections telles que celles des fils de suspension, on trouve des chiffres beaucoup plus élevés qui sont du même ordre que ceux de l'acier.

L'élasticité extraordinaire du verre de silice est mise à profit dans la construction de fils de suspension de

(1) Rieke et Endell. *Silikate Zeitung, Cobourg*, 1913, t. 1, p. 6-13.

galvanomètres ou d'autres instruments de mesure. Ces suspensions ne présentent aucune torsion résiduelle. La construction d'un diapason en silice fondue fournit la démonstration parfaite de l'élasticité de la silice. L'amortissement de la vibration est si faible que le son d'un tel diapason reste perceptible pendant un temps relativement assez long. Il faut remarquer aussi qu'un tel diapason de silice conserve une fréquence définie si la température varie.

3. Propriétés optiques. — Au point de vue optique, le verre de silice transparent est caractérisé par une transparence extraordinaire dans le spectre visible, dans l'ultraviolet et aussi dans l'infrarouge. C'est certainement, si l'on envisage l'ensemble de ces radiations, le corps le plus transparent que l'on connaisse.

Dans le spectre visible, une épaisseur de 1 m laisse passer par réfraction 92 pour 100 de la lumière incidente, alors que le verre le plus pur ne transmet que 35 pour 100. Dans l'ultraviolet la transparence est totale jusqu'à 2300 Å et reste encore notable jusqu'à 1800 Å. C'est cette propriété, jointe aux qualités réfractaires de la silice qui a permis l'emploi, aujourd'hui si répandu, de la lampe à vapeur de mercure en quartz comme source de rayons ultraviolets.

La transparence de la silice aux radiations infrarouges est telle que c'est certainement de tous les corps celui qui s'échauffe le moins quand il est soumis à un rayonnement donné.

Les indices de réfraction de la silice pour diverses longueurs d'onde sont inférieurs au plus faible indice du quartz. La dispersion moyenne est également plus faible.

4. Propriétés chimiques. — La silice fondue est rigoureusement insoluble dans l'eau, même à 100° C. Les méthodes les plus sensibles ne permettent pas de mettre en évidence la moindre augmentation de conductivité de l'eau pure ayant bouilli dans un récipient de silice. Cette propriété est importante au point de vue électrique, car on sait que les verres ou la porcelaine ne présentent pas le même avantage.



Fig. 23. — Vue de quelques pièces usinées de précision en silice fondue.

L'inertie du verre de silice est totale vis-à-vis des acides même concentrés et bouillants. Toutefois l'acide phosphorique attaque la silice au-dessus de 400° C. L'acide fluorhydrique l'attaque à froid, mais dix fois moins rapidement que le verre. Le chlore, le brome et l'iode sont sans effet. Par contre les hydrates et carbonates alcalins attaquent le verre de silice.

5. Propriétés électriques. — Les propriétés électriques de la silice sont d'autant plus remarquables qu'elles s'ajoutent à des qualités mécaniques, chimiques ou thermiques déjà précieuses pour l'électricien. La constante diélectrique est de 3,5. La rigidité diélectrique varie de 350 à 450 kv : cm pour la silice transparente et de 150 à 200 kv : cm pour la silice opaque.

La résistivité déterminée par le Bureau of Standards est de 5×10^{12} mégohms-centimètres et reste encore considérable à température élevée. Campbell a trouvé 20 mégohms-centimètres à 800°C. La résistivité superficielle dépend naturellement de l'état des surfaces. Sur des isolateurs à surface cylindrique usinée d'après les procédés décrits plus haut, le Laboratoire central d'Electricité a trouvé 5×10^{7} mégohms-centimètres dans une atmosphère contenant 50 pour 100 de vapeur d'eau.

Ces propriétés permettent déjà de considérer la silice comme un isolant de tout premier ordre; mais sa valeur est encore confirmée quand on aborde le domaine des fréquences très élevées employées aujourd'hui en téléphonie et en télégraphie sans fil. C'est à M. Mesny qu'est due la découverte des précieuses propriétés de la silice dans ce domaine. En mesurant les pertes par hystérésis diélectrique dans un champ de haute fréquence, M. Mesny a pu classer les isolants usuels de la façon suivante [1] :

[1] R. Mesny; Etude sur les résistances à haute fréquence. *L'Onde électrique*, mars et avril 1922, t. 1, p. 160-173 et

Silice transparente 1 ; silice opaque, 2,5 ; porcelaine, 25 ; verre, 11 à 25 ; ébonite, 18 à 25 ; bakélite, 100, etc. (¹).

Ces propriétés ont ouvert au verre de silice un nouveau champ d'application dans les industries de l'électricité et de la radioélectricité. L'isolant de quartz s'impose dès qu'il s'agit de haute tension, de haute température ou de haute fréquence,

V. **Applications de la silice fondue**. — Nous nous proposons de donner ici un aperçu des applications de la silice fondue dans les industries chimiques et métallurgiques, en décoration et, plus spécialement, dans les industries électriques et radioélectriques.

1. Applications dans les industries chimiques. — Il semble que la première en date des applications industrielles de la silice ait été la concentration en cascade de l'acide sulfurique à l'aide de bassins et coupes à bec en silice fondue. On comptait, en 1915, 500 unités en service, l'unité produisant 9 t d'acide à 66° Baumé par 24 heures et comprenant 160 cuvettes. Ce procédé de concentration est maintenant remplacé par d'autres systèmes et c'est surtout à l'heure actuelle dans les industries produisant ou utilisant l'acide chlorhydrique ou l'acide nitrique que la silice fondue est employée. Comme exemple d'application on peut citer les canalisations de gaz chlorhydrique, en particulier au sortir des fours à sulfate pour l'absorption et la condensation de l'acide, les installations de réfrigération, les tours de réaction pour l'acide nitrique de synthèse, les appareils de distillation, les brûleurs pour l'acide chlorhydrique de synthèse, etc. La figure 24 montre des installations en fonctionnement et illustre mieux qu'un long commentaire l'état actuel des possibilités de la silice dans la grande industrie chimique.

Le grand avantage de la silice dans ces installations importantes est sa durée pratiquement illimitée. Le montage des pièces se fait facilement à cause de leur extrême légèreté. Une fois l'installation bien en place, si elle est convenablement protégée et si toutes les précautions ont été prises pour la libre dilatation des supports, elle est et reste chimiquement indestructible. Une installation bien faite supprime donc tous frais de remplacement et d'entretien et tous les arrêts de fonctionnement et l'on peut dire que c'est sur le prix de revient que s'amortissent les frais de la substitution de la silice à d'autres matériaux tels que le grès. De plus, la silice ne présente aucune porosité et les appareils ne suintent pas. Un autre avantage d'exploitation est la possibilité de laisser en plein air, sans aucun abri, les canalisations à gaz chauds. Il existe des canalisations de 30 cm de diamètre et de plusieurs centaines de mètres de longueur qui reçoivent des gaz à 300°C et ne sont abritées par aucun bâtiment.

A ces avantages d'exploitation s'ajoute la possibilité de garantir un produit parfaitement pur et blanc.

Cette précieuse inertie de la silice est mise à profit dans une quantité d'industries organiques ou pharmaceutiques, qu'il est impossible d'énumérer ici, et dans tous les laboratoires.

On fabrique pour ces derniers en silice opaque, glacée par refusion superficielle, ou en silice transparente, une quantité d'objets tels que creusets, capsules, nacelles, tubes à combustion, etc., présentant les formes usuelles des pièces de porcelaine ou de platine. Constantes en poids et réfractaires, ces pièces ont une application tout indiquée dans l'analyse de précision.

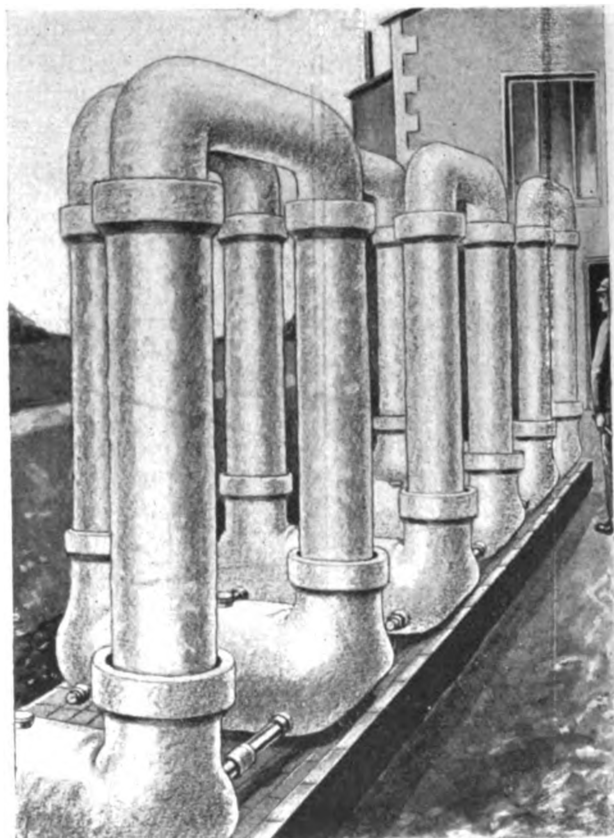


Fig. 24. — Vue d'une installation industrielle de condensation d'acide chlorhydrique réalisée entièrement en silice fondue.

2. Applications dans les industries thermiques et métallurgiques. — Dans les industries du feu on retrouve l'application des propriétés réfractaires de la silice pour la constitution des tubes de visée, des tubes de prises de gaz, et surtout des gaines de pyromètres.

La gaine classique comporte un tube extérieur fermé à une extrémité et muni d'une collerette à l'autre et un

231-245, analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 15 juillet 1922, t. XII, p. 12 D.

(¹) Ces chiffres représentent la résistance à laquelle donne lieu un centimètre cube de diélectrique placé entre les deux armatures d'un condensateur dont les plaques recouvrent deux faces opposées du cube, lorsque ce condensateur est connecté à une bobine d'inductance égale à l'unité et oscillant ainsi sur une onde de longueur égale à l'unité.

tube intérieur servant à l'isolement des deux fils du couple. Ce tube est parfois remplacé par des perles de silice. Les moufles, tuyaux et creusets de toutes formes sont naturellement d'un emploi courant, ainsi que les plaques et les dalles. Il est possible de fileter des tuyaux, creusets ou moufles, en vue de les équiper



Fig. 25. — Vue d'une tulipe en silice pour l'éclairage au gaz, fabriquée par la machine automatique représentée sur la figure 21.

pour le chauffage électrique. Le grand avantage de la silice, en outre de sa parfaite tenue au feu, est de constituer un corps réfractaire pur qui est rigoureusement exempt de fer et de carbone. Cette propriété est particulièrement précieuse lorsqu'il s'agit de constituer des cazettes pour la cuisson de certains émaux ou de certaines porcelaines (dents artificielles) qui ne doivent prendre au feu aucune coloration.

Les procédés électriques de dépoussiérage ou de purification des gaz, dont l'emploi se répand maintenant, font naturellement appel à l'isolateur de silice qui s'impose ici tant à cause de la tension élevée mise en jeu que de la haute température et de la nature corrosive du milieu.

3. Applications dans la constitution des appareils d'éclairage, de chauffage et en décoration. — Le verre de silice se prête admirablement à la constitution de verres de lampe, de globes et de manchons pour l'éclairage au gaz. En Angleterre, où ce type d'éclairage est encore extrêmement répandu, la silice a trouvé là une application fort importante et le globe de silice (fig. 25), insensible aux courants d'air et même à l'arrosage y est devenu populaire.

En France, c'est surtout l'aspect décoratif de la silice, joint à ses qualités de réfractaire translucide qui a séduit les architectes et les décorateurs, et l'emploi de ce nouveau matériau est à l'ordre du jour dans le domaine de l'éclairage, du chauffage et de la décoration.

Les plaques ou pièces de forme moulées à partir du lingot par les procédés classiques que nous avons décrits présentent en effet des qualités décoratives très intéressantes. Les surfaces correspondant à la surface interne du lingot ont un aspect de nacre tout à fait caractéristique, présentant en outre un pouvoir réflecteur très élevé. Les surfaces extérieures ont l'aspect de la pierre avec des reflets argentés. On peut à volonté donner aux pièces une surface légèrement irrégulière augmentant leur valeur décorative en leur conférant une certaine individualité. On conçoit qu'il suffise pour cela de ne pas racler ou de brosser irrégulièrement les

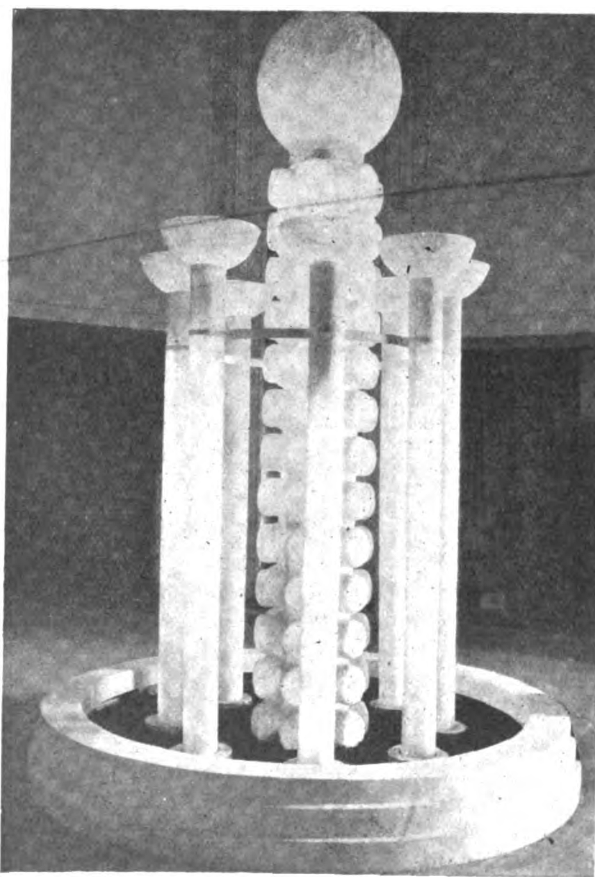


Fig. 26. — Vue de la fontaine lumineuse en silice fondue de l'architecte Henry Favier qui ornait la rotonde d'entrée de l'Exposition des Artistes décorateurs au Grand Palais (mai-juin 1927).

lingots avant leur entrée dans le moule de façon à laisser du sable adhérent sur l'extérieur du lingot. Ces qualités diverses ont été mises à profit pour des revêtements et pour des ensembles décoratifs, pour l'établissement d'appareils d'éclairage, vasques à fleurs, de cendriers et d'articles de Paris (fig. 26). La dureté et

l'inaltérabilité de la silice permettent son emploi dans la décoration extérieure. Sur la figure 27 est représenté un projet d'appareil de chauffage domestique électrique ou au gaz avec une coupe en silice destinée à masquer les éléments chauffants; il est tiré parti ici à la fois de de la propriété réfractaire de ce produit et de sa transparence aux rayons infrarouges. Cet appareil a été imaginé, soit dit en passant, pour montrer, but accessoire, qu'un appareil de chauffage électrique peut être décoratif. Souhaitons à ce propos qu'une collaboration plus étroite des décorateurs et des électriciens conduise à plus d'esthétique que celle parfois sommaire qui sévit actuellement dans ce genre d'appareils.

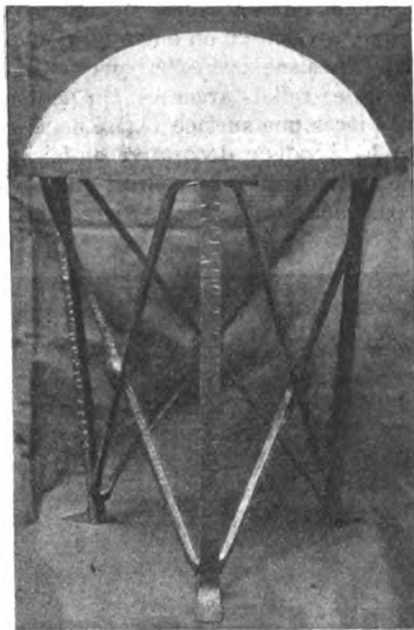


Fig. 27. — Vue d'un appareil de chauffage électrique dont les éléments chauffants sont masqués par une coupe réfractaire en silice.

4. Applications dans les industries électriques. — Nous avons vu que la silice fondue possède au plus haut degré les propriétés de l'isolateur de qualité. Il n'est pas inutile d'insister sur la valeur, à ce point de vue, d'une matière pure, c'est-à-dire possédant des propriétés physiques et chimiques bien définies et de répéter que la silice est nécessairement homogène et toujours identique à elle-même. Elle est dure, inaltérable et absolument insensible aux influences extérieures. Elle est en même temps un corps réfractaire qu'on peut impunément arroser quand il est chauffé au rouge ; c'est-à-dire qu'il supporte à la fois l'action de la pluie et celle d'un arc entre ferrures. De plus, ses propriétés isolantes se conservent à haute température. Ajoutons à ces qualités sa légèreté, ses propriétés mécaniques au point de vue de sa résistance à la compression et à la traction; et il reste encore à mentionner sa faible constante diélectrique réduisant au minimum les pertes par capacité et à insister, pour finir, sur l'intérêt que présente son emploi dans le cas des courants à haute fréquence.

1° *Isolateur de haute tension.* — Si avec un pareil ensemble de propriétés, l'isolateur de ligne ou de poste en silice fondue ne s'est pas imposé plus tôt, la faute en est aux fabricants qui n'avaient pas jusqu'à ce jour réussi à produire des pièces ayant les formes et la qualités des surfaces qui sont indispensables à l'électricien. L'ensemble des nouveaux procédés qui ont vu le jour, et que nous avons énumérés plus haut, montre que de nombreux efforts ont été tentés, non sans succès, pour la fabrication des pièces de formes diverses et de surface lisse. Les plus importants résultats obtenus l'ont été à l'aide des procédés d'usinage mécanique qui permettent de garantir des dimensions précises et des surfaces lisses présentant une haute résistivité superficielle, même dans une atmosphère saturée d'eau. Les formes cylindriques et tubulaires étant les plus faciles à obtenir, les premières réalisations de l'isolateur en silice ont été les traversées et les supports (fig. 28) pour les tensions comprises entre 10 000 et 120 000 v et au delà. Des séries importantes de ces pièces ont été exécutées et sont en service, en particulier dans le nord de l'Italie.

Dans l'équipement des postes, on trouve de plus en plus l'utilisation de tubes en silice comme poignées de coupe-circuits, cartouches de fusibles, tiges de commande de disjoncteurs, supports de parafoudres, tuyaux de résistance liquide, etc. Une application très simple et très utile qui tend à se généraliser consiste à compléter les entrées de poste à disque de verre par des tubes épais (de qualité FV); on augmente ainsi considérablement la sécurité du poste. Des essais ont montré qu'il était possible d'utiliser ce système d'entrée de poste jusqu'à 60 kv avec des disques de verre prévus pour 30 kv.

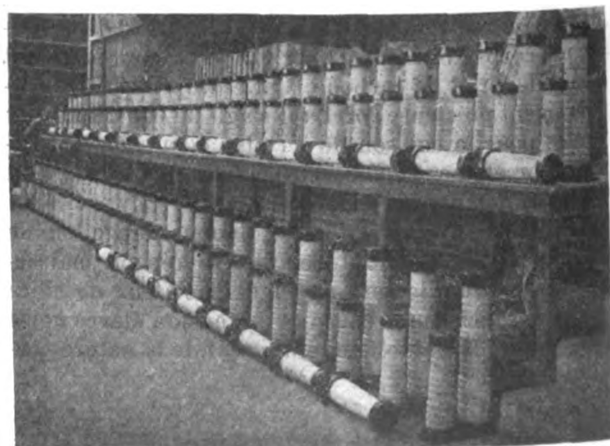


Fig. 28. — Vue d'un lot de supports isolants en silice pour 45 000 et 75 000 v.

2° *Isolateur pour haute température.* — La silice

fondue est très couramment utilisée comme isolant pour le chauffage électrique. Son emploi s'étend du four de fusion d'aciérie au fourneau de cuisine et à l'appareil

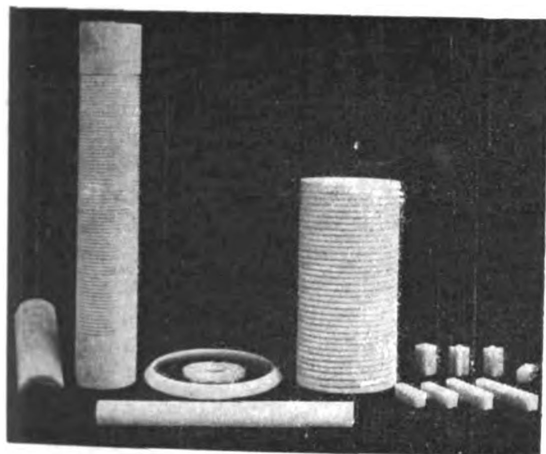


Fig. 29. — Vue de modèles de tubes filetés et de pièces rainurées, en silice, pour rhéostats de chauffage ou de manœuvre.

domestique de chauffage de l'eau. Les tubes filetés et les pièces de forme rainurées (fig. 29) servent, dans les laboratoires industriels, à la construction peu coûteuse des fours électriques à résistances et à la constitution des rhéostats. Les redresseurs à vapeur de mercure de grande puissance, de même que les chaudières électriques comportent un grand nombre de modèles d'isolateurs spéciaux en silice.

3° *Isolateurs pour fréquences élevées.* — Il n'est pas d'expérience plus frappante ou qui confirme mieux la qualité de la silice fondue que de disposer quelques isolants usuels dans un champ de fréquence très élevée, correspondant par exemple à une longueur d'onde d'une vingtaine de mètres. On voit aussitôt la porcelaine rougir, le meilleur verre fondre, la bakélite se disloquer, alors que la silice ne présente aucun échauffement notable et conserve intactes toutes ses qualités. Cette expérience explique bien le succès de la silice fondue dans le domaine de la radioélectricité. Tous les constructeurs ont établi des modèles utilisant la silice dans les meilleures conditions de présentation et d'économie, ainsi que l'on a pu s'en rendre compte en particulier au troisième Salon de la Télégraphie sans fil qui eut lieu à Paris en novembre 1926 ; il y fut en effet présenté un grand nombre de pièces destinées à l'équipement des postes récepteurs ou émetteurs, telles que plaques supports de lampes, supports d'inductance, boîtiers de condensateurs fixes, isolateurs d'antenne (fig. 30).

Une nouvelle création est la lampe que nous montre la figure 31 ; dans ce modèle du système La Burthe, le

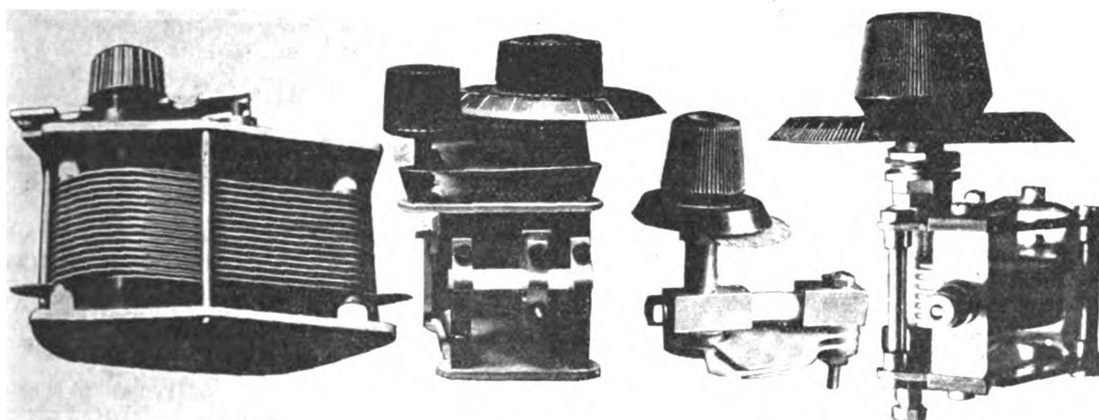


Fig. 30. — Vue de condensateurs variables pour radiotéléphonie, isolés au quartz à l'aide de baguettes, plaques ou canons de qualité FV à surface lisse.

culot et le support sont en silice ; l'emploi de ce matériau et l'heureuse disposition des parties métalliques assurent un minimum de pertes.

La figure 32 montre l'un des montants en silice d'une bobine d'inductance d'émission.

Les installations à arc utilisent des chambres d'arc entièrement en silice.

Dans les lampes d'émission enfin, on trouve beaucoup de modèles divers d'isolateurs en silice transparente qui, pour être tout petits, n'en jouent pas moins un rôle très important. La silice est sans égale pour cette application. C'est aussi à l'aide de tubes de silice que sont équipés les fours spéciaux servant à la préparation des filaments et des plaques.

VI. **Conclusion.** — Nous croyons avoir indiqué, avec une aussi grande précision que possible, ce qu'est actuellement l'industrie du verre de silice dans notre pays.



Fig. 31. — Vue d'un nouveau modèle de lampe pour radiotéléphonie, à culot de silice pure avec son support, également en silice.

Un très gros effort technique a été accompli dans ces dernières années. Il semble que les nouveaux procédés qui ont été étudiés et mis au point permettent maintenant à l'industrie de répondre aux desiderata particuliers des électriciens. Il est probable que nous assisterons bientôt à des réalisations nouvelles dans le domaine de l'isolateur qui est celui où doivent



Fig. 32. — Vue d'un support de bobine d'inductance.

s'affirmer les intéressantes propriétés de la silice fondue.

Si des progrès très nets ont été réalisés dans notre pays, il faut en rendre hommage à ceux qui ont soutenu les efforts de cette jeune industrie et en particulier aux Manufactures des Glaces et Produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey dont le précieux appui a seul permis d'aborder les études qui ont été menées à bien.

Henri George,
directeur de la Société Quartz et Silice.

Revues, analyses et informations

Les phares pour la navigation aérienne (1),

Cet article est la reproduction d'une partie de la conférence faite par l'auteur à la réunion du 22 février 1927 de l'Illuminating Engineering Society, dans laquelle il a traité des phares pour la navigation aérienne et des appareils d'éclairage employés sur les aérodromes.

1. Généralités. — Au sujet des phares il faut d'abord remarquer que leur efficacité dépend beaucoup des conditions atmosphériques du lieu où ils sont placés et que le mieux qu'on puisse espérer c'est d'établir des appareils ayant la plus grande efficacité possible pour les conditions atmosphériques moyennes de la région à laquelle ils sont destinés. Au point de vue de leur emplacement, ils doivent être échelonnés de façon que de chacun d'eux on puisse apercevoir le suivant et placés de part et d'autre de la route à jalonner pour donner plus de chance à un pilote égaré de retrouver sa route. L'auteur conseille, d'autre part, de les installer dans un endroit légèrement au-dessus du niveau moyen de la région et sur un pylône assez élevé pour les dégager des brouillards du sol.

(1) H.-N. Green. *The Illuminating Engineer*, avril et mai 1927, t. xx, p. 101-105 et 133-140, 9500 mots, 8 figures.

2. Propriétés des phares pour la navigation aérienne. — Les propriétés d'un phare doivent être les suivantes :

a) Il doit se reconnaître facilement par les caractères propres de son faisceau lumineux ; *b*) Il doit être d'un fonctionnement sûr et ne nécessitant pas de surveillance ; *c*) La portée doit être maximum pour une consommation donnée d'énergie et la distribution de la lumière, telle qu'il n'y ait pas de variations brusques de l'intensité lumineuse lorsqu'on s'approche de l'appareil.

Pour ce qui est du premier point on obtient le résultat désiré soit au moyen de phares à éclats, soit au moyen de faisceaux colorés. Dans le premier cas il faut que ces éclats soient tels que le pilote ne puisse les confondre avec ceux produits accidentellement par d'autres points lumineux du sol (en particulier les projecteurs d'automobiles). Dans ce sens le phare devra envoyer une série d'au moins deux éclats, séparée de la série suivante par une durée supérieure à celle comprise entre les éclats d'une série. D'autre part, la durée totale d'un groupe de signaux ne devra pas excéder 10 secondes pour ne pas nécessiter une attention trop longue du pilote. La production de ces éclats peut se faire par allumage et extinction des lampes, par l'emploi de volts et enfin, et c'est là le moyen le plus utilisé, par un groupe de lentilles à éclats qui tournent autour de la source lumineuse. Le premier procédé par allumage et extinction des lampes n'est

pas pratique avec les lampes électriques à atmosphère gazeuse de grande puissance en raison de l'inertie thermique du filament. Les phares à faisceaux colorés sont encore peu répandus et on ne peut guère que citer l'appareil au strontium de MM. Toulmin, Smith et Davis et les phares à l'éclairage au néon. Dans l'appareil au strontium une flamme oxyacétylénique est colorée en orange par du chlorure de strontium qu'une chaine sans fin, qui passe dans un bain de ce produit, transporte à travers la flamme. L'appareil a été utilisé avec un projecteur de 0,90 m.

Comme sources de lumière on emploie beaucoup des becs automatiques à acétylène alimentés par de l'acétylène dissous. L'auteur pense qu'on doit pouvoir arriver à un fonctionnement aussi sûr et également automatique avec les lampes électriques qui auraient une brillance de 3 500 bougies par pouce carré au lieu des 250 du bec à acétylène.

On peut, en raison des distances auxquelles on emploie ces phares, les traiter au point de vue de la visibilité comme une source punctiforme et dans ces conditions, si I est la l'intensité lumineuse totale en bougies du faisceau lumineux; t_d le rapport de l'intensité lumineuse en un point situé à l'unité de distance de la source à l'intensité totale I du faisceau lumineux, le milieu entre le point et la source étant l'atmosphère; d, la portée cherchée; V, le degré de visibilité voulu on peut écrire

$$V = \frac{It_d}{d^2}$$

d'où

$$I = \frac{Vd^2}{t_d}.$$

La pratique a montré que pour la visibilité il est bon de ne pas descendre au-dessous de 1,5 bougie à une distance d de 1 mile; d'autre part, le coefficient de transmission atmosphérique t peut être pris égal à 0,95 par kilomètre, en temps clair, d'après des expériences faites en France. L'auteur a calculé dans ces conditions et donne sous forme de courbes et dans un tableau, l'intensité lumineuse nécessaire pour des portées allant jusqu'à 80 km, pour des valeurs de t de 0,95, 0,85 et 0,65.

L'angle d'élévation θ du faisceau déterminé d'après la hauteur moyenne h de vol des appareils est donné par

$$\theta = \arcsin \frac{h}{d};$$

enfin, l'intensité lumineuse dans une direction quelconque, dans un angle a entre le faisceau principal et le zénith, serait déterminée pour une visibilité constante par

$$I_a = \frac{Vh^2 \operatorname{cosec}^2 a}{t^{\operatorname{cosec} a}}.$$

Les systèmes optiques employés dans les phares sont barrés d'après la distance focale de leurs lentilles et appartiennent à deux types différents : les systèmes à lentilles fixes formés de prismes cylindriques donnant un faisceau étroit sur un angle horizontal de 360°, et les systèmes à lentilles tournantes qui sont des lentilles de Fresnel et donnent un faisceau très mince de très grande intensité lumineuse. L'auteur expose alors rapidement la méthode de calcul de l'intensité lumineuse du faisceau produit par le système optique dans les deux cas de lentilles tournantes et de lentilles fixes. Il suppose pour ce calcul que la source de lumière est sphérique.

3. Exemple d'installations de signalisation lumineuse pour routes aériennes. — Dans la deuxième partie de cet article, l'auteur cite d'abord quelques exemples de réalisation pratique de signalisation lumineuse pour les routes aériennes. Il prend le cas de la portion de Croydon à Lympne de la route de Paris à Londres. Elle est signalée par six phares à Croydon, Tatsfield, Penshurst, Cranbrook, Littlestone et Lympne. Celui de Croydon est du type à tube de néon (16 tubes de 6 m de longueur et 30 mm de diamètre) avec éclats de 1 seconde toutes les deux secondes. Sa lumière est entre le rouge et le rose et sa portée officielle, de 60 km, environ. Son intensité lumineuse horizontale totale est de 13 700 bougies. Les autres phares sont du modèle automatique à gaz d'acétylène et peuvent fonctionner six mois sans rechange ni entretien. Les principaux sont ceux de Tatsfield et Cranbrook. Ils sont munis d'un système optique du modèle tournant, ayant une distance focale de 375 mm, donnant deux groupes de trois éclats séparés l'un de l'autre d'une demi-seconde, l'intervalle entre les groupes étant de 5,7 s. En outre, à Tatsfield, le panneau central est muni de filtres rouges en sorte que les éclats sont blancs, rouges, puis blancs. L'intensité lumineuse du faisceau donné par chaque panneau est d'environ 30 000 bougies. Ces phares sont munis d'un appareil d'extinction et d'allumage automatique basé sur la différence de dilatation subie dans la lumière par des tiges métalliques brillantes et une tige recouverte de noir de fumée. Cet appareil provoque la mise en service du phare dès que les conditions d'éclairage naturel deviennent insuffisantes (nuit, brouillard, nuages).

4. Eclairage du terrain d'atterrissage. — L'auteur traite ensuite des moyens d'éclairage du terrain d'atterrissage qui comportent l'indication du sens du vent, la délimitation du terrain et enfin l'éclairage intensif de ce terrain. A Croydon l'indication du sens du vent est donnée par des lampes de 100 w, enterrées et disposées de façon à former un L dont le petit côté est à l'extrémité tournée vers le vent. On peut former cet L dans sept directions différentes. Les limites de l'aérodrome sont indiquées par des appareils à acétylène donnant une lumière rougeâtre et 90 éclats à la minute. Leur lumière est visible dans un angle de 360° horizontalement et de 180° dans le plan vertical. Pour l'illumination du terrain d'atterrissage on emploie un projecteur à lentille cylindrique de troisième ordre, de 500 mm de distance focale, dont la source lumineuse est une lampe à arc d'intensité lumineuse égale à 70 000 bougies. L'ensemble est monté sur un chariot, le centre de la lentille étant entre 0,90 m et 1,20 m au-dessus du sol. Une fois en place l'appareil peut être légèrement incliné au moyen des vis de calage. Le faisceau lumineux donné a une divergence de 1°,5 environ dans le plan vertical et de 180° dans le plan horizontal; son intensité lumineuse est de 850 000 bougies et le terrain est illuminé sur un rayon de 450 m environ.

5. Eclairage dans le brouillard — La dernière question est celle relative à l'éclairage en temps de brouillard. L'auteur admet qu'en pareil cas la direction est assurée par la radiogoniométrie ou par un câble directeur, le problème étant celui de l'éclairage à l'atterrissage. D'après des expériences effectuées à Croydon, il semble qu'il puisse être réalisé au moyen de tubes à néon. Il faut d'ailleurs noter que si cet éclairage est visible de nuit pour un appareil volant au-dessus du brouillard, on ne peut, en cas de brouillard de jour, obtenir aucun résultat comparable, car la lumière solaire réfléchie à la surface du brouillard empêche la visibilité à travers ce brouillard.

Cette conférence a été suivie d'une discussion assez animée portant sur différents points de détail. Dans l'ensemble l'exposé de M. Green a suscité un vif intérêt par la nouveauté du sujet et par les nombreux renseignements apportés sur cette question. — J. S.

L'importance de l'électroacoustique pour la radiodiffusion [1].

L'auteur, après avoir indiqué la nécessité pour la radiodiffusion de rendre d'une façon complète les sons de la voix humaine et de la musique, résume les résultats obtenus ces dernières années dans l'analyse de la formation des sons, qui a donné lieu à de nombreuses recherches. Il examine successivement le cas des voyelles et des consonnes ; il définit d'abord les caractéristiques et les intensités relatives des vibrations simples (son fondamental et harmoniques) qui sont propres à chaque voyelle dans chaque registre de la voix ; les résultats correspondants sont nettement confirmés par les essais concluants de reproduction des voyelles au moyen de jeux de tuyaux vibrants entrepris en Amérique par Miller, et en Allemagne par Stumpf.

Par les mêmes procédés d'analyse, l'étude des composantes caractéristiques des consonnes, et aussi des sons de divers instruments de musique, a été récemment poussée très loin. L'ensemble des résultats obtenus donne la zone de fréquences qu'il est indispensable de reproduire entièrement pour satisfaire aux exigences de la radiodiffusion au point de vue de la fidélité de reproduction des sons et de leurs harmoniques ; cette zone s'étend de 30 à 10000 p : s pour la voix et la musique; les récepteurs téléphoniques actuels ne permettent guère de dépasser 5000 p : s et il reste encore à résoudre de difficiles problèmes d'électroacoustique pour aller au delà de cette limite. La conséquence de la suppression de la bande de fréquences supérieures est, pour la parole, de rendre la voix plus grave, et pour la musique, de ne pas permettre toujours la distinction des divers instruments; par exemple, dans les notes élevées les sons du violon et de la flûte peuvent se confondre.

L'auteur examine ensuite si, indépendamment de la limitation due au récepteur téléphonique proprement dit, les principes de construction des appareils récepteurs permettent la reproduction correcte de toute la zone de fréquences précédemment reconnue nécessaire ; l'examen de la caractéristique de la résonance d'un circuit oscillant montre que l'amplification des oscillations modulant l'onde porteuse est d'autant plus faible que la périodicité de ces oscillations est plus élevée, c'est-à-dire que le son correspondant est plus aigu, et cela dans une proportion d'autant plus grande que l'accord du circuit sur l'onde porteuse est plus précis. Il faut en conclure à la nécessité d'avoir des circuits récepteurs complexes à amplification uniforme dans toute la zone des fréquences à recevoir.

Bien que les appareils de réception ne comportent pas, en général, de tels circuits, ils réalisent cependant une reproduction de caractère indéniablement artistique pour l'oreille; car cette dernière ne permet pas de différencier les intensités de deux sons lorsque celles-ci diffèrent de moins de 25 pour 100 ; on peut même tolérer des différences encore plus grandes, grâce à la possibilité d'adaptation de l'oreille, ce qui permet de conserver aux circuits oscillants une caractéristique de résonance de forme assez pointue pour avoir une bonne sélectivité. Ce qui précède permet de déterminer la forme limite de la courbe de résonance qui correspond à une audition pratiquement correcte. Le couplage croissant de la réaction, qui réduit la zone des fréquences également amplifiées, ne permet d'augmenter l'intensité de réception que si l'on n'est pas déjà à la limite pratique d'égale amplification des divers sons ; si cette limite est atteinte, l'emploi de la réaction ne peut qu'augmenter les déformations.

Dans la dernière partie, l'auteur examine l'influence de la pièce sur la façon dont l'oreille perçoit les sons ; d'après les travaux théoriques, confirmés par l'expérience, la réflexion des sons sur les parois doit produire une résonance ne durant pas plus de 0,5 à 1 seconde pour la parole, et de 1 à 2 secondes pour la musique ; ceci est toujours réalisable, moyennant certaines précautions, dans des salles de dimensions moyennes. Si la salle d'émission répond à ces conditions, la réception écoutée au casque dont les écouteurs ne donnent lieu à aucun phénomène de réflexion du son, sera conforme à l'émission ; mais si la réception se fait au haut-parleur, la durée propre de résonance de la pièce où se trouve celui-ci s'ajoute à celle de l'émission et la réception est défectueuse ; on a cherché à tourner la difficulté en aménageant pour l'émission des studios sans résonance propre, puis en leur donnant une résonance faible, suffisante pour que la réception au casque avec des appareils sans réaction ne soit pas dure et hachée, mais sans que la réception au haut-parleur dans une pièce ordinaire devienne désagréable par suite d'une durée excessive de résonance des sons. Le problème de l'acoustique propre des pièces où se fait l'émission comme la réception a donc une importance bien plus considérable qu'on pourrait le croire au premier abord.

L'auteur termine par quelques remarques sur l'oreille humaine considérée comme une sorte de résonateur à élasticité dyssymétrique de la membrane du tympan, qui, sous l'influence de deux sons simples différents, donne en outre naissance à des vibrations composées par différence ou addition des vibrations simples initiales ; d'où la nécessité pour le microphone d'émission, comme pour le téléphone récepteur, de ne pas avoir de dispositifs à élasticité dyssymétrique, susceptibles de produire eux-mêmes des vibrations composées dont la préexistence donnera, après transformation par l'oreille de l'auditeur, une impression différente de celle ressentie à l'audition directe du même son initial. — F. P.

[1] F. Aigner. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 6 février, 6 mars et 3 avril 1927, t. XLV, supplément *Die Radiotechnik*, t. IV, p. 13-17, 28-30 et 41-43, 8 300 mots, 2 figures.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Revues, analyses et informations

La production et l'importation de ferro-alliages en France, en 1926.

Le « Journal du Four électrique et des Industries électrochimiques » publie, dans son numéro du 1er au 15 mai, pages 98 et 99, les renseignements suivants sur cette production :

D'après les statistiques du Comité des Forges, la production en France du ferro-manganèse s'est élevée à 50 034 t en 1926, celle du ferro-silicium à 23 636 t et celle des autres ferro-alliages à 20 517 t.

Le ferro-manganèse est obtenu au haut fourneau et au four électrique. Le principal fabricant au haut fourneau est la Société des Aciéries de Paris et Outreau, avec 30 278 t. On en trouve encore 9 337 t dans l'Est (Pompéy) et 1 530 t dans le Centre. Les usines électrométallurgiques des Alpes et des Pyrénées ont produit 8 889 t.

Les importations de ferro-manganèse en France et dans la Sarre se sont élevées à 22 712 t, contre 17 044 t en 1925. C'est la Norvège qui est le principal fournisseur avec les usines de Saude; elle en a envoyé 13 725 t en 1926, contre 8 708 t en 1925. La Suède a expédié 1 422 t, l'Italie 10 t et la Suisse 17 t. Tout ce ferro-manganèse est fabriqué au four électrique. Viennent ensuite pour le ferro-manganèse obtenu au haut fourneau, l'Angleterre avec 4 302 t contre 7 373 t en 1925, l'Union belgo-luxembourgoise avec 3 218 t contre 347 en 1925.

A l'heure actuelle se discute la question du droit de douane nouveau à appliquer au ferro-manganèse introduit en France. Les électrométallurgistes, qui ont dû beaucoup ralentir leur fabrication devant la concurrence étrangère, seraient naturellement désireux de voir relever la barrière douanière à l'abri de laquelle ils pourraient reprendre cette fabrication.

Le grand centre de production du ferro-silicium se trouve dans les Alpes avec 19 438 t; le Centre et le Sud-Ouest ne fournissent respectivement que 2 836 t et 1 362 t.

Les importations de ferro-silicium en France et en Sarre ont été de 2 463 t et les exportations de ces pays de 2 298 t. Les pays exportateurs sont la Norvège (1 102 t contre 604 t en 1925), la Suisse (874 t contre 806 t), la Suède (324 t contre 137 t), la Belgique (101 t contre 214 t). La France a exporté 1 800 t de ferro-silicium en Belgique et dans le Luxembourg en 1926, contre 563 t en 1925 et 160 t en Allemagne.

Les importations de ferro-alliages divers ont été de 704 t dont 265 t d'Angleterre, 263 t de Suisse, 67 t de Norvège, 65 t de Suisse. Quant aux exportations de ces mêmes ferros (ferro-chromes, ferro-tungstène, etc.,) elles ont atteint 1 974 t, dont 278 t à destination des Etats-Unis, 190 t pour la Suisse, 138 t pour l'Italie, 109 t pour la Tchécoslovaquie, 92 t pour l'Allemagne, 79 t pour la Belgique.

Les statistiques du Comité des Forges indiquent une production de 105 485 t de spiegels qui doivent comprendre les alliages à base de silicium et de manganèse fabriqués au four électrique. Nous y trouvons, en effet, 4 614 t provenant du Sud-Est, c'est-à-dire des Alpes, et 5 110 t du Sud-Ouest, c'est-à-dire des Pyrénées.

Parmi les produits dont la France a la spécialité, signalons le ferro-manganèse affiné qui est assez recherché par l'étranger. On cote actuellement pour la qualité à 1 pour 100 de carbone, 5 685 fr la tonne et celle à 2 pour 100, 4 300 fr la tonne.

Nous signalons également la reprise de la fabrication par une usine française du silico-aluminium et du mangano-silico-aluminium. L'accueil fait à ces produits a été très satisfaisant.

Les mouvements de la production industrielle en France, aux Etats-Unis et en Angleterre, de 1870 à nos jours. Comparaison avec les principaux indices économiques (1).

1. Considérations générales sur les principaux indices. — Les indices économiques constituent une base sérieuse de documentation sur l'activité industrielle d'un pays et même une étude comparée de ces indices avec celui de la production industrielle peut permettre de prévoir l'orientation possible de cette dernière. Toutefois il est bon, à ce point de vue, d'étudier ce qui se passe non seulement en France, mais aussi à l'étranger. Aussi les graphiques et tableaux relatifs à l'activité industrielle de la France, de l'Angleterre et des Etats-Unis, de 1870 à nos jours, présentés et discutés par l'auteur de cet article sont des plus intéressants. Il examine d'abord en regard des variations de la production industrielle pour la période 1919-1927, celles des indices mensuels tels que prix de gros et prix de détail, consommation de la houille, placement de la main-d'œuvre, trafic des chemins de fer, cours des valeurs mobilières à revenu variable, taxe sur le chiffre d'affaires (pour la France), change (sauf évidemment pour les Etats-Unis). L'examen de ces graphiques montre une relation étroite entre les différents indices. On peut y remarquer en particulier que la crise de 1921 ne se traduit dans les prix qu'avec un décalage de six à onze mois. La figure 1 représente le graphique relatif à la France; on peut y constater le parallélisme des variations des indices et l'influence de la période d'inflation 1925-1926. On peut y voir que l'indice de placement de la main-d'œuvre est en avance sur celui de la production industrielle et cette remarque s'applique d'ailleurs également aux Etats-Unis et à l'Angleterre. L'indice des valeurs mobilières à revenu variable constitue également un bon indice de prévision de la production industrielle. La figure 2 qui donne les indices annuels de la production industrielle des trois pays de 1870 à 1926 montre

(1) M. Dessirier. *La Technique moderne*, 1er avril 1927, t. XIX, p. 207-214, 5800 mots, 8 figures, 6 tableaux.

un accroissement assez régulier de cette production jusqu'à la guerre et ses variations inégales depuis cette période. On y peut constater le développement remarquable de cette activité aux Etats-Unis en 1925 et 1926 et le rétablissement de la France après la guerre et la crise de 1921, tandis que l'activité industrielle anglaise n'a jamais pu retrouver le niveau atteint avant la guerre et a même subi en 1926, du fait des grèves minières, une forte diminution. Si on rapproche ces indices de ceux de l'accroissement de la population, l'augmentation d'activité dans le cas de la France apparait encore plus remarquable, car de 1870 à 1927 sa population ne s'est accrue que de 8 pour 100 contre 61 pour 100

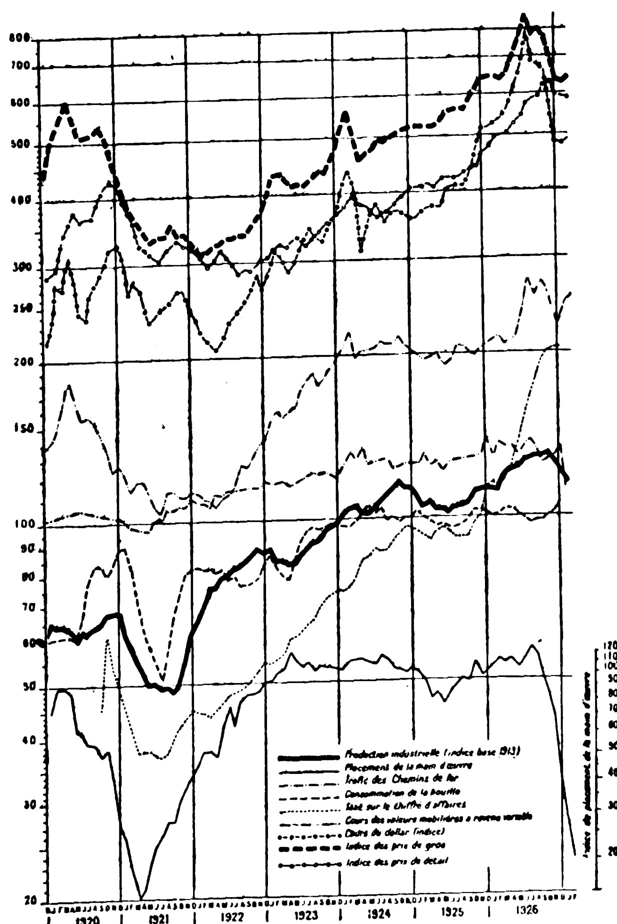


Fig. 1. — Courbes des variations des principaux indices, en France de 1920 à 1926.

en Angleterre et 150 pour 100 aux Etats-Unis. Toutefois il faut bien remarquer que le niveau atteint en 1926 est plutôt factice et qu'un certain délai devra s'écouler avant qu'il puisse être atteint de nouveau.

2. Exportations et importations. — L'auteur examine ensuite les principaux éléments du commerce extérieur : exportations totales, excédent des exportations totales sur les importations, excédent des exportations des objets fabriqués et de denrées alimentaires. Ces éléments ont été traduits en une même unité monétaire de pouvoir d'achat constant. L'examen des graphiques ainsi établis fait ressortir pour la France une balance commerciale déficitaire avant la guerre et dont le déficit s'accroît fortement de 1914 à 1920, mais qui rejoint, dès 1921, le niveau atteint avant la guerre et devient favorable à partir de 1924. Pour les denrées alimentaires, le déficit accru pendant la guerre ne s'est résorbé que lentement et ce n'est que vers 1925 qu'on retrouve le niveau de 1913. Pour les Etats-Unis, la guerre apparait au contraire comme une période d'accroissement considérable des exportations, suivie d'une mouvement descendant à un niveau voisin de celui de 1913 en 1921-1922, avec un mouvement ascendant lent jusqu'en 1924. Pour l'Angleterre, la guerre a marqué comme pour la France une diminution considérable des exportations en général, mais le mouvement ascendant a été plus lent et la balance totale du commerce reste fortement déficitaire, depuis 1923 surtout, en raison de la diminution constante de la production agricole de l'Angleterre. Les grèves de 1926 ont, bien entendu, une répercussion marquée sur le commerce extérieur anglais.

3. Conclusion. — Si l'on veut maintenant examiner rapidement la situation actuelle et les perspectives d'avenir pour chacun de ces trois pays, on peut constater :

Aux Etats-Unis, un ralentissement d'activité dans les derniers mois de 1926 avec des indices favorables de

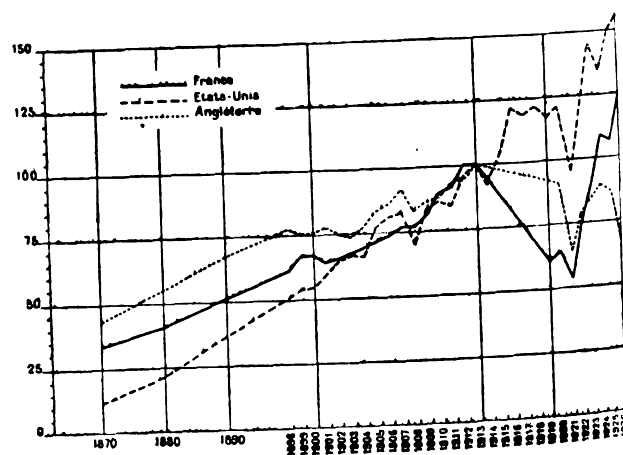


Fig. 2. — Courbes des variations de la production industrielle en France, en Angleterre et aux Etats-Unis, de 1870 à 1896.

reprise en 1927. Mais on peut se demander si ce pays pourrait maintenir et développer son activité industrielle au niveau très élevé atteint en 1925 en continuant sa politique dirigée vers le transfert de capitaux européens. On peut, à ce sujet, noter un revirement déjà sensible des échanges extérieurs, revirement qui est un symptôme des difficultés qui peuvent survenir.

En Angleterre les perspectives d'avenir restent peu favorables, en raison surtout de la diminution de la production agricole. Toutefois lorsqu'il s'agit de l'Angleterre, il faut compter sur ses « exportations invisibles » (revenus de courtier, créancier, transporteur) et on peut penser que c'est de ce côté que se portera son effort dans l'avenir.

Quant à la France, son relèvement rapide de ces dernières années est dû en partie au stimulant créé par la dépréciation monétaire et le retard d'adaptation des prix intérieurs. Mais le niveau atteint en 1926 ne saurait être maintenu que par un effort persévérant d'organisation industrielle, une baisse des prix de revient et par une amélioration du rendement agricole et industriel. — J. S.

SECTION DE LÉGISLATION

Législation, jurisprudence, réglementation

Décision du Conseil d'Etat en date du 16 mars 1927, concernant un différend entre le maire d'une commune et un concessionnaire au sujet de l'interruption du service de distribution d'électricité.

1. Exposé. — La Compagnie électrique de la Loire et du Centre s'est pourvue devant le Conseil d'Etat en vue d'obtenir la réformation d'un arrêté du 19 août 1922 par lequel le Conseil de Préfecture de la Haute-Loire, saisi par la même compagnie d'une requête en annulation d'un arrêté du maire de la commune de St-Ferréol-d'Auroure (qui lui avait infligé pour inexécution de ses obligations de concessionnaire de la distribution électrique dans ladite commune, une amende de 16 fr par jour entre le 17 octobre et le 17 décembre 1921) avait décidé que le maire n'avait fait qu'user des droits qu'il tenait de son cahier des charges et avait mis la moitié des dépenses à la charge de la compagnie requérante.

2. Arguments présentés par la compagnie a l'appui de son pourvoi. — C'est seulement en cas d'interruption générale non justifiée du courant que cette amende pouvait être prononcée par le maire. Or, s'il est exact que nous avons bien interrompu chaque jour, pendant 8 heures, la fourniture du courant aux abonnés, cette mesure a été la conséquence inéluctable de la diminution de production de notre usine hydroélectrique, lors d'une période de sécheresse qui, par sa longue durée et son intensité exceptionnelle, a revêtu le caractère d'un cas de force majeure. En outre, en ce qui concerne notre usine thermique de secours, des avaries graves survenues en 1920, aux turbines et aux alternateurs ont empêché la production du courant de secours. Dans ces conditions, aucune pénalité ne pouvait être appliquée par le maire.

Cependant le Conseil de Préfecture a refusé de décharger notre compagnie des amendes prononcées pour la période du 17 octobre au 16 novembre et n'a fait droit à notre requête qu'en ce qui concerne les pénalités afférentes à la période postérieure à cette dernière date, en se fondant sur ce que c'est seulement à la date du 16 novembre 1921 que la compagnie a fait reconnaître, par la Commission de Répartition de l'Energie, instituée dans les conditions prévues par la loi du 6 février 1920 et le décret du 10 février suivant, la légitimité des mesures prises par nous pour réglementer et restreindre la consommation.

D'autre part, les décisions de cette commission n'ont pas pu avoir pour effet de modifier les rapports fixés par le cahier des charges entre concédants et concessionnaires.

Nous demandons par suite : 1° à être déchargés des condamnations prononcées contre nous; 2° à obtenir la restitution avec intérêts des amendes perçues par la commune; 3° l'annulation, par voie de conséquence, de l'arrêté du maire et l'imputation de la totalité des dépens à la charge de la commune: 4° enfin la désignation d'experts à l'effet de rechercher si la sécheresse constatée en 1921 avait entraîné dans la production d'énergie de l'usine une diminution assez importante pour justifier les mesures que nous avons prises et si, d'autre part, cette sécheresse était imprévisible, eu égard aux constatations faites dans le passé par les services météorologiques.

Ajoutons enfin que la Commission de Répartition de l'Energie a constaté que notre compagnie avait assuré dans les conditions les plus satisfaisantes, eu égard aux difficultés du moment, le service dont elle était chargée et a ainsi justifié les mesures prises par elle.

3. Arguments de la commune de Saint-Ferréol. — Il ne suffit pas que la compagnie requérante justifie que la période de sécheresse a présenté un caractère exceptionnel et anormal, il faudrait, en outre, que cet événement eût été imprévisible et que la dite compagnie eût été dans l'impossibilité de suppléer, par d'autres moyens, à l'insuffisance de la force hydraulique. Or, ni l'une, ni l'autre de ces conditions n'a été remplie; d'autre part, la compagnie ne pouvait ignorer que les cours d'eau utilisés avaient, dans certaines périodes de sécheresse, des débits extrêmement faibles, de plus, elle disposait de cinq moteurs thermiques de puissance au moins égale à celle de l'usine hydroélectrique, ce qui lui permettait de continuer à faire face à ses obligations contractuelles.

L'inutilisation de ces groupes thermiques est reconnue par la compagnie, mais elle ne justifie pas que les avaries étaient imputables à des cas fortuits ; si elle les avait entretenus en bon état, elle aurait pu les utiliser ; elle est donc en faute ; enfin la commission précitée, contrairement aux assertions des requérants, a nettement spécifié qu'elle n'entendait pas prendre parti en faveur du concessionnaire et a même expressément spécifié dans son avis que la question de responsabilité de ladite Compagnie électrique de la Loire et du Centre demeurait réservée.

Dans ces conditions, la commune de Saint-Ferréol demande : 1° que l'arrêté du maire soit déclaré valable ; 2° par voie de recours incident, la réformation de l'arrêté du Conseil de Préfecture qui a déchargé la compagnie des amendes pour la période postérieure au 16 novembre 1921 ; 3° par voie de conséquence, que la compagnie soit tenue de payer la totalité des amendes et des dépens.

4. Arguments du Conseil d'Etat servant de base a sa décision. — Il résulte de l'instruction de l'affaire que si la sécheresse constatée a eu pour effet d'entraîner une diminution exceptionnelle du débit des cours d'eau et de réduire la production d'énergie de l'usine, la compagnie concessionnaire ne justifie pas que cette insuffisance de force hydraulique ait eu le caractère d'un événement imprévisible ; elle n'établit pas qu'elle était dans l'impossibilité d'y suppléer si son

usine thermique de secours avait été maintenue en bon état de fonctionnement et si l'ensemble de ses installations avait, en temps utile, reçu le développement que comportait l'accroissement continu de la consommation. C'est, dès lors, à bon droit que le conseil de préfecture a rejeté sa demande d'exonération des pénalités pendant la période du 17 octobre au 16 novembre 1921.

Sur le recours incident de la commune tendant à la réformation de l'arrêté attaqué du Conseil de Préfecture, en tant qu'il a déchargé la compagnie concessionnaire des amendes qui lui avaient été infligées pour la période postérieure au 16 novembre 1921;

Considérant que, pour décider qu'aucune pénalité n'avait pu être valablement infligée à la compagnie postérieurement au 16 novembre 1921, le Conseil de Préfecture s'est fondé sur ce que, à la date du 16 novembre, les mesures prises par la compagnie auraient été approuvées par la Commission de Répartition de l'Energie instituée par le préfet de la Loire;

Considérant que ladite commission n'avait pas qualité pour rechercher si l'insuffisance de la production qui rendait nécessaire la réglementation de la consommation était imputable à des circonstances de nature à engager vis-à-vis des autorités concédantes la responsabilité du concessionnaire, ou au contraire, à le délier de ses obligations contractuelles;

Que, dans ces conditions, le Conseil de Préfecture ne pouvait se fonder sur l'avis émis par cette commission pour statuer sur les dépens de première instance; considérant, dès lors, qu'il y a lieu de réformer sur ce point son arrêté et de mettre la totalité des dépens à la charge de la Compagnie électrique de la Loire et du Centre.

5. Décision du Conseil d'Etat. — *Article premier.* — La requête susvisée de la Compagnie électrique de la Loire et du Centre est rejetée.

Article 2. — L'arrêté du Conseil de Préfecture de la Haute-Loire est réformé, en tant qu'il a déclaré que le maire de la commune de Saint-Ferréol-d'Auroure n'avait pu valablement infliger des pénalités à la compagnie à raison des interruptions générales de courant qui se sont produites postérieurement au 16 novembre 1921.

Article 3. — La Compagnie électrique de la Loire et du Centre supportera la totalité des dépens y compris ceux du recours incident. — Jean de la Ruelle.

Sur les impôts frappant les intérêts des fonds versés par un commanditaire dans une société en commandite simple.

Le « Journal officiel » du 10 juin 1927 publie, page 1 806 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

11 615. — M. L.-J. Régis, député, demande à M. le ministre des Finances : 1° Si les intérêts des fonds versés par un commanditaire dans une société en commandite simple, soit à titre de dépôt, soit à titre d'apport supplémentaire, sont passibles à la fois de l'impôt sur le revenu des créances et de l'impôt sur les bénéfices commerciaux ou seulement de l'un de ces deux impôts cédulaires sans superposition; quel est le point de départ et le délai de prescription d'une réclamation faite par l'Administration, par application de l'article 21 de la loi du 30 juin 1923, à raison de l'adjudication d'un immeuble successoral pour un prix supérieur à celui porté dans la déclaration de succession. (Question du 15 mars 1927.)

Réponse. — 1° Si les fonds sont versés par le commanditaire à titre de dépôt, les intérêts sont passibles de l'impôt sur le revenu des créances (art. 38 de la loi du 31 juillet 1917) et ils doivent être exclus des bases de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux dû par la société. Si, au contraire, les versements sont faits à titre de complément d'apport, ils échappent à l'impôt sur le revenu des créances, mais ils doivent, comme les intérêts des apports eux-mêmes, être compris dans le bénéfice net de la société pour l'assiette de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux; d'autre part, ces mêmes intérêts sont passibles de l'impôt sur le revenu des capitaux mobiliers (loi du 29 juin 1872) à la charge du commanditaire; 2° le prix d'une adjudication publique ne constitue une base légale de liquidation des droits de mutation par décès, dans les conditions prévues par l'article 21 de la loi du 30 juin 1923, que si elle intervient dans les deux années qui ont suivi le point de départ des délais pour souscrire la déclaration de succession. Mais l'Administration peut contrôler l'évaluation contenue dans la déclaration par voie d'expertise en présentant une requête, à cet effet, dans les deux ans à compter du jour de l'enregistrement de la déclaration (loi du 18 avril 1918, art. 15, et loi du 13 juillet 1925, art. 68).

Sur l'exemption des droits de timbre et d'enregistrement des certificats de travail

Le « Journal officiel » du 10 juin 1927 publie, page 1 806 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

11 320. — M. Joseph Vidal, député, demande à M. le ministre des Finances : 1° Si l'article 44 de la loi du 4 avril 1926, portant création de ressources fiscales, est applicable aux certificats de travail délivrés, par les patrons, en vue du renouvellement de la carte d'identité des étrangers, visée à l'article 22 de la loi du 3 août 1926; 2° si ces certificats doivent être timbrés ou établis sur papier timbré, et soumis, ensuite, à une taxe fiscale de 5 fr, avant d'être légalisés; ajoute que l'article 24 du livre 1er du Code de travail exempte lesdits certificats de travail des droits de timbre et d'enregistrement. (Question du 24 février 1927.)

Réponse. — Les certificats de travail, qui n'ont pas pour but principal de certifier la résidence des intéressés, échappent à la taxe de 5 fr instituée par l'article 44 de la loi du 4 avril 1926. Ils sont également dispensés du droit de timbre, à la condition qu'ils ne contiennent ni obligation, ni quittance, ni aucune autre convention donnant lieu au droit proportionnel.

Sur l'immatriculation au registre du commerce des sociétés coopératives.

Le « Journal officiel » du 29 juin 1927 publie, page 2 137 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12775. — M. Grinda, député, demande à M. le ministre du Commerce si les sociétés coopératives et les économats sont assujettis à l'immatriculation au registre du commerce. (Question du 14 juin 1927.)

Réponse. — Aux termes de l'article 6 de la loi du 18 mars 1919 « doivent être immatriculés dans le registre du commerce du siège social, les sociétés commerciales françaises en nom collectif, en commandite simple, en commandite par actions et anonymes ». En conséquence, l'immatriculation est obligatoire pour toutes les sociétés coopératives qu'elles qu'elles soient, lorsqu'elles sont constituées sous l'une des formes précitées, et pour celles qui, constituées sous une autre forme, font des actes de commerce et vendent à d'autres qu'à leurs propres adhérents. En ce qui concerne les économats, l'obligation de l'immatriculation dépend pour eux de leur nature, du genre d'affaires qu'ils font et de la clientèle à laquelle ils s'adressent, tous éléments qui ne peuvent être appréciés, le cas échéant, que par les tribunaux.

// REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916



LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

Directeur : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

11e Année. Tome XXII. — N° 6. 6 Aout 1927.

Avis à nos lecteurs. — Nous informons nos lecteurs que nos bureaux seront fermés du lundi 8 août au lundi 15 août et que le numéro 7 du volume en cours de publication, distribué le 13 août, portera les deux dates 13 et 20 août; le numéro 8 sera distribué le 27 août. Le tome en cours de publication aura néanmoins 26 numéros comme à l'ordinaire, le second semestre de cette année comprenant 27 samedis.

A propos des essais de réception des huiles pour transformateurs. — Dans notre numéro du 4 juin 1927 a été publié, pages 901 à 908, un article de M. A.-R. Matthis, ingénieur, chef de service aux Ateliers de Constructions électriques de Charleroi, intitulé : « Un essai rapide de réception des huiles pour transformateurs au point de vue de la formation des dépôts ». Nous avons reçu, à propos de cet article, la lettre qui suit :

Nous avons lu avec beaucoup d'intérêt l'article de M. Matthis dernièrement paru dans ce journal.

Nous sommes parfaitement de l'avis de l'auteur : 1°) quant au temps très long que demandera la mise au point d'une méthode irréprochable qui permettra de discerner d'une façon sûre une huile pour transformateurs qui, au cours de son service, ne s'altérera qu'au bout d'un temps très long; quant à la nécessité d'utiliser, en attendant cette méthode, une méthode rapide.

Mais nous ne sommes plus du même avis quant à la méthode proposée.

M. Matthis note que le principal agent de destruction des huiles est l'oxygène. Il n'est donc, en effet, rien de plus juste que d'oxyder les huiles volontairement et rapidement pour connaitre leur vitesse d'altération.

Le facteur température parait en effet très commode à envisager, mais pour le cas qui nous intéresse, nous ne croyons pas qu'il soit recommandable.

Il n'est pas toujours utile et surtout nécessaire d'élever la température d'un essai pour en accélérer les réactions.

De plus, ces réactions engendrent parfois des altérations dont la nature est fonction du degré de température; c'est justement ce qui arrive pour le cas qui nous intéresse, c'est-à-dire pour les huiles minérales. Il ne faut pas perdre de vue qu'une huile est un mélange d'une très grande quantité d'hydrocarbures aux propriétés physiques et chimiques très diverses.

Enfin, une élévation de température n'accélère pas forcément une oxydation. Il est même très possible que l'oxydation soit maximum pour une température bien déterminée et située bien au-dessous de la température de décomposition de l'huile.

Ce qui est par contre très certain, c'est qu'une élévation de température de l'ordre de celle indiquée par M. Matthis, entraine la décomposition de l'huile, surtout de l'huile à bas point d'inflammabilité, ce qui d'ailleurs s'explique très bien.

Nous savons que le point d'inflammabilité d'une huile est la température à laquelle l'huile émet une quantité suffisante de vapeurs pour permettre l'inflammation. Or, sans aucun doute, cette émission de vapeurs est bien un commencement de décomposition de l'huile, nettement caractérisé par un départ de vapeurs, autrement dit un commencement de distillation.

Les produits de décomposition ainsi obtenus et par chauffage prolongé, sont nettement différents de ceux obtenus pratiquement et surtout ne sont pas dus à une oxydation accélérée.

Il ne faut pas perdre de vue que le but à atteindre n'est pas de rechercher la résistance de l'huile aux hautes températures, mais bien sa résistance à l'oxydation.

Nous reconnaissons qu'il est peut-être un peu osé de qualifier « cracking » la décomposition susmentionnée, bien qu'il y ait à notre avis étroite parenté entre les deux phénomènes.

Donc, on le conçoit nettement, cette méthode rapide permet de juger de la résistance d'une huile aux hautes températures, et rejette à priori, quel que soit leur degré de raffinage, les huiles à bas point d'inflammabilité, 145 degrés Pensky Martens environ, qui ont en même temps un bas point de décongélation (— 35° à — 40° C).

Or, ce bas point de décongélation est quelquefois nécessaire, par exemple pour des transformateurs exposés continuellement aux basses températures.

Nous savons tous d'autre part que, pour des huiles de viscosité Engler voisine de 2, à 50° C, il n'est pas possible d'avoir des produits ayant un point d'inflammabilité de 180° pour un point de décongélation de — 30 à — 40° C.

A un point d'inflammabilité de 180° correspond ordinairement un point de décongélation de — 5 à — 6° C.

Des différences plus étendues pourraient être obtenues en utilisant des huiles de viscosité plus élevée, par exemple, 2, 3 à 2,5 degrés Engler à 50° C.

Ces huiles ne sont pas utilisables ou tout au moins recommandables si on veut bien tenir compte du rôle principal que doit remplir une huile pour transformateurs : refroidir les enroulements en transportant la chaleur de la surface de ces enroulements à la tôle de la cuve, elle-même refroidie par l'air extérieur. La vie des matières isolantes entrant dans la construction des transformateurs dépend justement de l'importance de ce refroidissement.

Les nombres fournis par M. Matthis au cours de son article, viennent à l'appui de tout ceci.

En effet, nous lisons :

N° E 22057. Point d'inflammabilité Pensky Martens : 180° C; huile satisfaisante. — N° E 22866. Point d'inflammabilité Pensky Martens : 186° C. — N° E 23086. Point d'inflammabilité Pensky Martens : 164° C. — Si le point d'inflammabilité de cette huile est relativement bas comparativement aux chiffres déjà cités, il faut noter que cette huile a une viscosité de 2,41 Engler à 50° C.

Dans les tableaux I et II, nous trouvons également :

	Point d'inflammabilité	Viscosité Engler à 50° C
Huile A, n° E 19 306	192° C	2,72
id B id 19 515	178	2,14
id C id 19 260	178	2,14
id D id 18 453	171	2,41
id E id 18 866	173	2,10
id F id 19 192	173	2,28
id G id 18 867	175	1,81
id H id 18 868	163	2,22

Nous notons pour l'huile G :

Viscosité	1,81
Densité	0,848
Point d'inflammabilité	175° C

Nous craignons qu'il y ait erreur dans l'un de ces chiffres car les spécialistes de la question des huiles minérales savent qu'à une viscosité de 1,81 et une densité de 0,848 correspond un point d'inflammabilité (surtout Pensky Martens) beaucoup plus bas.

Nous disons « surtout Pensky Martens » car c'est l'appareil qui permet de déceler le plus rapidement l'inflammation. Les points Luchaire sont ordinairement toujours supérieurs de 5 ou 6 degrés (pour les huiles qui nous intéressent).

Conclusion. — Cette méthode ne nous paraît donc pas appelée à donner tout apaisement pour la recherche d'un bon produit, même en la considérant comme méthode rapide.

Son rôle essentiel serait de mesurer la résistance d'une huile aux hautes températures, mais non sa résistance à l'oxydation.

VAUTRIN,
Ingénieur E. S. E.
Licencié ès Sciences.

Bibliographie : Mécanisme de l'eau et principes généraux pour l'établissement d'usines hydroélectriques, tomes II et III, par René KŒCHLIN, ancien élève de l'Ecole polytechnique de Zurich, avec la collaboration de Maurice KŒCHLIN, ancien élève de l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne [1]. — Dans ces deux volumes sont exposés les principes généraux pour l'établissement d'usines hydroélectriques, tandis que le premier volume, analysé précédemment dans ces colonnes [2], est consacré aux principes fondamentaux de l'hydraulique et à leurs applications à l'étude du mouvement de l'eau dans les rivières d'abord, et dans les conduites forcées ensuite.

Le deuxième tome traite essentiellement des barrages, et cela, d'une façon très complète. Pour chacune des deux grandes catégories de barrages, ceux sur rivières et sur fleuves et les barrages-réservoirs, les auteurs rappellent les résultats exposés dans le premier volume sur les phénomènes d'ordre hydraulique dont ces ouvrages peuvent être le siège ; ces considérations interviennent dans l'étude de la conception et des modes de construction des barrages : description des différents types, données numériques sur des ouvrages existants, renseignements sur le matériel employé pour la construction, indications sur le calcul des dimensions à adopter, voilà ce que l'on trouve résumé, méthodiquement ordonné, dans les 270 premières pages de ce deuxième volume. MM. Kœchlin ont envisagé les cas les plus divers et ont consacré à chacune des solutions une juste place. Signalons, en particulier, le développement de la méthode de calcul d'un barrage-poids due à M. Pigeaud, développement suivi de considérations sur son application, d'où résultent les formules donnant les efforts auxquels est soumis l'ouvrage, et les inclinaisons des parements.

Les derniers chapitres de ce même volume sont relatifs aux prises d'eau et aux canaux d'amenée. Ici encore les considérations théoriques sont judicieusement mêlées aux renseignements pratiques, les calculs, aux descriptions. Au sujet des canaux d'amenée, dans un chapitre, les auteurs traitent du choix du profil et dans le suivant, de l'étanchement : cette étude les conduit à examiner le mouvement des

(1) Deux volumes, format 25 cm × 17 cm, de 389 pages chacun, 289 et 436 figures dans le texte et 4 planches hors texte, édité par la librairie Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères à Paris (6e). Prix : brochés, 140 fr, plus 40 pour 100 de majoration.

(2) *Revue générale de l'Électricité*, 1er novembre 1924, t. XVI, p. 691-692.

eaux d'infiltration à travers une digue perméable d'un canal dans des conditions nettement définies.

Avec le troisième volume, nous nous rapprochons de l'usine génératrice. Ce volume, conçu dans le même esprit que le précédent, contient un premier chapitre sur les chambres d'eau et les accessoires, ce qui donne l'occasion à MM. Kœchlin de décrire quelques modèles de vannes. Les chapitres suivants traitent des canalisations forcées et des tunnels sous pression. Les considérations générales sur l'exécution de ces ouvrages et la marche à suivre dans leur calcul sont accompagnées de quatre exemples de tunnels sous pression : les auteurs donnent la spécification de chacun des cas envisagés et réunissent dans des tableaux les calculs des efforts auxquels les ouvrages sont soumis en différents points.

Suit un important chapitre sur les cheminées d'équilibre, non déversantes et munies d'un déversoir : les deux solutions sont examinées.

Nous arrivons ensuite à l'usine même : dispositions générales des bâtiments, description sommaire des turbines, quelques indications sur le canal de fuites, tels sont les principaux points qui font l'objet de ces quelques chapitres. De nombreuses installations existantes sont décrites et de l'examen des solutions adoptées les auteurs déduisent quelques règles générales qui peuvent servir de guide dans l'étude d'un projet de ce genre. Dans les chapitres suivants sont développées des considérations sur le choix de la source d'énergie d'après les besoins de l'exploitation, considérations précédées de la comparaison des prix de revient de l'énergie électrique d'origine thermique et de celle d'origine hydraulique; un autre chapitre est encore à mentionner sur les calculs relatifs à la puissance et à l'énergie disponibles d'une usine hydroélectrique.

Nous soulignons ici l'importance de ces derniers chapitres traitant de questions qui sont à l'ordre du jour des travaux de nombreuses entreprises de production et de distribution d'énergie électrique et qui font l'objet de nombreuses études éparses dans les revues techniques. Une mise au point telle que celle qui en est faite dans l'ouvrage qui nous occupe ne peut que rendre d'incontestables services aux intéressés. Il était d'ailleurs tout indiqué d'entreprendre cette étude, à la suite des considérations qui précèdent sur les aménagements des chutes d'eau, puisque en définitive les travaux en question n'ont d'intérêt que par le parti que l'on peut en tirer.

Mentionnons encore un dernier chapitre, se présentant ici comme annexe, sur l'emploi de réservoirs d'accumulation.

Pour terminer nous croyons devoir insister sur l'intérêt que présentent les deux volumes dont nous venons de donner le compte rendu sommaire et très imparfait. Joints au premier tome, ils constituent un ouvrage complet sur tout ce qui concerne les aménagements des chutes d'eau, jusques et y compris les dispositions générales des bâtiments de l'usine. En présence de la diversité des cas qui se présentent dans les réalisations de ces travaux, de la complexité des solutions envisagées et, en un mot, de l'ampleur du problème que soulève la question de l'utilisation d'une chute d'eau, MM. Kœchlin procèdent à des classifications méthodiques. Considérant, d'une part, les résultats théoriques et, d'autre part, ceux de la pratique, empruntés aux installations existantes, ils coordonnent ces données et en déduisent des règles générales, applicables dans des cas nettement définis, qui seront fort utiles aux ingénieurs chargés de l'étude de projets de ce genre; ceux-ci trouveront dans cet ouvrage non seulement la documentation voulue, mais des conseils et l'exposé des principes sur lesquels doivent être basés le choix de telle solution et les calculs justificatifs.

Mais ces trois volumes sont plus qu'une œuvre d'intérêt immédiat et de caractère utilitaire; ils constituent l'exposé complet d'une branche de la technique où se posent des problèmes très complexes; la théorie intervient souvent moins pour résoudre ces problèmes que pour expliquer les solutions dictées par l'expérience et la pratique; la part de la théorie et celle de l'empirisme, plus ou moins justifiée, ressortent nettement dans cet ouvrage, et, à ce point de vue général encore, il mérite d'être mentionné d'une façon toute particulière. — A. C.

Bibliographie : Les mesures de températures courantes, par William DÉRIAZ, ingénieur E. P. F. (1). — Ce petit ouvrage résume les connaissances que tout ingénieur doit posséder sur la thermométrie dont les applications acquièrent une importance croissante dans l'industrie moderne, en particulier dans les industries métallurgiques et électriques. Il est divisé en onze chapitres.

Les premiers chapitres sont consacrés aux définitions et à l'énoncé des lois physiques qui régissent les phénomènes de transmission de la chaleur et de répartition des températures dans les corps. Le chapitre IV décrit les divers systèmes de thermomètres et indique leurs conditions d'emploi.

Après une brève description des échelles thermométriques, laquelle fait l'objet du chapitre V, l'auteur établit la théorie des mesures des températures et de la comparaison des thermomètres.

Le chapitre VIII indique les méthodes de mesure des températures des liquides et des solides, et le chapitre IX traite de la mesure des températures des gaz.

La construction et l'emploi des avertisseurs et des régulateurs de température font l'objet du chapitre X. L'ouvrage se termine par des tables permettant d'évaluer l'ordre de grandeur des erreurs probables. — L. V.

Bibliographie : Balistique intérieure, par J. OTTENHEIMER, ingénieur principal d'Artillerie navale (2). — Cet ouvrage constitue un résumé de la matière contenue dans les grands traités de balistique, dans les archives des commissions techniques et dans les cours des écoles d'application d'artillerie. Le sujet qui consiste, en principe, dans l'étude des phénomènes en jeu à l'intérieur d'une bouche à feu entre la mise de feu et la sortie du projectile est traité d'une manière claire et concise. Les développements mathématiques ont été réduits au strict minimum et cet ouvrage étant mis à jour d'après les plus récentes données de la balistique, sera lu avec intérêt par les techniciens spécialistes et par les personnes qui désirent acquérir rapidement les notions les plus essentielles sur ce sujet. — L. V.

(1) Un volume, format 18 cm × 11 cm, de 140 pages, avec 24 figures dans le texte, édité par la librairie Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères, à Paris (6e). Prix : broché, 12,60 fr.

(2) Un volume, format 17 cm × 11 cm, de 200 pages, avec 37 figures dans le texte, édité par la librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel, à Paris (6e). Prix : broché, 9 fr; relié, 10,25 fr.

Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension (*Suite*) (*)

Compte rendu de la deuxième section (*Suite et fin*)

(Construction et isolation des lignes)

Câbles souterrains à haute tension.

La question des câbles à haute tension a fait l'objet d'un grand nombre de rapports très importants. Dans le but de gagner du temps, il fut décidé que la discussion serait reportée à la suite de l'exposé de l'ensemble de ces rapports que nous résumons ci-dessous. Cette méthode offrait d'ailleurs d'autant moins d'inconvénients que les divers points traités rentrent dans un cadre général.

CABLES MÉTALLISÉS ET CABLES A CEINTURE. — Tel est le titre d'un rapport de MM. BELLAAR SPRUYT et VAN STAVEREN (Pays-Bas). Les auteurs font d'abord remarquer que l'électrification des campagnes aux Pays-Bas se fait généralement au moyen de câbles souterrains à 10 000 v, de sorte que les compagnies néerlandaises ont étudié particulièrement ce sujet. D'ailleurs, la question des essais des câbles avait déjà été exposée par la délégation néerlandaise, à la dernière conférence [1].

Les auteurs résument ensuite dans leur rapport l'étude comparative des câbles métallisés qui présentent, par rapport aux câbles ordinaires, des avantages importants pour la transmission à haute tension; cette étude a été faite au triple point de vue des propriétés diélectriques, de l'échauffement et des prix. Nous reproduisons ici, presque textuellement, les conclusions de cette étude.

« 1. La fabrication de câbles à ceinture ayant des caractéristiques d'ionisation favorables présente plus de difficultés que celle des câbles métallisés, du fait que, dans les premiers, le bourrage est soumis également à des efforts électriques. Toutefois, pour une tension de 10 000 v, on peut fort bien faire des câbles à ceinture qui, sous ce rapport, sont équivalents aux câbles métallisés.

» Pour les deux types de câbles, la flexion n'a pas d'influence appréciable sur les propriétés diélectriques. Pour les câbles métallisés, on n'a pas constaté de phénomènes dont on aurait pu conclure que des étincelles se seraient produites par suite d'une mise à la terre insuffisante du papier métallisé.

« 2. En cas d'emploi de câbles métallisés, le neutre du réseau à haute tension devra être mis à la terre, eu égard à la valeur moindre de la tension de percement instantané par rapport à la terre. D'ailleurs, pour des réseaux étendus, cette mise à la terre est généralement désirable.

» 3. Pour la même valeur maximum de l'échauffement, les câbles métallisés peuvent transmettre un courant supérieur d'environ 10 pour 100 au courant maximum admissible pour les câbles à ceinture. En outre, ils peuvent supporter une surcharge encore un peu plus grande, (par exemple de 29, au lieu de 22 pour 100 pour une courte durée, par exemple d'une demi-heure).

» 4. Les frais de transmission par kilovolt-ampère sont sensiblement les mêmes pour les deux types de câbles. »

Les recherches ont été effectuées pour une tension de service de 10 000 v; elles ne prouvent rien par conséquent pour les tensions plus élevées, pour lesquelles les avantages des câbles métallisés seraient probablement plus prononcés.

ESSAIS EN USINE DES CABLES A HAUTE TENSION. — La Société française des Electriciens s'est préoccupée de savoir s'il y avait lieu de modifier les règles admises depuis une quinzaine d'années pour la réception des câbles en usine. Le rapport de M. J. DELON (France) présente le résultat d'une étude faite par la quatrième Section du Comité d'Administration de la Société française des Electriciens avec la collaboration de presque tous les constructeurs de câbles français et de plusieurs exploitants qui utilisent des câbles à la tension de 60 000 v.

Les règles appliquées jusqu'à ce jour prescrivaient que pour les câbles devant fonctionner à une tension de service inférieure à 20 000 v, l'essai en usine devait être fait à une tension égale à quatre fois la tension de service pendant trois minutes et trois fois la tension de service pendant trente minutes; pour les câbles devant fonctionner sous une tension de service supérieure à 20 000 v, cet essai devait être effectué à deux fois la tension de service plus 40 000 v pendant trois minutes, et à une fois la tension de service plus 40 000 v pendant trente minutes. Ces règles ont donné toute satisfaction aux exploitants pour les câbles qui

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 2, 9, 16, 23 et 30 juillet 1927, t. XXII, p. 5-6, 50-55, 91-100, 133-146 et 171-182.

(1) Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension. *Revue générale de l'Electricité*, 8 août 1925, t. XVIII, p. 221.

fonctionnent à une tension inférieure à 20 000 v. Il n'en est pas de même pour les câbles qui sont destinés à fonctionner sous des tensions de service supérieures à 20 000 v. Ces câbles sont soumis, en effet, à des gradients de potentiel beaucoup plus élevés que les câbles à moyenne tension, qui sont de l'ordre de 4 000 à 5 000 v : mm au voisinage du conducteur. Il a paru nécessaire de rechercher si l'on pourrait, pour des câbles de ce genre, déterminer à l'avance la tension de service sous laquelle ces câbles pourront durer indéfiniment, c'est-à-dire établir la courbe de vie du câble en fonction de la tension à laquelle il est soumis.

On sait que la vie d'un câble augmente à mesure que la tension qui lui est appliquée diminue, de sorte que la courbe de vie du câble se présente sous la forme représentée sur la figure 8. Cette courbe tend asymp-

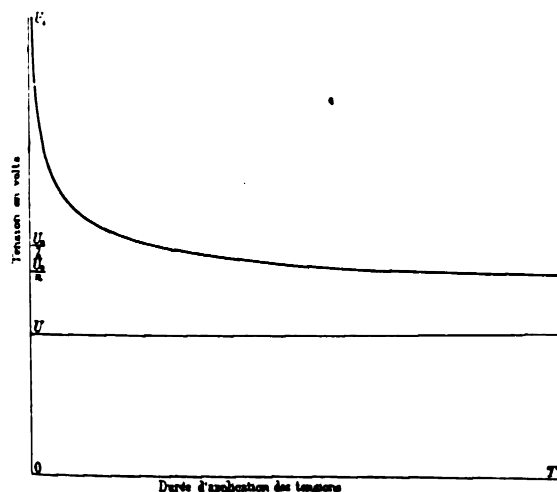


Fig. 8. — Courbe de vie d'un câble.

totiquement à une valeur dite *tension limite* pour laquelle le câble se conserve indéfiniment. On peut discuter l'existence de cette asymptote, et concevoir que la courbe descend indéfiniment, mais pratiquement il existe des câbles qui fonctionnent depuis vingt-cinq ou trente ans dans des conditions normales.

L'équation de la courbe de vie d'un câble a été mise par M. Peek sous la forme

$$U = a + \frac{b}{\sqrt[n]{T}}$$

où T désigne la durée de l'essai du câble avant rupture sous la tension U; n, un nombre variable entre certaines limites avec T. On a constaté sur de bons câbles que n croît de 4 à 8 lorsque T croît de 1 à 2 000 heures.

On en déduit une méthode graphique pour la détermination approximative de la vie des câbles.

Il y aurait intérêt peut-être à adjoindre à ces essais des mesures de pertes dans les diélectriques avant et après l'essai de tension.

M. Delon pense aussi que l'on pourrait faire subir aux câbles des essais de pliage aux températures auxquelles ils devront être posés. Ces pliages pourraient être faits sur des tambours ayant les diamètres suivants :

15 fois le diamètre extérieur du câble sur plomb pour les câbles à plusieurs conducteurs assemblés;

20 fois le diamètre extérieur du câble sur plomb pour les câbles à un seul conducteur.

Chaque tronçon, après avoir été plié et redressé deux fois de suite, subirait un essai de rupture sous tension constante.

Influence de la pression des gaz occlus sur les caractéristiques d'ionisation. — M. E.-S. Lee (États-Unis), attire dans son rapport ainsi intitulé l'attention sur la nécessité, au point de vue de l'isolement, de réaliser des matières homogènes, ne comportant pas de cavités.

Il résume les résultats des expériences qu'il a entreprises pour déterminer l'effet de la pression des gaz occlus dans ces cavités, sur les caractéristiques d'ionisation des câbles; dans ces expériences, il déterminait les courbes des pertes en fonction de la tension appliquée, pour une série de valeurs de la pression.

Les courbes des figures 9 et 10 représentent les résultats obtenus, la figure 9 correspond à des pressions

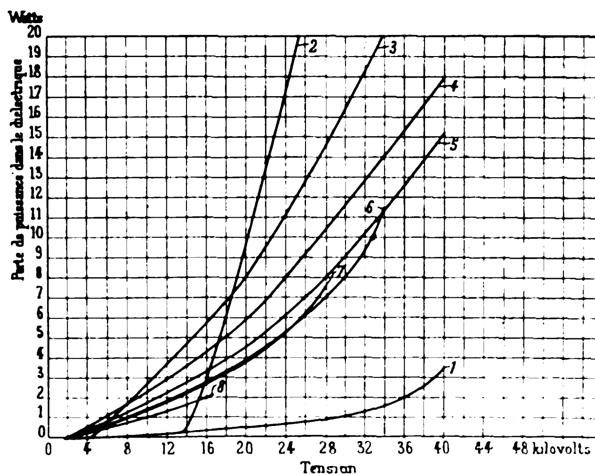


Fig. 9. — Variation des pertes d'énergie dans le diélectrique des câbles en fonction de la tension pour des valeurs de pression d'air inférieures à la pression atmosphérique; 1, câble avec recouvrement de plomb; 2, câble dans un tube, pression atmosphérique; 3, pression égale à celle d'une colonne de mercure de 200 mm; 4, à celle d'une colonne de mdrcure de 100 mm; 5, de 50 mm; 6, de 25 mm; 7, de 10 mm; 8, de 0,15 mm.

inférieures à la pression atmosphérique et la figure 10, à des pressions supérieures à cette pression.

Ces expériences montrent le danger que présentent les cavités contenant de l'air à basse pression. L'auteur fait aussi remarquer que si les courbes du facteur de puissance de l'isolant d'un câble en fonction de la tension appliquée peuvent donner des indications précieuses, il ne faut pas accorder une confiance absolue à ces essais qui peuvent ne pas déceler des cavités plus nombreuses.

Cette même question a été étudiée par MM. Proos, Whitehead et Hamburger et Smouroff.

La courbe des pertes diélectriques comme indice de la qualité des cables. — Le rapport présenté par M. C.-F. Proos (Pays-Bas) met en évidence le fait que si la courbe de variation des pertes diélectriques d'un câble en fonction de la tension appliquée permet de juger si les propriétés électriques des câbles, déterminées surtout par la qualité de l'isolant, sont telles que l'on peut craindre en service des échauffements locaux provoquant la carbonisation et le percement du câble, cette courbe de variation des pertes diélectriques ne permet pas de juger de l'exécution mécanique de l'isolation, ni des détériorations qui pourraient se produire, sous ce rapport, lors de la fabrication et de la pose.

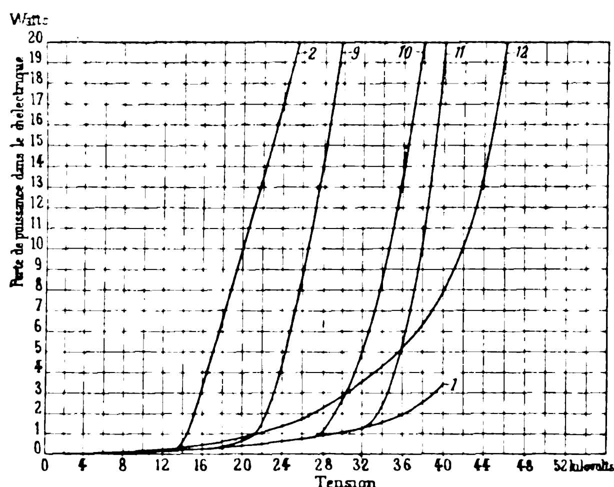


Fig. 10. — Variation des pertes d'énergie dans le diélectrique des câbles en fonction de la tension pour des valeurs de pression d'air supérieures à la pression atmosphérique ; 1, câble avec recouvrement de plomb ; 2, câble dans un tube, pression atmosphérique ; 9, pression égale à celle d'une colonne de mercure de 1 000 mm ; 10, de 1 770 mm ; 11, de 2 310 mm ; 12, de 3 340 mm.

Pour être fixé à ce sujet, il faut faire une épreuve de flexion suivie d'une épreuve de percement. Ces épreuves qui sont exigées dans les prescriptions de presque tous les pays, y compris les Pays-Bas, forment donc le complément nécessaire de la mesure des pertes diélectriques, ainsi que le montrent les nombreuses expériences effectuées sur divers types de câbles tant monophasés que triphasés.

Influence de l'air et de l'humidité dans le papier isolant imprégné. — Sous ce titre, MM. J.-B. Whitehead et F. Hamburger (Etats-Unis) exposent dans un rapport les résultats d'une étude très complète ayant pour but de rechercher l'influence de différentes quantités de résidu d'air dans l'isolant en papier imprégné.

Dans ce but, ces auteurs ont construit un grand nombre d'échantillons aussi identiques que possible qu'ils imprégnaient dans les mêmes conditions, sauf toutefois en ce qui concerne la pression de l'air. Les essais étaient effectués par une méthode déduite du pont de Schering ; ils ont conduit aux conclusions suivantes que nous reproduisons textuellement.

« 1. Pendant le séchage à la pression atmosphérique du papier utilisé dans la fabrication des câbles, la plus grande quantité de l'humidité absorbée est libérée entre 75° et 80° C. A des températures plus basses, la conductivité électrique sous l'application continue de la tension croît avec le temps suivant l'effet d'Evershed. A des températures plus élevées, le papier prend les caractéristiques d'un diélectrique plus absorbant.

» 2. En faisant sécher le papier par l'élévation de la température, l'état final invariable de ce dernier dépend de la température, du temps et de l'humidité relative de l'atmosphère. Des échantillons similaires soumis à la même opération de séchage, mais à des temps différents, peuvent présenter un résidu d'humidité et des propriétés électriques très dissemblables.

» Une période de séchage de 72 heures à 105° C, dans une atmosphère sèche, fait du papier un excellent isolant, bien que celui-ci contienne toujours de l'humidité et présente une grande absorption électrique.

» 3. L'opération d'évacuation qui suit celle du séchage par la chaleur est importante, surtout au point de vue de la suppression de l'humidité résiduelle. Néanmoins, elle ne présente pas la même importance à ce point de vue que la période initiale de séchage. Les différences dans l'humidité de la période initiale de séchage se manifestent par la période ultérieure d'évacuation sous des pressions équivalentes à celles d'une colonne de mercure de 1, 2 et 3 cm et au-dessus.

» 4. Après imprégnation, la conductivité et l'absorption croissent fortement à des températures plus élevées, mais pour, la température atmosphérique, leurs valeurs sont à peu près les mêmes que celles du papier sec non imprégné. Les différences sont, apparemment, dues à la conductivité du compound imprégnant.

» 5. Avec une période de 4 jours pour le séchage, l'évacuation et l'imprégnation, on obtient, pour toutes les pressions d'imprégnation jusqu'à celle correspondant à la pression d'une colonne de mercure de 10 cm et pour les températures jusqu'à 50° C, des courbes du facteur de puissance en fonction de la tension complètement plates dans l'intervalle de 20 à 300 volts par millimètre, pour les valeurs de ce facteur de puissance voisines de 0,005. A des températures plus élevées, les courbes sont plus hautes et présentent un maximum dans le voisinage de 45 volts par millimètre, le facteur de puissance allant ensuite en décroissant continuellement avec l'augmentation de la tension.

» 6. Jusqu'à une pression d'imprégnation correspondant à celle d'une colonne de mercure de 10 mm, les différences dans l'état original des échantillons, en ce qui concerne l'humidité, produisent une légère variation de la valeur finale du facteur de puissance et n'ont pas d'influence importante sur la forme de la courbe. Une grande occlusion d'humidité fait croître le facteur de puissance.

» 7. La pression d'imprégnation jusqu'à celle d'une

colonne de mercure de 10 cm ne donne lieu à aucune tendance à la rupture ou à la montée de la courbe du facteur de puissance attribuée habituellement à l'ionisation des gaz.

» Au-dessus de cette pression apparaissent des courbes ascendantes du facteur de puissance. Elles présentent une forme typique de l'ionisation pour une pression équivalente à celle d'une colonne de mercure de 25 cm.

» 8. Des courbes typiques d'ionisation gazeuse ont été obtenues et contrôlées en faisant varier l'étanchéité de la gaine de plomb ou des électrodes d'essai. Il apparaît que des courbes ascendantes du facteur de puissance trouvées, pour des câbles, sont dues, selon toute probabilité, à des gaines de garniture mal assemblées ou à une imprégnation imparfaite provoquant des couches d'air étendues plutôt qu'au résidu initial de l'air, tel qu'il dépend de la pression d'évacuation.

» 9. Le facteur de puissance et l'absorption diélectrique suivent des lois traduites par des courbes semblables, et la dernière pourra très vraisemblablement servir à la prédétermination des propriétés du câble. »

Influence du vide intérieur et de l'ionisation sur la durée des cables a haute tension isolés au papier imprégné. — Un rapport ainsi intitulé a été présenté par M. A. Smocroff (Russie) qui a étudié la même question que celle faisant l'objet du rapport précédent.

Recherches sur l'échauffement des cables souterrains. Un nouveau type de cable. — MM. Konstantinowsky et Tschiassny (Tchécoslovaquie) ont fait connaître le résultat d'expériences sur cette question. Ces auteurs ont renoncé à déterminer la résistance thermique intérieure des câbles en faisant des essais d'échauffement sur divers morceaux de câbles ou sur des câbles posés, car il aurait été nécessaire de disposer, pour les expériences, d'une grande quantité de types de câbles présentant des différences de section de cuivre, d'épaisseur d'isolement, d'épaisseur de papier métallisé, etc. Même en assumant les frais considérables qui seraient ainsi nécessités, on aurait à compter avec une source importante d'erreurs provenant des irrégularités de fabrication. Les auteurs ont préféré adopter une méthode différente basée sur l'analogie de l'équation différentielle de la conductibilité thermique et de la propagation des courants électriques. Cette analogie permet de transposer le problème thermique en un problème électrique plus facile à résoudre.

Dans ce but, ils ont rempli une cuve d'électrolyte et y ont placé quatre conducteurs métalliques cylindriques. L'un des cylindres, appelé B, représente le blindage de plomb, et les autres, A_1, A_2, A_3, les conducteurs de cuivre. On parvient ainsi à déterminer, sur la base d'une résistivité connue d'une matière isolante, la résistance thermique des différents types de câbles. Pour créer la possibilité de faire les essais comparatifs également sur les câbles qui sont constitués par des couches métalliques enroulées sur les conducteurs isolés, « câble tripolaire H », les auteurs ont construit des cages spéciales ayant pour but d'imiter les couches métalliques et le rôle qu'elles jouent dans la transmission de la chaleur.

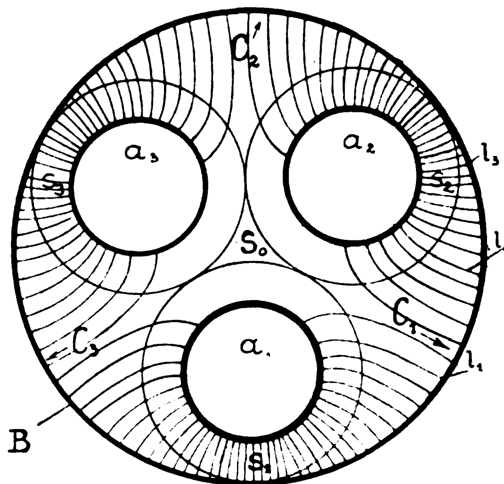


Fig. 11. — Lignes du courant thermique dans un câble triphasé ordinaire.

Les figures 11, 12 et 13 montrent schématiquement les courants thermiques dans le câble et le rôle de la couche métallique.

Dans la figure 12, se rapportant à un câble ordinaire, les lignes de courant thermique l_1 et l_2 sortent de la surface des conducteurs de cuivre A_1, A_2, A_3 et se répandent vers le blindage B.

Supposons que les surfaces des conducteurs isolés soient entourées des couches métalliques f_1, f_2, f_3,

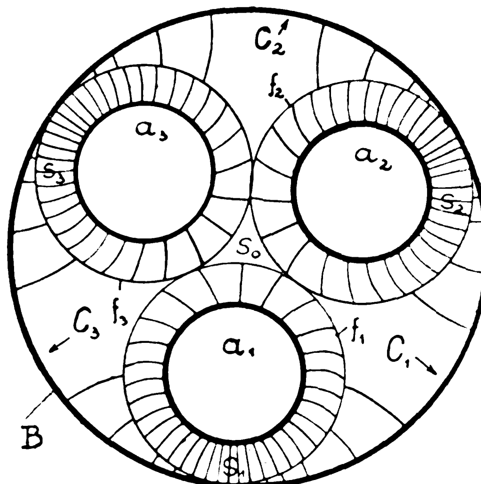


Fig. 12. — Lignes du courant thermique dans un câble du type H.

comme c'est le cas pour le câble métallisé, la partie de l'isolant comprise entre les couches métalliques et le plomb n'est parcourue que par une partie seulement

Cette même question a été étudiée par MM. Proos, Whitehead et Hamburger et Smouroff.

La courbe des pertes diélectriques comme indice de la qualité des cables. — Le rapport présenté par M. C.-F. Proos (Pays-Bas) met en évidence le fait que si la courbe de variation des pertes diélectriques d'un câble en fonction de la tension appliquée permet de juger si les propriétés électriques des câbles, déterminées surtout par la qualité de l'isolant, sont telles que l'on peut craindre en service des échauffements locaux provoquant la carbonisation et le percement du câble, cette courbe de variation des pertes diélectriques ne permet pas de juger de l'exécution mécanique de l'isolation, ni des détériorations qui pourraient se produire, sous ce rapport, lors de la fabrication et de la pose.

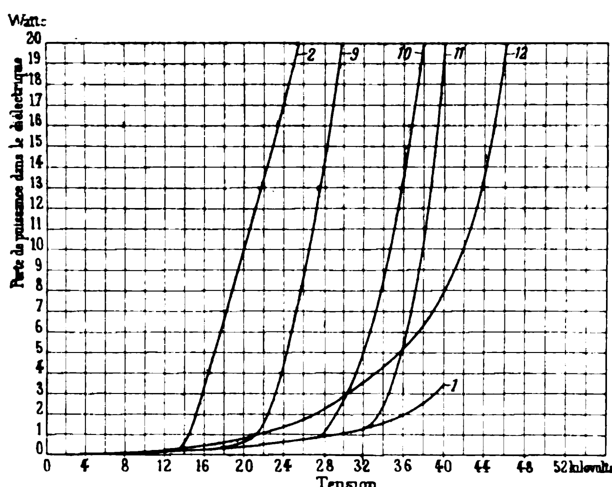


Fig. 10. — Variation des pertes d'énergie dans le diélectrique des câbles en fonction de la tension pour des valeurs de pression d'air supérieures à la pression atmosphérique ; 1, câble avec recouvrement de plomb ; 2, câble dans un tube, pression atmosphérique ; 9, pression égale à celle d'une colonne de mercure de 1 000 mm ; 10, de 1 770 mm ; 11, de 2 310 mm ; 12, de 3 340 mm.

Pour être fixé à ce sujet, il faut faire une épreuve de flexion suivie d'une épreuve de percement. Ces épreuves qui sont exigées dans les prescriptions de presque tous les pays, y compris les Pays-Bas, forment donc le complément nécessaire de la mesure des pertes diélectriques, ainsi que le montrent les nombreuses expériences effectuées sur divers types de câbles tant monophasés que triphasés.

Influence de l'air et de l'humidité dans le papier isolant imprégné. — Sous ce titre, MM. J.-B. Whitehead et F. Hamburger (États-Unis) exposent dans un rapport les résultats d'une étude très complète ayant pour but de rechercher l'influence de différentes quantités de résidu d'air dans l'isolant en papier imprégné.

Dans ce but, ces auteurs ont construit un grand nombre d'échantillons aussi identiques que possible qu'ils imprégnaient dans les mêmes conditions, sauf toutefois en ce qui concerne la pression de l'air. Les essais étaient effectués par une méthode déduite du pont de Schering ; ils ont conduit aux conclusions suivantes que nous reproduisons textuellement.

« 1. Pendant le séchage à la pression atmosphérique du papier utilisé dans la fabrication des câbles, la plus grande quantité de l'humidité absorbée est libérée entre 75° et 80° C. A des températures plus basses, la conductivité électrique sous l'application continue de la tension croît avec le temps suivant l'effet d'Evershed. A des températures plus élevées, le papier prend les caractéristiques d'un diélectrique plus absorbant.

» 2. En faisant sécher le papier par l'élévation de la température, l'état final invariable de ce dernier dépend de la température, du temps et de l'humidité relative de l'atmosphère. Des échantillons similaires soumis à la même opération de séchage, mais à des temps différents, peuvent présenter un résidu d'humidité et des propriétés électriques très dissemblables.

» Une période de séchage de 72 heures à 105° C, dans une atmosphère sèche, fait du papier un excellent isolant, bien que celui-ci contienne toujours de l'humidité et présente une grande absorption électrique.

» 3. L'opération d'évacuation qui suit celle du séchage par la chaleur est importante, surtout au point de vue de la suppression de l'humidité résiduelle. Néanmoins, elle ne présente pas la même importance à ce point de vue que la période initiale de séchage. Les différences dans l'humidité de la période initiale de séchage se manifestent par la période ultérieure d'évacuation sous des pressions équivalentes à celles d'une colonne de mercure de 1, 2 et 3 cm et au-dessus,

» 4. Après imprégnation, la conductivité et l'absorption croissent fortement à des températures plus élevées, mais pour, la température atmosphérique, leurs valeurs sont à peu près les mêmes que celles du papier sec non imprégné. Les différences sont, apparemment, dues à la conductivité du compound imprégnant.

» 5. Avec une période de 4 jours pour le séchage, l'évacuation et l'imprégnation, on obtient, pour toutes les pressions d'imprégnation jusqu'à celle correspondant à la pression d'une colonne de mercure de 10 cm et pour les températures jusqu'à 50° C, des courbes du facteur de puissance en fonction de la tension complètement plates dans l'intervalle de 20 à 300 volts par millimètre, pour les valeurs de ce facteur de puissance voisines de 0,005. A des températures plus élevées, les courbes sont plus hautes et présentent un maximum dans le voisinage de 45 volts par millimètre, le facteur de puissance allant ensuite en décroissant continuellement avec l'augmentation de la tension.

» 6. Jusqu'à une pression d'imprégnation correspondant à celle d'une colonne de mercure de 10 mm, les différences dans l'état original des échantillons, en ce qui concerne l'humidité, produisent une légère variation de la valeur finale du facteur de puissance et n'ont pas d'influence importante sur la forme de la courbe. Une grande occlusion d'humidité fait croître le facteur de puissance.

» 7. La pression d'imprégnation jusqu'à celle d'une

colonne de mercure de 10 cm ne donne lieu à aucune tendance à la rupture ou à la montée de la courbe du facteur de puissance attribuée habituellement à l'ionisation des gaz.

» Au-dessus de cette pression apparaissent des courbes ascendantes du facteur de puissance. Elles présentent une forme typique de l'ionisation pour une pression équivalente à celle d'une colonne de mercure de 25 cm.

» 8. Des courbes typiques d'ionisation gazeuse ont été obtenues et contrôlées en faisant varier l'étanchéité de la gaine de plomb ou des électrodes d'essai. Il apparait que des courbes ascendantes du facteur de puissance trouvées, pour des câbles, sont dues, selon toute probabilité, à des gaines de garniture mal assemblées ou à une imprégnation imparfaite provoquant des couches d'air étendues plutôt qu'au résidu initial de l'air, tel qu'il dépend de la pression d'évacuation.

» 9. Le facteur de puissance et l'absorption diélectrique suivent des lois traduites par des courbes semblables, et la dernière pourra très vraisemblablement servir à la prédétermination des propriétés du câble. »

Influence du vide intérieur et de l'ionisation sur la durée des cables a haute tension isolés au papier imprégné. — Un rapport ainsi intitulé a été présenté par M. A. Smouroff (Russie) qui a étudié la même question que celle faisant l'objet du rapport précédent.

Recherches sur l'échauffement des cables souterrains. Un nouveau type de cable. — MM. Konstantinowsky et Tschmassny (Tchécoslovaquie) ont fait connaître le résultat d'expériences sur cette question. Ces auteurs ont renoncé à déterminer la résistance thermique intérieure des câbles en faisant des essais d'échauffement sur divers morceaux de câbles ou sur des câbles posés, car il aurait été nécessaire de disposer, pour les expériences, d'une grande quantité de types de câbles présentant des différences de section de cuivre, d'épaisseur d'isolement, d'épaisseur de papier métallisé, etc. Même en assumant les frais considérables qui seraient ainsi nécessités, on aurait à compter avec une source importante d'erreurs provenant des irrégularités de fabrication. Les auteurs ont préféré adopter une méthode différente basée sur l'analogie de l'équation différentielle de la conductibilité thermique et de la propagation des courants électriques. Cette analogie permet de transposer le problème thermique en un problème électrique plus facile à résoudre.

Dans ce but, ils ont rempli une cuve d'électrolyte et y ont placé quatre conducteurs métalliques cylindriques. L'un des cylindres, appelé B, représente le blindage de plomb, et les autres, A_1, A_2, A_3, les conducteurs de cuivre. On parvient ainsi à déterminer, sur la base d'une résistivité connue d'une matière isolante, la résistance thermique des différents types de câbles. Pour créer la possibilité de faire les essais comparatifs également sur les câbles qui sont constitués par des couches métalliques enroulées sur les conducteurs isolés, « câble tripolaire H », les auteurs ont construit des cages spéciales ayant pour but d'imiter les couches métalliques et le rôle qu'elles jouent dans la transmis-

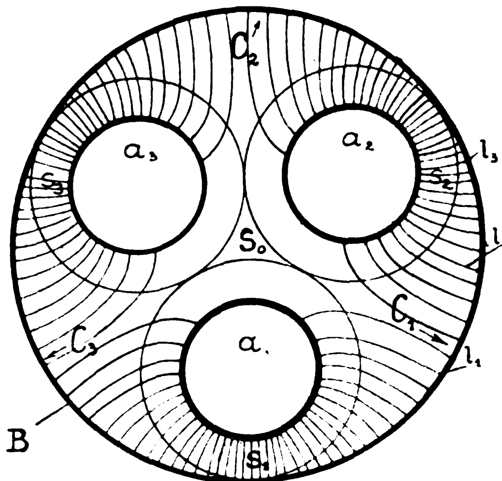


Fig. 11. — Lignes du courant thermique dans un câble triphasé ordinaire.

sion de la chaleur. Les figures 11, 12 et 13 montrent schématiquement les courants thermiques dans le câble et le rôle de la couche métallique.

Dans la figure 12, se rapportant à un câble ordinaire, les lignes de courant thermique l_1 et l_2 sortent de la surface des conducteurs de cuivre A_1, A_2, A_3 et se répandent vers le blindage B.

Supposons que les surfaces des conducteurs isolés soient entourées des couches métalliques f_1, f_2, f_3,

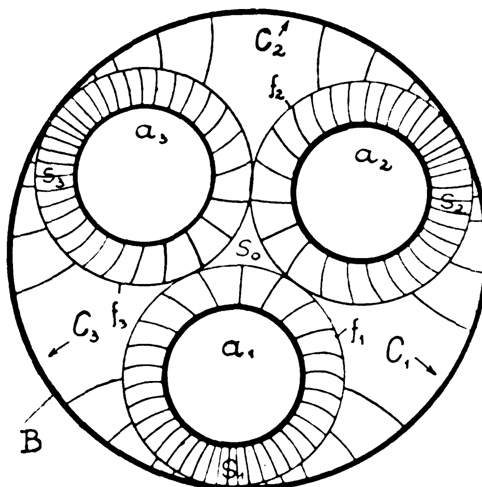


Fig. 12. — Lignes du courant thermique dans un câble du type H.

comme c'est le cas pour le câble métallisé, la partie de l'isolant comprise entre les couches métalliques et le plomb n'est parcourue que par une partie seulement

des courants thermiques, le reste du courant thermique suivant les couches métalliques elles-mêmes, ainsi qu'on l'a indiqué sur la figure 12. Enfin, la figure 13 représente le cas extrême où trois câbles à un

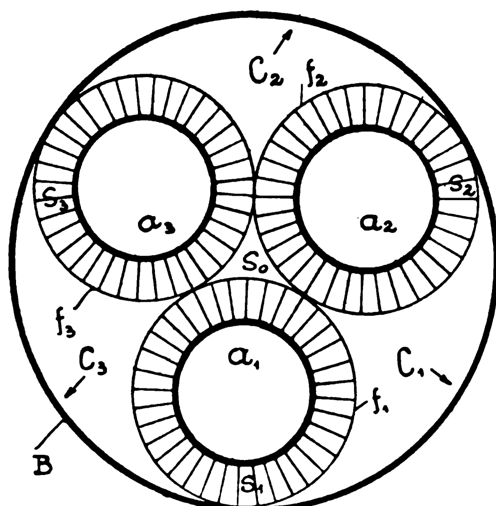


Fig. 13. — Lignes du courant thermique dans un câble composé de trois câbles à un conducteur mis en parallèle.

conducteur sont placés l'un près de l'autre, soit en parallèle, soit en câble toroné.

Les modèles électriques ont été établis de manière à permettre de faire varier d'une façon simple la conductibilité thermique des organes qui représentent les couches métalliques en constituant ceux-ci par une série de barreaux entre lesquels étaient insérées des résistances variables.

Les essais ont porté sur les câbles ordinaires, sur les câbles métallisés du type H dans lequel l'enveloppe de

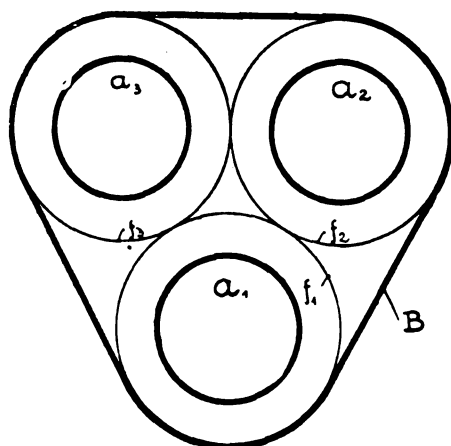


Fig. 14. — Section d'un câble type SO-H.

plomb a une section circulaire, enfin sur un nouveau type de câble SO-H dû à M. Sonnenfeld et dont la figure 14 représente une section.

Il résulte de ces essais que le câble SO-H est susceptible de supporter une densité de courant supérieure en moyenne de 5 pour 100 de celle des câbles H, et bien supérieure à la densité de courant admissible dans les câbles non métallisés. Ainsi qu'on peut s'en rendre compte sur la figure 15, ce résultat est obtenu par la suppression d'une bonne partie du bourrage nécessité par la forme habituelle.

Les câbles du type SO-H sont d'un prix inférieur aux câbles du type H, en raison de l'économie réalisée sur le plomb et sur la matière isolante. La fabrication de ce nouveau câble ne présente d'ailleurs pas de complication spéciale.

Condensateurs a cable. — M. Silbermann (Allemagne) a présenté un nouveau type de condensateur dit condensateur à câble, qui présente divers avantages sur les condensateurs statiques actuellement utilisés ; cette communication a été illustrée de projections d'un grand intérêt.

Rapport général sur les spécifications techniques a exiger pour la fourniture et les essais des cables a haute tension. — Le Secrétariat général de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension avait prié le Comité national électrotechnique de faire une enquête internationale concernant les prescriptions d'épreuve pour les câbles à haute tension ; ce comité, présidé par M. Bellaar Spruyt, a présenté un rapport général sur cette question. Nous ne pouvons songer à le reproduire in extenso ; nous nous contenterons de rappeler les questions posées par ce comité aux délégués officiels de la session de 1925 et les conclusions résultant de la comparaison des réponses obtenues.

Les questions posées étaient les suivantes :

» *a*) Quelles sont les prescriptions en vigueur dans votre pays pour l'épreuve de câbles à haute tension ?

« *b*) Ces prescriptions sont-elles admises comme justes dans votre pays, ou bien a-t-on proposé de les modifier ou de les compléter ?

« *c*) Dans ce dernier cas, quelles sont ces propositions ? Tendent-elles à obtenir un examen diélectrique plus approfondi ou bien à élever les tensions d'épreuve ? »

Les conclusions résultant de la comparaison des réponses à ces questions sont les suivantes :

« 1. Outre les prescriptions pour les épreuves de tension et de flexion qui sont déjà usitées généralement, on ressent, dans la plupart des pays, le besoin de prescriptions complémentaires permettant de mieux juger de la qualité des câbles.

» 2. Dans ce but, on a proposé de différents côtés soit la mesure des pertes diélectriques en fonction de la tension et de la température, soit la détermination de la courbe de durée de percement, soit l'épreuve, en courant continu, à un multiple élevé de la tension de régime.

» 3. La meilleure solution consisterait peut-être en une combinaison de la mesure des pertes diélectriques et de la détermination de la courbe de durée de perce-

ment, de sorte que l'on pourrait éventuellement augmenter la tension d'épreuve suivant la valeur trouvée pour la tension asymptotique (1).

» 4. Pour la livraison internationale de câbles, il serait très désirable de normaliser, au moins, les prescriptions d'épreuve d'une manière uniforme. C'est dans ce but que le comité propose d'instituer une commission chargée d'étudier cette question et de soumettre à la prochaine session de la Conférence une proposition de prescriptions d'épreuves complémentaires pour les câbles à haute tension, afin que la Conférence puisse transmettre une proposition dans ce sens à la Commission électrotechnique internationale. »

Discussion. — La question des câbles a donné lieu à une importante discussion à laquelle ont pris part MM. Gigot (France), Decombe (France), Duval (France), Soleri (Italie), Vernier (Grande-Bretagne), Riley (Grande-Bretagne), Bellaar Spruyt (Pays-Bas), Konstantinowsky (Tchécoslovaquie), Barrat (Belgique). Cette discussion a porté notamment sur les méthodes d'essais des câbles, sur les propriétés isolantes du compound et du papier, sur le gradient de potentiel, sur le vieillissement des câbles et sur l'influence de l'air occlus sur leurs caractéristiques.

Etant donné l'importance des points traités, la Conférence a adopté la proposition faite par M. Bellaar Spruyt dans son rapport général, et a décidé qu'une commission spéciale continuera à étudier la question des câbles pour chercher à mettre sur pied un projet de méthodes d'essai qui pourrait être transmise à la Commission électrotechnique internationale. Cette commission comprendra notamment MM. Bellaar Spruyt, Soleri et Delon, auxquels pourront se joindre les membres qui désirent collaborer à cette étude spéciale des câbles.

Isolation des lignes.

Deux types d'isolateurs nouveaux ont été présentés par MM. Montandon et Le Moigne, et par M. Hawley. M. Austin a exposé les résultats d'essais de dispositifs nouveaux améliorant l'isolement des lignes.

Enfin divers rapporteurs ont fait connaître les résultats d'exploitation des lignes à haute tension et les essais que suggèrent les difficultés habituelles.

Amélioration apportée a l'isolement des lignes a haute tension situées au voisinage de la mer. — MM. A. Montandon et Y. Le Moigne (France) ont exposé dans un rapport ainsi intitulé la solution d'un intéressant problème d'amélioration de l'isolement des lignes, dans des conditions spéciales.

Les auteurs ont rencontré des difficultés sur une ligne à 70 000 v installée au Maroc et longeant, sur une partie de son parcours, le bord de la mer. Les embruns sont chassés par le vent vers l'intérieur des terres de sorte que l'on trouve des dépôts salins sur des isolateurs jusqu'à une dizaine de kilomètres de la mer. Dans ces conditions, pour les régions particulièrement exposées à ces embruns, l'isolement des lignes était absolument insuffisant et a causé de nombreux déclenchements rendant l'exploitation du réseau à peu près impossible.

Les exploitants connurent quelque répit pendant les périodes de pluie et les quelques semaines qui suivirent ces périodes. La durée de ces répits elle-même ne tarda pas à diminuer, probablement parce que l'adhérence des poussières à l'émail de l'isolateur devenait de plus en plus énergique.

Aujourd'hui, l'observateur qui se promène de nuit sur les lignes, dans les parties voisines de la mer qui n'ont pas encore reçu le nouvel équipement, observe les phénomènes suivants :

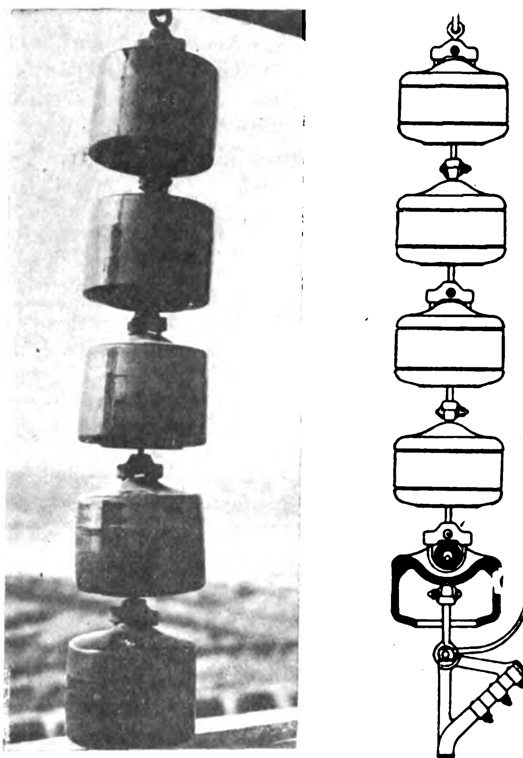


Fig. 15 et 16. — Isolateur type B. M. (bord de mer).

Si le temps est très sec, par jour de siroco, ou s'il a plu fortement dans les jours qui ont précédé, la ligne ne présente aucune anomalie. Si le temps est relativement peu humide on constate, sur certains isolateurs, des petits points lumineux violets dus à l'existence d'arcs très courts et permanents : parfois, ces petits arcs, très nombreux et très serrés, forment une couronne lumineuse dans la partie rentrante inférieure de l'élément. Si le temps est plus humide on constate, outre les phénomènes déjà décrits, l'existence d'arcs souvent permanents, quelquefois intermittents, entre

(1) On entend par « tension asymptotique » la tension à laquelle il ne se produit plus de percement, même après une très longue durée (Voir figure 8).

deux isolateurs successifs. Le sifflement de ces arcs s'entend et on les reconnaît ainsi, lorsque le clair de lune ne permet pas de les voir. Si le temps est franchement humide, en plus des phénomènes signalés, on constate l'existence, parfois permanente, plus souvent intermittente, d'arcs très lumineux de couleur jaune et très sonores. Ces arcs entraînent probablement la combustion du sodium, ce qui leur donne cette coloration.

Après de nombreuses observations et des essais divers, les auteurs ont été amenés à créer un isolateur d'un type nouveau qu'ils ont appelé B. M. (bord de mer) et qui est représenté sur les figures 15 et 16.

La ligne de fuite intérieure de cet isolateur, la seule avec laquelle il convient de compter durant les sept à huit mois d'été, mesure environ 23 cm ; la ligne de fuite extérieure, sur laquelle on peut compter durant la période des pluies et dont l'isolement viendra s'ajouter à celui de la ligne intérieure, mesure environ 38 cm ; la ligne de fuite d'un élément Hewlett mesure 28 cm.

La disposition adoptée pour assurer l'isolement des lignes de transmission d'énergie contre les effets conducteurs des embruns et poussières s'applique indistinctement à tout modèle d'isolateur, aux capots et tiges aussi bien qu'aux isolateurs Hewlett.

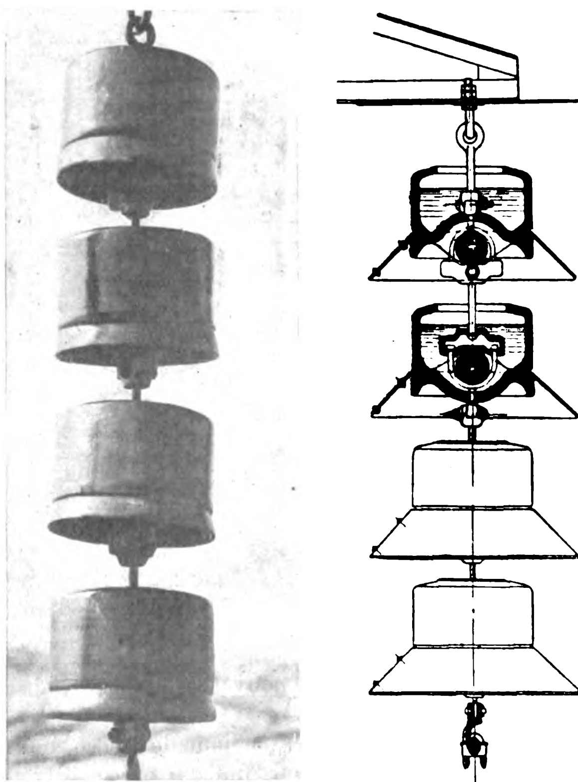


Fig. 17 et 18. — Isolateur type B. H. (bain d'huile).

En cherchant à améliorer l'isolateur B. M., les auteurs ont imaginé de le disposer de façon qu'il constitue un récipient pouvant contenir un corps liquide isolant, tel que l'huile. Les figures 17 et 18 représentent ce type qui a reçu la désignation B. H. (bain d'huile).

Les courbes des minima hebdomadaires d'isolement de ces deux types d'isolateurs sont représentées sur les figures 19 et 20, la première se rapportant au type B. M. et la deuxième, au type B. H. On remarque l'amélioration considérable apportée à l'isolement par le type B. H. qui, dans aucun cas, n'est descendu au-dessous de 300 mégohms. Cette valeur est triple de celle obtenue avec la chaîne de cinq isolateurs B. M.; dix fois celle qu'on doit normalement atteindre pour limiter les pertes par isolateur aux valeurs couramment admises de 50 watts par chaîne pour la tension de 70000 volts et 3 000 fois celles couramment enregistrées vers la fin de l'été sur une chaîne de quatre isolateurs Hewlett ordinaires.

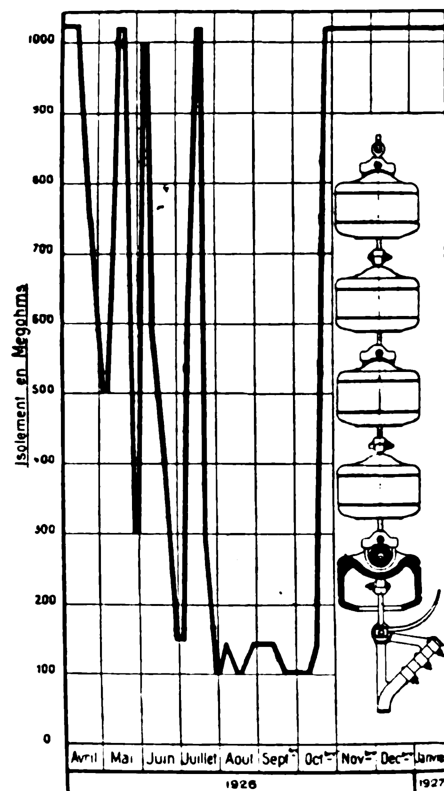


Fig. 19. — Courbe des minima hebdomadaires d'isolement d'une chaîne de 5 isolateurs B. M.

Ces résultats ont donné la conviction aux auteurs que les lignes situées au bord de mer, au Maroc, et les lignes exposées de façon comparable dans le reste du monde peuvent assurer un service satisfaisant si elles sont armées d'un nombre convenable d'isolateurs B. H. remplis d'huile, en alignement, et d'isolateurs B. M. en ancrage.

Isolateurs Hewlett. — M. K.-A. Hawley (Etats-Unis) examine dans un rapport relatif à la résistance mécano-électrique des isolateurs du type Hewlett en fonction

de la forme et de la nature de leurs attaches métalliques.

Il indique les résultats des essais systématiques qui ont conduit la Locke Insulator Co à créer un nouveau type d'isolateur Hewlett présentant des canaux de section rectangulaire et un nouveau genre de maillons d'attache à matelas souple; puis, il fait connaître l'amélioration des caractéristiques de fonctionnement de l'isolateur Hewlett obtenu par ce dispositif.

Avantages et limitation de l'emploi du bois dans les installations de transport d'énergie. — Ce titre est celui du rapport dans lequel M. A.-O. Austin (Etats-Unis)

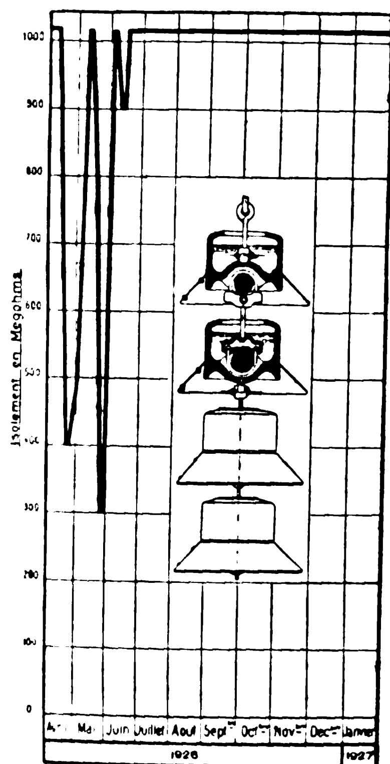


Fig. 10. — Courbe des minima hebdomadaires d'isolement d'une chaine de 4 isolateurs B. H.

étudie diverses dispositions propres à prévenir les amorçages des arcs produits par des coups de foudre ou, d'une façon générale, par des tensions très élevées.

L'auteur a fait, il y a environ treize ans, des recherches qui ont conduit à l'emploi d'un fil de terre isolé, afin d'éliminer les éclatements d'arcs sur une ligne en poteaux de bois équipée d'isolateurs du type rigide pour 66 000 v, montés sur des traverses et des tiges métalliques.

Les accidents sur cette ligne à 66 000 v étaient si graves que l'on se proposait de la transformer entièrement en une ligne équipée d'isolateurs à suspension. Après des recherches très approfondies, il fut recommandé d'enlever le fil de terre existant, ou bien de l'isoler, et c'est cette dernière recommandation qui fut suivie.

Le succès de cette installation conduisit à l'isolement du fil de terre sur plusieurs autres lignes. Quoique l'exploitation ait été ainsi fortement améliorée, ce genre de construction n'a jamais reçu la considération qu'il méritait en comparaison des résultats obtenus, et ceci paraît devoir être attribué à l'absence de renseignements sur la valeur réelle du système.

Par fil de terre isolé, on entend un fil de terre isolé d'un support en bois, mais mis à la terre comme tous les fils de terre ordinaires montés sur poteaux en bois ou supports métalliques. Le fil de descente à la terre doit être installé à une certaine distance du poteau afin de ne pas éliminer l'isolement apporté par celui-ci.

Pour différencier ce fil supplémentaire du fil de terre ordinaire, l'auteur le désigne sous le nom de « fil de contre-potentiel », terme qui est la traduction de la désignation anglaise « counter potential wire ».

En général, le principe de cette disposition consiste à augmenter le potentiel au sommet du support par la libération d'une charge latente. Ce résultat peut être obtenu sur une ligne de poteaux en bois en plaçant un conducteur parallèle aux conducteurs d'énergie et en connectant ce conducteur aux traverses métalliques supportant les isolateurs, la partie du poteau en dessous des traverses étant considérée comme un isolateur. Puisque le potentiel du support et celui du conducteur augmenteront simultanément à la suite de la disparition du champ au-dessus de la ligne, la seule action exercée sur l'isolateur sera due à la différence de potentiel entre le fil de contre-potentiel et les conducteurs.

Si le fil de contre-potentiel est placé au-dessus du support ou des conducteurs d'énergie, le sommet du poteau ou les traverses peuvent être soumis à un potentiel plus élevé que celui des conducteurs d'énergie, de telle sorte qu'il y aura tendance à une décharge entre support et ce fil, plutôt qu'entre conducteurs et support. Etant donné que le fil de contre-potentiel peut supporter une charge plus élevée que les conducteurs, il est possible de compenser la fuite sur des poteaux mouillés ou par des résistances d'écoulement placées le long de la ligne entre les traverses et la terre.

Le fil de contre-potentiel peut être introduit dans la station à l'endroit où l'on désire avoir la protection totale contre les arcs jusqu'à la station. Ce conducteur élimine le danger d'incendie limitant si souvent l'emploi des poteaux de bois. Le fil de contre-potentiel peut être utilisé, en outre, pour renforcer certains types de supports et même pour les communications téléphoniques s'il est légèrement isolé.

L'auteur reproduit dans son rapport un ensemble de photographies d'amorçages d'arcs à très haute fréquence avec des agencements divers qui font apparaître les avantages de cette disposition, ainsi que l'emploi de traverses de bois dans l'équipement des supports.

La protection des chaines d'isolateurs de suspension. — Cette question a été exposée par M. K.-A. Hawley (Etats-Unis).

En se reportant aux travaux et aux publications de MM. F.-W. Peek, Sindeband, Sporn et F.-G. Baum, l'auteur examine le phénomène de l'amorçage d'un arc d'une part, dans le cas d'une onde à fréquence normale, et d'autre part, sous l'effet d'une onde de haute fréquence telle que celle due aux surtensions causées par la foudre.

Il examine ensuite la protection des chaînes d'isolateurs à l'aide de cornes et il conclut, conformément aux connaissances acquises dans le fonctionnement de plusieurs des plus importants réseaux aux Etats-Unis, ainsi que dans les expériences de laboratoire, que le dispositif le plus efficace paraît devoir être constitué par un berceau répartiteur protecteur placé à la partie inférieure de la chaîne et une corne d'amorçage qui serait prévue à la partie supérieure.

Le berceau répartiteur améliore la répartition du potentiel le long de la chaîne et la protège contre l'effet destructif des arcs.

Pour conclure, l'auteur rappelle les caractères physiques des principales lignes de transmission qui, aux Etats-Unis, ont adopté le berceau répartiteur Locke pour la protection de leurs isolateurs. Nous reproduisons cette partie du rapport qui constitue un ensemble documentaire très important.

« *Ligne Philo-Canton.* — Conducteurs du sommet et du milieu : Chaînes de 11 éléments Ohio-Brass n° 25622; pas de la chaîne, 4 pouces 3/4 (12,08 cm).

Conducteur inférieur : Chaînes de 10 éléments Ohio-Brass n° 25622; pas de la chaîne, 4 pouces 3/4 (12,08 cm).

Chaînes d'ancrage : Chaînes de 12 éléments Ohio-Brass n° 25622; pas de la chaîne, 4 pouces 3/4 (12,08 cm).

Lignes doubles : 132 kv.

Topographie de la région : vallonnée.

Longueur, 73 miles (118 km); circuit, 146 miles (256 km).

Exploitée par la Ohio Power Co.

Puissance en kilowatts : A l'extrémité de Philo, actuellement, 80000 kw; maximum possible, 240000 kw.

» *Ligne de Twin-Branch.* — Conducteurs du sommet et du milieu : Chaînes de 10 éléments Locke n° 8400; pas de la chaîne, 5 3/4 pouces (14,6 cm).

Conducteur inférieur : Chaînes de 9 éléments Locke n° 8400; pas de la chaîne 5 pouces 3/4 (14,6 cm).

Chaînes d'ancrage : Chaînes de 11 éléments Locke n° 8400; pas de la chaîne, 5 pouces 3/4 (14,6 cm).

Ligne simple : 132 kv.

Topographie de la région : plate.

Longueur de la ligne ou du circuit (ligne simple), 130,5 miles (210 km).

Exploitée par la Ohio Power Co.

Puissance en kilowatts : A l'extrémité de Twin-Branch, actuellement, 80000 kw; maximum possible, 240000 kw.

» *Ligne Logan-Saint-Albans.* — Chaînes de suspension : 10 éléments Ohio-Brass n° 25622; pas des chaînes, 4 pouces 3/4 (12,08 cm).

Chaînes d'ancrage : 18 éléments Ohio-Brass n° 25620; pas de la chaîne, 5 pouces (12,7 cm).

Circuit double 132 kv.

Exploitée par la Kentucky West Virginia Power Co.

Topographie du terrain : extrêmement accidenté montagneux. Les longues portées sont les plus nombreuses.

Longueur de la ligne, 40 miles (102 km); du circuit, 80 miles (204 km).

Puissance actuelle en kilowatts, 40000 kw.

» *Ligne Roanke-Lynchburg.* — Chaînes de suspension : 10 éléments Ohio-Brass n° 25622; pas de la chaîne, 4 pouces 3/4 (12,08 cm).

Chaînes d'ancrage : 12 éléments Ohio-Bras n° 25622; pas de la chaîne, 4 pouces 3/4 (12,08 cm).

Ligne simple : 132 kv.

Exploitée par la Central Virginia Power Co.

Topographie de la région : accidentée et vallonnée. Longueur de la ligne et du circuit (ligne simple) : 43 milles.

Puissance, en kilowatts à Roanke : vapeur, 7000 kw; hydraulique, 2926 kw.

Puissance, en kilowatts à Lynchburg : vapeur, 3000 kw; hydraulique, 4500 kw.

» *Ligne Logan-Clenlyn.* — Chaînes de suspension : 10 éléments Locke n° 8401; pas de la chaîne, 5 pouces 1/8 (10,75 cm).

Chaînes d'ancrage : 12 éléments Locke n° 8401; pas de la chaîne, 5 pouces 1/8 (10,25 cm).

Topographie de la région : très accidentée et vallonnée.

Longueur de la ligne, 75 miles; du circuit, 150 miles.

Puissance en kilowatts, à Loganh : vapeur, 40000 kw; Clenlyn, hydraulique, 80000 kw.

» *Ligne Switchbach-Klingsport.* — Ligne simple 132 kv.

Longueur, 110 miles (177 km).

Région vallonnée.

Puissance, 12000 kw à Kingsport.

Exploitée par la Appalacian electric Power Co.

» Des berceaux répartiteurs protecteurs ont été également installés sur tous les principaux réseaux à 110000 v qui ont été construits sous la direction de MM. Stevens et Wood de New-York, et qui sont exploités par la Pensylvanie Ohio Power Company.

» Les caractéristiques de ces réseaux sont indiquées dans les descriptions succinctes suivantes :

» *Ligne de la Youngstow Sheet and Tube.* — Ce circuit est constitué par une double ligne à 66 kv sur pylônes acier de 2,4 miles de longueur. La ligne est constituée par 9 pylônes, la portée moyenne étant de 800 feet (244 m), la portée maximum étant de 900 feet (275 m) et 18 poteaux en bois entre lesquels les portées varient de 300 feet à 400 feet (92 à 124 m), la portée maximum étant de 537 feet (164 m). La ligne est prévue pour fonctionner à 132 kv; elle est composée de 6 câbles

aluminium-acier de 26 × 7 brins, d'une section totale de 266 800 circular mils (133,1 mm²) et d'un câble de terre en acier gainé de cuivre soudé. Les conducteurs sont tendus à 5 000 livres (2 270 kg) comme effort de tension maximum et le câble de terre est tendu à 4 600 livres (2 009 kg) comme effort de tension maximum. La tension mécanique des lignes est basée sur les charges indiquées pour la catégorie B. Les isolateurs sont des isolateurs n° 8 400 de la Locke Insulator Corporation par chaînes de trois unités. La ligne est entièrement équipée avec des berceaux répartiteurs protecteurs Locke et cornes d'amorçage. Le but de cette ligne est d'alimenter en puissance les Laminoirs de la Youngstown Sheet and Tube Company et Campbell, Ohio, en partant des environs de Youngstown où la puissance est empruntée au circuit de Boardman-Lowellville.

Ligne de Lowellville-Masury. — Ce circuit est constitué par une double ligne supportée par des pylônes en acier, prévue et fonctionnant à 66 kv. Elle part de l'usine génératrice de Lowellville pour aboutir à la sous-station de Masury à Masury-Ohio. La longueur de cette ligne est de 13,2 miles (21,100 km environ); elle est montée sur 140 pylônes normaux en acier; la portée normale entre les pylônes étant de 500 feet (153 m) et la portée maximum, de 661 feet (202 m). Elle est constituée par deux circuits de câble de cuivre n° 2 de la Jauge B et S, et d'un circuit de câble de cuivre n° 1/10 de la Jauge B et S, et d'un fil de terre en acier gainé de cuivre soudé de 3/8 d'inch. Les conducteurs sont tendus mécaniquement à 2 000 livres (915 kg) et le fil de terre à 2 200 livres (1 000 kg). L'un des circuits est équipé avec des isolateurs Locke, du type Hewlett 9 140, par chaînes de cinq unités dans les alignements et de six unités dans les ancrages. L'autre circuit est monté à l'aide d'isolateurs Ohio Brass n° 12 464, par chaînes de six unités en alignement et sept unités en ancrage. Les deux circuits sont entièrement équipés avec des berceaux répartiteurs protecteurs et des cornes d'amorçage Locke. Le but de cette ligne est d'alimenter Masury en courant primaire et, d'une façon générale, cette région Nord-Ouest de la Pensylvanie.

» *Ligne de la Masury-Westinghouse.* — Ce circuit est composé d'une ligne double sur pylônes en acier prévue pour un fonctionnement à 66 000 v. Elle est longue de 3,8 miles (6,100 km). Elle part de la sous-station de Masury. Elle passe par Sharon et va alimenter les usines de la Westinghouse electric and Manufacturing Company et de la Sharon Stelle Hoop Co. Elle sert également à alimenter les circuits de Greenville, etc. Elle comprend 69 pylônes. La portée normale étant de 300 feet (92 m), la portée maximum est de 522 feet (160 m). Cette ligne est supportée par des poteaux en bois convenablement haubannés. Les deux circuits sont constitués par des câbles de cuivre n° 1/0 de la Jauge B et S tendus à 1 800 livres (820 kg). Cette ligne est montée avec un câble de terre en acier gainé de cuivre soudé sur une longueur de 3 miles environ (4,800 km). Les deux circuits de cette ligne sont isolés avec des isolateurs Locke Hewlett 9 140 et à peu près 0,8 miles (1 300 km) avec des isolateurs Westinghouse 601. Les deux circuits sont entièrement équipés avec des berceaux répartiteurs protecteurs et cornes d'amorçage Locke. L'objet de cette ligne est de distribuer la puissance à la sous-station de Masury à la grande industrie. Elle sert actuellement comme interconnexion avec les circuits de Greenville.

» *Ligne de Toronto-Boardman.* — Ce circuit est constitué par une ligne double montée sur pylônes en acier prévue pour un fonctionnement à 132 kv. Elle part de l'usine génératrice de Toronto-Ohio et va à la sous-station de Boardman aux environs de Youngstown. Cette ligne est longue de 40 miles (64 km), elle comprend 196 pylônes. La portée normale est de 1 000 feet (305 m), la portée maximum, de 2 125 feet (650 m). Les deux circuits sont constitués par des câbles de cuivre tendus à 6 000 livres (2 730 kg). L'un des circuits est isolé au moyen d'isolateurs Locke Hewlett n° 9 140 et l'autre circuit, au moyen d'éléments Ohio-Brass. Les chaînes d'alignement comportent 9 isolateurs Hewlett ou 10 isolateurs Ohio-Brass. Les chaînes d'ancrage comportent, en chaque cas, un isolateur en plus. Ces deux circuits sont entièrement équipés avec des berceaux répartiteurs protecteurs et des cornes d'amorçage Locke. L'objet de cette ligne est de transmettre l'énergie de l'usine de Toronto jusqu'au territoire desservi. Chacun des circuits a une puissance normale de 75 000 kv-A et peut supporter 125 000 kv-A.

» La Southern California Edison Company exploite trois circuits à 220 kv, les premiers qui fonctionnent à cette tension en Amérique. Chacun a une longueur approximative de 250 miles. Ces circuits sont entièrement équipés en berceaux répartiteurs protecteurs Locke. L'étude de ces derniers a été faite soigneusement en détail et approuvée par les ingénieurs de la Southern California Edison Company. Ces berceaux répartiteurs protecteurs se sont montrés très satisfaisants. Ces réseaux présentent un problème inaccoutumé dans ce sens que plusieurs amorçages se sont produits et ont apparu, par la suite, être dus à de grands oiseaux qui s'étaient perchés sur des pylônes de transmission. Dans chaque cas, l'équipement de protection s'est montré efficace pour éviter la destruction des isolateurs.

» La Pensylvania Power and Light Company a exploité le premier réseau à 220 kv dans la partie orientale des Etats-Unis; ce réseau s'étend de Seigfried à Nawley, dans l'Etat de Pensylvanie, soit une longueur totale de 65 miles. Il existe 325 supports métalliques en portiques avec rehaussement de 5, 10, 15 ou 20 feet (environ 1,53 m, 3,05 m, 4 m ou 6 m). La portée moyenne est de 1 050 feet (environ 320 m) et la portée maximum de 2 400 (environ 740 m). Les angles vifs de ces lignes sont montés sur des mâts ancrés d'une façon appropriée, le diamètre du conducteur est de 1,24 pouces (environ 31,5 mm), le conducteur est en aluminium-acier renforcé.

» Les lignes du réseau franchissent des pics montagneux et s'enfoncent dans des gorges profondes. La

glace et le vent sévissent en hiver; des orages de nature extrêmement violente ont lieu en été. Les efforts sont particulièrement élevés.

» Des isolateurs Locke de la catégorie à haute résistance sont employés en chaînes simples, doubles ou triples. Les isolateurs de ligne sont protégés à la partie inférieure de la chaîne par des berceaux répartiteurs protecteurs Locke et à la partie supérieure par des cornes d'amorçage Locke. Les rapports d'exploitation enregistrent des résultats excellents. D'autres installations de berceaux répartiteurs protecteurs ont été faites sur les lignes de la Public Service Company of Northern Ill et la Northern Indian Gaz and electric Company. »

Conditions pratiques requises pour les isolateurs pour lignes a haute tension. — Tel est le titre du rapport dans lequel MM. F.-M. Gillespie et F. Dejong (Espagne) rendent compte des essais effectués par deux importantes sociétés d'exploitation sur des isolateurs de différents types en exploitation depuis 1918.

Les auteurs estiment qu'il serait nécessaire d'effectuer des essais de vieillissement accéléré reproduisant les conditions réelles de service, essais qui donneraient une idée relativement exacte du résultat que l'on peut attendre des divers types d'isolateurs et qui en faciliteraient ainsi le choix.

Un tel essai devrait soumettre simultanément les isolateurs aux contraintes suivantes: Contrainte électrique; Contrainte mécanique; Variations de température; Vibrations.

Il conviendrait que l'essai pût être effectué en même temps sur un certain nombre d'isolateurs; la conduite des essais devrait être automatique et continuée jour et nuit pendant un temps suffisamment long pour que l'on pût constater une différence entre les différents types.

Le dispositif pour la mise sous contraintes électrique et mécanique serait assez simple. Les variations de la température pourraient être obtenues en soumettant les isolateurs alternativement à un courant d'air chaud (à une température comparable à celle que pourraient atteindre les isolateurs exposés aux rayons du soleil dans la contrée où ils devraient être employés) et tous les trois ou quatre heures, à une douche d'eau froide. Cette épreuve correspondrait au cas où les isolateurs seraient exposés à une chaude matinée d'été suivie d'une forte averse. C'est dans ces circonstances que beaucoup d'isolateurs se détruisent mécaniquement.

De tels essais ne semblent pas indiqués comme essais de routine dans la fabrication des isolateurs, mais les auteurs croient qu'ils seraient extrêmement utiles tant pour les fabricants que pour les exploitants. Les résultats qu'on obtiendrait permettraient de se faire une idée de ce que l'on pourrait attendre d'un type d'isolateur en comparaison avec un autre, bien plus que par les essais actuellement en vogue, tels que cycle thermique, contrainte électromécanique, essai à haute fréquence, arc de contournement, perforation, qui sont effectués séparément.

En général, les exigences des exploitants, en ce qui concerne les isolateurs, peuvent se résumer en quatre mots : longue vie, bas prix. Il est nécessaire que les caractéristiques électriques et mécaniques soient telles que l'isolateur puisse résister à la contrainte électrique de régime et à la charge mécanique extrême (par temps froid) sans rupture ni détérioration excessive. Ni effluves ni arcs ne doivent pouvoir se produire sur un isolateur complet sous pluie et à la tension de régime et aucune cause autre qu'un coup de foudre direct ne doit pouvoir être à même de perforer l'isolateur.

La matière des isolateurs devra être suffisamment solide pour résister aux jets de pierres et même aux coups de fusil de personnes mal intentionnées.

Les auteurs sont persuadés que là où les isolateurs seront fournis par des fabricants expérimentés et seront soumis à des charges mécaniques n'excédant pas les indications du fabricant, le déchet annuel ne dépassera pas 50 unités par 10 000. Avec la méthode d'essai des isolateurs en service, le temps d'arrêt des lignes sera limité à celui nécessaire au changement des éléments défectueux, changement qui pourra s'exécuter pendant la saison convenant le mieux à l'exploitant.

Les lignes bien étudiées et construites avec soin doivent pouvoir rester en service au moins pendant 99 pour 100 des heures de l'année, c'est-à-dire que la mise hors service ne doit pas dépasser 80 heures par an et à l'époque choisie par le service d'exploitation.

Essais des isolateurs lorsque la ligne est en service. — Dans ce rapport, M. F. Dejong (Espagne) expose les méthodes applicables aux essais des isolateurs sans interruption dans la ligne de transmission d'énergie.

Après avoir rappelé les premières méthodes imaginées pour la vérification des éléments d'isolateurs (ohmmètres ou appareils à tension élevée), méthodes qui avaient l'inconvénient essentiel d'exiger la mise hors service de la ligne, l'auteur résume les caractéristiques de l'« aislomètre » qui ont été données en détail dans les rapports présentés à la Conférence par MM. Hobble, en 1921, et Pomerol, en 1925 (1). Il attire particulièrement l'attention sur la simplicité des indications fournies par l'appareil, indications qui, une fois celui-ci réglé, sont indépendantes de la position de l'élément dans la chaîne essayée. Il signale enfin l'extension récente de son emploi aux isolateurs rigides.

Influences simultanées d'une tension électrique et d'un effort de traction déterminés sur une chaîne d'isolateurs. Recherche des coefficients de sécurité correspondants. — Les essais d'isolateurs doivent se faire non seulement en ligne pour en vérifier la bonne tenue, mais aussi en laboratoire pour reconnaître les propriétés caractéristiques de chaque type. Les essais entrepris par MM. Lequerler et Schuep (France) et effectués en usine ont

(1) *Revue générale de l'Électricité*, 8 août 1925, t. XVIII, p. 213-214.

eu pour but de déterminer la loi de variation de la durée d'un isolateur suspendu en fonction des contraintes électriques et mécaniques qui agissent simultanément sur lui.

Plus particulièrement, ces auteurs se sont demandé si, pour un isolateur placé sous une tension électrique donnée, il n'existe pas un effort critique tel que tout effort supérieur imposé à l'isolateur amène la perforation de celui-ci au bout d'un temps plus ou moins long alors que pour tout effort inférieur la perforation n'intervient qu'au bout d'un temps pratiquement infini.

L'installation où ont été effectuées les essais permet de soumettre des isolateurs de suspension, pendant un temps théoriquement infini, à une tension électrique et à un effort de traction simultanés et constants qui peuvent atteindre respectivement 200 000 v et 12 t.

Ces essais concluent à l'existence, pour chaque différence de potentiel, d'une tension mécanique critique. Les auteurs montrent en terminant comment, de la connaissance des valeurs de cet effort pour différentes tensions, on peut déduire les coefficients de sécurité correspondant à l'emploi d'une chaine d'isolateurs suspendus.

Discussion. — A la discussion de l'ensemble des rapports ci-dessus ont pris part MM. Capart (France), Le Moigne (France), Duval (France), Ferrier (France), Rich (Grande-Bretagne), Nuttal (Grande-Bretagne), Goodlet (Grande-Bretagne), Henriod (Etats-Unis), Perrochet (Suisse), Gillespie (Espagne), E.-O. Meyer (France), Franck Baum (Etats-Unis), Barrère (France), Brown (Etats-Unis).

Au sujet des difficultés rencontrées pour l'isolement des lignes au voisinage de la mer, il est signalé que dans certains cas on a constaté une amélioration par l'installation d'appareils pour l'écoulement des charges statiques. L'efficacité du berceau répartiteur de potentiel n'est pas admise par tous les techniciens.

Enfin, au point de vue des essais, on signale la difficulté de réaliser les essais de vieillissement rapide des isolateurs.

Conducteurs.

L'étude des conducteurs de lignes a donné lieu à des rapports sur la comparaison entre le cuivre et l'aluminium, sur les propriétés des lignes en aluminium-acier, enfin sur le nouvel alliage d'aluminium désigné sous le nom d'almelec.

Calcul rationnel des conducteurs électriques et des lignes de transport. Comparaison entre le cuivre et l'aluminium. — La comparaison entre le cuivre et l'aluminium a été présentée par M. E. Poirson (France) qui a montré comment doit être conduit un calcul rationnel des conducteurs électriques et des lignes de transmission d'énergie, en s'inspirant de la règle de Lord Kelvin.

Toute canalisation électrique est le siège de deux sortes de pertes, qui sont fonctions de la section S du conducteur. Si l'on désigne par

p_1, la valeur en francs de la perte d'énergie annuelle égale à $\frac{A}{S}$; par

p_2, la valeur en francs de l'intérêt et amortissement annuels du prix du métal égale à BS,

la perte totale annuelle est $p = p_1 + p_2 = \frac{A}{S} + BS$.

Le minimum de p a lieu pour

$$\text{la section } S = \sqrt{\frac{A}{B}}.$$

Cette section optimum correspond d'ailleurs à

$$p_1 = p_2$$

Afin d'aboutir à une formule qui soit applicable à toutes les formes de courant, continu, monophasé, polyphasé, on fera le calcul *pour un seul conducteur*, ayant à conduire I ampères à la distance L en mètres.

Si W est la puissance à transmettre, en kilowatts (ou en kilovolts-ampères pour le courant alternatif), sous la tension de service E volts, le courant I est

$$I = \frac{1\,000\,W}{E} \text{ (continu ou monophasé)},$$

$$I = \frac{1\,000\,W}{E\sqrt{3}} \text{ (triphasé)},$$

$I = \frac{1\,000\,W}{3\,E}$ (hexaphasé, commutatrices ; E, tension diamétrale).

En adoptant les notations suivantes :

ρ, résistivité du métal employé, en microhms-cm ;

δ, densité du métal ;

a, valeur industrielle du kilowatt-heure, en francs ;

b, taux annuel d'intérêt et amortissement de la valeur du métal ;

c, valeur du kilogramme de métal employé, en francs ;

h, nombre moyen d'heures de marche annuelle au régime de I ampères ;

L, longueur du conducteur, en mètres ;

on établira très facilement que la section optimum du conducteur, en millimètres carrés est donnée par

$$S = I\sqrt{\frac{\rho h a}{100\,\delta c b}}.$$

L'auteur applique cette formule à la comparaison économique des divers types de conducteurs ; cette comparaison fait ressortir l'avantage qu'il y aurait actuellement, aux cours actuels, à employer le sodium, sinon pour les lignes aériennes, du moins pour les grosses canalisations à basse tension. Pour cet emploi son abondance dans la nature et par conséquent son prix relativement bas, avec ses constantes physiques,

en feraient le conducteur électrique idéal, si ce n'était la nécessité de l'enrober dans des tubes de fer et le danger subsistant néanmoins de contacts avec l'eau.

L'idéal serait évidemment de trouver un alliage à base de sodium, faisant disparaître ces inconvénients.

En attendant, il paraît démontré que les alliages à base d'aluminium, tels que l'aludur et l'almelec, l'emportent franchement comme métal conducteur pour les lignes aériennes; cela se démontre d'ailleurs par la généralisation croissante de leur emploi dans tous les grands pays d'industrie électrique.

Enfin, ces arguments sont valables, non seulement pour les conducteurs de lignes, mais également pour ceux des machines électriques, au moins pour certains enroulements (transformateurs, inducteurs), et il y aurait certainement intérêt, maintenant que l'on produit du métal pur, durable, solide, se soudant bien, à rechercher sérieusement jusqu'à quel point on pourrait l'employer pour ces objets, malgré le léger supplément d'encombrement.

L'emploi des cables d'aluminium-acier dans les lignes a haute tension. — M. E.-T. Painton (Grande-Bretagne), dans un rapport ainsi intitulé, rappelle tout d'abord le développement de l'emploi des conducteurs en aluminium et en aluminium acier. Il expose ensuite les considérations économiques relatives à ce dernier type de câbles, les caractéristiques des câbles et les détails de construction (pinces de suspension ou d'arrêt, manchons de jonction). Nous ne nous étendrons pas sur ces questions bien connues de nos lecteurs puisque la plupart des lignes à haute tension construites en France sont pourvues de câbles de ce type.

Récents progrès dans la construction des lignes en aluminium en Amérique. — Nous nous étendrons davantage sur ce rapport descriptif de M. W. Binz (Etats-Unis) qui fut agrémenté de la projection d'un intéressant film.

Aux Etats-Unis, l'emploi des câbles en aluminium-acier s'est complètement généralisé depuis l'adoption des hautes tensions et des grandes portées; il se développe très rapidement pour la construction des réseaux de distribution comme on en juge par la statistique présentée relative à ce pays, où près de 400 000 km de câbles en aluminium ont été installés jusqu'à ce jour, ce qui équivaut à environ 10 fois la longueur de la circonférence du globe terrestre.

Le film et les projections présentés donnèrent une idée des méthodes intéressantes de montage qui y sont pratiquées.

Une partie du film présenté était prise sur les chantiers de la Pensylvania Power and Light Company. La ligne à 220 000 v relie l'usine de Wallenpaupack avec Siegfried. Elle fait partie d'un grand réseau d'interconnexion en Pensylvanie, qui est actuellement en construction et qui sera complètement équipé au moyen de câbles aluminium-acier. Il est prévu que ce réseau sera prolongé à travers l'Etat de New-Jersey et relié au réseau de New-York.

Une partie de la ligne traverse une contrée très montagneuse, connue sous le nom de Montagnes Bleues. La température dans cette région varie entre — 30°C et + 45°C et pour les conditions de pose on a dû envisager l'action simultanée d'une surcharge de glace représentée par un cylindre de 4 cm d'épaisseur et d'un vent de 40 kg : m² à la température de — 18°C. Les caractéristiques du câble en aluminium-acier offrent une solution idéale dans ce cas.

Le conducteur installé sur cette ligne est un câble composé de 61 brins de 3,08 mm de diamètre dont 54 brins d'aluminium et 7 brins d'acier; le diamètre total du câble est de 27,7 mm; la section d'aluminium est de 403 mm², la section d'acier, de 52 mm² et la charge de rupture nominale, de 12 670 kg. La portée moyenne est de 290 m dans les régions où les surcharges atmosphériques sont les plus sévères et de 335 m dans les autres régions.

Le câble est déroulé tendu de façon qu'il ne touche pas le sol; à cet effet, il est enroulé à sa sortie du touret sur un tambour auxiliaire muni d'un frein. Les poulies attachées au pylône et servant au tirage sont de construction spéciale en aluminium; leur diamètre est de 35 cm.

Les joints, d'un modèle nouveau, comportent deux manchons, l'un en acier doux pour la jonction des âmes d'acier, l'autre en aluminium pour la jonction des brins conducteurs. Le serrage des deux manchons est obtenu par compression à la presse hydraulique. Les ancrages sont faits d'après le même principe, le manchon serrant l'âme d'acier et celui serrant les brins conducteurs étant tous deux terminés par des fourches que traverse un même boulon, par l'intermédiaire duquel l'effort dans le câble est transmis à la chaîne d'isolateurs.

Les essais de rupture ont donné les résultats suivants :

Des tronçons de câbles tendus entre deux pièces d'amarrage se sont rompus aux charges respectives de 13000, 13 400 et 13 500 kg, alors que la charge de rupture nominale de ce câble est de 12 670 kg. Dans un essai de durée, la tension étant augmentée graduellement et le câble étant soumis à des vibrations, la rupture s'est produite au bout de 8 jours sous une tension de 12 400 kg; un deuxième échantillon essayé dans les mêmes conditions se rompit au bout de 9 jours sous une tension de 11 400 kg. Sur les portions restantes des tronçons essayés, reliées par des joints, la rupture se produisit sous des charges de 13 150 et 13 350 kg.

Ces essais prouvent d'une manière concluante l'efficacité de ces nouveaux modèles de joints et d'amarrages. Il est à noter que la résistance électrique de ces joints a une valeur plus faible que la résistance électrique d'un tronçon de câble de même longueur.

Un autre détail intéressant consiste dans l'emploi de pinces de suspension permettant au conducteur de glisser si la différence des tensions dans les portées

adjacentes dépasse une valeur déterminée. Par ce moyen, les efforts de torsion sur les pylônes se trouvent réduits en cas de rupture des conducteurs et des économies importantes ont pu être réalisées dans la construction des pylônes.

Une autre partie du film conduisit les auditeurs en Californie sur la ligne Vincent de la Southern California Edison Co. Cette ligne, qui est encore en construction, forme la troisième artère à 220000 v reliant les usines de Big Creek à Los Angeles. Ces trois lignes emploient exclusivement le conducteur en aluminium-acier.

Près de Los Angeles, la ligne de Vincent traverse un territoire inculte et sauvage. L'altitude maximum est de 1470 m, elle est atteinte dans les montagnes de San-Gabriel. Pour pouvoir amener les matériaux de construction dans cette région, il a fallu construire au préalable 64 km de route pour 30 km de ligne.

Le câble de la ligne Vincent a une section totale de 592 mm² dont 524 mm² d'aluminium en 54 brins, et 68 mm² d'acier en 7 brins. Quoique le câble ait un diamètre de 32 mm, il peut être manié très facilement et son installation n'offre aucune difficulté pour des équipes bien organisées.

Dans les terrains plats, les deux conducteurs extérieurs sont déroulés en installant successivement chaque touret sur une remorque attachée à un camion; le conducteur du centre est tiré directement par un tracteur. La chaîne d'isolateurs, la poulie et le câble sont montés en une seule opération au sommet du pylône. En terrain montagneux, les trois câbles sont tirés à la fois de pylône à pylône par un tracteur.

A noter les pinces spéciales à charnières employées pour le tirage et les deux modèles de pinces à suspension à fourrure d'aluminium fondu de 3 mm d'épaisseur. Les poulies utilisées pour le montage des câbles sont en aluminium et munies de roulement à billes. La gorge, en forme de demi-cercle, a un diamètre très peu supérieur à celui du câble. Ces poulies sont attachées directement à l'isolateur et, après emploi, elles sont soigneusement emballées dans des sacs. La réduction du frottement dans ces poulies a permis de mettre sous tension en une seule opération jusqu'à 8 km de ligne. La tension est appliquée par le tracteur ou par le treuil monté sur ce dernier.

La portée moyenne sur cette ligne est de 365 m; il y a trois portées de plus de 900 m dont une de 1100 m.

En ce qui concerne le montage des pylônes, quelques détails intéressants sont à signaler. Les fondations en béton n'ont été employées qu'en terrain marécageux. Les pieds, en acier profilé, reposent directement dans le sol et la base carrée des pylônes de suspension occupe une surface de 1,20 m × 1,20 m. La hauteur de ces pieds est de 2,15 m; l'équipe chargée des fondations qui comprenait deux ingénieurs et six ouvriers a réussi à poser jusqu'à 5 fondations complètes par jour; la moyenne journalière a été de 2 à 3 fondations. Toutes ces fondations sont vérifiées au moyen d'un tachéomètre. Environ 600 ouvriers sont employés pour la construction de la ligne et celle des routes; le nombre des automobiles dépasse la centaine y compris 50 camions.

D'autres projections représentaient les lignes à 66000 v sur poteaux de bois installées en grand nombre par l'Eastern Shore Gas and electric Co de Wicomino. La portée normale de ces lignes qui suivent les fameuses routes de l'Etat de Delaware, est de 78 m et le conducteur le plus couramment employé est un câble en aluminium-acier à 7 brins. Les parties du câble reposant dans les gorges d'isolateurs sont protégées contre les effets du frottement par une spirale en fil plat; les ligatures proprement dites en fil rond assurent une certaine élasticité à l'attache.

Le montage des poteaux se fait d'une façon très rapide en employant un camion spécial muni des dispositifs nécessaires au creusement des trous ainsi qu'au levage des poteaux qui reçoivent leur armement avant d'être levés. De cette façon une seule équipe a planté jusqu'à 60 poteaux par jour.

Allongement des conducteurs bi-métalliques. — Dans ce rapport M. G.-R.-F. Nuttal (Grande-Bretagne) résume les calculs qui permettent d'établir les courbes caractéristiques des câbles d'aluminium avec âme d'acier. Ces courbes sont très importantes pour déterminer l'allongement permanent maximum et l'allongement permanent à la tension de montage du câble, la différence de ces deux allongements indiquant de combien il faut raccourcir le câble au montage pour compenser l'allongement permanent maximum qui se produit lorsque les torons d'aluminium et d'acier ont été soumis à la charge maximum.

Emploi de nouveaux alliages d'aluminium dans la construction des lignes électriques; les propriétés de l'almelec. — Tel est le titre du rapport que M. E. Dusaugey (France) a présenté et qui contient sur l'almelec la plupart des renseignements que M. Dusaugey lui-même a bien voulu donner à nos lecteurs dans ces colonnes [1].

Ligne électrique a longues portées des chemins de fer fédéraux suisses en alliage d'aluminium a conductibilité élevée et a haute résistance mécanique. — Les recherches des alliages d'aluminium les plus propres à constituer des conducteurs ont été poursuivies aussi en Suisse, et M. Wyssling (Suisse) en a exposé les propriétés et les avantages comparativement au cuivre, à l'aluminium pur et à l'aluminium à âme d'acier; il a exposé en outre la construction des pylônes, des fondations et des dispositifs de suspension, d'amarrage et de jonction des câbles utilisés pour le montage d'une ligne à longues portées des chemins de fer fédéraux suisses. Nous donnerons quelques détails sur les carac-

(1) E. Dusaugey: Un nouvel alliage léger de haute résistance mécanique pour fils et câbles conducteurs: l' « almelec ». *Revue générale de l'Electricité*, 19 février 1927, t. XXI, p. 303-305.

téristiques de cette ligne, construite, sous bien des rapports, dans des conditions différentes des lignes françaises.

Il s'agit d'une ligne destinée à raccorder les deux groupes d'usines hydroélectriques des chemins de fer fédéraux : le groupe ouest, Barberine-Vernayaz (Valais) et le groupe situé dans le Midi de la Suisse centrale, Amsteg-Ritom (Gotthard); elle longe le haut plateau suisse et sert à la transmission d'énergie, dans les deux sens, en courant monophasé à 16,6 p : s, utilisé exclusivement pour la traction.

La ligne fonctionne à 132 kv; elle doit transmettre normalement 50000 kv-A de Vernayaz, par Puidoux et Chiètres, à Rupperswill, avec cession d'environ 15000 kv-A à Chiètres et de 42000 kv-A à Rupperswil. Le facteur de puissance est de 0,85, la distance de Puidoux à Rupperswil, de 160 km.

Les particularités par lesquelles cette ligne se distingue des constructions antérieures sont les suivantes :

1° La *suspension des câbles* est telle que chaque conducteur est mobile dans le sens du tracé, sur toute la longueur entre deux sous-stations (distances allant jusqu'à 50 km); ce système, caractérisé par des conducteurs mécaniquement ininterrompus, permet, en cas de dérangement — rupture du câble par exemple — aux efforts de tensions de se répartir sur toute la longueur entre deux stations, et non seulement sur les petites distances mais entre pylônes d'amarrage ou pylônes d'angle.

2° Le *matériel conducteur* utilisé est un nouvel alliage d'aluminium spécial à haute résistance mécanique, appelé alliage n° 3 et fabriqué par la Société anonyme pour l'Industrie de l'Aluminium, à Neuhausen (Suisse). Il possède une résistance mécanique très supérieure, en même temps qu'une conductibilité presque égale à celle de l'aluminium pur, avantages considérables comparés à l'aluminium pur, à l'aluminium à âme d'acier et au cuivre. L'alliage n° 3, dont l'emploi est prévu d'ailleurs en Suisse pour d'autres lignes électriques de transmission, a été adopté pour la ligne des Chemins de fer fédéraux, après avoir fait ses preuves sur une ligne suisse similaire, exploitée depuis plusieurs années dans des conditions parfois très difficiles.

Par des recherches laborieuses, la Société anonyme pour l'Industrie de l'Aluminium, à Neuhausen (Suisse) a mis au point un alliage dénommé *alliage n° 3*, contenant environ 0,6 pour 100 de silicium, 0,4 pour 100 de magnésium et 0,3 pour 100 de fer. Un alliage n° 4, élaboré en même temps et contenant du cuivre, convient aussi comme matériel conducteur, mais il n'a pas été utilisé pour la construction de la ligne des chemins de fer fédéraux suisses.

La caractéristique principale du procédé de préparation de l'alliage n° 3 consiste en un traitement mécanique et thermique par recuit combiné : étirage à froid et vieillissement à une température supérieure à la température ordinaire. Suivant le mode du traitement et le degré d'écrouissage, il est possible de réaliser des contraintes de rupture de 30 à 40 kg : mm² et des conductivités électriques qui rapportées à celle du cuivre prise égale à 100, varient de 33,5 à 28. Conformément à une loi générale, à laquelle sont soumis ces alliages, la conductivité électrique décroît au fur et à mesure que la contrainte de rupture augmente. Comparé à l'aluminium pur de 99,3 pour 100, l'alliage n° 3 est un matériau dont la contrainte de rupture a passé de 18 à 33 kg : mm², tandis que la conductivité, égale à 31 contre 35, n'est inférieure que de 10 pour 100 environ. Notons aussi que l'allongement de ce matériau — garanti à 5 pour 100 (6 à 8 pour 100 en fabrication normale) — est comparativement très satisfaisant.

Le tableau suivant contient les propriétés principales du câble en alliage n° 3, comparées à celles de l'aluminium pur, de l'aluminium à âme d'acier et du cuivre.

Tableau comparatif de différents conducteurs à égalité de perte de puissance.

	Cuivre étiré dur.	Aluminium pur étiré dur.	Aluminium à âme d'acier (1).	Alliage n° 3.
Poids spécifique.	8,95	2,70	3,67	2,70
Contrainte de rupture en kg:mm (2)	42	18	37,3 (2)	33
Longueur de rupture, en m (3)...	4 700	6 660	10 170	12 250
Allongement (4) en centièmes..	2-3	2-3	env. 2 (6)	5-7,5
Conductivité électrique relative...........	57	35	27,6 (2)	31
Section relative pour conductivité égale......	100	167	207	183
Poids de l'unité de longueur du câble en g:m (5).	895	450	760	492
Charge de rupture du câble en kg (6).	4 200	3 000	7 700	6 000

Le tableau suivant donne les résultats de calculs de projets techniques et de devis complets, effectués pour différents systèmes de construction en utilisant des conducteurs en cuivre, aluminium-acier ou alliage n° 3. Il indique, en centièmes, les dépenses relatives comparées au cuivre (100 pour 100) pour 4 câbles de chaque matériel.

(1) Proportion des sections : acier, 23,3 pour 100.
(2) Calculé comme conducteur unique remplaçant la composition de deux conducteurs indiquée plus haut.
(3) Longueur de rupture d'un fil égale à la longueur d'un fil suspendu verticalement, dont le propre poids amène la rupture.
(4) Allongement à la rupture.
(5) Pour un câble de section équivalente à 100 mm² de cuivre.
(6) Se rapporte à l'enveloppe d'aluminium.

DÉPENSES RELATIVES POUR :	cuivre 4×120 mm².	4 câbles en aluminium à âme d'acier $4 \times 50/213$ mm².	4 câbles en alliage n° 3. 4×240 mm².
les conducteurs, en pour cent	100	117	109
les pylônes en acier, en pour cent	100	82	84
les fondations de pylônes, en pour cent	100	89	83
. . . . . .	. . .	. . .	. . .
Poids linéique des conducteurs en kg : km	1 100	1 000	670
Poids linéiques des conducteurs, en pour cent	100	91	61

La supériorité de l'alliage n° 3 comparé au cuivre, au point de vue des dépenses pour les pylônes, est nettement confirmée par le calcul qui donne 16 pour 100 de diminution. Les dépenses pour les fondations sont réduites de 17 pour 100.

Quant aux frais de transport des matériaux, dont il ne faut pas négliger l'importance, les poids moindres des ciments, graviers, sables, eau, nécessaires pour les fondations, permettent de les réduire dans une notable mesure. Le poids moindre des conducteurs agit dans le même sens, tout spécialement en montagne où le transport est souvent très difficile. Ces diverses réductions de dépenses ne sont pas contre-balancées par le prix absolu un peu plus élevé (9 pour 100 par rapport à celui du cuivre) du matériel conducteur. Il résulte en outre du tableau ci-dessus que l'aluminium-acier est surpassé par l'alliage n° 3 sous tous les rapports. Quant aux frais de montage des câbles en alliage n° 3, on pourrait s'attendre à ce qu'ils fussent inférieurs à ceux du cuivre, à cause du poids moindre ; s'il n'en est rien, c'est que les câbles en aluminium nécessitent toujours un maniement plus soigneux. De même les accessoires (jonctions, manchons, bornes), beaucoup plus simples pour l'alliage n° 3 que pour l'aluminium à âme d'acier, sont néanmoins plus coûteux que ceux des câbles en cuivre.

La chaîne d'isolateurs adoptée en alignement et en angle (traction latérale) est représentée sur la figure 21. On voit que l'élément supérieur de la chaîne est muni d'une tige spéciale fixée à la traverse par un étrier au moyen de deux boulons. Les poids, fixés aux pylônes d'angle en nombre approprié, sont suspendus à l'aide de tiges, reliées elles-mêmes par une traverse accrochée aux étriers soudés à la rigole de suspension des câbles. L'emploi et la disposition de ces poids font partie de la construction spéciale du câble « ininterrompu ». Ils agissent de manière que les chaînes d'isolateurs qui, même aux pylônes d'angle, n'amarrent pas le fil, soient tenues en position oblique, pour assurer un écartement suffisant entre câble et pylône.

La ligne totale, d'environ 160 km de longueur, est subdivisée en trois sections :

1° Station secondaire de Puidoux, par Romont et Fribourg, à la sous-station de Chiètres, environ 67 km, située en partie en région préalpine ;

2° Station secondaire de Chiètres, viâ Kallnach, à Deitingen, environ 45 km ;

3° Deitingen à Gösgen. Pour cette section on a utilisé des pylônes d'une nouvelle construction spéciale, de la Société suisse pour le Transport et la Distribution d'Electricité, Berne (Suisse) ; sa longueur est d'environ 32 km.

Sauf aux six points terminus, ces trois sections n'ont pas d'amarrages fixes. Même les pylônes d'angle n'ont pas de dispositifs d'amarrage proprement dits. Aux points de changement de direction du tracé, on a évité autant que possible les angles aigus en leur substituant un contour polygonal à sommets très ouverts.

Trois différents types de pylônes ont été utilisés :

Les *pylônes supports* ordinaires T, auxquels le câble est suspendu comme d'habitude au moyen de chaînes

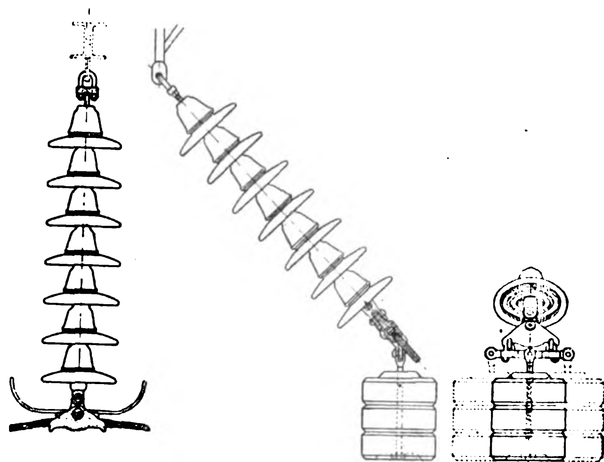


Fig. 21. — Chaîne d'isolateurs pour les alignements et les angles.

verticales ; un modèle renforcé TT permet des écarts du tracé rectiligne jusqu'à 5°.

Les *pylônes d'angle* E :

E I pour déviations jusqu'à 6° ;
E II id de 6° à 17° ;
E III id de 17° à 28° ;

Les *pylônes spéciaux* A, tenant lieu de *pylônes d'amarrage* ordinaires et permettant en même temps des déviations :

A I jusqu'à 15° ;
A II de 15° jusqu'à 37° ;
A III de 38° jusqu'à 66°.

Un quatrième type K, qui ne présente pas de caractéristiques spéciales, a été employé aux croisements des lignes de chemins de fer et d'autres lignes à tension élevée. Comme les pylônes E, il permet aussi des déviations.

Dans les calculs des conducteurs, on a fait intervenir les efforts suivants :

Le poids propre des supports et des conducteurs (ces

derniers éventuellement avec charge additionnelle); la pression du vent de 50 kg : m² de surface projetée des câbles, en supposant que la pression agit sur les conducteurs dans le sens horizontal, perpendiculairement à la direction de la ligne, les câbles étant libres de toute charge additionnelle ; la pression du vent de 100 kg : m² de surface plane des pylônes, frappée normalement à la direction du vent. (Pour les pylônes à parois croisillonnées, on détermine la surface à prendre en considération dans le calcul, d'après la formule en usage dans la construction des ponts.)

Pour les pylônes ne servant qu'à soutenir les conducteurs (pylônes T de la ligne des chemins de fer fédéraux) et nécessitant, par conséquent, l'intercalation de pylônes d'amarrage (¹), on admet qu'une traction unilatérale agit dans l'axe du pylône, à la hauteur du conducteur, correspondant aux 5 pour 100 de la contrainte maximum admissible des conducteurs, indiquée plus haut, et cela, d'une part, pour le conducteur « nu » à la température la plus basse de l'endroit, d'autre part, pour le conducteur alourdi d'une charge additionnelle de 2 kg : m, à 0°C ; en outre, on suppose que le vent agit dans le même sens. La traction unilatérale peut être réduite jusqu'aux 2 pour 100 de la charge maximum admissible, si les supports sont solidement reliés entre eux par une ligne de terre.

Pour les pylônes d'amarrage (ligne des chemins de fer fédéraux type A) on admet une traction unilatérale non pas de 5 pour 100 mais de 40 pour 100 s'il y a 6 conducteurs ou plus, sans la ligne de terre de 60 pour 100 pour 4 conducteurs, cas de la ligne des chemins de fer fédéraux ; 100 pour 100 s'il y a deux conducteurs seulement.

D'autre part, la contrainte des pylônes ne doit pas dépasser les limites admises dans l'hypothèse que celui des conducteurs, dont la rupture provoque le plus grand moment de torsion, est soumis à une traction unilatérale correspondant à la contrainte du câble dans le plus défavorable des deux cas mentionnés (température la plus basse de l'endroit et 0°C avec charge additionnelle). Les traverses doivent résister également à la traction unilatérale indiquée ci-dessus.

Pour les pylônes d'angle (type E de la ligne des chemins de fer fédéraux) il faut admettre les charges suivantes :

1° La résultante des tensions dans les conducteurs et dans la ligne de terre, à 0°C, sans charge additionnelle, mais avec pression du vent dans le même sens ; 2° La résultante des tensions dans les conducteurs et dans la ligne de terre, d'une part à la température la plus basse de l'endroit, d'autre part à 0°C avec charge additionnelle mais sans vent.

La plus défavorable de ces deux hypothèses est déterminante pour fixer les dimensions des pylônes.

Les contraintes maxima admissibles des matériaux employés à la construction des supports sont les suivantes :

Efforts de traction, compression, flexion :

Pour acier doux.........	2 000 kg : cm²
rivets, boulons.....	1 600
vis................	1 400

Efforts de cisaillement :

Pour acier doux.........	1 800
rivets, boulons.....	1 600
vis................	1 400

Pression latérale sur les parois du trou du rivet :

Pour acier doux.........	3 000

Quant aux fondations de pylônes, leur sécurité au renversement doit être au moins égale à 1,5 dans les hypothèses de charge maximum exposées plus haut. En outre, la construction des fondations de la ligne des Chemins de fer fédéraux s'inspire des règles établies par la Commission d'experts de l'Association suisse des Electriciens à la suite de recherches et d'essais spéciaux.

Discussion. — Ont pris part à la discussion : MM. Duquesne (Belgique), Darrieus (France), Painton (Grande-Bretagne), Hubert Stockar (Suisse), Bauer (Suisse), Vernier (Etats-Unis).

Cette discussion a été considérablement réduite en raison de l'heure avancée ; elle a cependant fait apparaître la tendance générale des électriciens qui se résume comme suit : recherche du maximum d'économie dans la construction des lignes, compatible avec un coefficient de sécurité élevé. Ce maximum d'économie est réalisé par l'emploi de la formule déjà ancienne de Lord Kelvin convenablement interprétée.

D'autre part, on a rappelé que le prix du cuivre suit une progression moyenne continue qui est de l'ordre de 3 pour 100 par an ; on peut donc réduire sensiblement d'autant le taux d'amortissement normal des conducteurs en cuivre.

Diverses précisions ont été données au sujet des nouveaux alliages d'aluminium (almelec et alliage n° 3) et des applications déjà réalisées.

Des alliages de cuivre et de cadmium ont été utilisés avec succès en Angleterre pour l'établissement des lignes rurales qui avaient été prévues primitivement en acier. Cet alliage a d'ailleurs été utilisé aussi pour diverses lignes de tramways à trolley.

Ch. Ly.

(¹) Les pylônes placés en ligne droite et qui possèdent à eux seuls assez de résistance mécanique pour que des pylônes d'amarrage ne soient pas nécessaires, sont soumis à des conditions spéciales n'entrant pas en ligne de compte pour le tracé des Chemins de fer fédéraux suisses.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur la théorie de l'accumulateur au plomb

La théorie proposée en 1917 par M. Ch. Féry (*) pour expliquer les réactions chimiques dont l'accumulateur au plomb est le siège a donné lieu à une longue discussion qui, commencée dès 1917 dans un article de M. Jumau (**), s'est amplifiée l'an dernier à la suite de la publication dans ces colonnes d'un article de MM. Ch. Féry et Ch. Chéneveau (***), puis d'un article de M. Ch. Féry (****). Cette discussion, à laquelle prirent part MM. Crennell, Denina, Jumau (*****), a été reprise dans une des séances de la « Semaine de Discussions » d'octobre dernier de la Société française des Electriciens (******) et, sur la suggestion faite par M. Ch. Féry, il fut convenu au cours de cette séance que l'on chercherait à intéresser les chimistes à l'étude des réactions qui se passent dans l'accumulateur au plomb. Pour répondre à ce désir, la Société française des Electriciens et la Société de Chimie industrielle organisèrent une séance commune qui eut lieu le 26 janvier 1927. Dans cette séance, aprèsque M. Ch. Féry eut exposé sa théorie, une nouvelle discussion s'engagea à laquelle prirent part diverses personnes, notamment M. C. Liagre et M. L. Jumau. On trouvera ci-dessous le résumé de la communication de M. Ch. Féry, ainsi que les observations présentées par M. Liagre et par M. Jumau. On verra que ces observations tendent à démontrer l'exactitude de la théorie classique de la double sulfatation. Il conviendrait donc que de nouvelles expériences fussent entreprises par des chimistes pour élucider la question.

I. Communication de M. Ch. Féry. — Nous nous contenterons de rappeler ici les points principaux de la théorie exposée par M. Féry dans sa communication.

La matière active positive ne serait pas le peroxyde PbO^2, comme on l'admet dans la théorie actuelle de la double sulfatation, mais un superoxyde noir auquel M. C. Féry attribue la formule Pb^2O^5. Pendant la décharge, ce superoxyde se réduirait en PbO^2, tandis qu'à la plaque négative le plomb spongieux passerait à l'état de sulfate plombeux Pb^2SO^4 de couleur gris noir. La réaction totale réversible de décharge et de charge serait donc la suivante



$$Pb^2 + SO^4H^2 + Pb^2O^5 \rightleftarrows Pb^2SO^4 + H^2O + 2PbO^2.$$

M. C. Féry admet néanmoins la formation du sulfate plombique ordinaire, $PbSO^4$, aux deux électrodes; mais seulement comme réaction secondaire. A l'électrode négative le sulfate plombeux s'oxyderait superficiellement en sulfate plombique en présence de l'oxygène dissous dans l'électrolyte. A l'électrode positive, du sulfate plombique se produirait par suite de la réduction d'une petite quantité de PbO^2.

II. Observations de M. C. Liagre. — La discussion étant ouverte, M. C. Liagre prend la parole pour combattre la nouvelle théorie. Il dit que la sulfatation des deux électrodes pendant la décharge est un fait d'expérience incontestable et il décrit à ce sujet les deux expériences suivantes.

Prenant des plaques positives chargées, il les place entre des contre-électrodes en plomb massif et il fait passer un courant extérieur dans le sens de la décharge des plaques positives. Les contre-électrodes ne se sulfatant pas pendant cette opération, les variations de concentration de l'électrolyte seront donc dues uniquement aux électrodes positives. En déterminant ces variations on pourra les comparer à celles calculées d'après la théorie de la double sulfatation.

Or, l'expérience faite sur des plaques positives d'une capacité totale de 60 A-h a montré qu'après décharge de 51 A-h, les 550 cm³ d'électrolyte avaient baissé de la

(*) Ch. Féry : Théorie chimique et fonctionnement physique de l'accumulateur au plomb. *Revue générale de l'Electricité*, 6 janvier 1917, t. I, p. 10-12.

(**) L. Jumau : L'industrie des accumulateurs dans son état actuel. *Revue générale de l'Electricité*, 4 août et 6 octobre 1917, t. II, p. 165-168 et 523-529.

(***) Ch. Féry et Ch. Chéneveau : Théorie complète du fonctionnement de l'accumulateur au plomb. *Revue générale de l'Electricité*, 20 février 1926, t. XIX, p. 296-301.

(****) Ch. Féry : Sur la théorie de l'accumulateur au plomb. *Revue générale de l'Electricité*, 27 février 1926, t. XIX, p. 337-338.

(*****) J. Crennell : A propos de la théorie de l'accumulateur au plomb. *Revue générale de l'Electricité*, 5 juin 1926, t. XIX, p. 890-891 et 14 août 1926, t. XX, p. 239-240.

Ernesto Denina : A propos de la théorie de l'accumulateur au plomb. *Revue générale de l'Electricité*, 14 août 1926, t. XX, p. 240-241.

L. Jumau : Sur la théorie de l'accumulateur au plomb. *Revue générale de l'Electricité*, 14 août 1926, t. XX, p. 235-239.

Ch. Féry et Ch. Chéneveau ; Réponse aux premières observations de M. J. Crennell. *Revue générale de l'Electricité*, 5 juin 1926, t. XIX, p. 891.

Ch. Féry : Réponse aux observations de MM. Jumau, Crennell et Denina. *Revue générale de l'Electricité*, 14 août 1926, t. XX, p. 241.

(******) Discussion au sujet de la théorie de l'accumulateur au plomb. *Revue générale de l'Electricité*, 11 décembre 1926, t. XX, p. 878.

concentration 23 degrés Baumé, au début de la décharge, à 12 degrés Baumé à la fin de la décharge.

D'après la loi de Faraday et la théorie de la double sulfatation, l'électrolyte aurait dû pendant la décharge

perdre $1,83 \times 51 = 93,3$ g de H^2SO^4

et recevoir $0,33 \times 51 = 16,8$ g de H^2O.

Comme il renfermait au début, d'après sa concentration de 23 degrés Baumé, 170 g de H^2SO^4 et 484 g de H^2O (en tout 654 g pour 550 cm³), il doit contenir à la fin de la décharge

$170 - 93,3 = 77$ g de H^2SO^4

et $484 + 16,8 = 501$ g de H^2O

soit au total........... 578 g,

composition calculée qui correspond exactement à la concentration de 12 degrés Baumé, trouvée effectivement.

Dans une deuxième expérience, M. C. Liagre prend un accumulateur chargé, de capacité, égale à 60 A-h. Il lui fait débiter 50 A-h, et, après décharge, il lave complètement à l'eau distillée les deux électrodes jusqu'à disparition de toute trace d'acide. Il monte ensuite séparément le groupe d'électrodes positives d'une part et celui d'électrodes négatives d'autre part dans deux récipients différents et en regard de contre-électrodes en plomb massif. Les deux récipients contenant un volume connu d'eau distillée, il charge à 5 A pendant dix heures de façon à restituer la quantité d'électricité débitée et il détermine périodiquement par titrage la variation d'acidité de l'électrolyte. Dans ces conditions, il trouve que pendant les 9 dixièmes de la charge, il y a concordance, à moins de 5 pour 100 près, entre la quantité d'acide sulfurique calculée et celle dosée, la concordance étant la même pour les plaques positives que pour les plaques négatives.

Tout ceci montre bien que, conformément à la théorie de la double sulfatation, il y a bien 1,83 g de H^2SO^4 engagé par ampère-heure à l'électrode positive comme à l'électrode négative.

D'ailleurs, dans la pratique, on sait bien que dans les éléments de traction où l'on doit diminuer le plus possible le poids et l'encombrement, il ne faut pas moins de 1 000 cm³ d'électrolyte à 30 degrés Baumé pour une capacité de 100 A-h, la concentration baissant à 6 degrés Baumé à la fin de la décharge, ce qui correspond bien à 3,66 g de H^2SO^4 par ampère-heure. Si la plaque négative seule se sulfatait, cette quantité d'acide pourrait être moitié moindre.

M. C. Liagre réfute encore cet autre argument de M. C. Féry : la force électromotrice du couple PbO^2-Pb dans l'acide sulfurique ne serait que 0,7 v, alors que l'accumulateur donne 2 v. M. Liagre a mesuré la force électromotrice, dans l'acide à 30 degrés Baumé, entre une plaque négative d'accumulateur au plomb et un creuset de platine dans lequel il introduisait la matière positive à essayer. Avec la matière extraite d'une plaque positive d'accumulateur au plomb, il trouvait 2,10 v. En prenant du peroxyde de plomb (PbO^2), préparé chimiquement en traitant le minium par l'acide nitrique, il trouvait exactement cette même valeur, mais à la condition de prendre la précaution de comprimer, avec du coton de verre, par exemple, formant diaphragme, la poudre de peroxyde contre le creuset. Tandis que la matière des plaques positives est en morceaux compacts, le peroxyde obtenu chimiquement est en poudre impalpable et sa résistance électrique est assez grande pour fausser les lectures si l'on ne prend pas la précaution de le comprimer contre le creuset.

M. Liagre conclut en se déclarant partisan de la théorie de la double sulfatation.

III. **Observations de M. L. Jumau.** — M. L. Jumau fait ensuite la communication suivante :

« Bien que n'admettant pas à priori la théorie nouvelle de mes amis Féry et Chéneveau, je partage leur opinion sur l'intérêt que peuvent présenter des essais méthodiques sur l'accumulateur au plomb et, en particulier, sur les réactions chimiques dont cet accumulateur est le siège.

» Si je n'admets pas la théorie nouvelle, malgré les séductions qu'elle peut présenter sur certains points, c'est parce qu'elle n'est pas en accord avec les faits d'expérience. Je ne parle pas seulement ici des résultats d'analyses de nombreux auteurs, analyses qui, très délicates, peuvent n'avoir pas toutes été faites dans des conditions satisfaisantes, mais de beaucoup d'autres résultats expérimentaux.

» Il serait beaucoup trop long de développer ici cette question et je me permets de renvoyer les chimistes qu'elle intéresserait aux articles que j'ai publiés sur elle, particulièrement en 1917 et en 1926 dans la « Revue générale de l'Electricité » (1).

» On y verra notamment que les expériences de M. C. Chéneveau sur les variations de poids des matières actives positive et négative non seulement n'apportent pas un appui à la nouvelle théorie, mais qu'elles sont, contrairement aux conclusions de l'auteur, en accord avec la théorie de la double sulfatation si l'on applique les corrections qu'il n'avait pas faites relatives aux variations de volume de ces matières actives.

» J'ajouterai que si les nouvelles recherches chimiques amènent à cette conclusion qu'il existe effectivement dans les matières actives d'autres corps que ceux envisagés dans la théorie de la double sulfatation, il faudra déterminer les chaleurs de formation et de réactions de ces corps et comparer, d'après les lois de la thermodynamique, la force électromotrice calculée d'après les nouvelles réactions à la force électromotrice mesurée. Il faudra mettre en harmonie ces réactions avec la théorie des ions.

» Il y aura enfin à expliquer par la nouvelle théorie,

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 4 août et 6 octobre 1917, t. II, p. 165-168 et p. 523-529 ; 14 août 1926, t. XX, p. 235-259.

l'influence des multiples facteurs (concentration de l'acide, température, état moléculaire des matières actives, additions à l'électrolyte de matières étrangères, etc.) sur les grandeurs caractéristiques de l'accumulateur au plomb : force électromotrice, capacité, rendement, etc.

» Mentionnons que toutes ces influences sont en accord très satisfaisant avec la théorie de la double sulfatation et la connaissance des phénomènes de diffusion ou des courants de concentration.

» La tâche n'est pas légère, comme on le voit. Mais cela ne doit pas être une raison, bien au contraire, pour que les chimistes ne l'abordent pas.

» Je confirme les résultats obtenus par M. Liagre. J'ajouterai que ce qui a pu tromper bien des chercheurs et les amener à conclure que deux corps n'avaient pas la même composition chimique parce qu'ils ne donnaient pas la même capacité ou n'avaient pas apparemment la même force électromotrice, c'est l'état physique différent de ces corps.

» L'expérience rappelée par M. C. Liagre sur la force électromotrice différente du peroxyde de plomb suivant qu'on le comprime ou non en est une preuve.

» Qu'on me permette aussi de mentionner à ce sujet des expériences particulièrement suggestives que j'ai faites sur des plaques négatives de l'accumulateur au plomb. On sait qu'on peut obtenir le plomb spongieux en réduisant du chlorure de plomb par le zinc. On forme ainsi un couple zinc-chlorure de plomb dont la force électromotrice est voisine de 0,5 v dans un électrolyte constitué par de l'eau très légèrement chlorhydrique.

» En faisant débiter ce couple, le zinc passe à l'état de chlorure de zinc et le chlorure de plomb se réduit en plomb spongieux. Cette dernière électrode, après lavage, constitue donc une électrode négative d'accumulateur au plomb.

» Or, on constate que la capacité que peut donner une telle électrode négative dans l'acide sulfurique et en présence d'électrodes positives de l'accumulateur au plomb est très différente suivant l'intensité du courant pendant l'opération de la réduction du chlorure de plomb.

» Cette capacité peut varier dans un rapport de 1 à 10 et on peut ainsi fabriquer des plaques négatives en plomb spongieux ne donnant guère plus de capacité que des plaques en plomb massif.

» Voici donc des plaques dont la matière active a la même composition chimique, le même poids, la même densité apparente et, par conséquent, aussi la même porosité apparente et qui sont si différentes au point de vue de la capacité que l'on pourrait être tenté de conclure à priori qu'on ne se trouve pas en présence du même corps.

» Une étude attentive du phénomène montre qu'il est imputable à une différence dans l'état moléculaire du plomb spongieux. Plus la réduction du chlorure de plomb est faite à intensité de courant élevée, plus les cristaux de plomb spongieux sont petits et plus on augmente la capacité. En diminuant suffisamment le courant de réduction du chlorure de plomb, les cristaux sont assez gros pour que la capacité soit presque nulle, comme celle d'une plaque en plomb massif.

» J'ai pu répéter l'expérience avec des corps plus insolubles que le chlorure de plomb. Avec le sulfate de plomb, par exemple, j'ai obtenu des capacités variant dans un rapport d'au moins 1 à 2 en faisant varier la composition de l'électrolyte pendant la réduction par le courant du sulfate de plomb en plomb spongieux. Il suffisait d'agir sur la solubilité du sulfate de plomb par addition de sulfates alcalins à l'électrolyte sulfurique

» Ces exemples montrent combien est complexe la question de la théorie de l'accumulateur au plomb. Il faudrait beaucoup plus de temps pour la traiter à fond et je dois me contenter de prier les chimistes qu'elle intéresserait de vouloir bien se référer à mes diverses publications sur cette question [1]. »

L. JUMAU.

(1) Voir notamment : *Les accumulateurs électriques*, par L. JUMAU, et *Étude résumée des accumulateurs électriques*, par L. JUMAU, édités par la librairie Dunod (Paris).

Revues, analyses et informations

Sur les potentiels explosifs des tubes à décharge lumineuse [1].

Dans ce deuxième mémoire [2], l'auteur examine de façon plus détaillée les effets de polarisation mentionnés dans la première partie de son travail.

L'importance des surfaces pelliculaires sur les électrodes des tubes à décharge a été notée par de nombreux expérimentateurs. Compton et Ross ont exécuté quelques expériences sur « les couches superficielles chargées qui se forment sur les électrodes des tubes à vide ». Züber a observé une polarisation des éclateurs à étincelle ; mais il attribua dans ce phénomène le rôle prépondérant à la matière isolante de l'éclateur. Dans l'explication ordinairement admise du compteur de particules α de Rutherford-Geiger, on suppose qu'une pellicule de grande résistance existe sur la surface de la pointe du compteur. Zélény considère l'action comme due à l'existence d'une pellicule de gaz sur l'électrode en pointe et en se basant sur cette hypothèse, il réussit à expliquer beaucoup de ses observations sur les décharges entre pointe et plan. Il a, en outre, émis l'opinion que le retard dans la production de la décharge s'explique par la présence de semblables pellicules.

On a souvent observé que la première étincelle à travers

(1) J. TAYLOR. *The philosophical Magazine*, avril 1927, t. III (7e série), p. 758-770, 7 300 mots, 2 figures.

(2) La première partie a été publiée dans *The philosophical Magazine*, février 1927, t. III (7e série), p. 368-382 et analysée dans la *Revue générale de l'Électricité*, 30 avril 1927, t. XXI, p. 137-138 D.

un tube qui n'a pas servi pendant quelque temps passe plus aisément, avec moins de retard et pour un potentiel explosif moindre que les suivantes. Ceci fut le cas de beaucoup des tubes utilisés dans le présent travail. D'autre part, il apparait, dans certains cas, que la première étincelle passe au contraire moins facilement que la suivante. Ces observations et d'autres indiquent une modification des électrodes par passage d'une décharge.

En ce qui concerne le type de tube considéré principalement dans ce travail, de nombreux effets de fatigue ont été signalés antérieurement. On sait que le potentiel explosif est modifié et rendu beaucoup plus stable lorsque les électrodes ont été purgées et maintenues au rouge pendant quelque temps au moyen de décharges électriques. Cette stabilisation parait résulter de la destruction ou de la modification de certaines couches de gaz et d'impuretés. Certains résultats de Ryde montrent que les pellicules superficielles peuvent jouer un rôle très considérable en provoquant des changements des potentiels explosifs. Clarkson, au cours de quelques expériences sur des tubes contenant de l'argon et de l'azote, conclut que beaucoup des anomalies inhérentes à de tels tubes peuvent être attribuées à des pellicules gazeuses absorbées sur la cathode.

En dehors des changements causés par des décharges intenses qui peuvent altérer radicalement la nature ou l'état de telles pellicules, il y a des effets de fatigue qui se produisent dans des tubes où l'énergie de la décharge reste faible. Campbell, dans des expériences sur des éclateurs à étincelle entre pointe et sphère dans l'air, concluait que « des conditions superficielles très aisément variables de l'électrode » jouaient un rôle important.

Les résultats précédents indiquent une influence très considérable de l'état des électrodes sur les phénomènes de décharge et sur le potentiel explosif lui-même.

Les potentiels explosifs étaient mesurés dans des conditions déterminées, et l'on s'était assuré que les effets décrits n'étaient pas dus à des actions électrostatiques émanant des parois du tube à décharge en raison de l'accumulation de charges qui peut s'y produire. Ce fait était démontré par des expériences dans lesquelles les parois étaient portées au moyen d'une source extérieure à un potentiel de plusieurs centaines de volts, ce qui s'est montré sans influence sur les potentiels explosifs. De plus, en raison de la forme réelle des tubes, la polarisation ne pouvait être due aux charges réparties sur les supports des électrodes.

Les données expérimentales relatives à de nombreux tubes de types divers, contenant le mélange de néon et d'hélium et ayant des électrodes de nickel et de fer, montrent qu'il se produit un accroissement temporaire du potentiel explosif sous l'effet du passage de la décharge. C'est cet accroissement qui est désigné du nom de *polarisation*.

La polarisation pouvait être souvent réduite ou éliminée en faisant passer la décharge en sens inverse dans le tube polarisé, ou en l'abandonnant à lui-même pendant quelques heures. Les expériences ont montré, d'autre part, que la polarisation pouvait être réduite à de très petites valeurs par l'introduction de sodium sur les électrodes, et que les valeurs réelles des potentiels explosifs se trouvaient en même temps considérablement abaissées.

L'auteur donne à cette occasion une nouvelle théorie des potentiels explosifs. On suppose que les électrons sont émis par la cathode par effet photoélectrique des radiations émises par les ions positifs au moment où ils sont neutralisés à la surface de la cathode. Selon cette hypothèse, le potentiel explosif doit être une fonction de l'émissivité photoélectrique de la cathode.

Admettant cette hypothèse, on donne une théorie des phénomènes qui se produisent à la surface de l'électrode : on suppose que le passage d'une décharge modifie les couches de gaz qui sont occlus dans les électrodes ou absorbés par elles. Les modifications sont de deux sortes, l'une permanente qui change le pouvoir émissif photoélectrique de la cathode et est, en conséquence, accompagnée par un changement des potentiels explosifs, et l'autre temporaire, due à l'électrisation des couches gazeuses superficielles et à la formation corrélative de couches doubles électriques. Ces couches ont pour effet d'empêcher l'émission électronique de la cathode et provoquent les effets de polarisation. — L. B.

Les travaux de Lord Kelvin, précurseur, dans le domaine des courants à haute fréquence (1)

Dans la séance du 21 avril de l'Institution of electrical Engineers, consacrée au souvenir de Lord Kelvin, le professeur Marchant a rappelé l'œuvre du grand savant sur ce sujet et montré qu'il avait établi et résolu, le premier, l'équation de la décharge d'un condensateur. Ce travail, très important au point de vue théorique, a été publié en 1853; les expériences de Hertz étaient en somme basées sur cette étude. Les procédés destinés à engendrer des courants à haute fréquence d'une puissance importante n'ont été découverts que beaucoup plus tard; dans la dernière décade, les applications en ont été nombreuses, en télégraphie et téléphonie sans fil, ainsi que dans les fours de fusion électriques pour la fabrication de métaux et alliages spéciaux. La fréquence dépend entièrement des constantes du circuit, comme l'avait indiqué Lord Kelvin. Le professeur Marchant examine comment se comportent les différents matériaux électrotechniques dans leur emploi en haute fréquence et discute la théorie de Faraday-Mossotti des particules polarisées; il montre qu'il n'existe aucun corps parfaitement conducteur ni parfaitement isolant. Il traite ensuite de la théorie électronique et de ses applications : il étudie, en particulier, le phénomène de la rupture diélectrique sous l'action d'une haute tension aux fréquences industrielles et aux hautes fréquences. Les phénomènes magnétiques à haute fréquence font l'objet d'une partie importante de cette communication : la perméabilité est, en effet, beaucoup plus faible qu'aux basses fréquences et la perte par hystérésis est également moins importante. La perte par courants de Foucault pour une valeur de B_{max} est proportionnelle à B_{max} pour des tôles au silicium d'une épaisseur égale à 0,25 mm à la fréquence de 1 000 000 p : s. A cette fréquence, M. Lachlon a montré que la perte atteint 2 000 W par kilogramme pour une valeur de B_{max} égale à 100 unités électromagnétiques C. G. S. ; on voit qu'en raison de cette perte, il est impossible de construire pour ces fréquences, des alternateurs où intervient du fer, et ceci indépendamment des impossibilités mécaniques. Le professeur Marchant passe ensuite à l'étude des phénomènes transitoires dans les réseaux de câbles; ici encore les équations de Lord Kelvin trouvent une application; les résultats théoriques auxquels elles conduisent sont vérifiés pratiquement et mis en lumière par des relevés à l'oscillographe ou par les figures de Lichtenberg. L'auteur fait remarquer que Lord Kelvin avait peu confiance dans le succès de la radiotélégraphie, lors des essais de Marconi; cependant tous les résultats obtenus dans ce domaine proviennent de l'application de ses formules fondamentales lesquelles avaient été publiées dans un but purement scientifique et sans aucun espoir d'application pratique. — E. B.

(1) *The Electrician*, 29 avril 1927, t. XCVIII, p. 458-459, 3 700 mots.

SECTION INDUSTRIELLE

Nouveau relais de protection contre les surintensités de courant

Relais à maximum sélectif RS 4.

Le relais RS4, décrit dans cet article, est construit par la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz; il est destiné à fonctionner en cas de surcharge sur la portion du réseau qu'il protège et ceci, dans des conditions de temps qui sont déterminées pour chacun des appareils du réseau avec la plus grande précision. C'est le réglage du retard dans le déclenchement du relais qui constitue une des principales difficultés dans sa réalisation, ainsi que l'auteur le fait ressortir au début de son article. Par quelques exemples bien définis, il montre dans quel ordre successif les relais de la transmission d'énergie considérée doivent entrer en service ou, plus exactement, provoquer la disjonction voulue. Ces considérations sur les conditions à remplir et les propriétés générales des relais à courant maximum et sélectifs précèdent la description proprement dite du relais RS4; celle-ci, détaillée et illustrée de quelques vues et schémas, est suivie de l'exposé des résultats d'essais effectués sur quelques relais dans des conditions particulières déterminées. L'auteur ensuite consacre quelques lignes à la station d'étalonnage de ces relais qu'a établie la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz.

L'extension considérable des réseaux de distribution d'énergie électrique, durant ces dernières années, l'impérieuse nécessité d'assurer à tout prix la continuité du service, dans des conditions que rendent particulièrement délicates l'importance des puissances en jeu et la complexité des lignes de transmission, ont créé de toutes pièces une technique nouvelle, qui est celle des relais de protection. Bien que cette technique soit encore jeune, elle a donné naissance à de très nombreux appareils et dispositifs, dont la plupart sont d'une remarquable ingéniosité. Le relais à maximum sélectif RS4, le plus récent en date, bénéficie, de ce fait, des tout derniers perfectionnements réalisés dans ce domaine. Il nous a paru intéressant de le décrire en détail, après avoir rappelé les principes de la protection par relais de surcharge et de décrire également un nouveau poste d'étalonnage permettant d'assurer l'identité rigoureuse des caractéristiques de tous les relais sortant des ateliers de fabrication.

I. Généralités sur les relais de surcharge sélectifs. — 1. CONDITIONS GÉNÉRALES IMPOSÉES A CES RELAIS. — D'une manière générale, on peut définir un relais de protection comme un appareil dont le fonctionnement est lié à toute condition anormale de l'exploitation et dont l'action a pour effet, soit de corriger cette condition anormale, soit de déconnecter les appareils ou les circuits qui l'ont occasionnée ou dont le fonctionnement ne peut plus être assuré sous cette condition anormale.

Les relais de protection des réseaux qui, seuls, sont l'objet de cet article, font partie de la seconde catégorie. Ils interviennent en cas d'excès de courant, provenant d'une mise à la terre, d'un contact entre fils ou d'un défaut d'isolement, et ont pour fonction d'isoler la portion défectueuse du réseau des portions restées saines, sans nuire à la marche générale de l'exploitation et sans qu'il y ait aucune interruption de service à enregistrer. Le problème étant ainsi posé, il est bien évident que la solution n'en peut être fournie que si l'on dispose de relais extrêmement précis et robustes, réglés avec le plus grand soin et que si la configuration du réseau se prête à l'élimination parfaite du défaut. Il sera nécessaire, en particulier, que les stations importantes, au moins, reçoivent l'énergie par deux feeders différents, soit au moyen de lignes en parallèle, soit au moyen de lignes en boucles ou en mailles. Si cette condition n'est pas remplie le rôle du relais ne pourra qu'être limité à la mise hors service d'un minimum nécessaire de portions du réseau. A cette qualité essentielle du relais, qui est l'isolement certain de la portion défectueuse, s'ajoute cette autre qui est de ne causer aucun trouble à l'exploitation générale du réseau. La première qualité tient à l'exactitude du relais et la seconde, à sa rapidité, qui limite les dégâts causés aux machines et aux lignes.

Les relais de surcharge sélectifs doivent donc être des appareils de grande précision, susceptibles de reproduire exactement et indéfiniment leur opération dans des conditions identiques. D'autre part, ils seront d'autant plus efficaces que, pour les mêmes

garanties de fonctionnement correct, ils opéreront dans des temps plus réduits.

2. Courbes caractéristiques ou de temporisation. — La base essentielle de la sélection par relais à maximum est l'élément temps. Les relais étant réglés de telle manière qu'ils entrent en action pour toutes les charges supérieures à une limite fixée à l'avance, ils produiront le déclenchement d'un interrupteur automatique après un certain temps, qui dépendra en général à la fois du réglage choisi pour la durée du retard dans leur action et du courant agissant sur le relais. Pour un réglage donné en courant et en temporisation, le retard au déclenchement du relais en fonction du courant agissant est représenté par une certaine courbe (fig. 1) appelée « courbe caractéristique » ou « courbe de temporisation ». En général, le retard est d'autant plus faible que le courant est plus important. Dans certains types de relais le retard conserve une valeur constante à partir d'un courant déterminé. Dans les types de relais où le retard est constamment décroissant on s'arrange de telle sorte qu'il conserve une valeur assez importante, quelle que soit l'intensité du courant de court-circuit. Nous verrons plus loin les avantages et les inconvénients de ces deux sortes de courbes. L'allure de la courbe caractéristique étant fixée pour un relais donné, les réglages dont on dispose sont ceux du courant et de la temporisation. Celui du courant détermine l'intensité du courant à partir de laquelle le relais pourra commencer à fonctionner et qui sera naturellement choisie un peu au-dessus du courant normal de la ligne. Le réglage de la temporisation détermine le retard au déclenchement du relais pour un courant donné. En général, le réglage du courant réagit sur le temps. C'est pourquoi on donne les retards du relais, non pas en fonction du courant exprimé en ampères, mais en fonction de ce courant rapporté au courant de réglage. Les courbes de temporisation sont ainsi identiques, quelle que soit la valeur absolue de l'intensité du courant de réglage. Le réglage de la temporisation modifie toutes les ordonnées de la courbe caractéristique dans un rapport constant. La figure 2 représente une famille de courbes de temporisation;

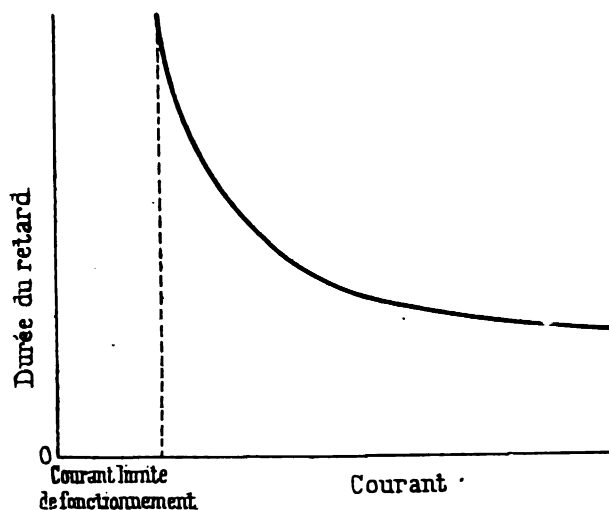


Fig. 1. — Allure générale de la courbe caractéristique ou de temporisation d'un relais à action différée.

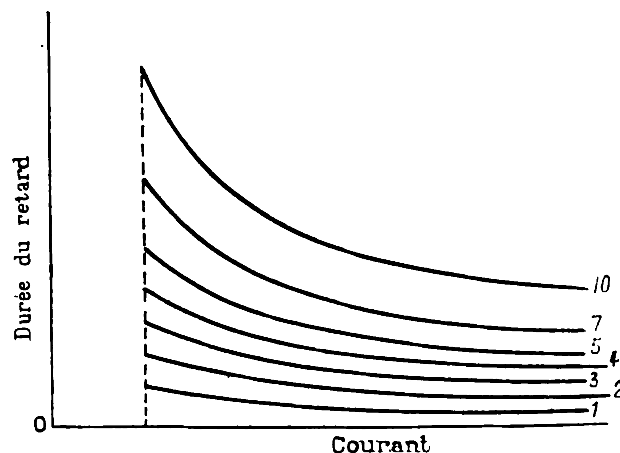


Fig. 2. — Famille de courbes de temporisation, pour des réglages différents, à savoir, pour les réglages 1, 2, 3, 4, 5, 7 et 10.

chacune d'elles se rapporte à un réglage donné de la temporisation, ces réglages étant repérés par des numéros placés en regard des courbes.

3. Principes généraux de la protection par relais de surcharge. — Le cas le plus simple que l'on puisse envisager est celui d'une usine génératrice C (fig. 3), alimentant par un feeder unique plusieurs sous-stations S, S', S"... Chaque section telle que CS, SS', S' S"... sera munie d'un interrupteur automatique branché à l'extrémité la plus voisine de l'usine C.

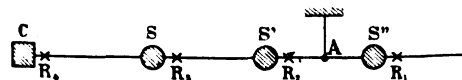


Fig. 3. — Schéma général du cas le plus simple d'une transmission d'énergie électrique de l'usine génératrice C aux sous-stations S, S', S".

Chacun de ces interrupteurs sera contrôlé par un relais sélectif et les temporisations de ces divers relais seront réglées de façon que les durées du retard au déclenchement croissent de l'extrémité aval de la ligne jusqu'à l'extrémité amont. Soient R_1, R_2, R_3, R_4 les relais réglés dans l'ordre des indices. S'il se produit un accident au point A, par exemple, le relais R_2 étant le moins temporisé de tous ceux qu'intéresse le court-circuit déclenchera le premier et isolera de l'usine C toute la partie du réseau en aval de S'. On s'aperçoit dans ce cas que l'élimination du défaut met hors service une partie du réseau. Cela tient au fait que les postes ne reçoivent l'énergie que par un seul feeder.

Un autre cas simple, représenté sur la figure 4, est celui des sous-stations S_1 S_2, S_3 alimentées par deux usines génératrices C et C', situées de part et d'autre du feeder d'alimentation. Dans ce cas, l'alimentation de chaque poste est double et l'élimination d'un défaut ne produira aucune interruption de service dans le réseau. Les relais de surcharge sélectifs sont alors insuffisants pour assurer à eux seuls la protection d'un tel réseau. Ils doivent être complétés par des relais « wattmétriques directionnels », qui tiennent compte du sens dans lequel s'effectuent les échanges d'énergie au moment de l'accident. En général, on constituera un ensemble dénommé « relais double », comprenant un élément wattmétrique directionnel et un élément de surcharge sélectif, le premier intervenant pour autoriser ou non le fonctionnement du second, selon que l'énergie s'écoule dans un sens ou dans l'autre. On placera un relais double à chaque extrémité de section.

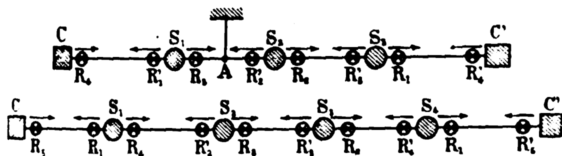


Fig. 4 et 5. — Schémas généraux d'une ligne reliant deux usines génératrices C et C', entre lesquelles sont installées des sous-stations S_1, S_2, S_3,...; sur la figure 4, ces sous-stations déterminent un nombre pair de sections et sur la figure 5, un nombre impair.

Les éléments directionnels de ces relais doubles seront réglés pour n'autoriser le fonctionnement des éléments sélectifs que lorsque l'énergie s'écoule vers l'intérieur de la section qu'ils contrôlent. En ce qui concerne les éléments sélectifs, on constituera deux « cascades » à ordre de temporisations inverses : la première, établie comme dans le premier exemple, l'usine C étant considérée comme seule génératrice, se rapporte aux relais R_1, R_2, R_3, R_4 placés aux extrémités des sections les plus proches de C, ces relais étant réglés avec des temporisations croissantes de C' vers C ; la seconde, pour laquelle on considère l'usine C' comme seule génératrice, se rapporte aux relais R'_1, R'_2, R'_3, R'_4 placés aux extrémités des sections les plus proches de C', ces relais étant réglés avec des temporisations croissantes de C vers C'. Sur la figure 4 les flèches indiquent le sens de l'énergie qui permet le fonctionnement des éléments sélectifs et les indices, la relativité des réglages en temporisation des éléments sélectifs. On voit ainsi aisément que si un court-circuit se produit au point A par exemple, les seuls relais qui déclenchent sont, dans l'ordre, R'_2 et R_3. La liaison entre S_1 et S_2 est supprimée, mais aucune des sous-stations n'interrompt son service.

La figure 5 représente un autre schéma type, se rapportant à une ligne dont le nombre de sections est impair. Dans l'un et l'autre exemples, la somme des indices des relais qui encadrent chaque section est égale au nombre de sections augmenté d'une unité. En examinant chacun des schémas, on peut se rendre compte que quelques-uns des relais doubles prévus peuvent être remplacés par des relais sélectifs simples. Ce sont ceux dont l'indice de temporisation est supérieur ou égal à $\frac{n+1}{2}$, n étant le nombre de sections. Comme ces derniers relais ont des temporisations toujours supérieures à celles des relais doubles restants, l'élimination du défaut s'effectuera toujours correctement, une section étant mise hors circuit, soit à ses deux extrémités simultanément (section moyenne d'une ligne à nombre de sections impair), par l'opération de deux relais simples, soit d'abord à son extrémité la plus éloignée de l'usine la plus proche, par l'opération d'un relais double et d'un relais simple.

Ces remarques permettent d'énoncer la règle générale suivante :

A l'extrémité de chaque section située en aval de l'usine la plus proche, on place un relais double dont l'élément directionnel n'autorise le fonctionnement de l'élément sélectif que lorsque l'énergie reflue vers cette usine. On place un relais sélectif simple à l'autre

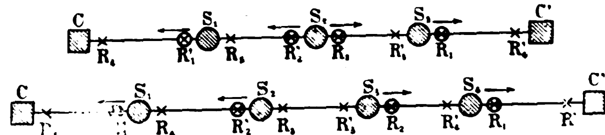


Fig. 6 et 7. — Schémas montrant les modifications résultant de la substitution de relais sélectifs simples aux relais doubles les plus temporisés, respectivement dans les cas des figures 4 et 5.

extrémité de chaque section, y compris les deux extrémités de la section moyenne, si le nombre des sections est impair. Les réglages en temporisation des relais placés à l'extrémité amont des sections par rapport à chaque usine vont en croissant à mesure qu'on se rapproche de cette usine. Les figures 6 et 7 représentent

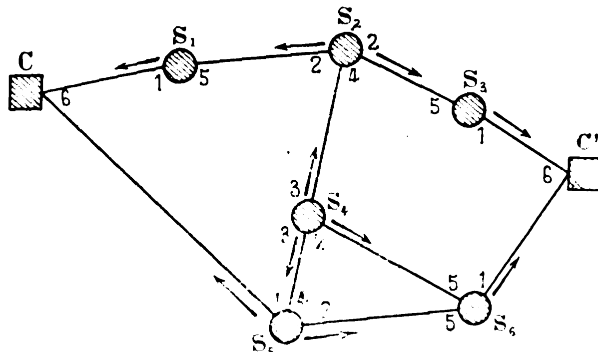


Fig. 8. — Schéma d'un réseau maillé.

respectivement les modifications apportées aux schémas des figures 4 et 5 par substitution de relais sélectifs simples aux relais doubles les plus temporisés.

Cette règle générale s'applique à n'importe quel schéma de réseau. La figure 8 représente un réseau

maillé comprenant deux usines génératrices C et C' et six sous-stations S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6. On commence par chercher le circuit le plus long de C à C', à savoir $C - S_1 - S_2 - S_4 - S_5 - S_6 - C'$. On répartit les relais avec leurs réglages le long de ce circuit, comme il a été indiqué plus haut. En ce qui concerne les autres dérivations, on les règle symétriquement par rapport à l'usine génératrice la plus proche : $C'S_3$ est réglé comme $C'S_6$, S_3S_2 et S_6S_4 comme S_6S_5 et enfin CS_3 comme CS_1. Si le circuit le plus long d'une station génératrice à l'autre comporte n sections, la somme des indices de temporisation des deux relais placés aux extrémités de chaque section est égal à $n + 1$ et les relais dont l'indice de temporisation est supérieur à $\frac{n+1}{2}$ sont des relais sélectifs simples.

4. Utilisation rationnelle des courbes de temporisation. — Dans tout ce qui précède, les réglages en temporisation des relais n'ont été déterminés qu'en valeur relative. Il reste à leur assigner une valeur absolue qui permette l'élimination certaine du défaut, quelle que soit l'importance du court-circuit. On devra tenir compte dans cette détermination, d'une part, des erreurs admissibles dans le retard des relais, d'autre part, de la constante de temps des disjoncteurs de la ligne. Il faut considérer en effet qu'à partir de l'instant où a commencé la fermeture du contact d'un relais, le disjoncteur correspondant opère à coup sûr, sans qu'il y ait possibilité de retour en arrière, si le défaut cesse avant le déclenchement du disjoncteur. Et cela tient à deux ordres de faits, soit que les constructeurs de relais les empêchent systématiquement, par blocage mécanique, d'ouvrir leurs contacts quand ils ont été fermés, afin de les protéger contre l'arc à l'ouverture, soit que l'inertie des pièces mobiles des relais introduise un retard à la réouverture supérieur au retard propre des disjoncteurs. Or, les disjoncteurs les plus modernes ont une constante de temps qui n'est jamais inférieure à 0,2 seconde et les disjoncteurs de modèles anciens ont une constante de temps qui atteint 0,3 à 0,4 seconde. Il sera donc prudent de ne jamais descendre au-dessous de 0,5 seconde comme différence de la durée de temporisation de deux relais consécutifs. Si les relais possèdent un retard limite constant, au delà d'une certaine valeur du courant, il suffit d'opérer les réglages en tenant compte uniquement de ce retard limite. Si les relais possèdent un retard constamment décroissant, il sera nécessaire d'opérer les réglages en considérant les temporisations obtenues pour les plus fortes surcharges admissibles dans le réseau.

5. Avantages et inconvénients des différentes formes de courbes. — Les courbes de la figure 9 représentent respectivement les variations de la durée du retard en fonction du courant dans les relais à temps limite constant et dans ceux à temps limite décroissant. L'avantage de la courbe de la figure 9 réside en ceci que, le temps limite étant défini, il constitue une base simple pour l'évaluation des réglages. Ce temps limite sera, en particulier, indépendant des variations possibles du rapport de transformation des transformateurs de courant, en cas de surcharge excessive. Nous verrons plus loin que cet avantage est plus théorique que pratique, et qu'il n'y a aucune raison fondée pour craindre de ce fait une perturbation dans la sélection. L'avantage de la courbe de la figure 10 apparait au contraire très nettement dans de nombreux cas et tient au fait qu'en dehors de la sélection provenant des

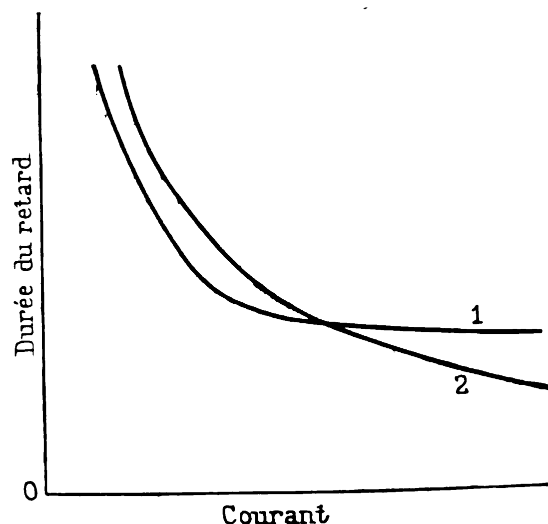


Fig. 9. — Courbes caractéristiques : 1, des relais à temps limite constant ; 2, des relais à temps limite décroissant.

réglages différents en temporisation, il s'introduit un complément de sélection en fonction du courant agissant sur les différents relais.

Sur la figure 10, C est une usine génératrice alimentant un réseau en « patte d'oie » comprenant trois sous-stations S_1, S_2, S_3. Les courants normaux dans les lignes sont indiqués en regard ; soit 100 A pour chacun

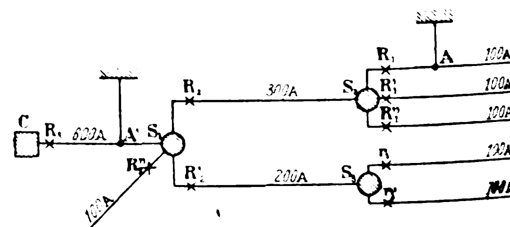


Fig. 10. — Schéma général d'un réseau de distribution « en patte d'oie », comportant une usine génératrice C et des sous-stations avec plusieurs départs chacune.

des départs de S_2 et S_3 ; 300 A pour la liaison S_1S_2 ; 200 A pour la liaison S_1S_3 ; 100 A pour le départ de S_1 et 600 A pour la liaison CS_1. Tous les relais placés au départ de chaque section seront alimentés par des transformateurs de courant aux rapports respectifs : $\frac{100}{5}$ pour les relais R_1, R'_1, R''_1, r_1, r'_1, R'_2 ; $\frac{200}{5}$ pour le

relais R'_2; $\frac{300}{5}$ pour le relais R_2 et $\frac{600}{5}$ pour le relais R_3.

Les réglages relatifs en temporisation sont indiqués par les indices. Si nous voulons protéger un tel réseau par des relais dont la courbe de temporisation affecte la forme de la courbe 1 de la figure 9, nous serons amenés à adopter les temps limites suivants pour les divers relais : 0,5 s pour R_1, R'_1, R''_1, r_1, r'_1, R''_2 ; 1 s pour R_2 et R'_2 ; 1,5 s pour R_3.

Un court-circuit entre C et S_1 ne sera donc éliminé qu'en 1,5 s.

Supposons au contraire que nous voulions protéger ce réseau avec des relais dont la courbe de temporisation affecte la forme de la courbe 2 de la figure 9. Pour préciser cette courbe, nous avons enregistré sur le tableau I les durées de temporisation en secondes, pour différents réglages, numérotés de 1 à 10, et pour des courants rapportés au courant de réglage. Les colonnes verticales se rapportent aux différents réglages en temporisation et les lignes horizontales se rapportent aux courants, comptés en multiples du courant de réglage.

Tableau I.

Valeurs des durées de temporisation, en secondes, pour différents réglages et différentes valeurs du courant.

Réglage de la temporisation.		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Courant en multiples du courant de réglage.	1,5	16,9	14,8	12,7	10,7	8,6	6,8	5,4	4	2,7	1,4
	2	9,9	8,7	7,5	6,3	5,1	4	3,2	2,4	1,7	0,9
	3	6,4	5,7	5	4,2	3,4	2,7	2,1	1,6	1,1	0,6
	5	4,6	4	3,5	3	2,5	2	1,6	1,2	0,8	0,4
	10	3,5	3,1	2,7	2,3	1,9	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3
	20	3,2	2,8	2,4	2,1	1,7	1,4	1,1	0,8	0,5	0,3

Supposons les relais réglés un peu au-dessus du courant normal, par exemple à 6 A. Nous adopterons les réglages en temporisation suivants : 1 pour R_1, R'_1, R''_1, r_1, r'_1, R''_2 ; 2 pour R_2, R'_2 ; 3 pour R_3.

Supposons un court-circuit en A, sur l'un des départs de S_2. Ce court-circuit aura, par exemple, une valeur de 2 400 A. Le relais R_1 sera influencé par un courant secondaire de 120 A, soit 20 fois son courant de réglage. Le relais R_2 sera influencé par un courant de 6,7 fois son courant de réglage et le relais R_3, par un courant de 3,3 fois son courant de réglage. Si on se réfère au tableau I on voit que les retards respectifs de ces relais seraient : pour R_1, 0,3 s ; pour R_2, 0,8 s ; pour R_3, 1,5 s environ. Le relais R_1 isolera donc le défaut en 0,3 s, en conservant sur R_2 une avance de 0,5 s et sur R_3 de 1,2 s.

Si, maintenant, un défaut se produit en A', où le courant de court-circuit a pour valeur 6 000 A, le relais R_3 sera influencé par un courant de 50 A, soit 8,3 fois son courant de réglage et éliminera le défaut en moins d'une seconde.

On voit, par cet exemple schématique, comment l'emploi judicieux des courbes de temporisation, allié à la connaissance des conditions du réseau, peut permettre, avec les relais à temporisation décroissante, d'éliminer les accidents dans des temps plus courts, tout en conservant les mêmes garanties de fonctionnement correct.

II. Description du relais à courant maximum sélectif RS4.

— 1. Aperçu général. — Sur la figure 11 est représentée une vue d'un relais RS4 dont le boîtier est enlevé. Ce relais est du type à induction. Il comprend un disque d'aluminium A, monté sur un arbre vertical, et sur lequel agissent un électroaimant moteur et deux aimants amortisseurs BB'. Un ressort en hélice fixé sur l'arbre empêche le mouvement du disque avant que le courant n'ait atteint la valeur de réglage et le ramène en arrière lorsque le courant a diminué au-dessous de cette valeur de réglage. L'électroaimant moteur est alimenté par l'enroulement secondaire d'un transformateur H à fuites magnétiques, dont l'enroulement primaire est relié au transformateur de courant. L'enroulement primaire du transformateur est pourvu d'un certain nombre de prises permettant de modifier à volonté l'intensité de réglage. A cet effet, une fiche D peut se visser dans des trous percés dans la platine C.

Le réglage de la temporisation s'effectue en déplaçant un levier F devant une platine E portant un cadran divisé en dix parties égales. Le levier F peut être bloqué dans la position choisie au moyen d'une vis G. La position du levier F détermine la position de départ de l'équipage mobile, le contact s'effectuant toujours dans la même position de cet équipage.

2. Contacts. — Le relais RS4 est pourvu d'un système de contacts universel à ouverture et à fermeture avec dispositif de blocage. L'arbre du disque porte un pignon qui engrène avec une roue dentée pivotée sur la platine de contact (fig. 12 et 13). Sur l'arbre de la

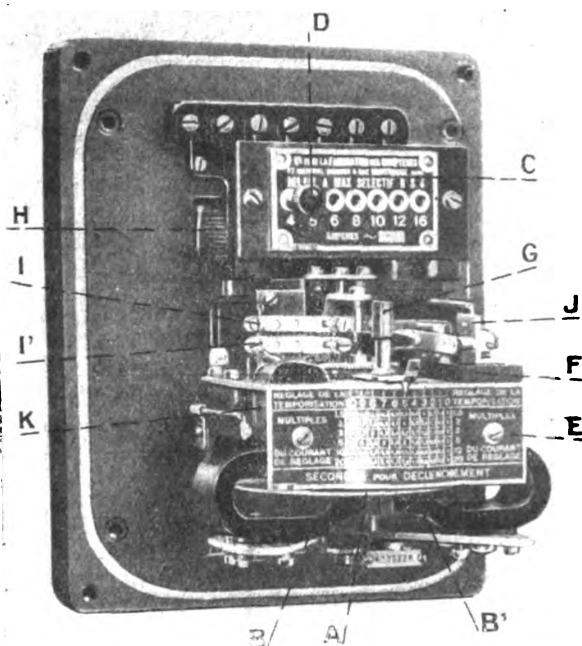


Fig. 11. — Vue du relais RS 4 à courant maximum sélectif construit par la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz. A, disque ; BB', aimants de freinage ; C, platine de réglage du courant ; D, fiche de réglage du courant ; E, platine de réglage de la temporisation ; F, levier de réglage de la temporisation ; G, vis de blocage du levier F ; H, transformateur à fuites ; II', lames de contact à fermeture ; J, contact à ouverture ; K, électroaimant de blocage.

roue dentée sont montés, d'une part, une palette de fer qui s'approche à fin de course d'un électroaimant de blocage, et, d'autre part, un bras de contact. Ce bras de contact porte une plaquette d'argent qui peut mettre en court-circuit les deux lames d'un contact à fermeture, tandis qu'un prolongement du bras de contact fait basculer un contact à ouverture constitué par un contact de repos d'argent sur argent et un pare-étincelles en cuivre et charbon.

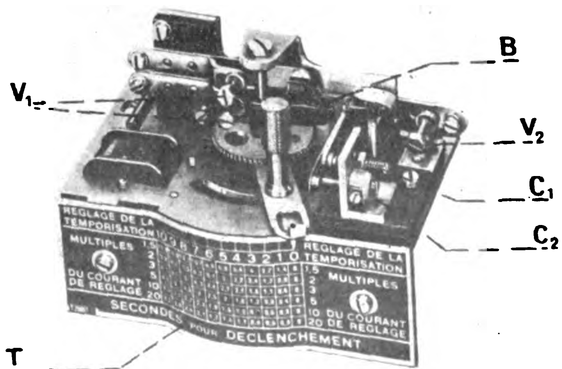


Fig. 12. — Vue de la face supérieure de la platine de contact du relais RS 4. V_1, vis de réglage du contact à fermeture ; V_2, vis de réglage de la pression du contact à ouverture ; B, bras de contact ; C_1, contact en argent ; C_2, contact en charbon ; T, tableau de temporisation.

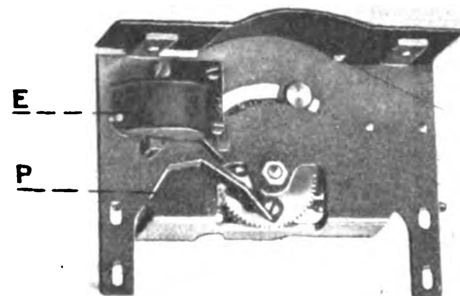


Fig. 13. — Vue de la face inférieure de la platine de contact. E, électroaimant de blocage ; P, plaquette de mise en court-circuit.

Pour utiliser le contact à ouverture ou à fermeture il suffit d'un simple changement de connexions à l'extérieur de l'appareil. La figure 14 représente le schéma des connexions intérieures du relais RS 4.

Dans le cas du contact à fermeture (disjoncteurs à émission de courant, avec source auxiliaire), l'électroaimant de blocage est monté en série avec le contact à fermeture (fig. 15). Le courant de déclenchement excite cet électroaimant au moment de la fermeture du con-

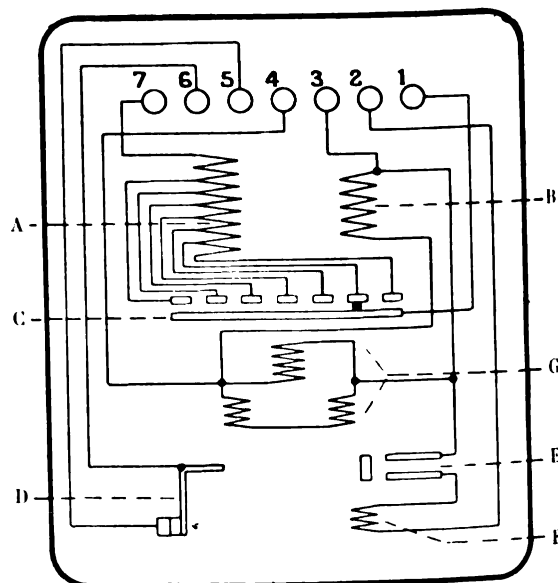


Fig. 14. — Schéma des connexions intérieures du relais RS 4 (Vue arrière). A, primaire du transformateur à fuites ; B, secondaire du transformateur à fuites ; C, platine de réglage du courant ; D, contact à ouverture ; E, contact à fermeture ; F, électroaimant de blocage ; G, électroaimant moteur.

tact; la palette est attirée et le contact se trouve bloqué jusqu'au moment où le disjoncteur a fonctionné et a coupé son courant d'alimentation.

Dans le cas du contact à ouverture (disjoncteurs à manque de tension ou disjoncteurs actionnés sans source auxiliaire par les transformateurs de courant), la bobine de l'électroaimant de blocage, toujours

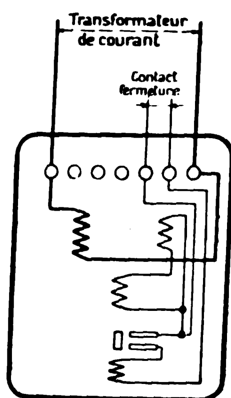


Fig. 15. — Schéma des connexions pour le contact « à fermeture ».

montée en série avec le contact à fermeture, est en dérivation aux bornes du secondaire du transformateur à fuites (fig. 17). Ce contact à ouverture est électriquement indépendant, et peut être utilisé pour un usage quelconque.

3. Platine de réglage du courant. — Le transformateur à fuites porte sept prises, reliées à des équerres métalliques disposées derrière la platine de réglage du

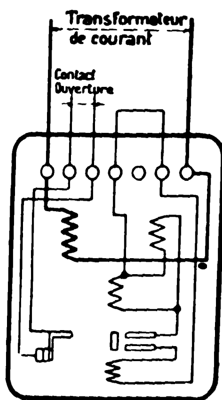


Fig. 16. — Schéma des connexions pour le contact « à ouverture » (Vue arrière).

courant (fig. 17). La fiche de réglage se visse dans ces équerres et assure le contact électrique avec la platine. Un dispositif spécial permet d'effectuer le réglage sans risquer de couper le circuit du transformateur de courant. A cet effet, lorsque la fiche est enlevée, une plaquette de mise en court-circuit vient s'appliquer sur l'équerre correspondant au courant maximum de réglage, laissant ainsi le relais sur sa plus faible sensibilité.

Les réglages extrêmes en courant sont entre eux dans le rapport de 1 à 4 et s'échelonnent approximativement suivant la progression géométrique adoptée par

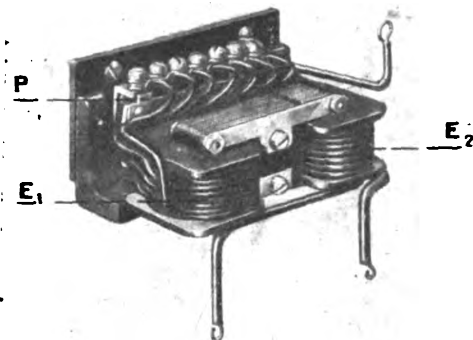


Fig. 17. — Vue du transformateur à fuites : E_1 enroulement primaire; E_2, enroulement secondaire; P, plaquette de mise en court-circuit.

l'Union des Syndicats de l'Electricité, suivant les valeurs enregistrées dans le tableau II.

Tableau II. — *Valeurs des réglages pour différents calibres.*

Calibre	Réglages						
1,25 A	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4
2,5 A	2	2,5	3	4	5	6	8
5 A	4	5	6	8	10	12	16
10 A	8	10	12	16	20	24	32

4. Equipage mobile; disque correcteur de couple. — Le couple antagoniste du relais étant fourni par un ressort, varie suivant une loi linéaire en fonction de l'angle de rotation. Afin d'éviter que l'équipage ne prenne une position d'arrêt, pour une intensité de courant maintenue constante, on s'arrange de telle sorte que le couple moteur varie suivant la même loi que le couple antagoniste. A cet effet, le disque d'aluminium est découpé suivant une forme appropriée, pour corriger constamment la variation du couple moteur (fig. 18).

On pousse même un peu plus loin la correction du couple moteur et on donne au disque une avance très légère et progressive vers les temporisations courtes. On obtient ainsi ce résultat que, dans le cas d'ailleurs peu probable, où le courant se maintiendrait longtemps sensiblement égal au courant de démarrage, ce sont les relais les moins temporisés qui démarrent les premiers. La sélection est donc poursuivie, jusqu'à la limite extrême.

5. Platine de réglage de la temporisation. — Cette platine comporte un cadran divisé en dix parties égales, servant à repérer la position du levier de réglage de la temporisation et un tableau à double entrée permettant de déterminer le retard au déclenchement du relais en fonction du réglage de la temporisation et en fonction de la surcharge. Ce tableau est celui reproduit plus haut (tableau I); on peut se rendre compte de sa disposition sur l'appareil d'après la vue générale de la figure 12. Les colonnes verticales correspondent aux divisions du cadran de temporisation et les lignes horizontales correspondent aux courants, comptés en multiples du courant de réglage. Ce courant de réglage est aussi le courant minimum de déclenchement du relais.

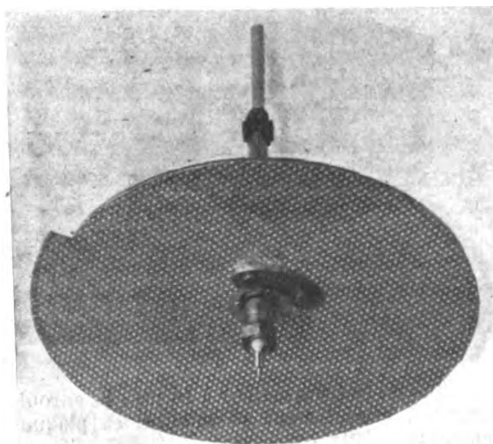


Fig. 18. — Vue du disque correcteur de couple.

Si l'on représente par des courbes les différents chiffres portés sur le tableau, on obtient les courbes de temporisation de la figure 19. On y voit que le retard au déclenchement du relais diminue d'autant plus lentement à mesure que la surcharge augmente davantage.

6. Quelques données pratiques sur le relais RS4. — L'équipage mobile du relais est extrêmement léger. Le disque, l'arbre, le pignon et le spiral pèsent 29 g. L'arbre, en duralumin étiré, est terminé à sa partie inférieure par un pivot d'acier parfaitement poli, qui repose sur une crapaudine en saphir montée sur un ressort. La partie supérieure de l'arbre comporte un logement cylindrique dans lequel s'engage une aiguille d'acier portée par une vis fixée sur le bâti. Le disque est en aluminium écroui, de 1 mm d'épaisseur, parfaitement dressé par quadrillage au moyen d'une presse de 60 t. Les entrefers dans lesquels se meut le disque ont été très largement dimensionnés pour diminuer les risques d'enrayage sous l'action de poussières ou de corps étrangers. L'entrefer de l'électroaimant moteur est de 4 mm et celui des aimants de freinage, de 3 mm. Ces aimants sont fixés d'une manière particulièrement rigide par trois vis calantes et une vis de blocage, munie d'une rondelle Grover. Ils sont placés de façon que leurs pôles de signes contraires soient en regard les uns des autres, ce qui conduit au maximum de freinage, tout en assurant une parfaite conservation de leur magnétisme rémanent. Leur amortissement est si important que l'impulsion que subit l'organe mobile du relais par suite d'un court-circuit violent ne dure pas plus de 0,05 s et que le déplacement qui en résulte ne dépasse pas 4 degrés.

Le couple du ressort antagoniste est de 2,7 g-cm. Il a une torsion à l'origine de 3 tours, la course utile du disque étant de 0,75 tour, ce qui permet de n'effectuer qu'une correction assez faible sur le couple moteur. Ce résultat a été obtenu grâce à l'utilisation d'un ressort en bronze phosphoreux plat, enroulé en hélice, et qui possède une remarquable rigidité malgré cette torsion considérable.

Tous les enroulements du relais sont bakélisés d'après les procédés les plus récents, et prévus pour supporter une tension d'épreuve de 2 200 V.

Le transformateur à fuites assure une protection mécanique parfaite de l'équipage mobile contre les effets des courts-circuits violents, le couple sur cet équipage ne dépassant pas 18 g-cm pour un courant de court-circuit égal à 50 fois le courant de réglage.

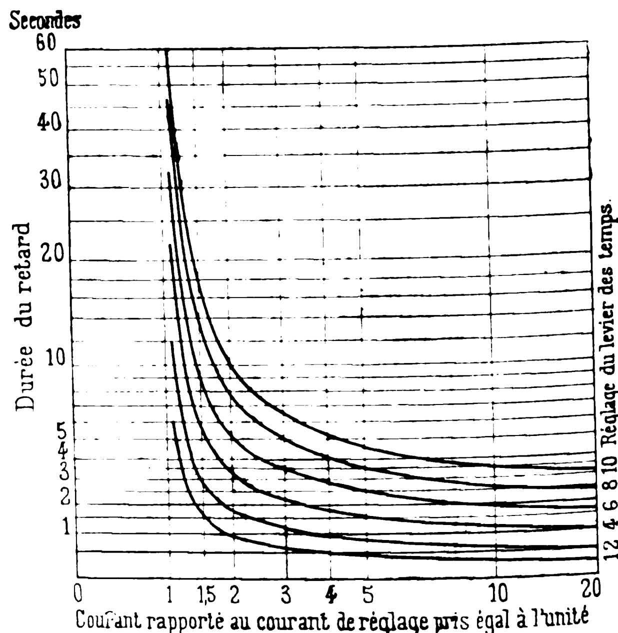


Fig. 19. — Courbes de temporisation du relais RS4 pour différents réglages.

La puissance apparente mise en jeu dans le relais RS4 est très faible, soit 5,5 V-A à 50 p:s et 3,5 V-A à 25 p:s.

III. Conditions d'essais d'un relais RS4. —

1. Influence de la forme de l'onde de courant. — La sélectivité étant obtenue avec ce relais, au moyen d'un

transformateur à fuites, il y a lieu de prendre certaines précautions en ce qui concerne les essais. Sur la figure 20 sont tracées des courbes relevées sur un relais la courbe A avec charge réelle, obtenue par des résistances en série avec le relais et sous une tension totale de 110 V environ, et la courbe B avec

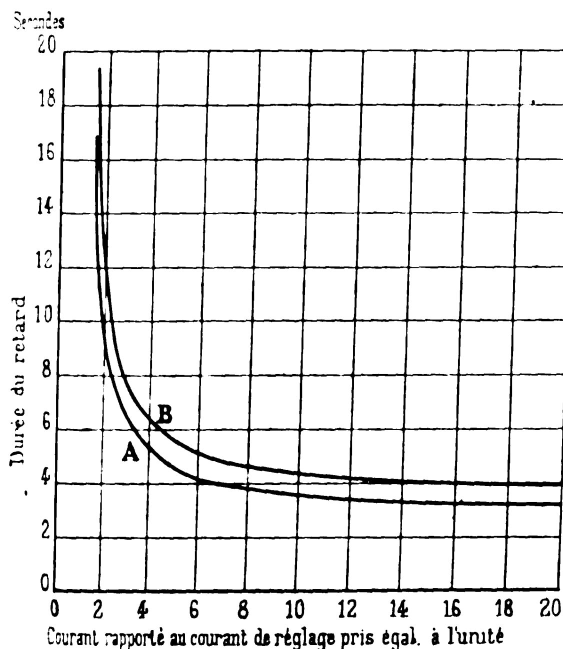


Fig. 20. — Courbes de temporisation relevées aux essais sur un relais RS4. A, sur charge réelle; B, sur charge fictive.

charge fictive, c'est-à-dire au moyen d'un transformateur abaisseur de tension. On voit que les temps obtenus dans ces deux essais sont notablement différents et ce fait peut s'expliquer de la manière suivante : la saturation du transformateur à fuites introduit une

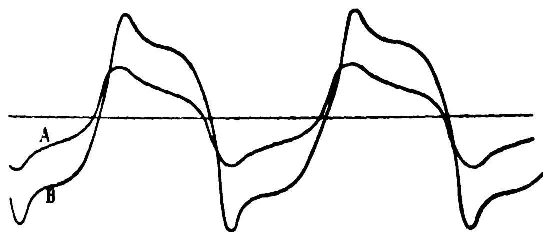


Fig. 21. — Courbes relevées à l'ondographe, de la tension aux bornes d'un relais RS4 parcouru par un courant : A, de 20 A, en valeur efficace, $U = 2,9$ V; B, de 40 A, $U = 4,7$ V.

distorsion soit dans l'onde de courant, soit dans l'onde de tension, soit dans les deux ondes simultanément.

La figure 21 représente le relevé à l'ondographe de la tension aux bornes du relais traversé par un courant sinusoïdal. La courbe A correspond à un courant efficace de 20 A (le relais étant réglé sur 4 A), la courbe B, à un courant efficace de 40 A. Les tensions efficaces correspondantes aux bornes du relais sont de 2,9 V et 4,7 V.

On voit que l'onde de tension est d'autant plus déformée que le courant est plus important. Cette forme d'onde possède l'allure générale d'une onde sinusoïdale fondamentale, superposée à des harmoniques de rang plus élevé. L'harmonique dominant est l'harmonique 3, comme il arrive normalement lorsqu'on travaille sur la portion saturée de la courbe de magnétisme.

Si l'essai du relais a lieu sur charge réelle, la déformation de l'onde de tension n'a aucune répercussion

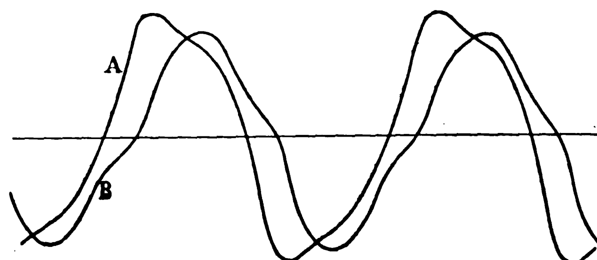


Fig. 22. — Courbes relevées à l'ondographe de la tension et du courant d'un relais RS4 sur charge fictive.

sur la forme de l'onde de courant, car la chute de tension dans les résistances additionnelles de réglage du courant est importante par rapport à la tension aux bornes du relais. Le courant dans le relais a donc pratiquement la même forme d'onde que la tension totale aux bornes du système formé par les relais et les résistances de réglage, c'est-à-dire une forme sinusoïdale.

Si, au contraire, l'essai est effectué avec un transformateur abaisseur de tension, fournissant aux bornes du relais une tension à peu près sinusoïdale, c'est l'onde de courant qui se déforme et par conséquent aussi le flux actif qui produit le couple sur l'équipage moteur. On constate, dans ce cas, la plupart du temps une déformation simultanée de l'onde de courant et de l'onde de tension, comme le montrent les courbes de la figure 22.



Fig. 23. — Courbe relevée à l'ondographe du courant secondaire du transformateur à fuites.

Lorsque le relais est en service, branché normalement sur des transformateurs de courant, l'onde de courant est celle des conditions de service. Elle a une forme pratiquement sinusoïdale. C'est donc l'essai sur charge réelle qui correspond le mieux aux conditions d'utilisation du relais.

Il pourra arriver, du reste, dans certains cas, que le courant de court-circuit d'une ligne présente une forme d'onde assez distordue. Les temps de fonctionnement

des relais sélectifs seront alors un peu plus longs que ceux qui avaient été prévus, mais la sélection ne sera pas troublée, car cette déformation a la même répercussion sur tous les relais intéressés par le défaut. La courbe de la figure 23 montre la forme du courant secondaire du transformateur à fuites pour un courant primaire de 40 A.

2. INFLUENCE DE LA CHARGE DES TRANSFORMATEURS DE COURANT. — Dans les limites normales de charge d'un transformateur de courant, les variations de charge n'introduisent qu'une erreur extrêmement faible sur les retards au déclenchement du relais. Le tableau III met en évidence ces erreurs. Le premier essai est fait avec un relais RS4 sans aucune autre impédance dans le circuit du transformateur; les chiffres relevés sont ceux du tableau I, reproduit plus haut. Le second essai est fait avec des résistances additionnelles donnant lieu

TABLEAU III.

Résultats d'essais d'un relais RS4 : Durées de temporisation, en secondes, pour différentes valeurs du courant.

NUMÉRO DE L'ESSAI	Multiples du courant de réglage......	1,5	2	3	5	10	20
1	Relais RS4 seul..................	16,9	9,9	6,4	4,6	3,5	3,2
2	Relais RS4 avec résistances (20 watts).	17,4	10,1	6,55	4,7	3,55	3,25
3	Relais RS4 avec inductances (20 V-A)..	17,2	10	6,5	4,65	3,55	3,25

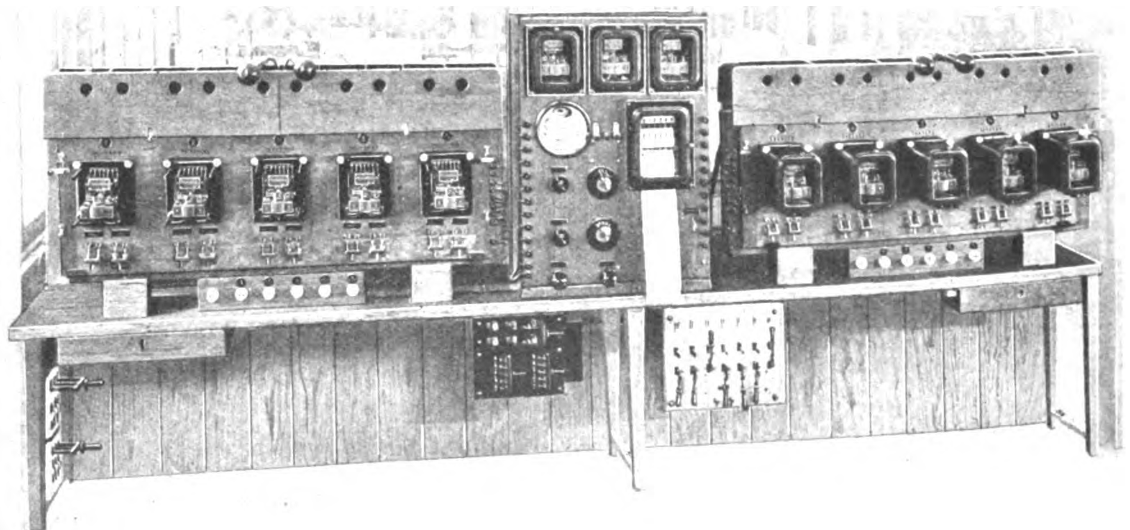


Fig. 24. — Vue de la station d'étalonnage des relais RS4 de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz.

à une absorption de puissance supplémentaire de 20 w, avec $\cos \varphi = 1$. Le troisième essai est effectué avec des self-inductances additionnelles introduisant une consommation supplémentaire de 20 V-A avec $\cos \varphi = 0,3$.

On voit que les temps sont légèrement augmentés dans les deux derniers cas, mais cette augmentation ne dépasse jamais 3 pour 100. Cette différence correspond du reste à des cas extrêmes. En pratique, les différences observées sont négligeables si les transformateurs ont une charge comprise entre la moitié et la totalité de la charge correspondant au régime de précision.

3. Etalonnage en série des relais RS4. — Afin d'assurer d'une manière rigoureuse la concordance de tous les relais sortis de ses ateliers, dans des conditions de marche identiques, la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz a réalisé une station d'étalonnage de relais à l'établissement de laquelle ont été apportés tous les soins voulus. La figure 24 en montre la vue d'ensemble.

La méthode employée pour cet étalonnage consiste à brancher cinq relais en série avec un relais étalon et à enregistrer sur une feuille de papier se déroulant à grande vitesse le déclenchement de ces différents relais. Afin que puisse être localisée, d'après les indications enregistrées, la zone qui comprend les erreurs admis-



Fig. 25. — Vue de l'électrochronomètre sans son fluxmètre.

sibles, le papier commence à se dérouler un instant très court avant le déclenchement du relais étalon et s'ar-

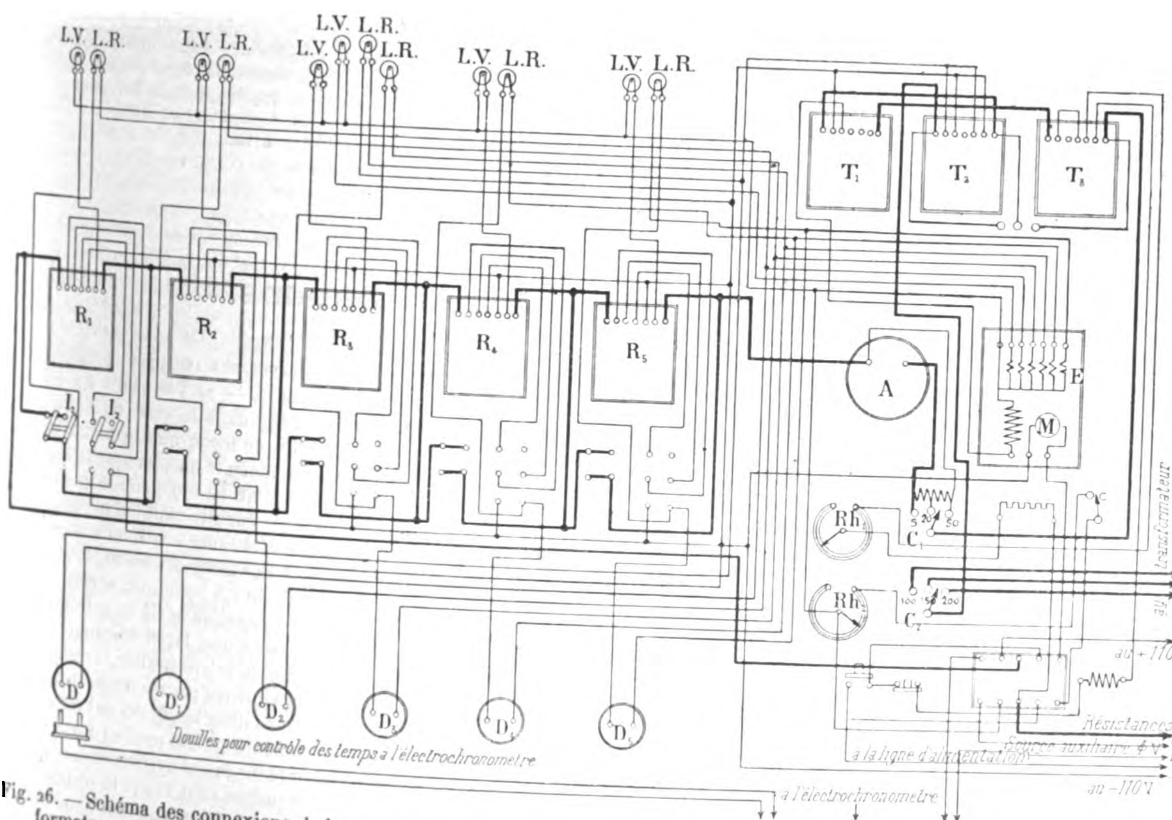


Fig. 26. — Schéma des connexions de la station d'étalonnage des relais RS4 : A, ampèremètre; C_1, commutateur du transformateur de l'ampèremètre; C_2, commutateur du transformateur d'alimentation; D, D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, douilles pour le contrôle des temps à l'électrochronomètre; E, électroaimants du dispositif enregistreur; I_1, interrupteur de mise hors circuit; I_2, inverseur « contact à fermeture-contact à ouverture »; M, moteur de l'appareil enregistreur; R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, relais; Rh_1, rhéostat pour le contrôle du courant; Rh_2, rhéostat pour le contrôle du moteur; T_1, relais d'embrayage; T_2, relais étalon; T_3, relais de coupure.

rête un instant très court après. Ces manœuvres sont faites au moyen de deux relais dont les réglages en temporisation encadrent le réglage du relais étalon et des relais à étalonner. Le circuit de charge des relais est constitué par des résistances; il est contrôlé par un contacteur à commande par boutons poussoirs. Le poste d'étalonnage est double; le panneau central de mesure se branchant alternativement sur le panneau de gauche et le panneau de droite, chacun supportant cinq relais. Le fonctionnement du poste est ainsi continu, cinq relais se trouvant en étalonnage et cinq autres en montage, démontage ou vérification mécanique. Les temps perdus ont été réduits au minimum. Les relais se montent et se démontent au moyen de deux vis à serrage manuel et toutes les connexions s'effectuent automatiquement par pression sur l'arrière de la boite à bornes du relais. L'étalonnage ainsi conçu permet l'essai d'un millier de relais par mois.

Indépendamment de ce contrôle des relais en valeur relative, on exerce un contrôle en valeur absolue sur le retard au déclenchement d'un relais pris au hasard dans chaque série. A cet effet il est prévu un appareil dénommé « électrochronomètre », qui peut être branché au moyen d'un jeu de fiches sur l'un quelconque des relais et qui permet la mesure du temps de déclenchement avec une approximation de 0,01 s. L'électrochronomètre est basé sur l'emploi du fluxmètre Grassot (fig. 25). On sait que l'équipage d'un fluxmètre, branché aux bornes d'un shunt parcouru par un courant constant, se meut d'un mouvement uniforme. On ferme simultanément le courant dans le circuit du fluxmètre et dans le circuit du relais à vérifier et on s'arrange de telle sorte que le contact à fin de course du relais coupe le circuit du fluxmètre. La déviation du fluxmètre est donc proportionnelle au temps à mesurer. L'électrochronomètre est pourvu de trois échelles de temps : 10 s, 1 s, 0,1 s; chaque division du fluxmètre correspondant respectivement à 0,1 s, 0,01 s et 0,001 s.

La figure 26 représente le schéma des connexions de la station d'étalonnage des relais RS 4.

IV. **Conclusion.** — Le relais RS 4, qui est l'aboutissement d'une longue période d'études et d'essais systématiques, est sans aucun doute le relais sélectif de haute précision qui rendra de grands services aux producteurs et distributeurs d'énergie électrique. Ajoutons que la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz achève actuellement la mise au point d'une série parfaitement homogène de relais à courants alternatif, ampèremètriques, voltmètriques, wattmétriques, relais de déséquilibrage, relais de fréquence, etc., dont le relais RS4 constitue le terme essentiel. Ces relais permettront de résoudre les problèmes les plus complexes relatifs à la sécurité des réseaux de distribution d'énergie électrique.

Roger Dubusc,
Ingénieur E. P. C. I.,
Chef du laboratoire d'études des appareils de mesure à la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz.

Revues, analyses et informations

Essais comparés relatifs à l'oxydation des alliages de chrome et de nickel aux températures élevées (1).

Les alliages de chrome et de nickel sont, comme on le sait, à peu près exclusivement employés pour la constitution des appareils de chauffage électrique, à cause de leur propriété d'être fort peu oxydables aux températures élevées. Cette résistance à l'oxydation n'est cependant pas absolue; on constate en effet que pour des températures supérieures à 1 000°C ils se recouvrent d'une couche d'oxyde, très faible, il est vrai, mais qui n'en existe pas moins. Les essais décrits dans l'article qui nous occupe ont précisément pour but de déterminer l'importance de cette oxydation et les conditions dans lesquelles elle se produit. Le principe de cette détermination repose non sur l'évaluation de l'augmentation de la résistance avec la température, mais sur la mesure du poids d'oxyde formé. A propos de la variation de la résistance, l'auteur rappelle des résultats d'essais qui méritent d'être relevés ici.

(1) W. Rohn. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 24 février et 10 mars 1927, t. XLVIII, p. 227-230 et 317-320, 5200 mots, 6 figures.

1. Variation de la résistance des alliages de chrome et de nickel avec la température. — Si l'on place un fil en alliage de chrome et de nickel dans le vide ou dans une atmosphère d'hydrogène pur, de façon que le métal soit à l'abri de toute oxydation, on constate que, lorsque la température augmente, la résistance du fil augmente d'une façon continue. La température étant ensuite maintenue constante pendant un certain temps, la résistance continue à augmenter, de 1 pour 100 environ de sa valeur primitive, si la température finale est de 100°C, de 1,5 pour 100, si cette température est de 200°C. Lorsqu'ensuite le fil se refroidit, sa résistance diminue de nouveau d'une façon continue; mais lorsque la température a atteint la valeur initiale, la résistance reste supérieure à sa valeur primitive pour la même température. Étant donné les conditions dans lesquelles ont été effectués ces essais, on peut en conclure qu'il se produit des modifications dans la structure de l'alliage, qui ne permettent pas de préciser les limites dans lesquelles peut varier la résistance, celles-ci dépendant des températures auxquelles peut avoir été exposé le corps en question. Par suite de cette indétermination, il faut donc renoncer à des mesures relatives aux variations de la résistance des alliages de chrome et nickel pour en déduire les propriétés caractéristiques.

2. Description de la méthode d'essai adoptée pour la détermination de l'importance de l'oxydation. — Cette détermination se ramène, comme nous l'avons dit, à la mesure du poids de l'oxyde formé. A cet effet, le fil de 0,5 mm de diamètre, constitué par l'alliage à étudier fut enroulé en spires; la longueur du fil était de 3,50 m. Cette bobine B (fig. 1) était placée sur deux tubes T de Marquardt de 8 mm de diamètre, logés eux-mêmes dans une sorte de

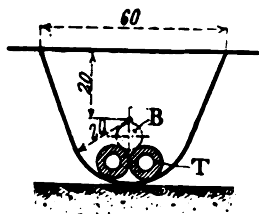


Fig. 1. — Schéma du dispositif d'essai.

gouttière dont le fond était en tôle. Pendant une heure, le fil était porté à l'incandescence à la température de l'essai; la gouttière était ouverte à sa partie supérieure de sorte que le fil était susceptible de s'oxyder. Ensuite, le courant de chauffage étant coupé, on plaçait sur la gouttière un couvercle pour la fermer complètement et en quelques secondes le fil se refroidissait. L'oxyde était alors recueilli et pesé. On obtenait une nouvelle quantité d'oxyde en tendant le fil, qui était également recueillie et pesée. Cette série d'opérations était répétée plusieurs fois, jusqu'à ce que, pour la même température d'incandescence du fil, les poids d'oxyde obtenus dans chacune des deux pesées ne varient plus.

3. Résultats des essais. — Les essais ont montré l'influence sur l'oxydation de ces alliages de leur vie antérieure, et cela surtout dans les résultats obtenus lors des deux ou trois premières opérations. Mais au point de vue pratique, il est plus intéressant de connaître la façon dont se comporte l'élément chauffant après avoir été porté plusieurs centaines de fois à l'incandescence; or, les résultats obtenus après plus de quatre ou cinq opérations présentent plus d'uniformité; ils peuvent donc être considérés comme apportant une utile contribution à la connaissance des caractéristiques des alliages en question.

Sur la figure 2 sont tracées les courbes indiquant les variations des poids d'oxyde par centimètre carré de surface du fil en fonction du nombre d'opérations décrites plus haut; dans chaque opération le fil a été porté à l'incandescence à la température de 1 000°C. Ces courbes se rapportent à des alliages différents numérotés de 1 à 8, chacun d'eux correspondant respectivement à la spécification suivante :

Alliage n°	Teneur en chrome en centièmes	Teneur en nickel en centièmes	Teneur en fer en centièmes
1	11	89	0
2	15	85	0
3	20	80	0
4	15	63	22
5	20	70	10
6	25	65	10
7	33	50	17
8	15	63	15

L'alliage n° 8 contient en plus, 7 centièmes de molybdène. On remarquera une courbe Ni se rapportant à l'oxydation du nickel pur et qui fait ressortir l'influence du chrome.

Dans les commentaires de ces résultats, l'auteur fait remarquer que dans les appareils de chauffage par incandescence où sont employés les alliages n° 3 et 4, ces alliages supportent des températures d'incandescence pou-

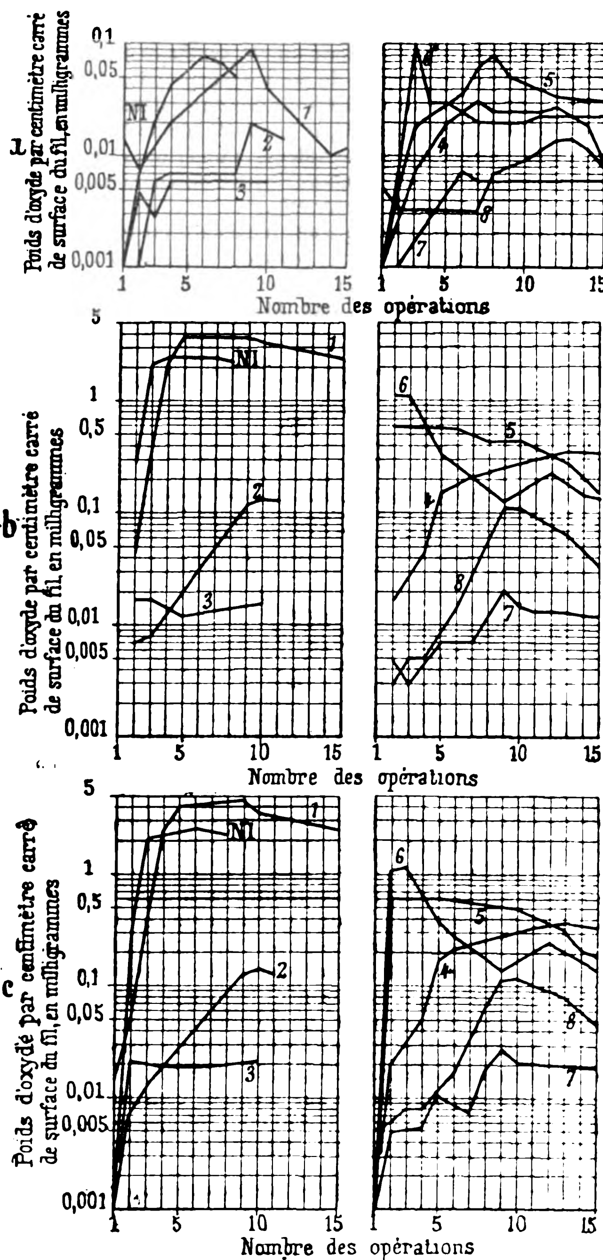


Fig. 2. — Courbes montrant les variations des poids d'oxyde obtenus en fonction du nombre d'opérations, chaque opération consistant à porter le fil à l'incandescence : a, poids d'oxyde dégagé lors du refroidissement; b, poids d'oxyde obtenu en tendant le fil; c, poids total d'oxyde résultant de ces deux opérations. Les chiffres indiqués sur les courbes sont les numéros de l'alliage correspondant.

vant s'élever à 1 000° et 1 200°C, même après plusieurs années de service. D'une façon générale, la présence du chrome a pour effet de contribuer à la prolongation de la durée de la vie de l'élément chauffant. — A. C.

Calcul du degré de déséquilibre d'un système triphasé monté en triangle dont les trois côtés sont connus [1].

La méthode vectorielle permet de décomposer tout système triphasé qui présente une dyssymétrie quant aux tensions ou aux courants, en deux autres systèmes, l'un direct, l'autre inverse; le rapport du second au premier définit le degré ou le coefficient de déséquilibre du système; l'auteur est arrivé au même résultat par une méthode mathématique qui donne directement les valeurs numériques des deux composantes. Il rappelle d'abord, à titre de comparaison, le principe de la méthode vectorielle.

Soit ABC (fig. 1) le triangle des tensions d'un système triphasé déséquilibré tel que $c = 1\,100$ v, $a = 1\,000$ v et $b = 900$ v; le système tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre. Du point A comme centre avec AC pour rayon, on décrit,

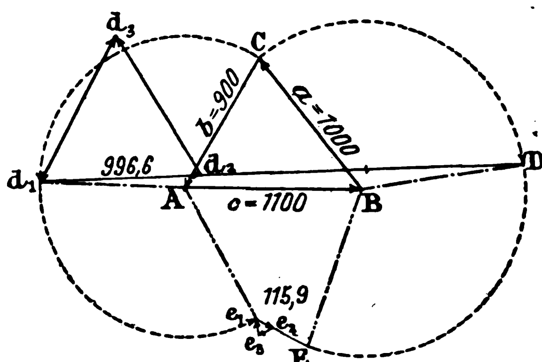


Fig. 1 — Construction graphique en vue de la décomposition en coordonnées symétriques des tensions ou courants d'un système triphasé déséquilibré.

en sens inverse du mouvement des aiguilles d'une montre, un arc de 120° limité en d_1 et un arc de 240° limité en e_1; de même, de B comme centre avec BC comme rayon, on décrit encore des arcs de 120° et 240° limités en D et E, mais cette fois en sens inverse des aiguilles d'une montre. On tire d_1D et e_1E que l'on divise respectivement en trois parties égales et avec une de ces parties, on construit les triangles équilatéraux $d_1d_2d_3$ et $e_1e_2e_3$ qui forment les composantes du système symétrique équivalent. Le premier tourne de droite à gauche comme ABC et constitue le système direct, tandis que le second qui tourne de gauche à droite, c'est-à-dire dans le sens des aiguilles d'une montre, constitue le système inverse. La somme vectorielle d_1d_2 et e_1e_2 est égale au vecteur AB; d_2d_3 et e_2e_3, à BC; d_3d_1 et e_3e_1, à AC.

[1] A.-E. Kennelly. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, mars 1927, t. XLVI, p. 240-241, 1 300 mots, 2 figures. Ce sujet a déjà été traité dans une étude très complète de C.-L. Fortescue, publiée dans *Proceedings of the american Institute of electrical Engineers*, juin 1918, t. XXXVII, p. 629-716, analysée dans la *Revue générale de l'Électricité*, 28 décembre 1918, t. IV, p. 206 D. Un exposé de cette dernière méthode, mais notablement simplifiée, a été publiée par M. V. Genkin, sous le titre « Théorie du déséquilibre électrique et son application aux systèmes de protection », dans la *Revue générale de l'Électricité*, 6 décembre 1924, t. XVI, p. 907-922. M. L.-G. Stokvis y a, de son côté, apporté une contribution importante dans une série d'articles publiés également dans ces colonnes : Sur la décomposition des systèmes triphasés dont la somme des vecteurs n'est pas nulle. *Revue générale de l'Électricité*, 18 octobre 1924, t. XVI, p. 611-614; Sur la transmission de l'énergie par un système triphasé déséquilibré pour lequel ni la somme des tensions de phase, ni la somme des courants de phase n'est égale à zéro. *Revue générale de l'Électricité*, 20 décembre 1924, t. XVI, p. 979-982.

Dans le cas actuel, le côté du triangle équilatéral $d_1d_2d_3$ correspond à 996,6 v et celui à $e_1e_2e_3$, 115,9 v; on a donc, pour le coefficient de déséquilibre, $\frac{115,9}{996,6} = 0,116$.

La méthode de calcul proposée par l'auteur est la suivante. On désigne par A_m la racine carrée du moyen carré des trois côtés du triangle ABC donné; soit A_s le côté du triangle équilatéral qui a même aire que le triangle proposé ABC; alors les carrés d^2 et e^2 des côtés des triangles direct et inverse sont respectivement égaux à la demi-somme et la demi-différence des carrés de A^2_m et A^2_s, c'est-à-dire que l'on a

$$d^2 = \frac{A_m^2 + A_s^2}{2} \quad (1) \qquad \text{et} \qquad e^2 = \frac{A_m^2 - A_s^2}{2}. \quad (2)$$

Le facteur de déséquilibre est toujours défini par le rapport $\frac{e}{d}$.

Soient a, b et c les trois côtés connus du triangle ABC correspondant au système dyssymétrique; on a donc

$$A_m^2 = \frac{a^2 + b^2 + c^2}{3} \quad (3)$$

D'autre part, on sait que la surface d'un triangle dont on connait les trois côtés se déduit de la formule

$$s = \sqrt{p\,(p - a)\,(p - b)\,(p - c)}.$$

Cette surface étant égale à celle d'un triangle équilatéral de côté A_s, on peut écrire $s = \frac{A^2_s\sqrt{3}}{4}$; d'où l'on tire

$$A_s^2 = \frac{4s}{\sqrt{3}} \quad (4)$$

Les valeurs de (3) et (4) portées dans (1) et (2) donnent

$$d^2 = \frac{a^2 + b^2 + c^2}{6} + \frac{2s}{\sqrt{3}} \quad (5)$$

$$e^2 = \frac{a^2 + b^2 + c^2}{6} - \frac{2s}{\sqrt{3}}.$$

En remplaçant a, b, c et s par leurs valeurs numériques, on trouve

$$d^2 = \frac{1\,006\,666 + 979\,796}{2} = 993\,231 \text{ et } d = 996,61;$$

$$e^2 = \frac{1\,006\,666 - 979\,796}{2} = 13\,435 \text{ et } e = 115,91.$$

Comme précédemment, le coefficient de déséquilibre est $\frac{115,91}{996,61} = 0,1163$.

Cas particuliers. — Pour appliquer ces formules à un système triphasé symétrique représenté par un triangle équilatéral, on pose $a = b = c = q$ et $A_m = q$, tandis que $A_s = 0$; il n'y a pas de coefficient de déséquilibre.

Un autre cas extrême est celui où l'on a affaire à un système triphasé aplati, de sorte que AB, BC et CA peuvent être considérés comme en ligne; alors la surface du triangle est nul et A_s est aussi nul; on trouve $d = e$, et le coefficient de déséquilibre est égal à l'unité. — B. C.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud de Paris.

Assemblée générale ordinaire du 16 mai 1927.

D'après le rapport de cette société, au capital de 75 millions de francs et dont le siège est à Paris, 20, rue d'Athènes, l'exercice écoulé fait apparaitre une importante progression des recettes-voyageurs qui se sont élevées à 50 271 483 fr, en plus-value de 10 728 776 fr sur 1925 (1). Cette progression n'est due d'ailleurs qu'au relèvement des tarifs : le mouvement des voyageurs qui, ainsi que nous vous l'avons indiqué l'année dernière, avait bénéficié, en 1925, de circonstances exceptionnelles, en particulier l'Exposition des Arts décoratifs et industriels modernes, est en légère régression cette année. Le nombre de billets délivrés s'est élevé à 86 913 115 contre 88 884 986 l'année précédente, marquant tout de même une progression sensible par rapport à l'année 1924.

En contre-partie de cette progression des recettes, il y a lieu de signaler l'accroissement des dépenses d'exploitation due notamment à la revision des salaires et traitements, au relèvement des taxes fiscales et à l'augmentation du prix des charbons qui a entrainé une majoration correspondante du coût de l'énergie électrique.

Malgré l'augmentation des dépenses, le compte général des recettes et des dépenses se solde par un excédent de 1 079 881 fr acquis à la Ville de Paris qui, en tenant compte des redevances et de sa part de recettes hors trafic, retire de l'exploitation du réseau — toutes charges déduites — un bénéfice de 5 696 148 fr, supérieur de 2 800 000 fr environ à celui de l'exercice précédent.

Il est à noter que, malgré leur dernier relèvement, les tarifs sont restés modérés puisqu'ils n'atteignent pas dans l'ensemble le quadruple des tarifs d'avant-guerre.

La mise en service de la totalité du matériel roulant commandé en 1924 a permis d'augmenter la fréquence du service aux heures d'affluence et de réaliser sur la ligne A des intervalles de deux minutes, en améliorant ainsi les conditions de transport des voyageurs.

Ce renforcement a pu être obtenu sans que les effectifs aient sensiblement varié, passant de 1 366 agents en 1925 à 1 379 au 31 décembre 1926.

La Ville de Paris a décidé en juillet 1926 de procéder à un réajustement des tarifs des chemins de fer souterrains, qui ont été majorés de 0,15 fr pour les 2es classes et les aller et retour, et de 0,25 fr pour les 1res classes. Cette mesure est entrée en application à partir du 1er août 1926.

Depuis la dernière assemblée générale, diverses mesures ont été prises en faveur des agents : la principale a été un relèvement général des traitements et salaires, qui a pris effet du 1er août 1926. Des mesures accessoires sont venues s'y ajouter, telles que l'amélioration du régime des congés, de l'habillement et certaines dispositions de détail touchant le régime des retraites.

Au cours de l'exercice, la société a procédé à divers travaux de premier établissement qui rentrent pour la plupart dans le cadre du programme de travaux neufs déjà indiqué l'année dernière. En particulier, la société a commencé l'extension de la sous-station Duhesme, qui comportera quatre groupes de 1 500 kw au lieu de deux, et le renforcement du réseau de câbles électriques à haute tension et d'intercommunication.

D'autre part, la société a fait l'acquisition d'un terrain d'environ 2 000 m², attenant au dépôt de la rue de la Croix-Nivert, destiné à l'installation de garages pour le matériel roulant supplémentaire. Enfin, deux baies d'aération ont été construites, respectivement à la place Clichy et à la station « La Fourche », qui amélioreront la ventilation de la ligne B.

Le conseil municipal vient d'approuver une modification du tracé de cette ligne, qui passera par l'avenue du Maine et la rue de l'Arrivée, au lieu de la rue de la Gaîté et la rue d'Odessa. Ce nouveau tracé, plus court et d'exécution plus facile, permettra de sensibles économies de construction et d'exploitation.

Au compte de profits et pertes, le report de l'exercice 1925 figure pour 49 982,71 fr; le revenu des immeubles s'élève à 31 923,10 fr; les intérêts du cautionnement, à 18 075 fr; le solde des intérêts des valeurs en portefeuille et des fonds employés en trésorerie, à 363 002,65 fr. La rémunération de la société pour l'exercice 1926 se décompose comme il suit : prime sur le nombre de billets délivrés, 3 041 598,38 fr; prime au produit du trafic, 1 983 609,86 fr; part des recettes de publicité, des bibliothèques des stations et des appareils automatiques des quais, 517 225,31 fr; soit un total de 5 542 433,55 fr sur lequel il faut déduire les abattements suivant l'article 4 de la convention, soit 316 973,42 fr.

Le total du crédit de ce compte s'élève donc à 5 millions 688 443,59 fr.

Après un versement de 120 000 fr au compte provision, effectué en vertu de l'article 40 des statuts pour règlements à la charge de la société, le solde distribuable s'élève à 5 568 443,59 fr.

Ce solde se répartit comme il suit :

5 pour 100 à la réserve légale, soit 275 923,04 fr; 880 000 fr au fonds d'amortissement; un intérêt statutaire de 4 pour 100, soit 10 fr par action, aux 270 991 actions en circulation, soit 2 709 910 fr; 10 pour 100 au conseil d'administration sur le surplus des bénéfices de l'exercice, soit 165 262,78 fr; un dividende de 5,50 fr aux 270 991 actions, soit 1 490 450,50 fr.

Il reste 46 897,27 fr qui sont reportés à nouveau.

Le dividende de l'exercice 1926 est fixé en conséquence à 15,50 fr par action. Ce dividende est payable, sous déduction des impôts, depuis le 25 juin 1927.

(1) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 12 juin 1926, t. XIX, p. 957-958.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif

	fr
Caisse et banques	9 684 497,71
Valeurs en portefeuille	11 922 034,01
Cautionnement	480 000 »
Terrains et immeubles à réaliser	390 188,08
Approvisionnements	2 928 846,50
Débiteurs divers	1 567 653,57
Comptes de premier établissement :	
Infrastructure	115 187 684,06
Superstructure	26 558 256,74
Matériel roulant	24 083 334,98
Dépôt, ateliers et outillage	5 744 319,87
	198 546 815,52

Passif

	fr
Capital actions	75 000 000 »
Obligations à 4 pour 100, 1909	34 996 800 »
Obligations à 4 pour 100, 1913	34 999 800 »
Obligations à 6,5 pour 100, 1924	26 996 150 »
Créditeurs divers	9 285 353,65
Fonds de retraites du personnel	4 200 783,25
Obligations à rembourser	1 687 411,46
Coupons obligations à payer	1 125 303,79
Coupons actions à payer	336 266,83
Réserve légale	1 924 477,15
Compte provision	2 426 025,80
Profits et pertes	5 568 443,59
	198 546 815,52

Société des Forces motrices de l'Agout.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 30 AVRIL 1927.

D'après le rapport de cette société, au capital de 10 millions de francs et dont le siège est à Béziers, 17, rue Sébastopol, l'exploitation des ressources hydroélectriques s'est poursuivie durant l'exercice, d'une façon normale, et les résultats enregistrés sont supérieurs à ceux des exercices précédents.

Malgré la période de hausse considérable des prix, la société a pu adapter ses recettes aux charges croissantes qui ont pesé sur son exploitation.

Durant la période de stabilité actuelle, la préoccupation de la société doit être de maintenir son équilibre financier, puis d'assurer la trésorerie pour le renouvellement du matériel et pour les amortissements, au taux de valorisation de notre monnaie. Elle doit rechercher, à cet effet, dans ses concessions et auprès de sa clientèle, une tarification s'ajustant avec ces charges et avec la valeur de l'argent.

Cette clientèle, composée pour la plus grande part des secteurs de distribution depuis Toulouse jusqu'à Cette, suit une progression continue dans sa demande d'énergie. Les ventes directes se sont accrues également, dans de notables proportions, et les réseaux du syndicat intercommunal d'Assignan ont été mis en service. La distribution dans le réseau intercommunal de Mons-la-Trivalle sera effectuée dans le courant de 1927.

Le réseau de transmission d'énergie électrique à 60 000 v est en service provisoire à tension réduite et l'on a préparé sa jonction avec une ligne de transmission que doit construire une société de distribution voisine, ce qui permettra de doubler les liaisons actuelles de la société entre le Bas-Languedoc et son usine de Luzières.

La transformation du réseau à 35 000 v a été effectuée dans toute la partie montagneuse qu'il traverse.

Les lignes à 5 000 v se sont accrues des réseaux intercommunaux qui ont été concédés à la société.

L'examen du bilan montre que les recettes de l'exercice ont atteint 3 517 979,99 fr contre 3 238 580,10 fr en 1925, soit une augmentation pour 1926 de 279 399,89 fr.

Les frais généraux déboursés pendant l'exercice se sont élevés à 1 414 205,91 fr contre 1 170 288,09 fr en 1925, soit une augmentation pour 1926 de 243 917,82 fr.

Cette augmentation est due à l'accroissement des charges fiscales. Ces charges atteignent actuellement 35 pour 100 du montant des frais annuels.

Les recettes étant de 3 517 979,99 fr et les frais généraux déboursés s'élevant à 1 414 205,91 fr, le bénéfice, diminué de ces frais, ressort à 2 103 774,08 fr.

Après avoir prélevé sur cette somme : 1° celle nécessaire à couvrir les charges de l'emprunt obligataire, soit 281 187,40 fr; 2° celle qui est indispensable à l'amortissement des installations, soit 400 000 fr, le bénéfice net s'accuse ainsi être de 1 422 586,68 fr.

En ajoutant à cette somme le montant des bénéfices antérieurement reportés, soit 7 847,88 fr, le solde bénéficiaire disponible ressort à 1 430 434,56 fr.

Cette somme se répartit comme il suit :

70 613,66 fr à la réserve légale; un premier dividende de 6 pour 100 aux actions, soit 600 000 fr; 141 227,32 fr au conseil d'administration; un deuxième dividende de 6 pour 100 aux actions, soit 600 432,25 fr.

Il reste une somme de 18 161,33 fr qui est reportée à nouveau.

Le dividende total des actions s'élève donc à 60 fr, sous déduction des impôts. Un acompte de 20 fr sur le dividende ayant déjà été versé, le complément a été mis en paiement depuis le 1er juin 1927 à raison de net : 30,55 fr pour les actions nominatives et 23,50 fr pour les actions au porteur.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif.

	fr
Usines hydroélectriques et dépendances	13 328 787,39
Chutes en portefeuille	671 185 »
Usines électrométallurgiques et dépendances	3 103 415,62
Approvisionnements, matériel et outillage	2 066 020,18
Caisse et banques	71 098,19
Clientèle privée et communale	1 411 310,30
Portefeuille titres	128 264 »
Débiteurs divers	332 192,25
Avances aux fournisseurs	841 217,15
Avances à l'enregistrement	239 932,57
Acompte sur le dividende 1926	220 560 »
	22 413 982,65

Passif.

	fr
Capital actions	10 000 000 »
Capital obligations	3 892 000 »
Réserve légale	343 413,10
Réserve spéciale (prime d'émission)	1 670 000 »
Réserve extraordinaire	122 276,69
Amortissement obligations	458 000 »
Amortissement installations	2 332 049,84
Réserve de garantie	672 708,82
Caisse de prévoyance pour le personnel	238 881,55
Coupons actions échus	20 612,75
Coupons obligations échus	54 862,20
Créditeurs divers	778 743,14
Amortissement de l'exercice	400 000 »
Bénéfices de l'exercice 1926	1 422 586,68
Bénéfices reportés	7 847,88
	22 413 982,65

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

Directeur : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e Année. Tome XXII. — N° 7. 13-20 Aout 1927.

Fondation Denzler. — L'Association suisse des Électriciens nous informe que la Commission de la Fondation Denzler ouvre un concours auquel sont seuls admis les citoyens suisses et dont le programme est défini comme il suit :

Étude systématique et critique des systèmes et moyens appliqués jusqu'ici à la protection des usines génératrices et des installations de distribution à haute tension contre les surintensités (relais sélectif, etc.); développement d'un système de protection contre les surintensités pratiquement utilisables, à sélection sûre et correcte, pour le cas général d'usines génératrices interconnectées par des réseaux bouclés.

Le commentaire qui accompagne ce programme donne les indications suivantes :

.. Ces mesures (augmentation de la puissance des usines, liaison directe de celles-ci et liaison des réseaux de transmission), qui ont été prises en vue d'assurer à la distribution d'énergie la plus grande économie et la plus grande sécurité possibles ont amené un état de choses tel, qu'un défaut fait sentir ses effets dans un rayon de plus en plus grand et que le nombre des perturbations qui peuvent affecter un point quelconque d'un réseau croît par trop. Il est aujourd'hui extrêmement difficile de faire en sorte que dans les cas de ce genre seule la partie atteinte, la partie « malade », soit mise automatiquement hors service (ou hors d'état de nuire) et cela assez rapidement pour que la perturbation ne puisse pas se propager dans un grand rayon. (C'est dans ce sens *général* que les expressions « protection sélective », « à action sélective », doivent être comprises dans le texte du concours.) On sait que, par suite des puissances énormes entrant en jeu, les dégâts peuvent souvent prendre des proportions considérables si la localisation des perturbations n'est pas suffisamment réalisée.

.... La Commission de la Fondation attend des participants au concours, avant tout, une étude critique complète des systèmes déjà connus, ce qui leur permettra de montrer qu'ils possèdent parfaitement le sujet. Les concurrents compléteront avantageusement cette partie de leur travail en présentant, en outre, des expériences faites dans des usines électriques avec des systèmes déterminés. L'appréciation critique de la valeur des solutions déjà essayées, de systèmes existants ou d'idées particulières, comme aussi le développement de propositions personnelles ne doivent pas être traités uniquement au point de vue de leur exactitude technique, mais il y a lieu aussi de prendre en considération le côté économique de la question. Dans l'énoncé du problème, il est parlé d'un système « pratiquement utilisable » ; on entend par là que la solution (même si elle est appliquée à des installations existantes) ne doit pas entraîner des dépenses telles que son emploi soit pratiquement exclu.

Ainsi que le dit le texte, on attend des propositions utilisables dans les cas les plus généraux (ainsi pas seulement dans des installations de câbles souterrains par exemple, mais particulièrement dans les réseaux aériens et jusqu'aux plus hautes tensions), ce qui ne veut cependant pas dire que, pour des cas spéciaux, plus simples, on ne puisse pas proposer des dispositifs simplifiés.

On attire encore particulièrement l'attention des concur-

rents sur le fait qu'il ne s'agit pas d'entrer dans les détails d'une invention ou de la construction de relais et d'appareils analogues, mais de l'ensemble d'un système de protection. Si cependant celui-ci nécessite l'emploi de relais ou d'autres appareils nouveaux, il va sans dire qu'il y a lieu de présenter leur principe, les idées qui serviront de guide à leur exécution pratique et la preuve que cette dernière est possible. Il va de soi que la communication de résultats d'essais sur l'efficacité d'appareils détachés ou de l'ensemble du système augmentera considérablement la valeur des travaux présentés; la Fondation elle-même ne peut cependant pas subventionner des essais.

Il est possible que la solution pratique présentée consiste en une combinaison d'idées ou de mesures déjà connues. Des propositions de ce genre peuvent être faites sans tenir compte des brevets qui peuvent exister. Aucune restriction n'est imposée quant à la solution à donner au problème; l'essentiel est de trouver la voie qui permettra d'atteindre le but.

Pour récompenser les travaux, la Commission de la Fondation dispose seulement, de la somme de 6000 francs suisses, qu'elle est libre de répartir à son gré. Mais la Commission de la Fondation donnera tout son appui à de bonnes solutions ou à des solutions offrant de bonnes perspectives, en ce sens que par l'intermédiaire du Comité de l'Association suisse des Electriciens, elle cherchera dans les milieux intéressés à la solution du problème (entreprises électriques et constructeurs de matériel électrique) les collaborations propres à faciliter des réalisations; ces collaborations pourront se traduire par des subsides, des essais ou encore par la construction d'appareils rentrant dans les systèmes proposés.

Ajoutons que les concurrents doivent adresser leurs travaux, rédigés en langues française, allemande ou italienne, en deux exemplaires, au plus tard le 30 juin 1928, au président de la Fondation Denzler et de l'Association suisse des Electriciens, 301, Seefeldstrasse, Zurich. Le travail présenté ne doit pas porter le nom de l'auteur; le nom et l'adresse de l'auteur seront joints à l'envoi dans une enveloppe fermée portant une devise qui sera répétée sur le travail soumis.

Bibliographie : Les ondes électriques courtes, par R. Mesny, professeur d'hydrographie de la Marine (1).

M. Mesny, dont les travaux personnels ont contribué au développement de la technique des ondes de courte longueur, a résumé dans ce recueil des « Conférences-rapports de documentation sur la physique » les principaux éléments permettant de se faire une idée de l'état actuel de cette question.

L'ouvrage comprend trois parties. Dans la première l'auteur traite de la propagation des ondes courtes, en entendant par ce terme « d'ondes courtes » celles dont la longueur est comprise entre 10 m et 150 m environ; « on ne possède actuellement, écrit M. Mesny, aucun renseignement sur la propagation à grande distance des ondes plus courtes que 10 m », d'où cette limite inférieure choisie ou, plus exactement imposée. Quant à la limite supérieure, sans présenter un caractère absolu, elle n'est cependant pas arbitraire; on constate en effet des modifications assez profondes dans les propriétés des ondes entre 100 et 200 m. Les phénomènes observés tels que ceux des évanouissements, des zones de silence, des interférences et ceux résultant des influences du jour et de la nuit, des saisons, des conditions météorologiques, etc., sont méthodiquement enregistrés; l'auteur expose les théories proposées pour l'interprétation des faits constatés et décrit quelques-unes des nombreuses expériences entreprises et des observations enregistrées dans les différents laboratoires où s'effectuent des recherches sur cette question. Il y a là une documentation intéressante et méthodiquement ordonnée. M. Mesny ne se borne pas à citer des faits et à exposer les théories émises; il fait une œuvre de critique en comparant ces faits et ces théories, en rapprochant les résultats de l'expérience de ceux du calcul et il conclut en faveur de l'hypothèse d'une haute atmosphère conductrice, hypothèse proposée presque simultanément en 1902 par Kennelly et Heaviside.

La seconde partie traite particulièrement de ce que l'on pourrait appeler « la technique des ondes courtes », c'est-à-dire des procédés adoptés pour leur émission et leur réception. C'est dans cette partie que sont réunis les renseignements détaillés sur les dispositifs les plus divers qui peuvent intervenir dans la constitution d'un poste de radiocommunication, signalons notamment le chapitre relatif aux applications de la piézoélectricité, l'étude importante des antennes d'émission dans laquelle nous relevons le paragraphe consacré au rayonnement dirigé suivant le procédé Chireix et enfin, le chapitre traitant de l'application de la superréaction à la réception des ondes courtes. Les considérations pratiques qu'illustrent des schémas de montage sont accompagnées de développements théoriques qui mettent en évidence le parti que l'on peut tirer de la disposition décrite, les avantages et les inconvénients qu'elle présente.

Après avoir examiné dans les deux premières parties de l'ouvrage les principaux problèmes que soulèvent l'émission, la propagation et la réception des ondes courtes et en avoir indiqué les solutions proposées et éventuellement adoptées, l'auteur consacre la dernière partie aux études de laboratoire relatives à ces ondes. Il reste encore un grand nombre de questions à résoudre pour que cette technique puisse être considérée comme mise au point d'une façon définitive et, en particulier, il y aurait intérêt à mieux connaître les propriétés des ondes très courtes, de moins de 10 m. M. Mesny indique où en est cette étude; il décrit notamment le montage de Barkhausen et Kurz qui assure la production de ces ondes et expose les explications proposées pour le fonctionnement dudit dispositif. Suit un aperçu sur les mesures et enfin dans les dernières pages sont décrites quelques expériences permettant d'établir la jonction du domaine des ondes électriques avec celui des ondes lumineuses.

Ainsi se trouvent mises au point nos connaissances sur une question qui touche à la fois à la science et à la technique. Par la nature des problèmes examinés et surtout par sa conception cet ouvrage s'adresse aussi bien aux physiciens et aux ingénieurs désireux d'être renseignés sur des phénomènes correspondant à une bande de fréquences encore peu explorée dans la gamme étendue des fréquences du rayonnement de l'énergie qu'aux techniciens et praticiens qui s'intéressent aux applications de ces phénomènes. — A. C.

(1) Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 163 pages, avec 68 figures dans le texte, édité par les Presses universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel, à Paris (5e). Prix : relié, 30 fr.

Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension (*Suite*) (*)

Compte rendu de la troisième section

(Exploitation des réseaux et divers)

Le programme d'études de cette section comprenait, d'une part, les questions relatives à la marche et à la conception des réseaux de transmission d'énergie électrique, aux communications entre usines, à la mesure de l'énergie, ainsi qu'aux troubles et aux dispositifs de protection, et, d'autre part, diverses questions concernant la statistique, la propagande par l'enseignement scolaire, l'électrification rurale. En outre, la normalisation nationale et son unification internationale étaient prévues comme question rattachée à cette section, dont nous examinerons les différents rapports et discussions correspondantes dans l'ordre qui vient d'être indiqué.

Les séances de travail consacrées à la troisième section ont eu lieu le 30 juin et le 1er juillet 1927, sous la présidence alternativement de MM. E. Wilczek (Hongrie), E. de Souza (Brésil) et Brock (Autriche), assistés de M. Parodi (France), rapporteur général de cette section.

Questions générales d'exploitation.

Fonctionnement des lignes. — Le sujet a fait l'objet d'un seul rapport :

Capacité et stabilité des transmissions d'énergie électrique, par M. Ch. Lavanchy (France), qui traite le problème de la recherche théorique de la puissance maximum que peut transmettre une ligne, en considérant d'abord les deux cas simplifiés suivants :

1° *Cas où l'effet de capacité est négligeable.* — La représentation schématique est donnée par la figure 1

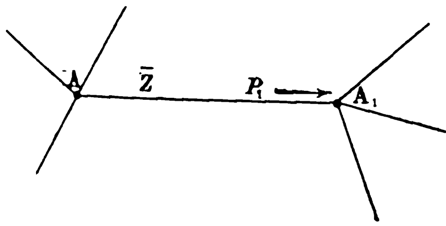


Fig. 1. — Représentation schématique d'une ligne de transmission dans le cas d'effet de capacité négligeable.

où A et A_1 sont deux nœuds d'un réseau électrique triphasé reliés par une ligne où la transmission d'énergie s'effectue dans le sens de A vers A_1.

En désignant par :

U, la tension entre phases en A,

U_1, la tension entre phases en A_1,

Z, l'impédance de la ligne AA_1,

θ, l'angle de déphasage de cette impédance,

ξ, l'angle de déphasage entre U et U_1, défini comme l'angle d'avance U par rapport à U_1,

l'expression de la puissance active P_1 reçue en A_1 s'écrit, en négligeant les effets de capacité et de perditance

$$P_1 = \frac{UU_1}{Z}\left[\cos(\theta - \xi) - \frac{U_1}{U}\cos\theta\right] \qquad (1)$$

et, dans les mêmes hypothèses, la puissance réactive Π_1 reçue en A_1 a pour expression

$$\Pi_1 = \frac{UU_1}{Z}\left[\sin(\theta - \xi) - \frac{U_1}{U}\sin\theta\right] \qquad (2)$$

Ces formules, déduites du diagramme des tensions, sont vraies quelle que soit la nature des organes branchés en A et en A_1. Il en résulte que si la liaison est effectuée entre deux points à tension constante (valeurs de U et U_1 constantes), la puissance échangée, pour une ligne donnée, ne dépend plus que de l'angle ξ. En particulier, le maximum de la puissance active sera obtenu pour $\xi = \theta$, avec la valeur

$$P_{1\max} = \frac{UU_1}{Z}\left[1 - \frac{U_1}{U}\cos\theta\right]$$

et la puissance réactive correspondante sera

$$\Pi_1 = -\frac{U_1^2}{Z}\sin\theta.$$

Cette dernière valeur est négative, autrement dit, il faudra en A_1 renvoyer sur la ligne une puissance réactive égale en valeur absolue à $\frac{U_1^2}{Z}\sin\theta$. Elle pourra être produite par les alternateurs du réseau A_1, qui ne sont en général pas chargés, puisque la ligne

(*) *Revue générale de l'Électricité*, 2, 9, 16, 23, 30 juillet et 6 août 1927, t. XXII, p. 5-6, 50-56, 91-100, 133-146, 171-182 et 211-228.

débite de A vers A_1; toutefois la puissance réactive ainsi obtenue sera ordinairement insuffisante, et il faudra en outre prévoir en A_1 des compensateurs synchrones pour produire le complément de puissance réactive nécessaire. Des considérations de stabilité, exposées plus loin, montrent qu'il n'y a d'ailleurs pas intérêt à atteindre la valeur maximum théorique de la puissance réactive.

2° *Cas où l'effet de capacité n'est pas négligeable.* — La figure 2 donne la représentation schématique de ce cas où, pour simplifier les calculs, la ligne réelle AA_1 de x kilomètres, et d'impédance réelle $\overline{Z}$, est remplacée

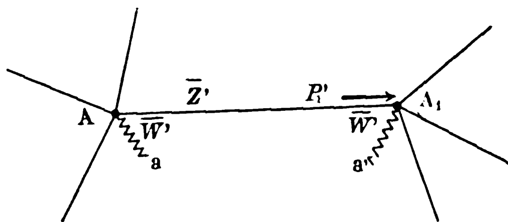


Fig. 2. — Schéma du circuit équivalant à une ligne de transmission présentant un effet de capacité.

par un circuit équivalent en puissance réactive, c'est-à-dire par une artère AA_1 de même longueur, mais d'impédance fictive $\overline{Z'}$, et deux admittances $\overline{W'}$ aux points A et A_1.

Cette transformation, conforme au principe indiqué par M. Kennelly, conduit, après un calcul dans le détail duquel nous n'entrerons pas, pour les puissances active et réactive à des formules analogues à celles du premier cas, et qui sont :

$$P'_1 = \frac{UU_1}{\alpha' Z}\left[\cos(\theta + \varepsilon' - \xi) - \frac{U_1}{U}\cos(\theta + \varepsilon')\right] \quad (1 \ bis)$$

$$H'_1 = \frac{UU_1}{\alpha'' Z}\left[\sin(\theta + \varepsilon' - \xi) - \frac{U_1}{U}\sin(\theta + \varepsilon')\right] \quad (2 \ bis)$$

avec

$$\alpha' = \text{module de } 1 + \frac{1}{6} ZW \underline{|\theta + \theta'}$$

$$\varepsilon' = \text{argument du vecteur ci-dessus.}$$

$$\alpha'' = \text{module de } 1 - \frac{1}{12} ZW \underline{|\theta + \theta'}$$

$$\varepsilon'' = \text{argument du vecteur ci-dessus.}$$

où θ, θ', Z et W sont évalués en fonction des constantes de la ligne de transmission. Il résulte de ces formules que l'effet principal de la capacité correspond à la production en A_1 d'une puissance réactive de capacité

$$H_c = U_1^2 \frac{W}{2} \alpha'' \sin(\theta' + \varepsilon'')$$

qui se déduit de la puissance réactive négative devant être obtenue en A_1 au moyen de compensateurs synchrones, d'après l'équation (2 bis).

Si l'on suppose alors que U restant constant, U_1 soit variable, on peut écrire $U_1 = KU$, et l'on déduit de (1 bis) la formule suivante de la puissance active maximum :

$$P'_{1\max} = \frac{\alpha' Z}{U_2}\left[K - K^2 \cos(\theta + \varepsilon')\right]$$

On peut alors, pour la ligne considérée, tracer la courbe des valeurs de $P'_{1\max}$ en fonction des valeurs de K, courbe qui sera une parabole à axe vertical dénommée « parabole de sécurité », donnant les limites des puissances maxima dont la transmission est possible avec divers rapports de tension.

Le maximum maximorum de la puissance active correspondra à

$$K = \frac{1}{2\cos(\theta + \varepsilon')} \qquad \text{et} \qquad U_1 = \frac{U}{2\cos(\theta + \varepsilon')}$$

et aura pour valeur

$$P'_{1\max\max} = \frac{U^2}{4R'} \qquad \text{avec} \qquad R' = \alpha' Z \cos(\theta + \varepsilon')$$

La résistance R' est la résistance fictive de la ligne d'impédance Z.

La tension U_1, pour les lignes habituelles à la fréquence de 50 p : s, est en général supérieure à U.

Appliquant ces résultats à une ligne de 500 km, composée de 3 conducteurs en câble aluminium et acier de 355 mm² de section, avec une tension de 220000 V supposée constante au départ, M. Lavanchy trouve pour la puissance active maximum l'expression

$$P'_{1\max} = 233\,000\,[K - 0{,}2306\,K^2], \text{ en kilowatts}$$

et pour la puissance réactive correspondante due à la capacité de la ligne

$$H_c = 34\,000\,K^2, \text{ en kilovolts-ampères.}$$

3° *Puissance maximum compatible avec la puissance réactive pouvant être produite au départ A.* — L'examen de cette question est fait au moyen du diagramme des tensions donné par la figure 3, établi pour la simplicité de l'exposé dans le cas où les effets de capacité sont négligeables.

Si φ_1 désigne le déphasage dû aux appareils d'utilisation alimentés sous la tension constante U_1, la puissance active maximum est représentée par AN', et la puissance réactive nécessaire, par NM. Si la puissance réactive maximum réalisable en A_1 ne correspond qu'à la valeur représentée par PQ, la puissance maximum possible avec les mêmes valeurs de U et U_1, sera donnée par AP'.

4° *Puissance maximum compatible avec la stabilité de deux réseaux bouclés.* — En supposant qu'on dispose d'une puissance réactive suffisante pour obtenir la valeur maximum calculée pour la puissance active, la plus petite perturbation provoquerait un décrochage, car tout appel de puissance synchronisante supplémen-

taire serait impossible. D'ailleurs, même au voisinage de la puissance maximum théorique, les échanges de puissance synchronisante sont difficiles, et il faut, en pratique, s'écarter assez nettement de ce fonctionnement limite, sans qu'il soit possible de fixer la marge de sécurité à conserver; une autre raison conduit à la même précaution, c'est que le rendement de la transmission tend vers 0,50 pour le cas extrême de puissance maximum.

Le rapport se termine en exprimant l'espoir que le rappel des conditions de fonctionnement exposées pourra servir de base à une discussion permettant de fixer les moyens pratiques d'accroitre la capacité des lignes de grande longueur à haute tension par d'autres

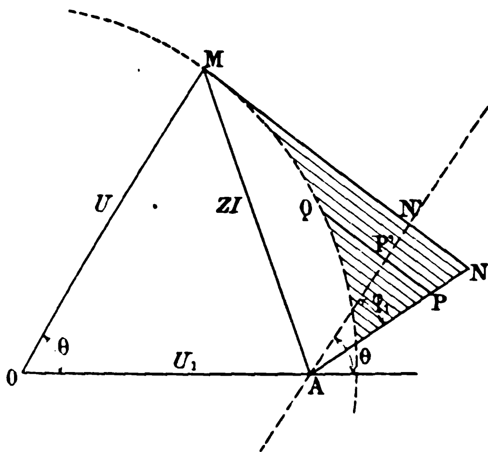


Fig. 3. — Utilisation du diagramme des tensions pour la détermination de la puissance maximum possible d'une ligne de transmission en fonction de l'énergie réactive maximum réalisable.

moyens que l'accroissement de tension, d'augmenter leur stabilité et de réduire les effets d'une rupture de marche en parallèle en cas de surcharge excessive.

Discussion. — Dans la discussion, qui a suivi l'exposé de ce rapport, sont intervenus MM. Darrieus (France), Clough (Grande-Bretagne), Wilczek (Hongrie) et Parodi (France). Il semble résulter des considérations développées que les calculs faisant intervenir la ligne et aussi les machines conduisent à sous-estimer la stabilité, car des praticiens, tels que M. Baum, se basant sur des résultats d'exploitation de certains réseaux de l'ouest des Etats-Unis marchant en parallèle avec des tensions théoriquement insuffisantes et des distances considérables, adoptent des conclusions moins défavorables.

D'ailleurs la stabilité statique a été seule considérée dans le rapport, alors qu'un système tel que celui considéré tend à se défendre lui-même contre les perturbations rapides, grâce aux courants induits transitoires. Cette réaction spontanée peut être renforcée par un système d'excitation approprié des génératrices.

Au sujet du système d'excitation, les avis sont partagés, les uns préconisant l'excitation série, d'autres l'excitation séparée comme plus apte à se prêter à une variation rapide suivant le changement des conditions de marche.

Enfin il a été mentionné que la recherche de la puissance maximum, en raison de l'importance de la puissance réactive, peut conduire à des échauffements excessifs et parfois dangereux des conducteurs de la ligne de transmission.

Etablissement des réseaux. — Ce sujet a été traité dans un seul rapport :

Quelques considérations au sujet de la disposition géographique des réseaux, par R.-O. Kapp (Grande-Bretagne) qui s'est proposé l'étude des règles à observer dans l'établissement d'un projet de grand réseau à haute tension.

Cette étude a pour origine la création de réseaux nationaux à haute tension dans divers pays d'Europe et, en particulier, en Grande-Bretagne. En raison de la diversité et du nombre des facteurs à considérer pour établir le tracé d'un tel réseau, il n'est pas possible de donner une solution rigoureusement mathématique du problème et l'on ne peut éviter des tâtonnements. Toutefois l'observation de certains principes permet le choix entre les diverses hypothèses essayées, de façon à ne pas se laisser conduire par le hasard. Les trois principes essentiels sont :

a) La sécurité, c'est-à-dire la continuité de fourniture d'énergie aux centres de distribution ;

b) L'économie, c'est-à-dire la considération des frais annuels tels que ceux d'entretien, des pertes d'énergie, etc. autant que des frais de premier établissement ;

c) La possibilité d'adaptation à des extensions futures.

D'autre part, on peut comparer un réseau à haute tension soit à un système de barres omnibus, soit à un système de feeders.

Dans la première hypothèse, les lignes de transmission reliant les usines génératrices et les centres de distribution sont assimilées à des barres omnibus auxquelles les alimentations (usines génératrices) et les départs (centres de distribution) ne peuvent pas être reliés dans un ordre quelconque : il faut en effet, comme avec un jeu de barres, pouvoir d'une part séparer une section en cas d'avarie sans cesser d'alimenter les autres, et d'autre part ne pas avoir à transmettre sur certaines sections la totalité de l'énergie distribuée, ce qui augmenterait sans utilité l'importance des lignes correspondantes.

Il y a donc, dans un tel système, intérêt à répartir les usines et les centres de distribution le plus régulièrement possible, ce qui conduit à considérer le produit du nombre de kilovolts-ampères par la distance à laquelle ils sont transmis, se traduisant en kilovolts-ampères-miles. Le meilleur projet d'un réseau sera celui où la somme de ces produits sera minimum.

Dans la seconde hypothèse faite par l'auteur, un réseau à haute tension est comparé à un réseau à basse tension de distribution dans une ville, où tous les éléments seraient élevés d'un degré dans l'échelle des tensions. La conclusion est, comme dans le cas précédent, que le total des kilovolts-ampères-miles doit être minimum.

Examinant les systèmes à lignes circulaires, M. Kapp est d'avis, eu égard à la sécurité, que tout centre important doit être alimenté par deux lignes indépendantes, dont l'une soit capable de transmettre la totalité de l'énergie demandée par ce centre de distribution; ceci conduit à la conception d'une ligne circulaire sur laquelle les usines génératrices et les centres de distribution doivent être, dans la mesure du possible, alternés régulièrement. La puissance reliée à une telle ligne doit être limitée, pour contrôler les courants de court-circuit; il ne faut prévoir qu'une seule liaison entre deux lignes circulaires, avec un disjoncteur à huile dont le déclenchement instantané doit être réglé pour une valeur assez élevée du courant de court-circuit.

L'auteur traite ensuite du choix de la tension en considérant comme facteur essentiel la puissance maximum à transmettre, compte tenu du cas où une usine génératrice doit suppléer en totalité ou en partie une usine mise hors de service par une avarie. Le calcul est assez difficile dans des réseaux complexes, mais permet cependant une détermination approximative de la tension nécessaire pour transmettre la puissance maximum sans que les pertes dépassent une limite raisonnable. En outre, l'auteur estime que le choix doit être fait de manière qu'on n'ait pas besoin de recourir au doublement des conducteurs de ligne sur plus de 20 pour 100 du développement total du réseau. Cette méthode conduirait à des tensions sur les différentes sections aussi variées que les puissances maxima correspondantes, mais en pratique on doit s'en tenir à un nombre aussi limité que possible de tensions, toutes les fois que des installations existantes n'obligent pas à déroger à cette règle.

M. Kapp estime que, d'après l'expérience des lignes en service, une tension supérieure à 100 000 v donne une sécurité plus grande de fonctionnement qu'une tension plus basse; toutefois cette tension, pour des raisons d'économie, ne sera pas adoptée pour les centres de distribution à faible charge ou centres secondaires qu'on desservira par des lignes à tension intermédiaire de 6 000 v à 33 000 v, partant du réseau principal; ce dernier serait en effet trop compliqué et trop coûteux s'il devait desservir sans distinction tous les centres de distribution à la même tension.

Les stations de transformation seront avantageusement placées à proximité des centres de distribution déjà existants, de façon que le côté de la basse tension des transformateurs puisse être relié directement aux barres omnibus de ces centres; elles comporteront deux jeux de transformateurs installés, correspondant chacun à la puissance totale, un jeu servant de réserve.

Enfin, raisonnant sur le cas particulier d'un district à desservir, l'auteur, à l'aide d'un diagramme rapportant à la superficie qui leur correspond les charges ordonnées par ordre de grandeur décroissante et totalisées, montre que 80 pour 100 des besoins se trouvent géographiquement groupés et se prêteraient donc bien à la création d'un réseau à haute tension; les 20 pour 100 restants représentant des demandes d'énergie peu importantes et éloignées correspondraient à des centres secondaires de distribution à desservir par des lignes sous une tension intermédiaire.

Discussion. — Ce rapport, n'étant qu'un exposé très général des dispositions prévues pour le réseau national de Grande-Bretagne, n'a pas donné lieu à discussion, mais a cependant provoqué une intervention de M. Rich (Grande-Bretagne); celui-ci a tenu à préciser que le projet anglais de réseau national avait été entrepris par le gouvernement contre l'avis de tous les techniciens, et en particulier de l'Institution of electrical Engineers; d'ailleurs les centres à desservir qui se trouvent dans le voisinage immédiat des centres de production les plus économiques, correspondent à 60 pour 100 de l'énergie à distribuer, et, dans ces conditions, il semble que la création d'un réseau national ne réponde pas à une nécessité.

Communications téléphoniques entre usines et sous-stations. — Sous cette désignation générale, il a été présenté trois rapports qui traitent tous des communications par ondes guidées au moyen des lignes de transmission d'énergie à haute tension et ont fait, pour cette raison, l'objet d'une seule discussion d'ensemble.

La téléphonie a haute fréquence sur les lignes de transmission d'énergie électrique au Japon. — Dans ce rapport, M. Yokoyama rappelle d'abord les premiers essais faits en 1918 au Japon sur des lignes à 15 kv et 22 kv, et dont les résultats ont été publiés à l'époque dans « Journal of the Institute electrical Engineers of Japan » (1).

Il passe ensuite à la description du dispositif actuellement employé à la Kinugawa hydroelectric Company et à la Fuji hydroelectric Company, où l'on a supprimé les condensateurs de couplage avec la ligne de transmission, qui étaient trop onéreux.

Le nouveau dispositif (fig. 4) est caractérisé par l'installation le long des lignes de transmission, et parallèlement à elles, d'un conducteur d'une certaine longueur; le couplage est ainsi réalisé par la capacité entre la ligne et le conducteur.

Le schéma de la figure 4 montre le principe des appareils actuellement utilisés pour établir les communications téléphoniques en haute fréquence entre deux points tels que l'usine principale P et la sous-station S, reliées par une ligne de transmission d'énergie; pour la clarté du dessin, on n'a représenté qu'une partie de

(1) *Journal of the Institute of electrical Engineers*, novembre 1919, n° 376, p. 691.

l'appareillage de S, dont l'équipement est identique à celui figuré pour P. Chaque poste comporte deux conducteurs de couplage L_A montés sur les mêmes pylônes que la ligne, parallèlement à elle, et utilisés l'un pour l'émission, l'autre pour la réception ; ce dispositif facilite l'emploi de deux longueurs d'onde différentes pour la transmission en duplex. Entre les appareils et les fils de couplage est prévu un dispositif de protection A contre les surtensions éventuellement produites par induction de la ligne de transmission d'énergie en haute tension sur les conducteurs de couplage.

L'ensemble des appareils d'émission, figurés à gauche de la partie relative à P, ne présente aucune particularité notable; le générateur d'oscillations comporte une lampe à trois électrodes B_1 d'une puissance de 20 à 100 w et une génératrice de courant continu G ; les oscillations sont modulées dans le circuit de grille au moyen du microphone d'émission T, et transmises à la ligne le long de laquelle elles sont guidées jusqu'aux postes récepteurs de la sous-station. Pour la réception au poste P, on utilise les appareils situés à droite de la partie correspondante du schéma ; ceux-ci comportent d'une part un circuit accordé L_R couplé électromagnétiquement avec le conducteur L_A de réception, et d'autre part une lampe triode B_2 montée en détectrice, dont le circuit de plaque comprend le primaire du transformateur de liaison R_B du téléphone récepteur R ; le courant de chauffage du filament et le courant de plaque sont fournis par des batteries d'accumulateurs.

Dans la figure 4, le microphone d'émission T et le

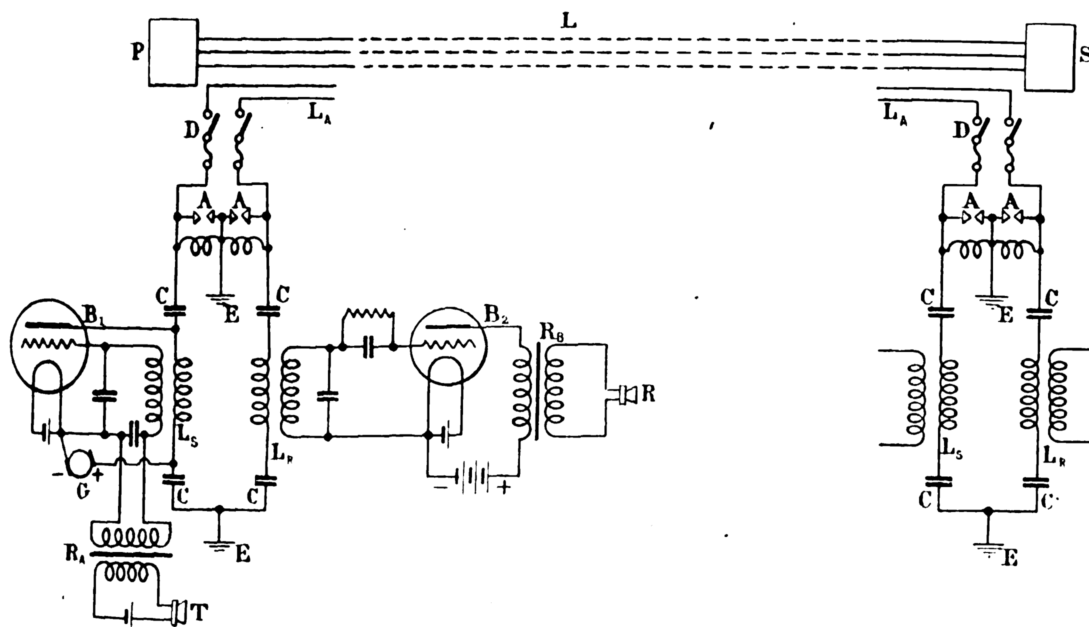


Fig. 4. — Schéma général du dispositif de téléphonie à ondes guidées employé au Japon.

récepteur R sont représentés indépendants, alors que dans la pratique ils sont combinés pour former un ensemble analogue à celui des téléphones ordinaires. Le transformateur R_A du microphone et le transformateur R_B du récepteur sont alors reliés suivant schéma de la figure 5, et le téléphone, avec sa batterie, branché en S; S' est une bobine dont les caractéristiques de résistance et d'impédance sont sensiblement celles du téléphone branché en S, de façon que le transformateur R_A ne soit pas influencé par le courant de réception de R_B.

Les variations de régime des lignes de transmission d'énergie et l'emploi de longueurs d'onde différentes pour l'émission et la réception nuisent à la permanence du réglage des appareils de ce système.

Le fonctionnement du dispositif de protection A est évident ; la bobine qu'il contient présente une impédance élevée qui empêche le passage du courant oscillant d'émission ou de réception, tout en n'opposant qu'une faible impédance aux courants de fréquence industrielle ; les éclateurs branchés en dérivation à ses

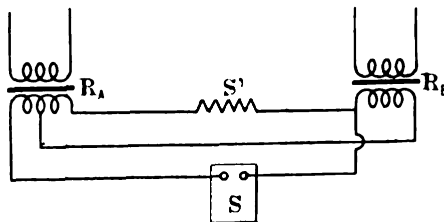


Fig. 5. — Schéma de combinaison de l'émission et de la réception pour un poste de téléphonie à ondes guidées.

bornes permettent l'écoulement à la terre des surtensions passagères (fermeture d'interrupteur, coup de foudre, etc.)

Le dispositif d'appel consiste en un relais, branché dans le circuit de plaque du récepteur à la place du primaire du transformateur R_R ; ce relais actionne une sonnerie. La construction du relais doit être particulièrement étudiée pour éviter les faux appels que peuvent provoquer les interférences, les oscillations parasites ou les charges statiques d'appareils voisins.

Les tableaux I et II, joints au rapport, donnent, d'une part, les caractéristiques principales des équipements de téléphonie à haute fréquence utilisés pour les transmissions par ondes guidées au Japon et, d'autre part, le relevé des lignes de transmission pourvues de ce genre d'équipement.

Tableau I. — *Caractéristiques principales des équipements de téléphonie à haute fréquence utilisés au Japon.*

Dispositif	Longueur d'onde en mètres	Longueur du fil de couplage en mètres	Écartement minimum entre le fil de couplage et les lignes de transmission en mètres
Laboratoire électrotechnique	7 500 — 7 800 9 000 — 9 500	867 — 1 005	2,6
	1 000 1 700	350 460	2,0
	8 000 — 8 500 11 500 — 12 000	552 — 850	2,4
Général Electric Co	8 500 11 500 (appel seulement).	358 — 960	4,5

Tableau II. — *Lignes de transmission d'énergie électrique équipées avec des postes de téléphonie à haute fréquence au Japon.*

Nom de la compagnie	Nombre de postes	Longueur de la ligne de transmission en kilomètres	Tension de service de la ligne de transmission en volts
Kinugawa hydro-electric Company.......	2	125	66 000
Ujigawa electric Company...............	2	34	22 000
Tokyo electric Light Company,..........	2	194	154 000
Nipon electric Power Company...........	3	313	89 000

L'auteur termine en mentionnant un dispositif expérimenté avec succès dès 1918, mais non utilisé jusqu'à ce jour ; ce dispositif consiste à n'avoir qu'une seule source génératrice d'oscillations couplée par capacité avec la ligne de transmission d'énergie qui sert de liaison commune de cette source avec les microphones d'émission de tous les postes. L'idée est intéressante en ce sens qu'elle permet la simplification des divers postes, et par là même l'utilisation de postes portatifs légers puisqu'ils ne comportent pas de générateur d'oscillations.

Communications et commandes a distance au moyen d'ondes guidées. — Après avoir défini diverses expressions relatives aux radiocommunications, M. L.-C. Grant (Grande-Bretagne) précise les difficultés que rencontre la réalisation d'un système à ondes guidées. En première ligne, il est nécessaire de transmettre un appel qui ne soit pas affecté par le réseau d'énergie. La difficulté suivante consiste à transmettre la parole par un circuit compliqué pour ce genre de service sans qu'il y ait distorsion ni gêne de la part des lignes d'énergie. La troisième difficulté consiste à obtenir du dispositif un fonctionnement sûr, tel qu'un organe quelconque puisse se rompre sans qu'il s'ensuive une dérivation du courant à haute tension aux appareils téléphoniques eux-mêmes.

En général, l'onde à haute fréquence ou onde porteuse est produite par des lampes thermoioniques. Cette onde est transmise à la ligne de transmission où elle est soumise à un affaiblissement qu'il faut compenser.

Le captage de l'onde porteuse de la ligne, et sa « démodulation » pour reproduire la parole initiale, est un problème qui comprend celui du filtrage des parasites dus aux lignes, sans diminution exagérée de l'énergie de l'onde porteuse modulée et sans distorsion. La réalisation de ces conditions est atteinte au moyen des appareils de filtrage ou de drainage qui sont quelquefois compris dans l'appareillage de protection.

Comme dans la téléphonie avec fils, il est nécessaire de combiner en un seul les deux circuits récepteur et émetteur.

Le facteur fondamental qui affecte la qualité de la transmission est le rapport de l'énergie utile reçue et l'énergie correspondant aux bruits parasites de ligne. Il existe deux moyens d'améliorer ce rapport :

a) En augmentant la puissance transmise, ce qui a l'inconvénient de nécessiter de 500 w à 1 000 w, donc une dépense élevée, et de provoquer des troubles et des distorsions ;

b) En réduisant les parasites de ligne par filtrage sans affaiblissement trop prononcé de l'onde porteuse ; les résultats sont variables ; la réduction des oscillations irrégulières constitue toujours un problème complexe.

Passant alors à la recherche de la puissance nécessaire pour une ligne déterminée, M. Grant mentionne que, à conditions égales, une ligne à très haute tension nécessite 25 à 50 pour 100 de puissance de plus qu'une ligne à haute tension ; sans qu'il puisse être donné de règle précise, il semble qu'on peut tabler sur une puissance proportionnelle au carré de la longueur de ligne entre les deux points à relier, cette longueur étant elle-même corrigée pour tenir compte des déri-

vations rencontrées agissant comme une augmentation de cette longueur.

En ce qui concerne la liaison du système téléphonique à ondes guidées avec la ligne de transmission, l'auteur condamne le système par conducteur parallèle comme réalisant une capacité trop faible, d'où augmentation de la puissance, et présentant des dangers, en cas de chute des conducteurs de la ligne de transmission d'énergie, si le système de protection est insuffisant.

Il donne la préférence à la liaison par condensateurs, particulièrement ceux du type représenté sur la figure 6 qui serait construit pour des tensions de service jusqu'à 132 kv, et d'un prix inférieur à celui obtenu pour les

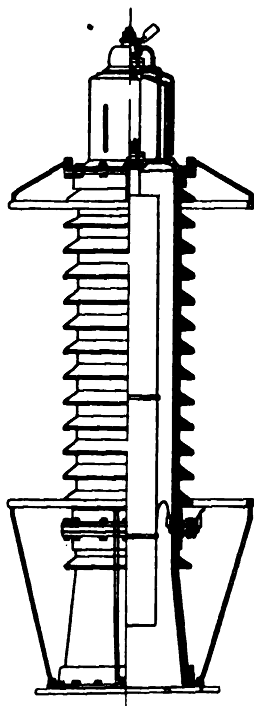


Fig. 6. — Nouveau modèle de condensateur de couplage à haute tension.

condensateurs à cuve d'huile, ou les condensateurs formés par empilage de condensateurs élémentaires en nombre suffisant pour la tension d'utilisation.

Le dispositif de protection adopté pour les appareils à ondes guidées est parfois imparfait et composé seulement d'un fusible placé entre le coupleur et la ligne; quand le coupleur est aérien il arrive même que ce fusible n'existe pas. Un autre fusible est parfois prévu sur le côté secondaire du coupleur, entre ce dernier et l'équipement téléphonique. L'insuffisance d'un tel dispositif est aggravée par l'emploi de condensateurs de couplage ayant un facteur de sécurité peu élevé et construits avec des diélectriques d'une stabilité douteuse.

Le dispositif de protection doit être de construction éprouvée et d'un fonctionnement certain. La sécurité des opérateurs du système téléphonique entier dépend essentiellement des qualités de ce dispositif.

Les bruits parasites ont des origines diverses et peuvent être divisés en deux classes dont la première est relative aux perturbations de fréquence définie tandis que la seconde comprend les trains d'ondes irrégulières, les oscillations dues à l'effet de couronne et aux manœuvres d'interrupteurs, à l'induction atmosphérique, aux pertes et à d'autres causes presque indéfinissables.

Les bruits irréguliers sont plus difficiles à traiter pour la double raison qu'ils sont habituellement à une fréquence relativement haute, bien qu'irrégulière, et, de plus, sont souvent fortement amortis et d'un tel caractère qu'ils produisent une excitation par choc du système accordé. Cette catégorie d'interférences appartient à la même région de fréquences que les ondes guidées. Une complication entre alors en jeu du fait des caractéristiques irrégulières de ces ondes.

Tous les bruits sont réduits dans beaucoup de cas par les systèmes de drainage et de filtrage. Le dernier système consiste habituellement en un circuit connecté à la terre et qui offre une résistance élevée aux fréquences employées pour les ondes guidées, mais, au contraire, une impédance relativement basse aux fréquences usuelles et à leurs harmoniques. Ce filtre à faible impédance pour les bruits parasites est employé avantageusement avec un filtre à impédance élevée pour ces mêmes bruits, placé en série avec l'appareil téléphonique à haute fréquence.

Le soin qu'il faut apporter à la conception et à l'exécution de ces appareils est la cause de leur prix élevé.

Après avoir précisé la définition du fonctionnement en simplex et en duplex, l'auteur donne quelque développement à la question de l'effet de frange, important dans le cas où les fréquences des courants d'émission et de réception diffèrent de quelques milliers de période par seconde seulement.

Cet effet de frange est causé par l'influence sur le récepteur local, de la bande de fréquence de l'émetteur voisin, qui agit sur les ondes provenant de l'émetteur éloigné et provoque leur étouffement, leur distorsion, autrement dit des interférences. La difficulté réside dans le fait que l'énergie fournie par l'émetteur local est plusieurs milliers de fois plus grande que celle parvenant au récepteur voisin. Pour résoudre le problème, on a parfois recours à des filtres de bandes qui ne laissent passer que les ondes de fréquences comprises entre deux limites déterminées et annulent pratiquement les autres; cette amélioration conduit toujours à une élévation sensible du prix de l'installation.

L'effet des appareils divers connectés à la ligne de transmission est ensuite examiné; les transformateurs, les lignes dérivées sont comparables à un allongement de la ligne souvent fort important, ce qui conduit à augmenter la puissance à l'émission pour assurer les communications même quand ces éléments sont en service. La rupture ou la mise à la terre des conduc-

teurs de ligne rend impossibles les communications si l'on ne dispose pas d'un excédent d'énergie pour franchir l'intervalle créé par la rupture et avoir encore une énergie suffisante transmise au delà de ce point. Les manœuvres d'interrupteurs qui ajoutent ou suppriment des sections de lignes modifient également les caractéristiques du circuit de transmission et peuvent être une cause importante de gène dans les communications.

Pour franchir les enroulements de transformateurs ou appareils analogues qui constituent des obstacles

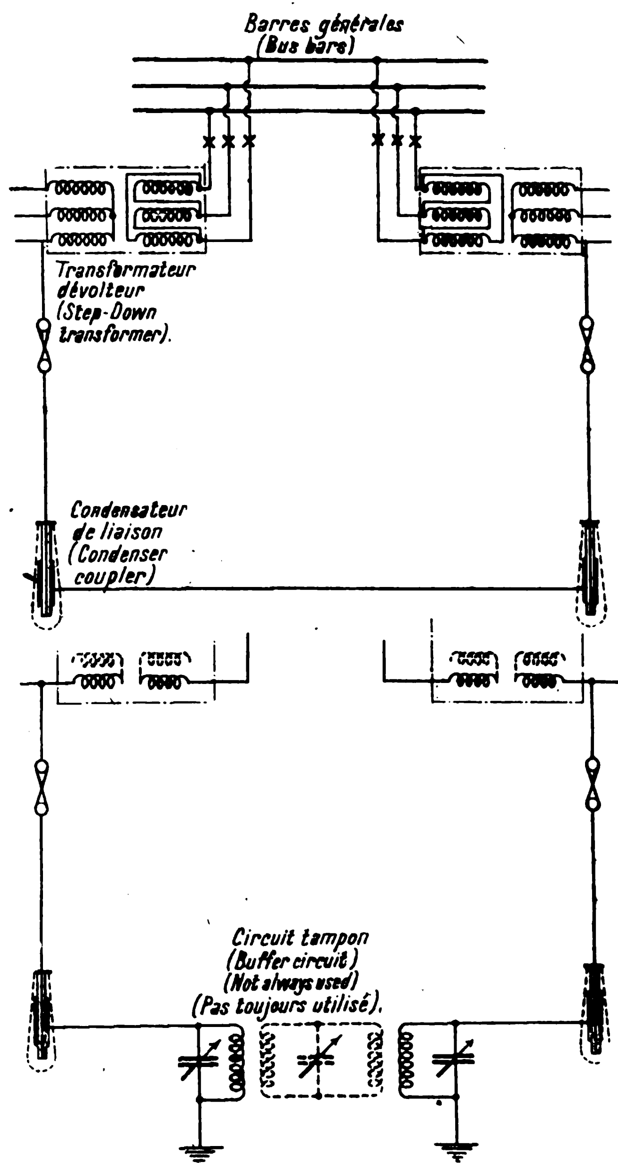


Fig. 7. — Schéma du dispositif de franchissement d'un poste de transformation, pour la téléphonie par ondes guidées.

à la bonne transmission de la haute fréquence, on peut utiliser des condensateurs de capacité appropriée ayant chacun une armature reliée à la ligne de part et d'autre des transformateurs (fig. 7) et dont les armatures secondaires sont reliées entre elles soit par un fil direct, soit par des circuits accordés couplés électromagnétiquement.

Après avoir noté quelques essais sur le rayonnement de la ligne de transmission et indiqué que celui-ci est négligeable lorsque la puissance transmise est faible, M. Grant passe à l'examen rapide des divers genres d'appareils utilisés.

Le système à grande puissance (500 à 1000 w à l'émission) ne semble pas offrir d'intérêt, car la qualité de la parole est inférieure à celle qu'on obtient avec une ligne téléphonique courante ; d'autre part, le rayonnement est très important, et l'on a pu détecter les ondes de transmission jusqu'à 160 km de la ligne ; il est bien évident que ce fait est une gène considérable pour les autres usagers de la radiotéléphonie en raison des interférences qui en résultent, et qu'il peut provoquer en particulier l'intervention de l'administration intéressée au maintien du trafic radiotéléphonique officiel.

Dans les systèmes à puissance modérée (environ 100 w) auxquels se rattachent la majorité des installations, on utilise en général, pour des raisons d'économie, la modulation dans le circuit de grille à l'émission ; le fonctionnement en duplex est possible.

La description d'un nouveau système dont le schéma général est donné sur la figure 8 a été faite avec quelques détails par M. Grant qui considère ce système à faible puissance comme susceptible de donner d'excellents résultats, tant au point de vue de la sécurité du personnel qu'à ceux de la sûreté du service de la réduction du prix et de la souplesse.

Les caractéristiques essentielles sont : l'emploi d'un seul fil de ligne, le retour étant fait par la terre ; l'utilisation de condensateurs de liaison spéciaux, du genre de celui de la figure 6 ; la nécessité d'une énergie très faible de l'ordre de quelques watts ; et en conséquence la réduction des dimensions des divers organes et du prix de l'installation. Le dispositif de protection, dont le schéma est donné par la figure 9, est étudié tout particulièrement ; les condensateurs de liaison sont munis d'anneaux de garde visibles sur la figure 6 ; l'anneau supérieur est prévu pour service à une tension triple de celle de la ligne et l'anneau inférieur protège la borne secondaire de l'appareil contre les effets du champ électrostatique et des décharges ; d'autre part, des essais ont montré qu'un tel condensateur peut supporter sans rupture du diélectrique une tension égale à six fois la tension normale de service. Un commutateur à deux positions permet de relier la borne secondaire du condensateur soit à l'appareil de communication par ondes guidées (position de travail), soit à la terre qui en détermine le potentiel (position de repos). Une bobine de drainage double, calculée pour laisser passer le courant de court-circuit en cas de rupture du condensateur, relie en permanence la borne secondaire de celui-ci à la terre pendant le travail ; un éclateur de sécurité réglé pour 200 à 300 v est monté aux bornes du dispositif de drainage. Le parafoudre à

cornes est réglé pour 500 v. La protection est complétée par un fusible comprenant une résistance en série, et calibré avec précision, de façon à agir en quelques millièmes de seconde en cas d'avarie au condensateur

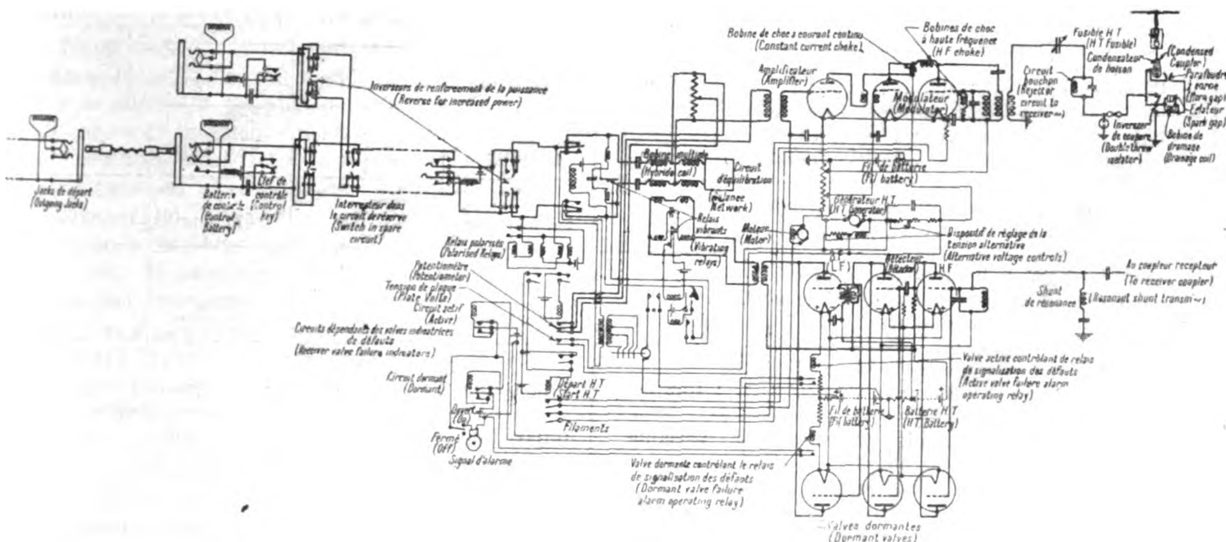


Fig. 8. — Schéma général des connexions d'un nouvel appareil complet de téléphonie par ondes guidées.

de liaison. Dans le rapport sont reproduits plusieurs oscillogrammes relatifs aux essais faits sur ce dispositif de sécurité.

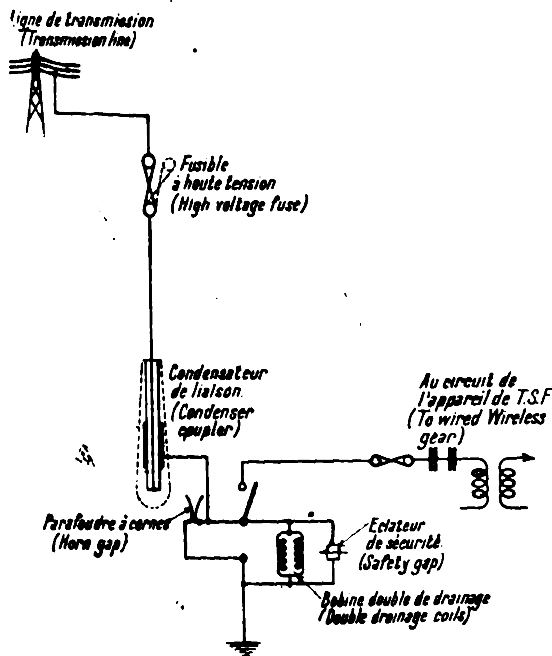


Fig. 9. — Schéma du dispositif de protection de l'appareil de téléphonie par ondes guidées.

L'appareil de communication est complété par un système d'interrupteurs, visible sur la figure 8, permettant le contrôle de l'ensemble par un téléphone ordinaire avec fils, sans modification du nombre de ceux-ci.

La comparaison au point de vue du prix de l'installation, faite pour les divers systèmes de communications entre usines utilisables en Angleterre, est résumée par le tableau III.

Le rapport se termine par quelques considérations très brèves sur les divers systèmes de contrôle à distance : système pas à pas, sélecteurs de téléphonie automatique, et vibrateurs synchronisés auxquels M. Grant donne la préférence en raison de leurs hautes qualités de sélectivité et de leur stabilité de fonctionnement tant à l'émission qu'à la réception, ce qui permet le contrôle d'exécution des commandes.

Derniers perfectionnements dans les communications entre centrales par courants porteurs. — Ce rapport de M. R. Dubois (France) n'ayant pas été imprimé avant la Conférence et n'ayant fait l'objet que d'une communication très résumée en séance, nous ne pouvons guère donner un aperçu de son contenu. D'après quelques projections qui ont accompagné la communication et les indications données à leur sujet par l'auteur, nous avons noté qu'il s'agissait de dispositifs ayant fait l'objet d'un article récent dans notre revue (1). Nous mentionnerons seulement que, grâce à l'emploi de la double réception et de circuits bouchons, M. Dubois a pu réaliser les communications téléphoniques quel que soit le couplage pour les diverses

(1) R. Dubois. Installation de téléphonie à haute fréquence sur les réseaux de la Société Energie électrique de la Basse-Isère et de la Société de Transport d'Energie du Centre. *Revue générale de l'Electricité*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1030-1036.

TABLEAU III. — *Comparaison entre les divers systèmes de communication entre usines possibles en Angleterre.*

DÉSIGNATION DU SYSTÈME DE COMMUNICATION	COMMUNICATION	COMMANDE à distance	PRIX D'UNE INSTALLATION, EN LIVRES STERLING pour 10 miles	pour 50 miles	pour 100 miles
1. Câble téléphonique seul	bonne	impossible	6 000	28 000	56 000
2. Câble téléphonique avec six circuits de contrôle	bonne	bonne	6 500	29 750	59 500
3. Système à conducteurs séparés, pour téléphone seul	précaire	impossible	3 000	11 000	21 500
4. Système à conducteurs séparés, avec six circuits de contrôle ayant un retour commun (avec répétiteurs)	précaire	incertaine	5 000	19 000	37 000
5. Location d'une ligne de réseau d'État (avec capitalisation en 14 ans)	limitée	impossible	1 700	8 500	17 000
6. Systèmes existants à ondes guidées	variable	impossible	même prix jusqu'à 100 miles		4 000
7. Systèmes existants à ondes guidées, téléphone et contrôle	variable	satisfaisante	id.		5 000
8. Nouveau système à ondes guidées, téléphone seul	bonne	impossible	id.		1 200
9. Nouveau système à ondes guidées, téléphone et contrôle	bonne	bonne	id.		1 700

lignes du réseau de transmission d'énergie. Le secret des communications est assuré par ces dispositifs et le choix judicieux des longueurs d'onde pour les divers postes.

Suivant l'auteur du rapport, on peut aussi envisager l'emploi de sélecteurs d'appel qui permettent, par le retour d'appel, comme en téléphonie automatique ordinaire, de savoir immédiatement si le poste appelé est libre ou ne répond pas.

Enfin M. Dubois, en combinant le principe d'émission du télégraphe Baudot et celui du télétype Carpentier, a pu réaliser un télégraphe imprimeur qui permet l'enregistrement du texte des communications échangées.

DISCUSSION. — Les trois rapports qui précèdent, ayant trait au même sujet, ont fait l'objet d'une seule discussion à laquelle ont pris part MM. Dubois (France), Nash (Grande-Bretagne), Parodi (France) et Rich (Grande-Bretagne).

D'après les renseignements qu'il a recueillis, M. Nash estime que tous les systèmes de téléphonie par ondes guidées utilisés actuellement sont bons et que la constance des réglages n'a pas une importance essentielle, car on connaît à peu près par avance l'origine des communications reçues; en particulier, le nouveau système mentionné par M. Grant a donné à l'essai de bons résultats.

Au sujet des systèmes d'appel et d'enregistrement des communications, les avis sont partagés. Les uns estiment qu'ils peuvent être influencés par des ondes parasites, et qu'il n'y a guère possibilité de différencier l'origine réelle du signal reçu. D'autres, avec M. Dubois, ne redoutent pas de fonctionnement intempestif; en effet, les perturbations peuvent se ranger en deux groupes : celles provenant d'émissions étrangères et celles provenant de la ligne (atmosphériques, etc.); les premières peuvent être éliminées par les dispositifs de montage, en particulier par la réception en différentiel; les secondes, irrégulières, ne reproduiront que tout à fait exceptionnellement la cadence et le nombre des signaux d'appel convenus.

En conclusion, les installations de téléphonie en haute fréquence par ondes guidées semblent avoir fait de grands progrès, qui permettent d'espérer très prochaine leur mise au point définitive.

Mesure de l'énergie à haute tension. — Sur ce sujet, un seul rapport a été présenté :

REMARQUES SUR LA TARIFICATION ET LA MESURE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DANS LES RÉSEAUX A HAUTE TENSION, par M. A. ILIOVICI (France). — L'auteur mentionne d'abord la complexité du problème de la tarification de l'énergie électrique en raison de tous les facteurs à faire entrer dans la formule d'évaluation; en particulier, on a cherché à tenir compte non seulement de l'énergie active, mais aussi de l'énergie réactive par la considération du facteur de puissance ou de la puissance apparente. Mais aucune de ces deux grandeurs ne peut servir de base

à une tarification rationnelle, car il y a lieu de tenir compte du signe du déphasage du courant sur la tension; d'autre part, la puissance apparente ne satisfait pas au principe de la conservation de la puissance, ce qui indique que cette conception est artificielle.

L'auteur considère la puissance réactive comme une grandeur physique définie dans le cas des circuits à courants alternatifs les plus généraux comme le produit par 2ω de la valeur moyenne de l'énergie oscillante mise en jeu dans les diverses parties du circuit, ou transmise aux circuits en liaison électrique ou magnétique avec lui.

Prenant le cas d'un circuit comportant en série une résistance, une bobine de réactance, une capacité et une machine réceptrice, il montre que la puissance réactive du système est la somme des puissances réactives dans la bobine de réactance, dans la capacité et dans le récepteur, ce qui répond au principe de la conservation de la puissance réactive.

Cette puissance, qui est fournie par l'excitation des alternateurs, conduit à une augmentation des inducteurs et des excitatrices ainsi que des lignes.

Une tarification rationnelle de l'énergie doit donc être basée sur la vente de l'énergie active à un certain prix p_a et de l'énergie réactive à un prix p_r. Les prix de revient des deux genres d'énergie seront faciles à déterminer, si l'on admet que les usines génératrices seront chargées de la fourniture de l'énergie active, tandis que l'énergie réactive sera fournie en bout de ligne par des compensateurs synchrones. On peut également adopter des prix différents de l'énergie réactive suivant son signe; pour la mesure, on utilisera

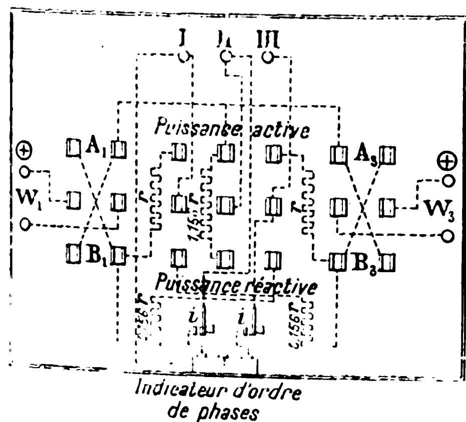


Fig. 10. — Vue schématique des éléments d'une boîte additionnelle destinée à l'étalonnage des compteurs d'énergie.

dans ce cas deux compteurs à cliquet ou à butée tournant chacun dans un sens, ou un compteur à deux minuteries, entraînées l'une ou l'autre, suivant le sens.

M. Iliovici estime que, pour mettre de la clarté dans les questions de tarification, il serait utile que l'on admît officiellement les notions de puissance et d'énergie réactives, qu'on adopte des noms pour les unités, et qu'on autorise la tarification de l'énergie réactive comme celle de l'énergie active.

Il mentionne en outre la nécessité d'introduire en électrotechnique le « coefficient de réaction » défini par le rapport de la puissance réactive à la puissance active ; ce coefficient, égal à tg φ dans le cas des circuits monophasés simples et des courants sinusoïdaux, indiquerait la valeur relative de la puissance réactive par rapport à la puissance active, ainsi que son signe.

L'auteur examine alors la question de mesure de la puissance et de l'énergie réactives, sur laquelle nous n'insisterons pas, le sujet devant être traité dans un prochain article de notre revue.

Nous mentionnerons cependant la boîte additionnelle qui permet de vérifier successivement sur place le compteur d'énergie active par la méthode des deux wattmètres et le compteur d'énergie réactive. La figure 10 donne une vue schématique de cette boîte et la figure 11 en représente le schéma de montage.

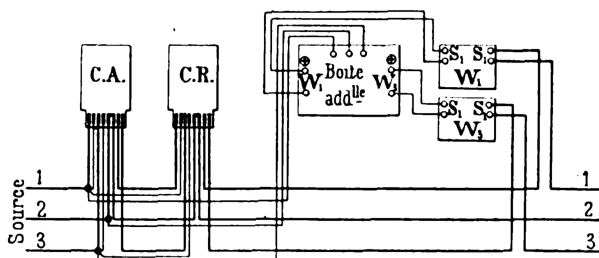


Fig. 11. — Schéma de connexions pour utilisation de la boîte additionnelle à l'étalonnage d'un compteur d'énergie active CA et d'un compteur d'énergie réactive CR.

I, II et III sont les bornes où l'on doit connecter les trois fils de phase; W_1 et W_3 les bornes auxquelles on doit relier les deux wattmètres ; les neuf plots centraux représentent un inverseur tripolaire dont la position supérieure correspond à la mesure de la puissance active, et la position inférieure, à celle de la puissance réactive. Les deux inverseurs bipolaires placés de chaque côté servent à changer les connexions des wattmètres de façon que les déviations soient toujours de même sens. Un indicateur d'ordre des phases sert à vérifier si les connexions sont faites dans le sens convenable. Les valeurs des résistances placées dans la boîte sont données en fonction de la résistance r du circuit de chacun des wattmètres utilisés ; elles sont déterminées de façon à obtenir la puissance active ou réactive en multipliant par $2C$ la déviation de chaque wattmètre et en faisant la somme algébrique des résultats obtenus, C étant la constante connue de chacun des wattmètres.

En ce qui concerne les unités de mesure de puissance réactive, M. Iliovici insiste sur la nécessité de fixer dès maintenant une dénomination, comme celle qu'il a proposée de « wattré » et « wattréheure » pour éviter la multiplicité de dénominations créées au hasard ; les appareils de mesure correspondants seraient des « wattrémètres » et des « wattréheuremètres ».

Bien que cette question d'unités ne concerne pas directement la Conférence, l'auteur a cru bon d'appeler l'attention sur ce point, car dans l'état actuel, chacun donne à ces unités ou aux appareils le nom qui lui convient, de telle sorte que plus tard le choix d'une désignation officielle sera rendu très difficile par la nécessité de réagir contre les mauvaises terminologies entrées dans la pratique. En effet on emploie pour l'unité de puissance réactive les noms de watt réactif, volt-ampère réactif, volt-ampère sinus, unité de puissance réactive correspondant au watt, etc. De même pour les appareils, on voit apparaître les dénominations de : compteurs d'énergie réactive, compteurs de sinus, etc, et des désignations analogues pour les wattmètres.

L'auteur examine ensuite la question des transformateurs de courant servant à l'alimentation des wattmètres ou compteurs. Le courant qui les parcourt est très variable et la courbe d'erreurs sur la puissance en fonction du courant a une forme compliquée dépendant du déphasage du courant sur la tension dans le circuit dont on mesure la puissance. Pour un courant normal et $\cos \varphi = 0{,}3$, l'erreur ne dépasse pas 2 pour 100, mais elle atteint 8 pour 100 pour le dixième du courant normal. Même avec des artifices tels que fuites supplémentaires, condensateurs en parallèle sur le secondaire, spires en court-circuit, on peut atténuer les erreurs, mais leur courbe représentative garde toujours la même forme.

On peut cependant rendre les erreurs négligeables pour les très faibles courants en compoundant le transformateur, par exemple suivant le dispositif de la figure 12. Deux enroulements supplémentaires s' et s''

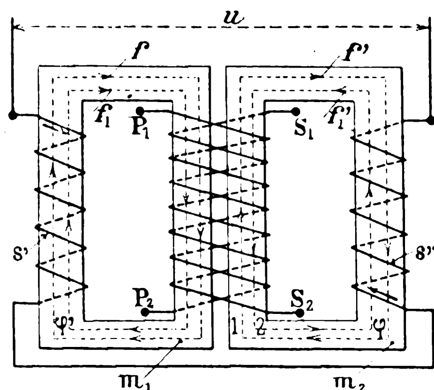


Fig. 12. — Schéma d'un transformateur compoundé.

produisent à travers les enroulements principaux P_1 P_2, et S_1 S_2 des flux égaux et de signes contraires.

Il en résulte que s' et s'' n'induisent aucun courant dans le secondaire du transformateur. L'état magnétique des circuits m_1 et m_2 est fonction des ampères-tours résultant de ceux de s' et s'' et de ceux des enroulements S_1 S_2, et P_1 P_2 ; ces derniers étant faibles par rapport aux ampères-tours de s' et s'', il en résulte que l'induction varie peu autour de la valeur correspondant au maximum de perméabilité.

Le compoundage a donc un double effet :

a) Il réduit fortement les erreurs ;

b) Il les rend pratiquement indépendantes du courant dans le secondaire.

La courbe des erreurs d'un tel transformateur est bien une droite horizontale pour toutes les valeurs de la charge jusqu'à 2 pour 100 du courant normal; les erreurs sont elles-mêmes négligeables.

Le rapport se termine par l'examen de la possibilité de supprimer les transformateurs de tension des compteurs et wattmètres dans les circuits à très haute tension en les remplaçant par des transformateurs de tension montés sur la basse ou la moyenne tension.

Dans les circuits à très haute tension, les transformateurs de tension ont leur primaire constitué par un fil très fin, ce qui donne souvent lieu à un point faible de l'installation ; le prix élevé de ces appareils inévitablement fragiles et les dépenses causées par une détérioration éventuelle conduisent donc à rechercher si l'on ne pourrait pas éviter ces inconvénients, tout en conservant au comptage une exactitude pratiquement suffisante par la méthode indiquée ci-dessus, qui consiste à conserver les transformateurs de courant plus robustes dans les circuits sous la haute tension, alors que les transformateurs de tension sont branchés sur des circuits à une tension moins élevée.

Raisonnant sur le cas simple d'un réseau monophasé et d'un transformateur abaisseur de tension, à l'aide du diagramme, l'auteur conclut que :

a) Pour la puissance active un compteur, monté comme indiqué ci-dessus, donnera la mesure de l'énergie en haute tension diminuée de celle perdue par effet Joule dans les enroulements du transformateur abaisseur de tension. Ces pertes sont faibles dans le cas des transformateurs de grande puissance à envisager, et, en tout cas, il sera possible d'en tenir compte soit par une correction, soit par le compteur auquel on ajouterait un couple proportionnel au carré du courant.

b) Pour la puissance réactive, la différence sera égale à $L\omega I_2^2$, où $L\omega$ est la réactance de fuites totale du transformateur ramenée au secondaire et I_2, l'intensité moyenne du courant dans l'enroulement secondaire du transformateur abaisseur de tension.

Cette différence est relativement plus importante que la puissance perdue par effet Joule dans le cas de la puissance active, mais on peut en tenir compte par des moyens analogues.

Discussion. — MM. Barbagelata (Italie), Brylinski (France), Budeanu (Roumanie), Genkin (France) et J.-B. Pomey (France) ont pris part à la discussion qui a suivi la communication de ce rapport.

Des idées échangées, il résulte que l'accord n'est pas encore fait sur les diverses questions concernant la puissance et l'énergie réactives. Les uns, comme M. Budeanu contestent la rigueur de la définition donnée par M. Iliovici, quand on l'applique à un régime non sinusoïdal, car elle semble admettre que l'énergie

intrinsèque des harmoniques a même fréquence que l'énergie fondamentale ; la puissance réactive semblerait alors mieux définie par une somme de termes de forme $2\,\omega_n W'_n$, où ω_n et W_n représentent la fréquence et la puissance active des divers harmoniques. A ce ce sujet M. J.-B. Pomey fait remarquer que la difficulté peut être tournée en développant les énergies électriques ou électromagnétiques de forme quadratique en sommes de carrés, ce qui fait apparaître la période fondamentale du phénomène et non celles des harmoniques.

En ce qui concerne la mesure de la puissance et de l'énergie réactives, il existe quelques différences de vues au sujet des méthodes ; celles préconisées par le rapporteur ont été discutées par MM. Barbagelata et Genkin. L'accord est cependant établi sur la nécessité de tenir compte de l'énergie réactive dans la vente de l'énergie électrique.

Pour l'unité de puissance réactive, deux opinions opposées ont été présentées ; les uns estiment inutile d'introduire de nouvelles dénominations et préfèrent conserver les dénominations de watt et watt-heure, quelle que soit la nature de la puissance et de l'énergie ; d'autres, à la suite de M. Brylinski et du rapporteur estiment que, du point de vue pratique, il est préférable d'avoir des dénominations différentes, car les équations de dimension ne suffisent pas à la définition des unités. Il serait d'ailleurs difficile, après avoir essayé de faire saisir à l'usager, au prix d'assez grandes difficultés, la différence entre la puissance ou l'énergie active et réactive, de lui faire admettre que ces quantités sont cependant mesurées en unités de même nom.

Accidents d'exploitation.

Perturbations causées par les lignes à haute tension sur les lignes télégraphiques et téléphoniques. — Cette question, d'un intérêt essentiel pour les exploitants de réseaux de distribution d'énergie, à cause du voisinage fréquent et des croisements des lignes à haute tension avec les lignes télégraphiques ou téléphoniques, a fait l'objet de trois rapports :

SUR LE VOISINAGE DES LIGNES D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ET DES LIGNES DE TÉLÉCOMMUNICATION, par M. E. BRYLINSKI (France. — L'auteur qui a exposé au cours de la précédente session de 1925 (1) le projet de directives établi par la Commission permanente du Comité consultatif international des Communications téléphoniques à grande Distance, signale dans son rapport les modifications que ce comité a apportées, au cours des deux années écoulées, au texte de ces directives (1) ; il se borne toutefois à ce qui concerne les lignes d'énergie électrique.

Rappelons que la tension induite sur les lignes de télécommunication peut être dangereuse par elle-même ; elle peut aussi, même dans certains cas où elle n'est pas dangereuse, produire des courants perturbateurs de nature à gêner ou parfois à empêcher les communications téléphoniques.

Il convient également de rappeler que, suivant une distinction qui avait été formulée dans le projet de directives, mais avec une netteté insuffisante, l'induction électrique est seule à envisager en pratique lorsqu'il s'agit de lignes d'énergie entièrement isolées du sol, alors que dans le cas de lignes d'énergie dont un point est relié à la terre en permanence, il suffit d'examiner les effets d'induction électromagnétique en cas de court-circuit.

Pour les lignes d'énergie complètement isolées du sol, l'intervention des croisements a été supprimée dans les calculs relatifs au coefficient de danger ; l'énergie dangereuse en cas de choc acoustique a été portée à 2 centijoules (au lieu de 1) et la valeur du coefficient de danger à ne pas dépasser a été fixée à 50 (au lieu de 10 pour le courant triphasé et 16 pour le courant alternatif simple), cette valeur étant même portée à 100 dans les cas où on utilise, pour la mise sous tension, des interrupteurs de sécurité avec contacts préparatoires, ou d'autres dispositifs qui permettent d'effectuer progressivement la mise sous pleine tension de la section de ligne d'énergie. Il n'y a donc plus qu'une zone de danger, égale à $\frac{1}{3}\sqrt{E}$ de part et d'autre de la ligne d'énergie, zone dans laquelle il faut s'assurer s'il y a danger ou non avant de prendre les mesures nécessaires de protection.

Pour ces mêmes lignes d'énergie, complètement isolées du sol, la tension du courant perturbateur admissible a été abaissée à 5 millivolts (au lieu de 10). La rédaction a, en outre, été légèrement modifiée. Les distances d'écartement au delà desquelles il n'y a plus de perturbation à craindre du fait de l'induction électrique en cas de terre accidentelle deviennent dès lors :

$\frac{1}{4}\sqrt{El}$ (au lieu de $\frac{1}{5}\sqrt{El}$) pour le courant triphasé et

$\frac{1}{5}\sqrt{El}$ (au lieu de $\frac{1}{6}\sqrt{El}$) pour le courant alternatif simple.

Mais la valeur adoptée pour l n'est plus la même ; au lieu d'être la longueur pour laquelle les effets d'induction sur le circuit téléphonique le plus exposé ne sont pas compensés par les transpositions, l sera égale à 1,5 fois cette longueur, avec un maximum de 8 km.

Pour les lignes dont le point neutre est à la terre, il

(1) Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension. Compte rendu de la troisième section. *Revue générale de l'Electricité*, 22 août 1925, t. XVIII, p. 302. — M. Brylinski a également traité cette question dans une étude qui a été présentée au Congrès du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique et de la Société française des Electriciens, à Grenoble, en 1925. Cette étude a été publiée in extenso dans la *Revue générale de l'Electricité*, 12 et 19 juin 1926, t. XIX, p. 923-935 et 974-985.

(1) D'importants extraits du texte primitif sont reproduits dans l'étude mentionnée ci-dessus de M. Brylinski : *Revue générale de l'Electricité*, 19 juin 1926, t. XIX, p. 976-984.

a été apporté une modification importante en ce qui concerne la détermination du coefficient d'induction mutuelle, intervenant au moment du court-circuit, entre la ligne d'énergie et la ligne de télécommunication, pour lequel on avait adopté antérieurement la valeur approximative

$$M = \frac{4l}{\sqrt{a}} 10^{-3}$$

valable seulement dans certaines limites.

Il est signalé désormais qu'on devrait prendre pour M des valeurs empiriques qui tiennent compte des conditions géologiques, climatiques, etc. On peut, à défaut de ces valeurs, utiliser des courbes que les nouvelles directives doivent donner en annexe, et qui seront établies pour une résistivité du sol de 20 000 ohms-centimètres. Si la résistivité du sol est connue, on pourra au moyen des formules de Rüdenberg ou de Pollaczek établir les courbes relatives au cas considéré. Le rapport donne sous forme de tableau les valeurs approximatives du coefficient d'induction kilométrique déduites de la courbe annexée au mémoire de Rüdenberg. Ces valeurs coïncident d'ailleurs de façon suffisante avec les résultats de mesures faites à Lancey en 1906.

A l'aide de ce coefficient d'induction kilométrique, on calculera la force électromotrice induite qui ne doit pas dépasser 300 v, faute de quoi la ligne téléphonique doit être considérée comme exposée au danger.

Pour les lignes de traction, les seules modifications ont consisté à unifier à 50 pour 100 (au lieu de 60 et 40 pour 100) les coefficients employés dans le calcul de la force électromotrice d'induction, et à ramener d'autre part de 85 à 80 pour 100 le coefficient employé dans le calcul de l'induction en exploitation normale dans les cas où les rails de roulement ne sont pas éclissés électriquement.

Le rapport se termine en indiquant que des expériences soumises à un contrôle international sont indispensables, tant pour vérifier certains résultats théoriques que pour fournir les bases expérimentales nécessaires pour l'examen de diverses questions. Dans ce but, le Comité consultatif international des Communications téléphoniques à grande Distance a constitué une commission mixte internationale pour les expériences relatives à la protection des lignes téléphoniques (C. M. I.), qui a tenu sa première session à Berne du 7 au 12 février 1927 ; elle s'est divisée en huit sous-commissions, chargées respectivement d'établir les programmes d'essais relatifs aux questions suivantes :

1° Définition et mesure de l'influence perturbatrice des installations d'énergie ;

2° Mesures à prendre pour diminuer, sur les lignes téléphoniques, les troubles dus aux redresssurs ;

3° Mesures nécessaires à la protection des lignes téléphoniques contre les installations à courants polyphasés avec point neutre à la terre ;

4° Importance que présente la bonne conductibilité des voies dans les installations de traction à courant alternatif pour la valeur de la tension induite sur les lignes téléphoniques voisines ;

5° Influence sur les lignes téléphoniques des variations accidentelles ou normales du courant continu de traction ;

6° Limite tolérable à admettre pour les bruits induits (tension perturbatrice) sur les circuits téléphoniques ;

7° Influence des inévitables dyssymétries des lignes téléphoniques sur l'intensité des troubles provoqués sur ces lignes par les courants des lignes d'énergie ;

8° Calcul de l'induction mutuelle entre deux lignes ; vérification expérimentale.

Cet organisme, dans lequel l'industrie électrique est largement représentée, s'est assuré le concours actif de l'Union internationale des Chemins de fer et de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique ; le rapporteur termine en souhaitant que la Conférence des grands Réseaux électriques à haute Tension collabore également avec ce nouvel organisme comme elle l'a fait jusqu'ici avec le Comité consultatif international des Communications téléphoniques à grande Distance.

Action des courants forts sur les courants faibles ; moyens pratiques d'atténuer cette action. — Dans ce rapport, M. G. Viel (France) définit d'abord les principales perturbations qui peuvent affecter les circuits de communication à distance :

L'influence électrique résulte de courants traversant différents circuits. Chacun de ceux-ci comprend deux condensateurs en série, constitués l'un par un câble d'énergie et un fil téléphonique, l'autre par ce même fil et la terre. Ce dernier condensateur peut se trouver shunté par une résistance dans le cas où le circuit téléphonique comporte une mise à la terre normale ou accidentelle.

Il peut en résulter, soit une tension dangereuse sur les fils téléphoniques, soit un courant troublant les communications dans le cas où le circuit téléphonique est relié au sol.

Il est également possible qu'un courant de circulation entre les deux fils téléphoniques, en traversant les écouteurs, détermine une gêne dans l'audition des conversations.

L'induction électromagnétique produit entre les deux extrémités d'un même fil téléphonique, une force électromotrice due au champ résultant des différents conducteurs d'une ligne d'énergie, y compris le sol, dans le cas d'une mise à la terre normale ou accidentelle sur le réseau. Il peut en résulter une différence de potentiel dangereuse entre certains points du circuit téléphonique et le sol, et un courant de circulation suffisant pour troubler les communications.

On a cherché à évaluer ces actions. Pour la première, les calculs sont assez faciles ; cependant la nécessité d'obtenir des formules applicables dans tous les cas conduit à admettre que les conditions les plus défavorables sont toujours remplies. Il en résulte que leur application donne des écartements considérables entre

les lignes d'énergie et les lignes à protéger, et ceux-ci sont souvent, par suite des conditions géographiques, impossibles à réaliser sans que l'on soit obligé, par exemple, de reporter les lignes d'énergie sur les crêtes, ce qui augmente la dépense d'établissement et le danger de perturbations par les orages et le vent.

En ce qui concerne l'induction électromagnétique, sa détermination suppose toujours la connaissance du courant de court-circuit sur la ligne d'énergie ; le plus souvent il ne sera pas possible de calculer ce courant, dans l'ignorance où l'on se trouvera du nombre exact d'usines couplées sur le réseau et de la puissance mise en jeu. Il semble donc qu'il faudra renoncer à prédéterminer les effets de l'induction électromagnétique.

En résumé, il paraît préférable de rechercher par des expériences méthodiques un moyen de protection qui permette des dispositions pratiques acceptables pour les lignes d'énergie, tout en assurant une sécurité suffisante contre les perturbations.

Les premiers essais mentionnés par M. Viel remontent à 1917 ; ils se rapportent à la protection de fils téléphoniques placés sur les mêmes supports que les lignes à haute tension, et à une distance par conséquent limitée de celles-ci (2 et 3 m.). La protection était constituée par des fils parallèles aux fils à protéger et placés entre ceux-ci et la ligne d'énergie.

L'influence des écrans était indépendante de la nature du métal conducteur qui les constituait (cuivre, fer, etc.). Lorsque ces fils écrans étaient isolés, il en résultait déjà une diminution de la tension induite ; lorsque ces fils étaient mis à la terre, le résultat était encore meilleur.

Dans les expériences exécutées, le fil téléphonique se trouvait dans le plan vertical du câble à haute tension, et à 1,15 m en dessous de lui. Les fils écrans étaient placés dans un plan horizontal situé à 0,70 m au-dessus du fil téléphonique.

Soit V la tension induite sans écran ; par interposition de fils écrans, la tension induite prenait les valeurs suivantes :

1 fil écran à la terre : 0,50 V

2 fils écrans à la terre : 0,40 V

3 fils écrans à la terre : 0,35 V

4 fils écrans à la terre : 0,31 V.

La tension induite pouvait ainsi être réduite au tiers de sa valeur normale. Cette réduction permettait de rapprocher les fils téléphoniques de la ligne d'énergie, et ainsi de réaliser une économie sur la hauteur des supports.

Des essais ultérieurs très complets ont été effectués par l'auteur dans le cas de lignes téléphoniques sur supports indépendants de la ligne d'énergie. L'installation d'essai comportait :

Une ligne d'énergie à 6 conducteurs en cuivre, de 50 mm² chacun, disposés par 3, à une distance de 1,30 m l'un de l'autre, dans deux plans verticaux de part et d'autre du support et distants eux-mêmes de 1,30 m l'un de l'autre ; les deux conducteurs inférieurs étaient à 6,50 m au-dessus du sol ;

Une ligne téléphonique parallèle à la première sur toute sa longueur qui était de 97 m ; le circuit téléphonique se composait de 2 fils de cuivre, de 3 mm de diamètre, placés dans un plan horizontal à 0,50 m l'un de l'autre et à 6 m au-dessus du sol.

La distance horizontale minimum entre les fils téléphoniques et les fils de la ligne d'énergie est désignée par d.

L'alimentation de la ligne d'énergie était faite en courant triphasé à 50 p : s, le neutre étant isolé du sol. On utilisait les 3 conducteurs de la ligne situés le plus près, auxquels on adjoignait pour certains essais les trois autres conducteurs, connectés en parallèle avec les premiers, deux conducteurs situés dans un même plan horizontal étant toujours reliés à une même phase.

Les fils écrans utilisés étaient des fils de cuivre de 3 mm de diamètre.

La mesure de la tension induite sur la ligne téléphonique, dont les fils étaient réunis en parallèle, était faite au moyen d'un voltmètre électrostatique à quadrants de lord Kelvin ; l'erreur due à la capacité de l'appareil et du conducteur de liaison à la ligne téléphonique était de 3 pour 100 environ, donc inférieure aux erreurs de mesure.

Les résultats détaillés des mesures sont donnés par l'auteur sous forme de tableaux dans les annexes I à IV du rapport.

Ils se résument comme suit :

1° *Influence électrique.* — Les effets en ont été considérés dans divers cas :

a) Cas d'une phase à la terre, neutre isolé. — La distance d étant de 2 m, et V désignant la tension composée sur la ligne d'énergie, la tension induite varie de 0,117 V, pour la phase du bas à la terre, à 0,145 V pour la phase du haut à la terre, dans le cas d'une seule ligne à 3 fils sous tension. Lorsqu'on met également sous tension la seconde ligne d'énergie en parallèle avec la première, les valeurs de la tension induite sont égales aux précédentes multipliées par 1,22.

En faisant varier la distance d, on a obtenu, pour la tension induite maximum (phase du haut à la terre) :

pour $d = 0,4$ m, tension induite maximum : 0,27 V ;

pour $d = 2$ m, id 0,145 V ;

pour $d = 10$ m, id 0,042 V.

L'efficacité maximum d'un fil écran mis à la terre, étudiée expérimentalement, a été trouvée correspondant, pour $d = 2$ m, à la position du fil dans le plan horizontal des fils téléphoniques, le plus près possible de ceux-ci, et entre eux et la ligne d'énergie ; pour les second et troisième fils écrans, la position la meilleure est dans le plan vertical du premier fil écran et à des distances de 20 à 40 cm du premier.

La présence de ces fils écrans réduit les tensions maxima induites données précédemment dans la proportion de :

33 pour 100, avec un seul fil écran.

48 pour 100, avec deux fils écrans.

53 pour 100, avec trois fils écrans.

D'autre part, la variation de la distance d semble

n'avoir pas d'influence sensible sur la tension maximum induite avec l'emploi de fils écrans.

Enfin, M. Viel a étudié l'influence de la longueur du fil écran rapportée à la longueur totale de la ligne protégée; les résultats de ces essais sont donnés par les courbes de la figure 13. On peut en conclure que dans les applications pratiques, où d n'est pas inférieur à 2 m, la réduction de tension induite est proportionnelle à la longueur du fil écran.

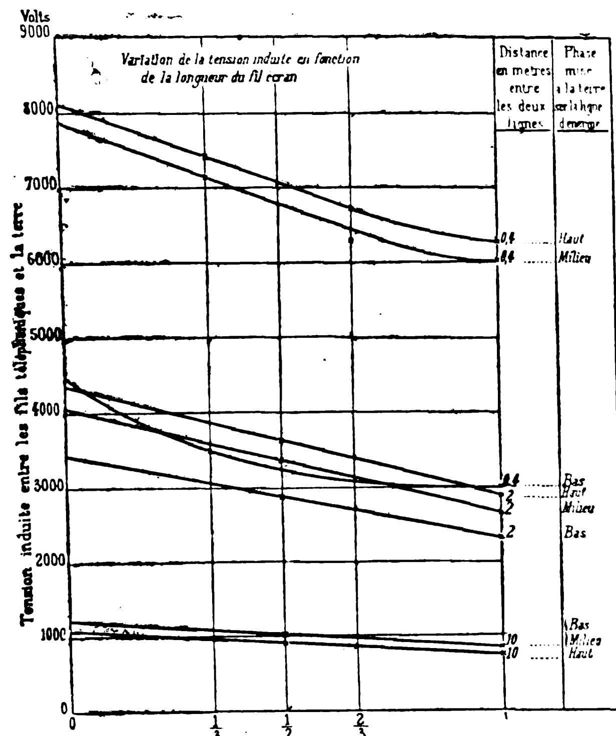


Fig. 13. — Courbes des variations de la tension en fonction de la longueur du fil écran.

b) Cas de fonctionnement normal (sans mise à la terre). — La distance d étant de 2 m, le neutre isolé, et sans fil écran, les tensions induites maxima ont été trouvées égales à

0,015 V pour 1 ligne simple sous tension.

0,018 V pour 2 lignes en parallèle sous tension.

Les mesures faites avec diverses positions du fil écran n'ont pas donné de résultats bien nets, ce qui a peu d'importance étant donné l'ordre de grandeur des tensions induites maxima.

c) Influence de la mise à la terre du neutre. — D'autre part, des essais sur l'influence de la mise du neutre à la terre sur la tension maximum induite par une mise à la terre de la phase du haut de la ligne d'énergie ont amené à conclure que cette tension maximum tombait à 20 pour 100 de la valeur qu'elle aurait avec le neutre isolé.

Ce résultat est intéressant, car le calcul de ce cas ne conduit qu'à une réduction à 33 pour 100 de la valeur obtenue avec le neutre isolé.

2° *Induction électromagnétique.* — Une expérience purement qualitative a montré que l'interposition d'un fil écran diminuait sensiblement l'intensité du ronflement d'un écouteur monté sur la ligne téléphonique.

En résumé, ces essais montrent que l'interposition de fils écrans mis à la terre entre la ligne d'énergie et la ligne téléphonique permet d'obtenir une forte diminution de la tension résultant de l'influence électrique de la première sur la seconde. En se rappelant que le coefficient « danger » défini par M. Brylinski, est proportionnel au carré de cette tension, on peut se rendre compte des grandes améliorations que permet l'emploi de fils écrans. Enfin, ce moyen est simple, peu coûteux, et d'une application facile.

La perturbation électromagnétique sur une ligne de communication due a une terre accidentelle sur une ligne de transmission d'énergie. — Les auteurs de ce rapport, MM. S. Mayeharra et E. Fukawo (Japon) se sont proposé de vérifier par des essais les formules de Shibusawa [1] et du Verband deutscher Elektrotechniker pour le calcul de la tension induite sur une ligne téléphonique ou télégraphique en raison d'une terre accidentelle sur une ligne de transmission d'énergie située dans le voisinage.

La comparaison des résultats obtenus par ces deux formules est donnée par le tableau IV.

Tableau IV. — *Comparaison des formules de Shibusawa et du Verband deutscher Elektrotechniker pour le calcul de la tension induite.*

b	20	50	100	300	500	1 000	2 000	3 000
V_1	0,415	0,265	0,185	0,067	0,032	0,008	0,002	0,001
V_2	0,197	0,124	0,088	0,051	0,039	0,028	(0,020)	(0,016)

b, distance en mètres entre la ligne de transmission d'énergie et la ligne de communication, ces deux lignes étant supposées parallèles; V_1, tension induite par kilomètre de la ligne de transmission d'énergie, en volts, pour un courant inducteur de 1 A dont la fréquence est de 50 p : s, calculée d'après les formules du docteur Shibusawa; V_2, tension induite, calculée d'après la formule du Verband deutscher Elektrotechniker.

La formule du Verband deustcher Elektrotechniker ne s'applique pas pour $b > 1\,000$ m; le calcul pour de telles valeurs de b n'est donc donné qu'à titre documentaire.

La disposition schématique utilisée pour les essais est donnée sur la figure 14; le courant de mise à la terre atteignait 20 à 100 A, ce qui est suffisant pour induire une tension mesurable sur la ligne de communication, non représentée. Les points de mise à la terre, aux deux extrémités de celle-ci, pour la mesure au

(1) Shibusawa. Rapport sur les troubles dans les lignes à courant faible produits par une terre accidentelle dans un conducteur d'une ligne de transmission d'énergie avec neutre mis à la terre. Conférence des grands Réseaux de Transports d'Energie électrique à très haute Tension, 1921.

voltmètre électrostatique de la tension induite, étaient disposés aussi loin que possible des mises à la terre de la ligne d'énergie, pour éliminer l'influence du courant de terre.

Les essais ont porté sur diverses lignes de transmission ayant des longueurs de 42 km jusqu'à 220 km, et

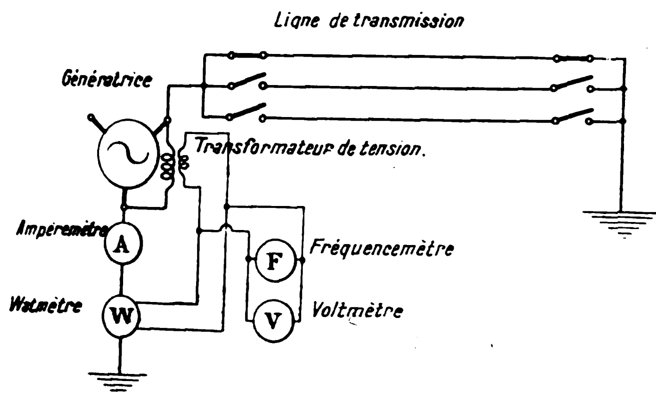


Fig. 14. — Schéma du dispositif d'essai employé pour la mesure de la tension induite sur une ligne de communication par une ligne de transmission d'énergie.

des tensions de service allant de 66 kv à 134 kv, avec des fréquences de 50 et 60 p : s.

Les résultats des essais sont donnés en détail dans des tableaux annexés au rapport; la tension induite, rapportée à l'unité de courant inducteur, varie suivant les cas de 2 v environ à 21,5 v.

L'examen de ces résultats a conduit les auteurs à faire les remarques suivantes :

1° La tension induite dans une ligne de communication est rigoureusement proportionnelle au courant inducteur;

2° Les tensions induites ne paraissent pas être proportionnelles à la fréquence. Dans un cas, la tension induite sous 50 p : s n'était que de 1,07 fois celle sous 60 p : s. Cependant, comme il n'y avait qu'un petit nombre d'essais pour prouver ce fait, il n'est mentionné que sous réserve de recherches ultérieures. On notera que la formule donnée par le professeur R. Rüdenberg fait ressortir le même fait;

3° Pour une section définie de la ligne de communication, la tension induite par la ligne de transmission d'énergie, par un courant inducteur donné, varie suivant la longueur de la portion de la ligne de transmission fermant le circuit de la terre;

4° Pour une certaine longueur de la ligne de transmission, parcourue par le courant inducteur, les tensions induites mesurées à l'aide d'un voltmètre électrostatique à un bout de la ligne de communication, tandis que l'autre bout est mis à la terre, ne restent pas constantes si la longueur de la ligne de communication varie. La présence de portions non influencées dans celle-ci semble provoquer une légère diminution de la tension induite;

5° Une étude oscillographique, ainsi que d'autres mesures, ont démontré qu'il existe une différence de phase entre les tensions induites dans les lignes de communication situées à différentes distances de la ligne de transmission, dans les cas où il y en a plusieurs à proximité de cette dernière. Il est ensuite à remarquer que la tension induite dans une ligne de communication n'est pas en quadrature de phase avec le courant inducteur. Cette question demande des études ultérieures très précises;

6° On peut s'attendre à ce que l'induction électromagnétique causée par le courant de capacité vers la terre soit la moitié de celle due au courant de court-circuit, en supposant la ligne de communication sur toute sa longueur parallèle à la ligne de transmission, et en considérant des longueurs égales des deux lignes pour chaque cas.

Le tableau V donne, pour les divers essais, les résultats de la comparaison des valeurs de la tension induite obtenues par mesure directe et celles calculées par les deux formules qu'il s'agissait de vérifier.

Les écarts très importants entre les valeurs mesurées et calculées ont montré la nécessité de rechercher une nouvelle formule empirique qui puisse donner des résultats plus voisins de la réalité.

Les auteurs ont également étudié l'influence de la distance entre la ligne de transmission d'énergie et la

Tableau V. — *Comparaison des valeurs expérimentales de la tension induite et des valeurs résultant des formules.*

Essai N°	V (volts)	V_1 (volts)	V_2 (volts)	V/V_2	V/V_1
1	2,47	3,38	2,42	0,73	1,02
2	4,10	5,74	3,76	0,71	1,09
3	3,10	3,82	3,99	0,81	0,78
4	2,90	4,11	2,63	0,71	1,10
5	16,50	11,79	8,90	1,40	1,85
6	2,65	2,65	1,51	1,00	1,75
7	0,35	0,35	0,49	1,00	0,72
8	1,03	0,66	0,68	1,56	1,32
9	0,59	0,59	0,32	0,83	1,53
10	3,15	1,57	1,84	2,00	1,71
11	21,50	22,73	13,20	0,95	1,63
12	2,30	1,02	1,31	2,25	1,76
13	5,10	3,86	2,73	1,32	1,87
14	6,70	2,08	2,08	4,35	3,22
15	12,80	10,02	4,90	1,30	2,65
16	1,60	0,27	0,23	5,93	6,95
17	2,24	0,81	0,92	2,76	2,44
18	3,68	3,20	2,78	1,15	1,32

V, tension induite mesurée; V_1, tension induite calculée par la formule de Shibusawa; V_2, tension induite calculée par la formule du Verband deutscher Elektrotechniker.

ligne de communication, en négligeant les portions distantes de plus de 5000 m et en faisant intervenir la « distance moyenne équivalente » définie par la formule :

$$b = \frac{100}{\sum \frac{p_1}{b_1}}$$

où les lignes sont considérées comme formées de portions droites, et où p_1, représente la longueur de ces portions mesurées en centièmes de la longueur totale, b_1 étant la moyenne des distances entre les lignes aux deux extrémités de la portion correspondante.

D'autre part ils ont établi que la tension induite, rapportée à une longueur de la ligne de transmission de 1 km et à un courant inducteur de 1 A, paraît plus élevée en région montagneuse qu'en plaine.

Recherchant alors la relation empirique qui doit exister entre divers éléments caractéristiques de la situation relative et du fonctionnement des lignes de transmission et de communication pour permettre un calcul suffisamment approché de la tension induite sur les dernières en cas de terre accidentelle sur les premières, ils arrivent à la formule :

$$V = Kfl \sum \frac{l_1}{b_1}$$

où V est la tension induite dans la ligne de communication, en volts ;

f, la fréquence du courant à travers la terre ;

l_1, la longueur de la portion de la ligne de transmission d'énergie, en mètres ;

b_1, la distance entre les deux lignes, en mètres, si elles sont parallèles. Si elles ne sont pas parallèles, on

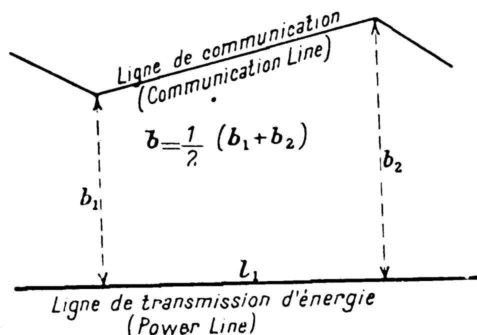


Fig. 15. — Schéma servant à définir la position relative des tronçons élémentaires d'une ligne de transmission et d'une ligne d'énergie voisines.

prendra la moyenne arithmétique des deux distances extrêmes mesurées sur la perpendiculaire à la ligne de transmission d'énergie, pour une portion droite de la ligne de communication, comme l'indique la figure 15 ;

K, une constante dépendant des conditions géologiques dans lesquelles se trouvent les deux lignes, celle de transmission d'énergie et celle de communication.

Cette constante a, dans les régions étudiées par les auteurs, approximativement les valeurs suivantes :

Région montagneuse :

A l'est des Alpes japonaises :

$$K = 0,5 \times 10^{-3} ;$$

A l'ouest des Alpes japonaises :

$$K = 0,8 \times 10^{-3} ;$$

Région de la plaine :

A l'est des Alpes japonaises :

$$K = 0,25 \times 10^{-3} ;$$

A l'ouest des Alpes japonaises :

$$K = 0,4 \times 10^{-3}.$$

En conclusion de leur rapport, les auteurs signalent qu'en raison des conditions géographiques particulières de leur pays, il n'est pas souvent possible de prévoir le tracé des lignes de transmission d'énergie électrique à une distance suffisante des lignes télégraphiques ou téléphoniques. Cependant on n'a pas constaté de difficultés pratiques au point de vue des perturbations électromagnétiques que ce voisinage peut provoquer, car on prend toujours les précautions suivantes :

a) La position relative des lignes de transmission d'énergie et des lignes de communication est soigneusement étudiée avec le souci de réaliser l'éloignement maximum possible entre elles.

b) Lors de l'établissement de chaque ligne d'énergie d'une certaine importance, dont le neutre est mis à la terre, il est procédé à des essais sur l'induction électromagnétique dans les lignes de communication avoisinantes ; en outre, la résistance de mise à la terre du neutre est déterminée de façon à limiter le courant de court-circuit à travers la terre, pouvant résulter d'une mise à la terre accidentelle de la ligne de transmission d'énergie et diminuer ainsi l'effet de l'induction sur la ligne de communication.

DISCUSSION. — MM. Kopeliovitch (Suisse), Parodi (France), Smouroff (Russie) et Valensi (France), ont pris part à la discussion des trois rapports précédents, au cours de laquelle il a été surtout confirmé que l'étude des phénomènes d'induction sur les lignes de communication par les lignes de transmission d'énergie, lors des mises accidentelles à la terre de celles-ci, a une importance trop négligée jusqu'ici, et que la création de la commission mixte internationale chargée de l'organisation méthodique des essais relatifs à cette question répond à un véritable besoin.

Le programme de cette commission devrait d'ailleurs être également étendu à certaines questions spéciales, comme celles de l'effet perturbateur d'un court-circuit d'une ligne de traction sur les lignes de signalisation ou de commande à distance qui lui sont propres. — F. P.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Invariance des équations de Maxwell généralisées

Nous croyons devoir signaler à nos lecteurs la tendance actuelle de l'école relativiste de M. de Donder, à qui nous avons demandé de rédiger un exposé détaillé du calcul par lequel il interprète l'« ampérien » de M. Ferrier, dans le système relativiste. On pourra se reporter en outre à l'échange de vues entre MM. de Donder et Ferrier, publié dans cette revue (*); il sera bon aussi de comparer entre elles la note de M. Rosenfeld et celle de M. Ferrier, présentées récemment à l'Académie des Sciences et reproduites dans cette revue (**). Enfin on verra, en se reportant à la nouvelle note de M. Ferrier, que nous reproduisons plus loin (***) que l'interprétation relativiste de l'« ampérien » peut être obtenue d'une autre manière, en le considérant, non pas comme un invariant, mais comme la composante de temps d'un quadrivecteur covariant. Quelle que soit la solution adoptée, on pourra conclure que l'expression de l'ampérien présente un intérêt capital dans le développement des théories électrodynamiques et atomiques. Ce scalaire $\mathfrak{A}$ s'apparente d'ailleurs probablement au scalaire ψ introduit depuis lors, par M. Schrödinger et dans les équations qui donnent les caractères des spectres.

Nous croyons utile de donner ci-dessous le détail du calcul par lequel nous sommes passé de la forme relativistique, en coordonnées quelconques :

$$\left.\begin{aligned} &\sum_i \frac{\partial\left(\sqrt{-g}\,H^{\alpha i}\right)}{\partial x^i} = \mathfrak{C}^\alpha + \Gamma^\alpha \\ &\sum_i \frac{\partial \overline{H}^{\alpha i}}{\partial x^i} = 0 \end{aligned}\right\} \qquad \text{(I)}$$

écrite en unités de Heaviside-Lorentz, au système d'équations déduites, par analogie, de celles de M. Ferrier, en coordonnées cartésiennes

$$\left.\begin{aligned} &\operatorname{rot} \mathcal{E} = -\frac{1}{c}\frac{\partial \mathcal{H}}{\partial t} \\ &\operatorname{div} \mathcal{E} = -\frac{1}{c}\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial t} + 4\pi\rho \end{aligned}\right\} \qquad \text{(II)}$$

$$\left.\begin{aligned} &\operatorname{rot} \mathcal{H} = \frac{1}{c}\left[\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial t} + 4\pi C - c \operatorname{grad} \mathfrak{A}\right] \\ &\operatorname{div} \mathcal{H} = 0 \end{aligned}\right\} \qquad \text{(II)}$$

en changeant, dans la seconde des équations (II), le signe qui précède $\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial t}$. La définition du gradient est ici

$$\operatorname{grad}_x \mathfrak{A} = -\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial x}, \qquad \operatorname{grad}_y \mathfrak{A} = -\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial y},$$

$$\operatorname{grad}_z \mathfrak{A} = -\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial z},$$

c'est-à-dire qu'elle diffère, par le signe, de celle que nous avons adoptée dans nos autres ouvrages.

Les équations (II) sont relatives à ce système de coordonnées cartésiennes rectangulaires; voyons donc comment s'écriraient les équations (I) dans ce même système, et établissons la comparaison.

Le déterminant g est celui des coefficients $g_{\alpha\beta}$ de la forme quadratique définissant le $(\delta s)^2$. Dans le système de coordonnées adoptées, et en prenant l'hypothèse de Minkowski, à savoir

$$(\delta s)^2 = -(\delta x)^2 - (\delta y)^2 - (\delta z)^2 + c^2(\delta t)^2,$$

le déterminant des $g_{\alpha\beta}$ est

$$g = \begin{vmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c^2 \end{vmatrix} = -c^2$$

d'où

$$\sqrt{-g} = c$$

et, si l'on se reporte à ma *Théorie des champs gravi-*

(*) A propos de « Quelques idées sur l'électrodynamique ». *Revue générale de l'Electricité*, 28 mai et 11 juin 1927, t. XXI, p. 849-850 et 929-931.

(**) L. ROSENFELD; L'électron magnétique et la mécanique ondulatoire. *Revue générale de l'Electricité*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 109.

R. FERRIER; Les deux moments magnétiques de l'atome. *Revue générale de l'Electricité*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 109-110.

(***) R. FERRIER; Limite d'application de la théorie du potentiel vecteur. *Revue générale de l'Electricité*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 275.

fiques (¹), on obtient, pour les $H^{\alpha i}$ et les $H_{\alpha i}$

$$\begin{cases} H^{12} = \mathcal{H}_z \\ H^{13} = -\mathcal{H}_y \\ H^{23} = \mathcal{H}_x. \end{cases} \qquad \begin{cases} H^{14} = -\frac{1}{c}\mathcal{E}_x \\ H^{24} = -\frac{1}{c}\mathcal{E}_y \\ H^{34} = -\frac{1}{c}\mathcal{E}_z \end{cases}$$

$$\begin{cases} H_{\overline{12}} = c\mathcal{E}_z \\ H_{\overline{13}} = -c\mathcal{E}_y \\ H_{\overline{23}} = c\mathcal{E}_x \end{cases} \qquad \begin{cases} H_{\overline{14}} = \mathcal{H}_x \\ H_{\overline{24}} = \mathcal{H}_y \\ H_{\overline{34}} = \mathcal{H}_z. \end{cases}$$

Posons en outre

$$C^1 = 4\pi C_x, \quad C^2 = 4\pi C_y, \quad C^3 = 4\pi C_z, \quad C^4 = 4\pi\rho.$$

Pour interpréter les termes en $\frac{\partial \mathcal{A}}{\partial t}$ et grad $\mathcal{A}$ qui figurent dans les équations déduites de celles de M. Ferrier, introduisons une notion nouvelle : celle d'un *courant* C^* *de subélectrons ou de quanta lumineux*. Ce courant sera supposé dériver d'un *potentiel* A, c'est-à-dire que ses composantes seront

$$\mathcal{L}^\alpha = \sqrt{-g}\,\Sigma\, g^{\alpha\beta}\frac{\partial A}{\partial x^\beta}$$

en langage tensoriel.

L'application de la formule précédente aux coordonnées cartésiennes rectangulaires, en conservant toujours le $(\delta s)^2$ de Minkowski, donne

$$\mathcal{L}^1 = -c\frac{\partial A}{\partial x}, \quad \mathcal{L}^2 = -c\frac{\partial A}{\partial y}, \quad \mathcal{L}^3 = -c\frac{\partial A}{\partial z},$$

$$\mathcal{L}^4 = +\frac{1}{c}\frac{\partial A}{\partial t}.$$

Les équations (II) s'identifient, dès lors, avec la forme particulière des équations (I) dans le système de coordonnées adopté, pour le $(\delta s)^2$ de Minkowski, à condition de poser (en vertu des relations ci-dessus)

$$\mathcal{A} = -A,$$

c'est-à-dire que l'*ampérien* de M. Ferrier ne serait autre chose (au signe près) que le *potentiel du courant* C^* (¹).

A titre d'application, considérons (toujours dans le système de coordonnées cartésiennes rectangulaires), un observateur en mouvement de translation rectiligne et uniforme (de vitesse v parallèle à l'axe des x) par rapport à l'observateur du système cartésien que nous venons d'envisager, et qui désigne par $xyzt$ les coordonnées et le temps dans son propre système.

Les coordonnées et le temps dans le système de l'observateur mobile sont $x'y'z't'$.

Minkowski a démontré que l'expression de $(\delta s)^2$ reste la même, *dans l'un et l'autre système*, si l'on adopte la correspondance que voici

$$x = \beta(x' + vt'), \qquad y = y', \qquad \beta = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

$$z = z', \qquad t = \beta\left(\frac{v}{c^2}x' + t'\right),$$

et qui forme un *groupe* (groupe de Lorentz), car, résolue en $x'y'z't'$, elle devient évidemment

$$x' = \beta'(x + v't), \qquad y' = y, \qquad z' = z, \qquad \beta' = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v'^2}{c^2}}},$$

$$t' = \beta'\left(\frac{v'}{c^2}x + t\right),$$

c'est-à-dire la même que précédemment, en posant, comme de juste,

$$v' = -v, \qquad (\beta = \beta').$$

En calculant $\delta x, \delta y, \delta z, \delta t$, on trouve, en effet

$$-(\delta x)^2 - (\delta y)^2 - (\delta z)^2 + c^2(\delta t)^2 = -(\delta x')^2 - (\delta y')^2 - (\delta z')^2 + c^2(\delta t')^2.$$

C'est la théorie de la *relativité restreinte*, écrite en coordonnées cartésiennes; le $(\delta s)^2$ étant conservé d'un système à l'autre, les équations (I) restent les mêmes et, par conséquent, les équations (II), où il suffit de remplacer $\mathcal{E}$, $\mathcal{H}$, $\mathcal{A}$, etc., par $\mathcal{E}'$, $\mathcal{H}'$, $\mathcal{A}'$, etc.

Les formules qui relient ces expressions d'un système à l'autre sont connues dans le cas des équations de Maxwell; nous allons donner ici seulement les équations de transformation du courant C^* que nous avons introduites pour interpréter l'ampérien.

Les nouvelles composantes sont d'après la transformation *générale* les vecteurs contrevariants, d'un système à l'autre

$$\mathcal{L}'^\alpha = \sum_\beta \frac{\partial x'^\alpha}{\partial x^\beta}\mathcal{L}^\beta$$

(¹) *Mémorial des Sciences mathématiques*. Fascicule XIV, Paris, 1926.

formule qui représente dans le cas présent les quatre relations

$$\begin{cases} \mathcal{E}'^1 = \beta \mathcal{E}^1 - \beta v \mathcal{E}^4 \\ \mathcal{E}'^2 = \mathcal{E}^2 \\ \mathcal{E}'^3 = \mathcal{E}^3 \\ \mathcal{E}'^4 = -\frac{\beta v}{c^2} \mathcal{E}^1 + \beta \mathcal{E}^4. \end{cases}$$

Ce sont les formules qui permettent de passer de C^* à C'^*.

Des relations analogues permettraient de passer de C à C', ou, plus explicitement, de C_x, C_y, C_z, ρ à $C'_{x'}$, $C'_{y'}$, $C'_{z'}$, ρ'.

Le potentiel A doit être invariant, par définition.

$$A = A'.$$

En tenant compte de cette relation, les expressions précédentes deviennent]

$$\mathcal{E}'^1 = -c\beta \frac{\partial A}{\partial x} - \frac{\beta v}{c} \frac{\partial A}{\partial t} = -c \frac{\partial A'}{\partial x'}$$

$$\mathcal{E}'^2 = -c \frac{\partial A}{\partial y} = -c \frac{\partial A'}{\partial y'}$$

$$\mathcal{E}'^3 = -c \frac{\partial A}{\partial z} = -c \frac{\partial A'}{\partial z'}$$

$$\mathcal{E}'^4 = +\frac{\beta v}{c} \frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\beta}{c} \frac{\partial A}{\partial t} = +\frac{1}{c} \frac{\partial A'}{\partial t'},$$

et l'on voit que ce sont bien les expressions mêmes qu'il faut introduire dans les équations (II) pour conserver leur forme.

Conclusion : *Les équations de Maxwell généralisées (II) sont invariantes par rapport à la transformation de Lorentz.*

Th. de Donder,
de l'Académie royale de Belgique

L'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions au cours de l'année 1926

Le rapport annuel au Président de la République française, établi par le ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts sur le fonctionnement de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions pendant l'année 1926, vient d'être publié (*). Il rend compte d'abord des résultats pratiques obtenus par des inventions précédemment mises au point avec le concours de l'office, puis des travaux en cours relatifs à des inventions nouvelles; il mentionne ensuite les recherches poursuivies sur la demande de divers organismes, ainsi que les concours organisés dans le même but; il se termine par l'indication des travaux d'extension entrepris par l'office. En adoptant le même plan, c'est ce rapport dont nous nous proposons de faire un résumé, limité aux sujets qui se rattachent aux questions habituellement traitées dans cette revue.

I. Buts de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions. — Créé en 1922 [1], cet établissement groupe les anciens services de la Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions et de la Caisse des Recherches scientifiques. Il a pour but d'aider les chercheurs et inventeurs à mettre au point leurs idées ou dispositifs, grâce aux laboratoires et ateliers dont il dispose, et ensuite de les soutenir dans la mise en exploitation des inventions une fois mises au point. D'autre part, l'Office national, en liaison avec les divers ministères, ou organismes officiels, entreprend des recherches sur des questions d'intérêt général comme la fumivorité, l'utilisation des combustibles, etc.; il organise également des concours faisant appel aux constructeurs, comme celui des extincteurs et avertisseurs d'incendie. Les résultats principaux obtenus dans ces diverses branches au cours de l'année 1926, sont résumés dans les lignes qui suivent.

(*) *Journal officiel*, 3 mai 1927, Annexe, p. 287-291.

(1) Loi portant création d'un Office national de Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions. *Revue générale de l'Electricité*, 27 janvier 1923, t. XIII, p. 159.

II. Mise en exploitation d'inventions antérieures. — Celles qui peuvent nous intéresser sont :

1. Moteur Andreau [1]. — Cet appareil, mis au point en 1925, a fait preuve de qualités qui ont retenu l'attention de tous les techniciens ; au cours des essais, on a pu établir une dépense de 160 g d'essence par cheval-heure. La Société des Engrenages Citroën a passé avec l'inventeur un contrat pour la réalisation industrielle de ce moteur et les nouveaux essais, effectués au cours de la construction, ont confirmé les résultats obtenus sur le premier modèle ; d'après des

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 14 février 1925, t. XVII, p. 64 D.

renseignements donnés récemment à l'office précité, la construction en série et la livraison à la clientèle se poursuivent normalement. Les résultats obtenus justifient donc les espoirs mis au début de cette invention.

2. Changement de vitesse Cotal [1]. — Ledit office s'est intéressé à la construction du premier modèle de ce dispositif et l'a expérimenté pendant de longs mois sur une voiture Citroën, 10 ch, lui appartenant. A la suite de ces essais décisifs, une société spéciale a été constituée en vue de l'exploitation du changement de vitesse Cotal.

Actuellement ce dispositif, monté sur des voitures 10 ch de la marque Voisin, a donné entière satisfaction. D'autres appareils sont construits pour être adaptés aux nouvelles voitures 14 ch de la même marque. La Société des Transports en Commun de la Région parisienne, mise au courant des résultats obtenus, a demandé à l'inventeur d'étudier pour ses autobus un type spécial. D'autre part, le changement de vitesse Cotal apparait comme susceptible d'être utilement employé pour les locotracteurs, et en ce moment un mécanisme à douze vitesses est à l'étude pour être monté sur les véhicules construits par la maison Bodet-Donon. Nous ajouterons que l'appareil Cotal, signalé à diverses firmes anglaises, a retenu immédiatement leur attention ; on peut espérer qu'à bref délai ce dispositif d'invention française sera adopté par d'importantes marques d'automobiles de Grande-Bretagne.

3. Procédés électriques Tournier pour l'amorçage et l'entretien des cordes d'un piano (dit « piano canto ») [2]. — Cet appareil qui peut s'adapter à tous les pianos (droits et à queue), sans aucune modification, est actuellement construit par les établissements Gabriel Gaveau,

Les résultats que permet d'obtenir l'emploi de ce dispositif sont hautement appréciés par les musiciens les plus délicats : grâce au « canto », le reproche de sécheresse si souvent adressé au piano n'a plus de raison d'être. D'autre part, l'adaptation de ce dispositif à un piano simple permet d'aborder aisément la musique d'harmonium, d'exécuter la plupart des œuvres d'orgue, de fournir aux chanteurs un accompagnement d'une parfaite homogénéité et enfin de constituer, pour la musique d'ensemble, un instrument dont la sonorité se marie admirablement à celle des cordes naturelles.

Il n'est pas douteux que l'exploitation de cet appareil qui se poursuit en France avec un plein succès, s'étendra bientôt à l'étranger : des pourparlers qui donnent les meilleurs espoirs sont déjà engagés à ce sujet, notamment en Angleterre, aux Etats-Unis et au Canada.

4. Téléphone automatique Chauveau. — Le premier modèle de ce dispositif, qui se recommande par sa commodité, sa simplicité et sa sécurité au point de vue du secret des communications, a été construit à l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions.

Depuis lors l'exploitation industrielle de cette invention est assurée par la Compagnie générale de Télégraphie sans Fil qui a déjà réalisé un nombre appréciable d'installations, notamment à l'arsenal de Toulon, à la Société française des Carburants, dans des banques et dans d'importants établissements industriels et commerciaux. Des pourparlers pour la cession d'une licence d'exploitation en Grande-Bretagne dans les Dominions et aux Etats-Unis sont actuellement en cours.

M. Chauveau, qui appartient à ce groupe d'inventeurs persévérants dont l'office possède la confiance, a tout récemment présenté des projets de grand intérêt pour le perfectionnement des dispositifs téléphoniques, dont la mise au point a été immédiatement entreprise.

5. Divers. — Outre les inventions précédentes, il y a lieu de signaler divers autres dispositifs réalisés avec la collaboration de l'office, et dont l'exploitation, commencée depuis un certain temps, se poursuit normalement. Ce sont :

a) Les appareils Gourdon [1] (applications diverses des électroaimants aux sonneries de cloches, fermeture de passages à niveau, métiers à tisser, etc.);

b) Le four à haute fréquence Dufour [2];

c) Les appareils Langevin-Chilowsky (utilisation des ondes ultrasonores pour la recherche des obstacles sous-marins) [3];

d) L'oscillographe à rayons cathodiques de Dufour [4].

e) Les procédés Chilowsky pour la carburation et la combustion des huiles lourdes.

III. Mise au point d'inventions nouvelles. — Dans cette catégorie, nous citerons :

1. Applications d'une nouvelle propriété de conducteurs électriques de grande résistance. — Des dispositifs nouveaux dus à M. Reboul, professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers, permettent d'utiliser certaines propriétés fort intéressantes des corps semi-conducteurs, notamment pour la construction de détecteurs de télégraphie sans fil et de soupapes électriques, la production de rayons ultraviolets de très courte longueur d'onde, ainsi que la production de rayons cathodiques utilisables à la construction de soupapes et de lampes amplificatrices pour la télégraphie sans fil et à la production de rayons X de pouvoirs pénétrants variables.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 30 mai 1925, t. xvii, p. 220 D.

(2) *Revue générale de l'Electricité*, 2 avril 1927, t. xxi, p. 522.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 15 novembre 1924, t. xvi, p. 200 D.

(2) *Revue générale de l'Electricité*, 13 octobre 1923, t. xiv, p. 547-549, et 27 octobre 1923, t. xiv, p. 137-D.

(3) *Revue générale de l'Electricité*, 7 juin 1924, t. xv, p. 1057-1058 et 17 juillet 1926, t. xx, p. 99-101.

(4) *Revue générale de l'Electricité*, 30 décembre 1922, t. xii, p. 1031-1033.

Le principe de ces recherches ayant paru des plus intéressants, l'office s'est associé à la réalisation d'un premier appareil, qui permettra de vérifier la valeur des dispositifs imaginés par M. Reboul.

2. Écrans absorbants de MM. Andant et Artigas. — MM. Andant et Artigas ont imaginé, pour constituer des écrans ou des coins photométriques, d'avoir recours à des couches très minces de divers métaux, déposées sur un support transparent.

Ce procédé présente sur ceux que l'on emploie actuellement pour constituer cette sorte d'écrans d'appréciables avantages : facilité de conservation, résistance aux élévations de température, commodité plus grande pour graduer l'épaisseur. Enfin les écrans obtenus par MM. Andant et Artigas sont de teinte plus neutre que la plupart des substances absorbantes communément employées.

L'office s'est intéressé à ce nouveau procédé et a apporté son concours aux inventeurs pour la réalisation de leurs conceptions.

3. Dispositif pour l'obtention de très hautes températures et pressions. — L'idée de ce dispositif est due à M. Boivin, chef de bureau des études de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. Elle consiste dans la constitution d'un four électrique à résistance formée d'une partie très étroite réunissant deux électrodes, très larges à leur base et dont la section décroîtrait rapidement jusqu'à la partie capillaire qui les rejoint. La résistance, à l'état liquide, serait contenue dans une enceinte pouvant supporter de très hautes températures.

M. Boivin compte obtenir avec son appareil des températures beaucoup plus élevées que celles réalisées jusqu'à présent. Il a paru que les conceptions de l'inventeur étaient intéressantes et qu'en tout état de cause l'expérience faite apporterait certainement des indications précieuses. L'office s'est donc associé à la réalisation d'un appareil d'essai.

4. Lampe électrique de mine. — Ce nouveau modèle de lampe a été inventé par M. Daloz, qui depuis des années travaille en collaboration constante avec l'office.

La lampe de sûreté imaginée par M. Daloz présente sur les dispositifs actuellement en usage d'importants avantages qui ont immédiatement retenu l'attention des spécialistes. L'office s'est de son côté intéressé à la réalisation de l'appareil qui ne tardera pas à entrer en exploitation, l'inventeur ayant conclu d'avantageux contrats avec une importante maison construisant du matériel de mine.

5. Divers. — A côté de ces inventions dont l'office vient seulement d'être saisi, et dont la réalisation n'est pas très avancée, il convient de citer, parmi les affaires plus anciennes, dont la mise au point se poursuit activement :

a) Le système de télégraphie rapide Antranikian ;

b) L'horloge électrique Mabboux, dont la Compagnie continentale des Compteurs expérimente actuellement un modèle ;

c) La machine à essayer les huiles, de M. Vollet, dont un modèle est en essais à l'École nationale des Arts et Métiers d'Angers ;

d) Le réchauffeur d'air Solomiac.

IV. Recherches effectuées et concours organisés par l'Office. — Indépendamment de l'aide apportée aux inventeurs et aux chercheurs, l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions a poursuivi, soit sur la demande des grands services publics et des groupements industriels, soit sur sa propre initiative, une série de recherches importantes parmi lesquelles il faut citer les suivantes :

1. Étude du procédé Bergius. — Sur la demande du Ministère de la Guerre, les laboratoires de l'office ont poursuivi l'étude du procédé Bergius pour la fabrication d'hydrocarbures à partir de la houille ou du goudron.

Les expériences faites avec un premier dispositif ont donné des indications intéressantes, et l'étude sera continuée à l'aide d'un nouvel appareil actuellement en cours de réalisation.

2. Conservation des caoutchoucs. — Les recherches entreprises antérieurement sur cette question, à la demande du Ministère de la Guerre, ont été poursuivies avec activité sous la direction des comités de biologie et de chimie. Un appareil permettant de soumettre les échantillons à de nouveaux essais doit être terminé incessamment.

Le problème très ardu que représente la conservation du caoutchouc est d'une telle complexité que sa solution nécessitera encore de longues recherches.

3. Concours de fumivorité. — L'initiative de ce concours revient au Conseil général de la Seine.

Depuis longtemps les graves inconvénients des fumées industrielles, surtout pour la population des communes de la banlieue parisienne, ont ému les municipalités. Pour remédier, dans la mesure du possible, à cette situation qui empire chaque jour, le Conseil général de la Seine a demandé à l'office d'étudier les divers systèmes permettant soit d'éviter la production des fumées, en améliorant l'utilisation des combustibles, soit de précipiter ces fumées, s'il n'est pas possible de les empêcher de se produire.

Actuellement une quinzaine de dispositifs ont été proposés à l'office, qui procède à l'étude des dossiers ; après cette étude, des épreuves pratiques seront organisées au cours de 1927.

4. Amélioration du tirage des foyers domestiques. — Dans un ordre d'idées assez voisin, l'office a institué un concours d'appareils destinés à améliorer le tirage

des foyers domestiques. De nombreux concurrents ont répondu à cet appel, et actuellement les épreuves se poursuivent à l'Institut aérotechnique de Saint-Cyr, sous la direction de M. Toussaint, président du Comité d'Aéronautique de l'office.

Bien qu'on ne puisse tirer encore de conclusions d'un concours qui n'est pas terminé, on peut dire néanmoins que les épreuves déjà effectuées ont donné des résultats très intéressants.

5. Essais contrôlés de véhicules électriques a accumulateurs. — L'office a apporté son concours à ces essais organisés par l'Union des Syndicats de l'Electricité, au cours desquels il a assuré notamment le service de la charge des accumulateurs.

Ces épreuves, qui avaient réuni dix concurrents, ont montré de sensibles progrès réalisés depuis les précédents essais du même genre. Il reste dans ce domaine d'importantes questions à résoudre, comme celle du prix des accumulateurs; mais les résultats obtenus ne peuvent qu'encourager à poursuivre l'étude d'un problème qui présente au point de vue économique une importance indéniable pour notre pays.

6. Recherches sur l'obtention de champs magnétiques intenses. — Les études de M. Cotton sur cette question sont poursuivies à Bellevue déjà depuis plusieurs années et ont été continuées en 1926. Elles ont apporté de précieux renseignements pour la construction du gros électroaimant qui doit être installé dans la nouvelle station de recherches actuellement en voie d'achèvement. Les essais faits sur un modèle réduit au quart de l'appareil définitif ont donné sur certains points des résultats imprévus, en montrant en particulier que le rôle joué par la culasse de l'électroaimant est beaucoup moins important qu'on ne l'avait admis jusqu'ici.

7. Divers. — Parmi les autres recherches entreprises par l'office, il nous faut encore citer :

a) Etudes sur l'électrisation des essences ;

b) Etudes sur la mesure électrique des petits intervalles de temps, faites sur la demande du Ministère de la Marine.

V. **Amélioration et extension des installations de l'office.** — Tout en aidant les inventeurs qui s'adressaient à lui, et en poursuivant des recherches dont ce qui précède montre la variété, l'organisme installé à Bellevue s'est efforcé de perfectionner l'outillage de ses laboratoires et de ses ateliers.

Sans nous arrêter sur la réalisation du laboratoire flottant d'études sur les animaux aquatiques, nous mentionnerons en particulier.

1. Station permanente d'essai des appareils extincteurs et avertisseurs d'incendie. — En raison du succès remporté par le concours organisé à la fin de 1925 pour ce genre d'appareils, l'office s'est rendu compte de tout l'intérêt qui s'attacherait à ce qu'une organisation permanente permette de procéder à l'expérimentation des appareils destinés à prévenir et combattre l'incendie.

Il a donc été amené à réaliser cette installation, et dès cette année toute une série d'essais ont pu être effectués sur la demande de nombreux industriels : l'office se propose d'ailleurs de développer encore cette organisation, avec la collaboration des sapeurs-pompiers de Paris et du Syndicat des compagnies d'assurances.

2. Station de recherches et d'expériences techniques de Bellevue. — Enfin une grande part de l'activité de l'office a été consacrée, en 1926, à la réalisation de la station de recherches et d'expériences techniques de Bellevue, qui doit être commune à l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions et à l'Office national des Combustibles liquides. La construction des vastes bâtiments qui abriteront les services de cette station est aujourd'hui achevée et les aménagements intérieurs sont rapidement poussés. Plusieurs industriels ont apporté dans l'équipement de ce nouvel organisme une aide désintéressée : c'est ainsi que les Hauts Fourneaux et Fonderies de Pont-à-Mousson ont fourni gratuitement des tuyauteries et pièces de fonte pour les canalisations de l'électroaimant, tandis que la Chambre syndicale des Fabricants de Tubes assumait l'installation des tuyauteries de fer, et que la Compagnie des Lampes Mazda fournissait les appareils électriques nécessaires à l'installation de l'éclairage.

Il est inutile d'ajouter que l'on ne négligera rien pour faire de la station de Bellevue un centre d'expériences incomparable, tant par la puissance de ses moyens d'action que par la variété de ses ressources. C'est évidemment une entreprise considérable que de réunir ainsi, dans un ensemble jusqu'alors sans exemple en France, les installations les plus diverses : salle d'essais pour les moteurs, laboratoires de physique et de chimie, électroaimant d'une puissance dépassant de loin tout ce qui a été réalisé jusqu'à ce jour, installation pour la production des grands froids et des grandes pressions, généreusement mises à la disposition du nouvel organisme par M. le professeur d'Arsonval, station hydraulique, puissantes organisations électriques, etc. Cette tâche à laquelle les deux offices collaborent depuis trois ans est aujourd'hui près d'être terminée : dans quelques mois la station commencera à fonctionner, constituant un instrument de recherches précieux pour nos savants et industriels. — F. P.

Revues, analyses et informations

Limite d'application de la théorie du potentiel-vecteur (1).

Nous reproduisons ci-dessous une note de M. R. FERRIER, présentée à la séance du 31 mai 1926 de l'Académie des Sciences. Cette note qui n'avait pas encore été publiée jusqu'à ce jour, développe et complète la théorie exposée dans ces colonnes au sujet de l'ampérien.

I. On sait que la théorie du potentiel-vecteur joue, à l'heure actuelle, un rôle important dans le développement de la relativité. Les trois composantes du potentiel-vecteur et la valeur du potentiel scalaire forment, en effet, un système de quatre nombres qui représente, en langage tensoriel, le quadrivecteur potentiel. Or il convient de ne pas perdre de vue que la théorie du potentiel-vecteur n'a de signification physique que sous certaines conditions.

Plaçons-nous en effet dans le cas particulier du vide, dépourvu de matière et d'électricité libre. La force électrique $\mathcal{E}$ est donnée par :

$$\mathcal{E} = -\frac{1}{c}\frac{\partial \mathfrak{M}}{\partial t}, \qquad \mathfrak{M} = \int \frac{i}{r}\, d\tau, \qquad i = \frac{1}{4\pi c}\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial t}.$$

Le vecteur magnétique $\mathcal{H}$ et le scalaire ampérien $\mathcal{A}$ sont reliés au potentiel-vecteur $\mathfrak{M}$ par

$$\mathcal{H} = \operatorname{rot}\mathfrak{M}, \qquad \mathcal{A} = \operatorname{div}\mathfrak{M}.$$

Les équations aux dérivées partielles, qui définissent le développement de la perturbation sont

$$\operatorname{rot}\mathcal{E} = -\frac{1}{c}\frac{\partial \mathcal{H}}{\partial t}, \qquad \operatorname{div}\mathcal{E} = -\frac{1}{c}\frac{\partial \mathcal{A}}{\partial t},$$

$$\operatorname{rot}\mathcal{H} + \operatorname{grad}\mathcal{A} = \frac{1}{c}\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial t}, \qquad \operatorname{div}\mathcal{H} = 0.$$

Il est aisé de voir que ce système se dédouble, si le champ $\mathcal{E}$ est régulier. On peut le décomposer alors selon la méthode de Vaschy, en un champ sans divergence $\mathcal{E}_1$, et un champ sans tourbillon $\mathcal{E}_2$. Le premier système s'écrit

$$\operatorname{rot}\mathcal{E}_1 = -\frac{1}{c}\frac{d\mathcal{H}}{\partial t}, \qquad \operatorname{div}\mathcal{E}_1 = 0,$$

$$\operatorname{rot}\mathcal{H} = \frac{1}{c}\frac{\partial \mathcal{E}_1}{\partial t}, \qquad \operatorname{div}\mathcal{H} = 0.$$

et le second système

$$\operatorname{rot}\mathcal{E}_2 = 0, \qquad \operatorname{grad}\mathcal{A} - \frac{1}{c}\frac{\partial \mathcal{E}_2}{\partial t} = 0. \qquad \operatorname{div}\mathcal{E}_2 + \frac{1}{c}\frac{\partial \mathcal{A}}{\partial t} = 0.$$

Le premier système correspond à une propagation par ondes transversales avec la vitesse c; le second à une propagation par ondes longitudinales, avec la même vitesse. Cette dernière solution est manifestement une solution parasite, inconciliable avec les propriétés connues des ondes électriques.

(1) *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 11 juillet 1927, t. CLXXXV, p. 104-106.

Il n'en est pas moins vrai que le second système est transformé en lui-même, tout comme le premier, par la substitution de Lorentz, conjointement avec la transformation

$$X'_2 = \frac{1}{\lambda}\left(X_2 - \frac{v}{c}\mathcal{A}\right), \qquad Y'_2 = Y_2, \qquad Z'_2 = Z_2,$$

$$\mathcal{A}' = \frac{1}{\lambda}\left(\mathcal{A} - \frac{v}{c}X_2\right),$$

ce qui montre que le quadrivecteur $(X_2\, Y_2\, Z_2 - c\mathcal{A})$ est covariant. Les équations du système expriment que son rotationnel est nul, et que la divergence du quadrivecteur associé est nulle. Il y aurait lieu, semble-t-il, d'examiner si cette solution parasite ne possède pas quelque corrélation avec certaines expressions tensorielles non identifiées dans la théorie de M. Eddington.

II. Quoi qu'il en soit, le cadre de la théorie du potentiel-vecteur apparait comme trop large, ou, plus exactement, mal adapté, car il existe précisément une catégorie de phénomènes électriques (quanta) qu'il est impossible d'y faire rentrer. Or j'ai remarqué qu'il suffisait, dans le cas des perturbations de l'éther étudiées plus haut, de remplacer, dans les formules, le potentiel-vecteur élémentaire $\frac{i}{r}\, d\tau$ par sa composante radiale, pour faire disparaître la difficulté. Le radio-vecteur que l'on considère alors a pour composante selon Ox,

$$\mathcal{R}_x = \int \frac{(x-a)\, i_x + (y-b)\, i_y + (z-c)\, i_z}{r^3}(x-a)\, d\tau.$$

Le système d'équations aux dérivées partielles se dédouble comme précédemment ; le premier système n'est pas changé, mais le deuxième est constitué par les équations préquantiques (1), étudiées dans une note antérieure.

Les propriétés photoélectriques du platine débarrassé de tous gaz occlus (2).

En dépit du grand nombre de recherches effectuées sur cette question, l'état du problème que posent les propriétés photoélectriques des métaux propres et débarrassés de tout gaz occlus est encore celui de l'incertitude. Chose étrange, les points principaux de désaccord entre divers observateurs résident moins sur le terrain des faits d'expérience que sur celui des conclusions qu'on en tire et des explications fournies. Dans le cas du platine, par exemple, alors qu'il y a accord général sur la façon dont se comporte ce métal, lorsqu'il s'agit de la relation entre le courant photoélectrique émis sous l'action des radiations de l'arc à mercure et le temps pendant lequel le métal a été chauffé pour en expulser les gaz occlus, il y a encore trois questions au moins sur lesquelles les expérimentateurs sont divisés. Ce sont : 1° L'ancienne question de savoir si la décroissance observée du courant photoélectrique lorsqu'on enlève les gaz occlus

(1) R. FERRIER, Que savons-nous de l'Électricité ; *Revue générale de l'Électricité*, 24 avril 1926, t. XIX, p. 649-655.

(2) L.-A. DU BRIDGE. *The physical Review*, mars 1927, t. XXIX, p. 451-465, 6000 mots, 4 figures.

se poursuit indéfiniment, ou s'il est possible d'atteindre un état limite caractéristique du métal pur proprement dit ;
2° La question concernant le choix, parmi les multiples valeurs observées du seuil photoélectrique, de celle qui peut être acceptée comme caractérisant le platine lui-même ;
3° Le problème relatif à la théorie capable d'expliquer les effets des gaz et de rendre compte des faits observés.

Le présent travail a été précisément entrepris dans le but d'obtenir de nouveaux renseignements au sujet des trois questions en suspens.

On peut diviser ces recherches en trois parties :

1. Effet du traitement thermique sur les courants photoélectriques du platine. — On étudie l'émission photoélectrique totale d'une feuille de platine recevant les radiations de l'arc au mercure et ayant subi divers traitements thermiques dans un vide presque absolu. Un chauffage prolongé à 1200-1400°C provoque une diminution du courant photoélectrique jusqu'à une valeur finale qui ne paraît pas susceptible d'une diminution ultérieure par un chauffage supplémentaire pouvant durer jusqu'à trois cents heures, et à des températures allant jusqu'au point de fusion du platine. On trouve en outre que le courant photoélectrique croît spontanément à partir des faibles valeurs observées immédiatement après une période de chauffage, jusqu'à des valeurs beaucoup plus élevées, si l'on abandonne quelque temps la lame à la température ordinaire. Toutefois, après enlèvement complet des gaz de la lame et du tube, cet effet de « revenu » disparaît finalement.

2. Effet du traitement thermique sur la limite à grande longueur d'onde du platine. — On détermine la limite à grande longueur d'onde du platine en utilisant des filtres d'acide acétique dilué dans une cellule de fluorine pour arrêter les raies de longueur d'onde du mercure plus courte. On trouve que le seuil se déplace durant l'enlèvement des gaz depuis une valeur supérieure à 2500 Å jusqu'à une valeur finale fixe égale à 1958 ± 15 Å. Ce résultat diffère de celui de Suhrmann, qui a trouvé 2675 Å ; mais il concorde avec celui de Tucker et Woodruff. D'autre part, des mesures de pression effectuées au moyen d'une jauge à ionisation de haute sensibilité confirment les conclusions suivantes : *a*) la diminution des courants photoélectriques a pour cause le dégagement des gaz occlus ; *b*) l'accroissement ultérieur de ces courants (effet de revenu) est dû à l'absorption de gaz par la surface froide du platine ; *c*) les faibles valeurs finales de l'émission photoélectrique sont caractéristiques du platine pur sans gaz. Le chauffage d'une lame débarrassée de ses gaz, dans de l'air à une pression égale à celle d'une colonne de mercure de 0,015 mm provoque la disparition des courants photoélectriques ; le chauffage dans l'hydrogène à la même pression les fait croître au contraire. Ils étaient ramenés dans chaque cas aux valeurs caractéristiques du métal pur sans gaz par chauffage pendant trente secondes à une pression égale à celle d'une colonne de mercure de 10^{-6} mm.

3. Influence de la température sur l'émission photoélectrique du platine. — On trouve que l'effet photoélectrique du platine n'est indépendant de la température que dans le domaine inférieur à 500°C. Aux températures plus élevées, allant jusqu'à 1200°C, les courants croissent considérablement avec la température, et le seuil se déplace légèrement vers le rouge. Il semble qu'il y ait un effet de température pur, caractéristique du métal lui-même, et dû à l'accroissement de l'énergie thermique des électrons « libres », qui peut devenir appréciable aux températures élevées. — L. B.

L'émission thermoionique des mélanges d'oxydes ferreux et alcalins employés comme catalyseurs pour la synthèse du gaz ammoniac (1).

Certaines recherches thermoioniques actuelles sont d'un grand intérêt en raison des clartés nouvelles en résultant sur les phénomènes superficiels, sur le mécanisme de l'émission thermoionique, de l'ionisation, de l'absorption et de la catalyse en surface. Cet intérêt, d'abord purement scientifique, s'étendit bientôt au domaine de l'industrie.

Dans le cas des électrons, on possède actuellement plusieurs sources qui fonctionnent de façon très satisfaisante, telles que tungstène incandescent, pur ou recouvert d'une mince couche d'oxyde, ou d'un métal alcalin. Il n'en est pas de même des sources d'ions positifs, qui laissent en général plus ou moins à désirer. Les sources le plus souvent employées ont pour base le bombardement électronique, auquel on soumet diverses substances, telles que métaux incandescents ou sels. Mais les surfaces émettrices perdent en général assez vite leur pouvoir émissif et doivent être réactivées en présence de gaz convenablement choisis.

Tout récemment, on a trouvé que l'ionisation thermique des vapeurs de métaux alcalins au contact de surfaces assez chaudes, de tungstène par exemple, donne lieu à l'émission d'ions positifs des métaux alcalins. Dans ce cas, le nombre d'ions formés est en général une fonction de la nature de la surface, de sa température et de la pression de vapeur du métal alcalin. Les phénomènes correspondants sont très compliqués et ont déjà fait l'objet de travaux étendus.

La source d'ions positifs qui fait l'objet du présent travail est intéressante à cause de sa régularité, de sa simplicité et de sa commodité. Les résultats expérimentaux des recherches effectuées sur elle par l'auteur ont apporté de nouvelles vérifications à certaines vues théoriques relatives au mécanisme de l'émission thermoionique et ont montré en outre une différence tranchée entre la nature de l'émission thermoionique des surfaces qu'il utilise, en comparaison de la nature de l'émission produite par de minces pellicules condensées. La source d'ions positifs a été découverte en étudiant au point de vue thermoionique les catalyseurs employés pour la synthèse du gaz ammoniac. Ces catalyseurs sont formés de magnétite artificielle fondue, à laquelle on ajoute environ 1 pour 100 d'alumine et 1 pour 100 d'un oxyde alcalin ou alcalino-terreux. Quand de tels mélanges sont utilisés comme anode et chauffés dans le vide au rouge sombre, on trouve qu'ils émettent en grande quantité des ions positifs et que les mélanges réduits donnent considérablement plus d'ions positifs que les mélanges non réduits.

L'analyse de ces mélanges au spectrographe de masse, par Barton et Harnwell a montré de façon concluante que les ions positifs émis dans ce cas étaient des atomes à une seule charge du métal alcalin ou alcalino-terreux.

Une méthode pratique pour préparer les anodes consiste à enduire une mince lame de platine d'un mélange de paraffine et de grains fins du mélange d'oxydes, puis de faire fondre l'enduit, en chauffant le tout aux environs de 900° C dans une atmosphère d'azote. La lame est alors montée dans un tube à vide, où le revêtement d'oxyde sera réduit dans une atmosphère d'hydrogène. Elle est alors entourée d'un cylindre métallique qui est porté aux environs de 900° C par bombardement électronique. Dans ces conditions, cette lame émet des ions positifs. — L. B.

(1) C.-H. Kunsman. *Journal of the Franklin Institute*, mai 1927, t. CCIII, p. 635-646, 8 000 mots, 4 figures.

SECTION INDUSTRIELLE

La protection des moteurs à courant alternatif

Cet article met en garde contre les inconvénients auxquels sont exposés les moteurs à courant alternatif dans le cas de baisse de tension ou de manque de courant. L'auteur montre en particulier les accidents qui peuvent se produire quand un seul fil est coupé dans la distribution et indique les conditions que doit remplir un appareil pour protéger les moteurs dans tous les cas.

I. **Nécessité d'un dispositif de protection intéressant les diverses phases de la distribution.** — Le manque de courant dans la ligne d'alimentation d'un moteur peut provoquer des accidents lorsqu'on remet la ligne sous tension, si l'on n'a pas isolé le moteur de la ligne avant le rétablissement du courant. A ce moment en effet, le moteur démarre brusquement en court-circuit et, si les fusibles n'ont pas sauté auparavant, le moteur peut griller. Ce démarrage brutal peut également être préjudiciable aux appareils commandés par le moteur : la courroie peut sauter et, s'il s'agit d'une commande par engrenages, ces derniers peuvent être brisés, etc.

Le manque de courant peut se produire sur un seul fil soit par rupture de ce dernier, soit par fusion d'un seul fusible, soit par mauvais contact et, dans le cas de courant alternatif triphasé, le moteur fonctionne en moteur à courant monophasé. La puissance qu'il peut développer alors étant très réduite, il peut s'arrêter et griller s'il était en charge avant cette rupture.

Enfin, une chute de tension importante dans la ligne, peut également provoquer des accidents par « calage », car le couple maximum d'un moteur varie comme le carré de la tension aux bornes.

Il est donc prudent de prévoir dans l'installation d'un moteur un appareil qui l'isole du réseau quand la tension baisse d'une valeur appréciable ou que le courant vient à manquer non seulement sur tous les fils, mais également sur un seul. Cet appareil est surtout nécessaire dans le cas des commandes automatiques et dans les réseaux ruraux, où la surveillance des moteurs n'est pas continue.

Dans le cas du courant alternatif, et plus spécialement des moteurs triphasés, on s'est le plus souvent contenté, jusqu'à ces dernières années, d'interposer, entre le stator du moteur et la ligne, un disjoncteur tripolaire portant une bobine à minimum de tension branchée entre deux phases conformément au schéma de la figure 1. Cette bobine unique protège bien le moteur quant le courant manque sur les trois fils à la fois ou sur l'un ou l'autre des deux fils entre lesquels elle est branchée. Mais elle n'agit plus si c'est le troisième fil, qui ne l'intéresse pas, qui est coupé : le moteur fonctionne dans ce cas en moteur à courant monophasé, En outre, les bobines à minimum de tension ordinaires sont calculées de façon que la palette soit attirée sûrement sous l'effet de la tension normale et le disjoncteur ne fonctionne que quand la tension s'abaisse à une valeur au plus égale à 20 pour 100 de sa valeur normale. Le moteur n'est alors protégéque contre une baisse de tension d'au moins 80 pour 100.

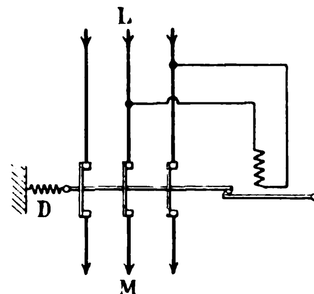


Fig. 1. — Schéma d'un dispositif D à minimum de tension comportant une seule bobine branchée entre deux fils de phase : L, ligne; M, moteur.

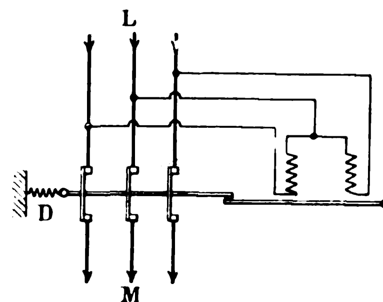


Fig. 2. — Schéma d'un disjoncteur D à minimum de tension comportant deux bobines branchées entre l'une des phases et les deux autres : L, ligne; M, moteur.

Dans le cas du manque de tension sur un seul fil, on a essayé de munir le disjoncteur de deux bobines à minimum de tension conformément au schéma de la figure 2. Si le circuit est interrompu sur l'un des deux

fils extrêmes, la bobine correspondante fonctionne bien; mais s'il s'agit du fil du milieu, commun aux deux bobines, ces dernières sont mises en série sous la tension normale; à chacune d'elle est alors appliquée la moitié de la tension et, si elles ne fonctionnent que pour une réduction de cette tension de 80 pour 100, le disjoncteur ne déclenche pas.

On a alors imaginé de munir le disjoncteur de trois bobines à minimum de tension connectées en étoile ou en triangle, conformément au schéma de la figure 3 établi pour le couplage en étoile; quand le courant est

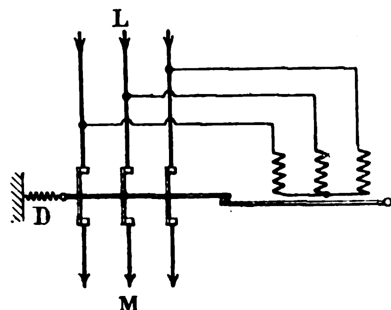


Fig. 3. — Schéma d'un disjoncteur D à minimum de tension comportant trois bobines montées en étoile entre les fils de phase : L, ligne, M, moteur.

interrompu sur l'un quelconque des trois fils, la bobine correspondante n'est plus alimentée et le disjoncteur doit déclencher.

II. **Calcul des bobines du disjoncteur**. — Nous nous sommes occupés jusqu'ici seulement de ce qui se passe entre la ligne et le disjoncteur; mais si l'on examine la portion du circuit comprise entre le moteur et le disjoncteur, il est facile de constater que, dans le cas de la rupture d'un seul fil avant le disjoncteur, il reste encore entre ce fil et les autres une tension notable qui alimente la bobine correspondante du disjoncteur et peut empêcher celui-ci de déclencher.

Cette tension résiduelle est évidemment maximum quand le moteur tourne à vide et nous allons la calculer dans ce cas pour déterminer les conditions à observer dans le calcul des bobines à minimum du disjoncteur pour que celui-ci déclenche sûrement en cas de rupture d'un seul fil d'alimentation.

Représentons sur la figure 4 le stator d'un moteur triphasé bobiné en étoile, dont le fil 1 serait interrompu et dont les deux autres seraient encore alimentés sous la tension U.

Si n_1 est le nombre de spires en série par phase du moteur triphasé, la tension résiduelle U' est celle aux bornes du secondaire d'un transformateur ayant même nombre de spires, $2n_1$, au primaire et au secondaire et, si aucun courant ne passait dans les enroulements, on aurait $U' = U$.

Calculons le courant à vide I'_0 du moteur fonctionnant en moteur à courant monophasé quand un fil est coupé, en fonction du courant à vide I_0 du moteur triphasé.

Si k_s et k'_s, E et E' sont respectivement les facteurs de bobinages et les forces électromotrices en courant triphasé et en courant monophasé, et f, la fréquence du courant, le flux par pôle est en courant triphasé

$$\Phi = \frac{E \times 10^8}{\sqrt{3} \times 4{,}44 f n_1 k_s}$$

et en courant monophasé

$$\Phi' = \frac{E' \times 10^8}{4{,}44 f 2 n_1 k'_s},$$

d'où le rapport

$$\frac{\Phi'}{\Phi} = \frac{k_s \sqrt{3} E'}{2 k'_s E}.$$

En prenant $k_s = 0{,}96$ et $k'_s = 0{,}83$, on obtient

$$\frac{\Phi'}{\Phi} = \frac{0{,}96 \times \sqrt{3} E'}{2 \times 0{,}83\, E} = \frac{E'}{E}.$$

Nous verrons que la chute de tension est d'environ 10 pour 100 quand le moteur fonctionne en courant

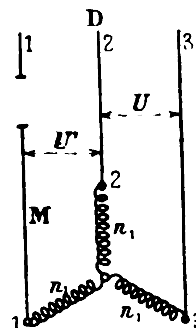


Fig. 4. — Schéma montrant la répartition des tensions aux bornes d'un moteur à courant triphasé dans le cas de la rupture d'un fil de phase entre le disjoncteur D et le moteur M.

monophasé, alors qu'en courant triphasé, elle atteint environ 4 pour 100, d'où

$$\frac{\Phi'}{\Phi} = \frac{E'}{E} = \frac{0{,}90\, U}{0{,}96\, U} = 0{,}94;$$

et l'on peut poser pour le rapport des forces magnétomotrices, ou des ampères-tours en courant monophasé et en courant triphasé

$$\frac{(AT)'}{(AT)} = 0{,}94.$$

Si le moteur possède $2p$ pôles, la composante réactive du courant magnétisant est en courant triphasé

$$I_r = \frac{2{,}22\, p}{3 n_1 k_s}(AT) = \frac{2{,}22\, p}{3 n_1 \times 0{,}96}(AT)$$

et le courant à vide, approximativement,

$$I_0 = 1{,}05 \frac{2{,}22\,p}{3n_1 \times 0{,}96} (AT).$$

En courant monophasé, la composante réactive du courant à vide est

$$I'_r = \frac{p}{0{,}9 \times 2n_1 k'_s} (AT') = \frac{p}{0{,}9 \times 2n_1 \times 0{,}83} (AT')$$

et le courant à vide, environ le double soit,

$$I'_0 = \frac{2p}{0{,}9 \times 2n_1 \times 0{,}83} (AT') = \frac{p}{0{,}9 \times n_1 \times 0{,}83} (AT').$$

Nous obtenons donc le rapport

$$\frac{I'_0}{I_0} = \frac{3 \times 0{,}96}{1{,}05 \times 2{,}22 \times 0{,}9 \times 0{,}83} \left(\frac{AT'}{AT}\right)$$

$$= \frac{3 \times 0{,}96 \times 0{,}94}{1{,}05 \times 2{,}22 \times 0{,}9 \times 0{,}83} = 1{,}555.$$

d'où

$$I'_0 = 1{,}555\, I_0.$$

Si R_1 et X_1 sont la résistance et la réactance par phase du stator du moteur en courant triphasé, l'impédance est

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_1^2}$$

et celle en monophasé

$$Z'_1 = 2Z_1 = 2\sqrt{R_1^2 + X_1^2}.$$

La chute de tension produite par le courant I'_0, est

$$Z'_1 I'_0 = 2\sqrt{R_1^2 + X_1^2} \times 1{,}555\, I_0,$$

d'où

$$Z'_1 I'_0 = 3{,}11\, I_0 \sqrt{R_1^2 + X_1^2}.$$

Dans le diagramme des tensions, le vecteur $Z'_1 I'_0$ est presque dans le prolongement du vecteur E' et l'on obtient finalement, très approximativement,

$$U' = U - 3{,}11\, I_0 \sqrt{R_1^2 + X_1^2}.$$

Appliquons cette formule au cas d'un moteur à courant triphasé de 2 ch, 200 v, pour lequel on aurait : $I_0 = 2{,}5$ A, $R_1 = 1{,}28$ ohm et $X_1 = 2{,}37$ ohms. La chute de tension est

$$Z'_1 I'_0 = 3{,}11 . 2{,}5 \sqrt{\overline{1{,}28}^2 + \overline{2{,}37}^2} = 21 \text{ v}.$$

d'où $U' = 200 - 21 = 179$ v.

Le dispositif des trois bobines à minimum de tension n'est donc efficace dans tous les cas que si les bobines sont calculées spécialement et permettent le déclenchement du disjoncteur pour une baisse de tension d'au moins 10 pour 100. Dans ces conditions, l'appareil aura également l'avantage de fonctionner quand la tension dans la ligne tombe au-dessous de 90 pour 100 de sa valeur normale.

III. Réalisation pratique du disjoncteur. — Les figures 5 à 7 donnent des vues de disjoncteurs établis

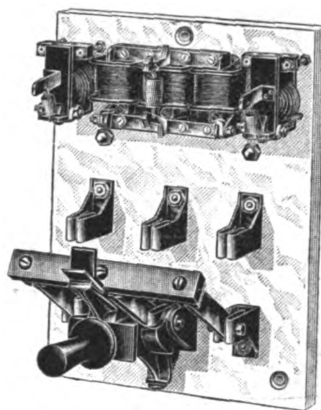


Fig. 5. — Vue d'un disjoncteur à trois mâchoires, pourvu de trois bobines à minimum de tension et de deux bobines à maximum de courant.

d'après les considérations précédentes. Étant donné la marge restreinte de tension dans laquelle ils doivent fonctionner, la palette mobile des trois bobines à

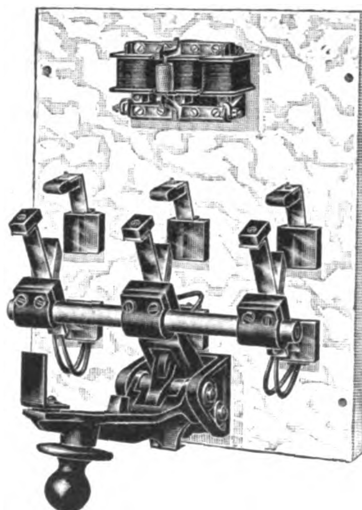


Fig. 6. — Vue d'un disjoncteur à balais et pare-étincelles en charbon pourvu de trois bobines à minimum de tension.

minimum de tension de ces appareils ne peut revenir d'elle-même en contact avec l'armature fixe au moment de la remise sous tension et un dispositif spécial permet à cette palette de remonter quand on réenclenche le disjoncteur.

L'interrupteur proprement dit ne présente rien de particulier; généralement jusqu'à 50 A, les contacts

sont à mâchoires et au-dessus ils sont prévus à balais avec pare-étincelle en charbon.

Le plus grand soin doit être apporté à la confection des bobines à minimum qui peuvent être appelées à fonctionner sous des tensions assez importantes, les réseaux ruraux à 220/380 v prenant de plus en plus

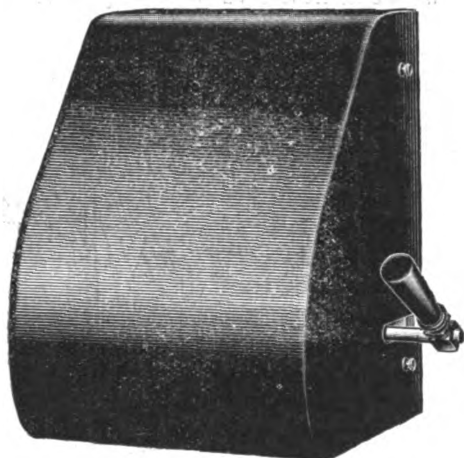


Fig. 7. — Vue d'un disjoncteur protégé par un capot en carton laqué.

d'extension. Dans ce but elles sont isolées fortement à 1500 v pour pouvoir être utilisées sous toutes les tensions jusqu'à 500 v et elles sont essayées pendant 100 heures consécutives sous cette dernière tension.

Le disjoncteur peut être muni de deux bobines à maximum de courant et la figure 5 représente un tel appareil du modèle à mâchoires de 25 à 40 A dont les bobines à maximum sont réglables dans le rapport de 1 à 2 depuis 1,5 A jusqu'à 60 A ; ceci veut dire que, suivant la demande du client ou suivant la puissance du moteur à protéger, le disjoncteur est pourvu de deux bobines à maximum de courant, réglables soit de 1,5 à 3 A, soit de 3 à 6 A... jusqu'à 30 à 60 A.

Ces appareils sont souvent munis d'un capot protecteur en carton laqué, comme le représente la figure 7, et cette disposition doit être particulièrement recommandée quand il s'agit d'une tension supérieure à 250 v. Ajoutons que l'on peut très bien les prévoir sous coffret hermétique en fonte pour installation à l'extérieur.

Signalons enfin que, tout en étant construits avec les mêmes éléments que les disjoncteurs normaux, ces appareils sont prévus généralement avec des dimensions aussi réduites que possible pour faciliter leur installation dans n'importe quel local.

On est arrivé ainsi à réaliser des appareils pratiques, à des prix abordables, même inférieurs à ceux des disjoncteurs normaux, quoique possédant un plus grand nombre de bobines. Ils assurent la sécurité du fonctionnement des moteurs à courant alternatif triphasé, contribuant ainsi à généraliser leur emploi, surtout dans les distributions rurales. Les sociétés de distribution d'électricité ont donc tout intérêt à les recommander à leurs abonnés et même à les imposer dans leurs secteurs.

Louis Lagron,
Ingénieur à l'Appareillage électro-industriel
Pétrier, Tissot et Raybaud.

Un alliage d'aluminium-magnésium-silicium : l'almelec

Dans un rapport présenté au troisième Congrès de la Houille blanche en 1925 et analysé dans ces colonnes (*), M. J. Suhr, directeur des recherches à la Compagnie des Produits chimiques et électrométallurgiques d'Alais, Froges et Camargue, signalait la mise au point par cette société d'un alliage d'aluminium à faible teneur de magnésium et de silicium susceptible d'acquérir la trempe et d'une dureté minéralogique comparable à celle du cuivre écroui. M. Dusaugey, dans un article paru dans notre revue (**) a montré les nombreux avantages présentés par ce nouvel alliage appelé « l'almelec » pour la construction des lignes de transmission d'énergie électrique. D'autre part, M. J. Suhr, dans une récente conférence faite à la troisième Section de la Société française des Electriciens, a étudié d'une manière très détaillée les propriétés et les caractéristiques de l' « almelec ». Cette conférence a été publiée notamment dans la « Revue de l'Aluminium et de ses Applications (***) » dont nous extrayons à ce sujet l'analyse qui suit.

1. **Influence du traitement thermique sur les alliages d'aluminium.** — Le service des recherches de la Compagnie des Produits chimiques et électrométallurgiques d'Alais, Froges et Camargue fut créé en 1921 pour l'étude des procédés du Docteur Pacz relatifs à l'affinage des alliages d'aluminium-silicium, en particulier, de l'alliage « alpax ». Ce dernier est obtenu en faisant agir à une température de 950°C sur un alliage d'aluminium-silicium à 13 pour 100 de silicium, un mélange de poudre composée pour les deux tiers de fluorure de sodium et pour un tiers de chlorure de sodium. Le silicium qui se présentait dans l'alliage brut en grains répartis sans homogénéité, présente au contraire, après le traitement, une répartition uniforme qui donne à la texture de l'alliage une homogénéité et une dureté remarquables.

Simultanément, le service des recherches étudia d'une

(*) J. Suhr ; L'aluminium et les métaux légers. *Revue générale de l'Electricité*, 3 octobre 1925, t. XVIII, p. 557-559.

(**) E. Dusaugey ; Un nouvel alliage léger de haute résistance mécanique pour fils et câbles conducteurs : l'almelec. *Revue générale de l'Electricité*, 19 février 1927, t. XXI, p. 303-305.

(***) J. Suhr ; L'almelec. *Revue de l'Aluminium et de ses Applications*, avril-mai 1927, n° 18, p. 412-423.

manière systématique les alliages d'aluminium-magnésium-silicium avec des teneurs variables de cuivre et appelés « almac ». Les études portèrent sur l'influence de la trempe et du revenu entre la température ambiante jusqu'à 275° C. On reconnut alors que sur deux séries d'alliages, les revenus pour des températures comprises entre 125°C et 175°C modifiaient profondément les caractéristiques de ces alliages vieillis à la température ambiante. Pour une même durée de revenu, la contrainte de rupture augmente avec la température jusqu'à 175°; la limite élastique croît très rapidement et les allongements diminuent.

Considérée en fonction du temps, la contrainte de rupture une fois atteinte baisse si la durée du revenu se prolonge, pour une température comprise entre 175°C et 200°C.

Les variations de la résistivité en fonction des températures de trempe et de revenu ont été étudiées pour un alliage de magnésium-silicium-fer, et il a été démontré qu'un traitement thermique approprié rendait possible l'obtention d'un accroissement parallèle de la charge de rupture et de la conductibilité. Ce résultat est indiqué par le diagramme de la figure 1 qui montre qu'après un revenu effectué à la température de 175°C, on obtient la contrainte de rupture maximum avec le minimum de résistivité.

Un tel résultat est également obtenu avec tous les alliages à traitement thermique aluminium-magnésium-silicium (almelec), aluminium-magnésium-silicium-cuivre, etc.

II. **Ecrouissage**. — Après avoir subi le traitement thermique, les fils constitués par les alliages en question présentent une charge de rupture intéressante mais ils sont

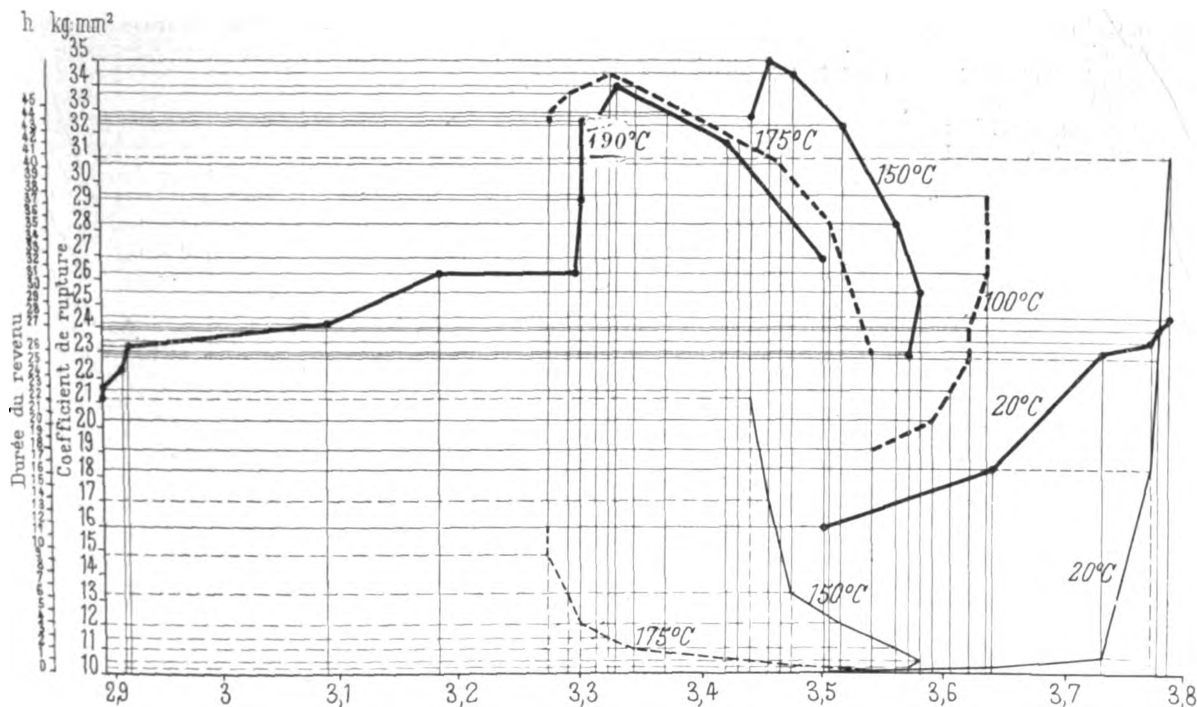


Fig. 1. — I, Courbes des variations de la contrainte de rupture en fonction de la résistivité à 15°C après trempe à la température constante de 570°C et revenu aux températures de 20, 100, 150, 175 et 190°C (traits forts); II, courbes des variations de la résistivité en fonction de la durée du revenu aux mêmes températures (traits fins).

d'une fragilité qui les rend inutilisables et leur résistivité est trop élevée. On a donc étudié, afin d'obtenir un durcissement du métal, l'influence de l'écrouissage après un traitement thermique à 570°C suivi d'un revenu à 175°C. Dans ces conditions, un fil d'almelec donnant une contrainte de rupture de 28 kg : mm² et une résistivité de 3,36 microhms-cm à 15°C donne après un écrouissage de 450 défini par la formule

$$100 \frac{D^2 - d^2}{d^2},$$

une contrainte de rupture de 40,5 kg : mm² avec une résistivité de 3,54 microhms-cm.

Après écrouissage, les fils sont encore d'une ductibilité insuffisante pour permettre leur câblage, de sorte qu'un recuit est nécessaire. L'influence de la température de recuit, dans des limites de température comprises entre 100°C et 175°C reste constante dans des temps d'autant moins longs que la température est plus élevée. On choisit donc, pratiquement, une température correspondant à une durée d'opération relativement courte.

Un recuit à une température de 160° pendant six heures amène un abaissement de la contrainte de rupture de 41 à 36 kg : mm² et redonne au fil une ductilité qui lui permet de s'enrouler facilement sur lui-même et de subir 9 à 12 flexions alternées sans rupture. D'autre part, la résistivité qui était, après écrouissage, de 3,54 s'est trouvée abaissée à 3,15 microhms-cm après recuit, c'est-à-dire bien au-dessous de sa valeur après traitement thermique.

L'objectif de la fabrication industrielle des fils d'almelec était l'obtention d'un alliage ayant une contrainte de rupture de 35 kg : mm² et une conductibilité aussi voisine que possible de celle de l'aluminium.

En vue de déterminer l'écrouissage maximum que peut supporter un fil d'almelec, le service de recherches a pro-

cédé à des essais qui ont permis de passer d'un fil de 4,5 mm de diamètre à un fil de 25/100 mm. Par un écrouissage de 2 500 environ, on obtient une contrainte de rupture de 46 kg : mm². Après un recuit effectué dans les mêmes conditions que pour la fabrication normale, la contrainte de rupture s'abaisse à 41 kg : mm² avec une résistivité, à 15°C, de 3,25 microhms-cm.

Ainsi, tous les essais exécutés par le service de recherches de la Compagnie d'Alais, Froges et Camargue ont abouti à la mise au point d'une méthode industrielle de fabrication des fils d'almelec avec un contrôle très précis des opérations thermiques et d'écrouissage.

III. **Fabrication industrielle de l'almelec.** — En ce qui concerne la fabrication industrielle de l'almelec, les billettes sont coulées avec des lingotières à jet latéral afin d'éviter l'inclusion des scories. Ces billettes sont laminées à une température de 400°C jusqu'au fil machine de 10,5 mm environ. Ce fil est ensuite tréfilé jusqu'à l'obtention du diamètre désiré.

Le coefficient d'écrouissage a été fixé à une valeur de 525 environ après écrouissage pour que soit atteinte une contrainte de rupture de 40 kg : mm². Les couronnes de fil-machine sont chauffées à environ 560°C durant un quart d'heure et trempées ensuite dans l'eau froide. Le revenu s'opère dans un bain d'huile à 175°C pendant quatre heures. Le fil est alors soumis à un tréfilage par passes successives avec un coefficient d'écrouissage de 525, comme il est indiqué plus haut. Le fil possède alors une contrainte de rupture comprise entre 40 et 42 kg : mm², sa résistivité est égale à 3,33 microhms-cm et son allongement très médiocre est compris entre 1 et 1,5 pour 100. On effectue ensuite le recuit à une température de 165°C pendant 6 heures et après ce dernier traitement le fil possède son état stable et définitif. Ses caractéristiques mécaniques et électriques sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Contrainte de rupture, en kg : mm²	25
Allongement mesuré sur 100 mm, en pour 100	6 à 8
Limite élastique	26 à 27
Module d'élasticité	6 500
Densité	2,7
Nombre de flexions alternées avant rupture sur un arrondi de 10 mm	9 à 12
Nombre de torsions avant rupture sur 10 cm de longueur avec effort total de traction de 15 kg	9 à 12
Résistivité à 15°C, en microhms-cm	3,1
Coefficient de dilatation	0,000023

Charge de rupture des câbles, 98 pour 100 de la somme totale des charges totales des fils constitutifs.

Relativement à la corrodabilité, il résulte des expériences exécutées sur des fils d'almelec que cet alliage se comporte comme l'aluminium sous l'action des solutions salines.

IV. **Conclusions.** — L'auteur conclut que la dureté minéralogique de l'almelec qui est de l'ordre de 100 à 110 Brinnel, et par conséquent égale à celle du cuivre, présente un avantage capital sur l'aluminium en ce qui concerne la facilité de pose des fils et câbles.

Si on établit une comparaison entre la résistance à la rupture et les poids de divers conducteurs ayant la même résistance électrique, on obtient les chiffres indiqués sur le tableau I.

D'autre part, les courbes de la figure 2 indiquent, pour les métaux considérés dans le tableau I, les flèches comparées, à 45°C, de conducteurs de même résistance électrique, tendus suivant les prescriptions administratives avec un coefficient de sécurité égal à 3.

Tableau I. — *Comparaison entre la résistance à la rupture et les poids de divers conducteurs ayant la même résistance électrique.*

Métal	Sections mm²	Résistance totale à la rupture kg	Poids d'un kilomètre kg
Cuivre	52,8	2 210	496
Aluminium	88	1 760	250
Aluminium-acier	102,6	2 980	380
Almelec	95	3 135	270

Un certain nombre de réseaux constitués par des câbles d'almelec sont actuellement en service, en particulier la ligne reliant l'usine hydroélectrique de Bar aux usines de

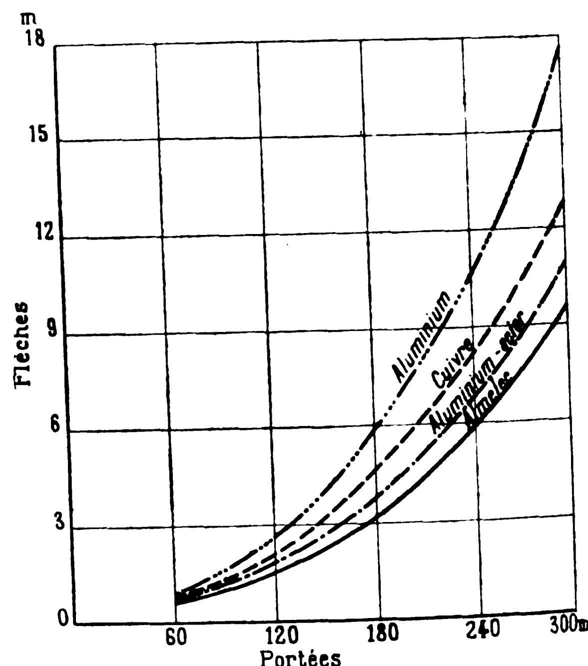


Fig. 2. — Courbes de comparaison des flèches à 45°C, de conducteurs ayant même résistance électrique (0,325 ohm à 0°C par kilomètre), tendus suivant les prescriptions administratives avec un coefficient de sécurité égal à 3.

la Société d'Electrochimie et d'Electrométallurgie situées à Correze. Cette ligne, d'une longueur de 18 km, est constituée par des câbles d'almelec de 150 mm² de section composés chacun de 19 fils de 32/10 mm de diamètre.

Les recherches concernant la mise au point de l'almelec ont commencé au cours de l'année 1922 et les résultats de la fabrication étaient acquis dès le début de l'année 1924. A cette époque, l'insuffisance de la production de l'aluminium en France par rapport à la demande intérieure a retardé le développement de l'almelec. Mais les nouvelles usines mises en route depuis 1926 par la Compagnie d'Alais Froges et Camargue ont amené un changement dans la situation et le programme de cette société envisage une production annuelle de 35 000 t d'almelec en 1931.

Une nouvelle qualité d'almelec a été récemment mise au point et permettra d'obtenir des fils ayant une charge de rupture de 45 kg : mm² avec une conductibilité égale à 80 pour 100 de celle de l'aluminium, ce qui présentera un intérêt particulier pour l'établissement des réseaux ruraux.

— L.-V.

Revues, analyses et informations

L'emploi des conducteurs en acier dans les distributions d'énergie électrique.

Lors d'une séance tenue le 28 février 1927 à la quatrième Section de la Société française des Electriciens au cours de laquelle devait être discuté l'emploi du fer galvanisé dans l'établissement des lignes électriques, la section avait décidé d'ajourner cette discussion jusqu'à l'époque où elle serait en possession de la réponse du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique relativement à une consultation faite auprès des distributeurs sur les résultats obtenus à ce sujet. Nous donnons ci-après le résumé du rapport que le syndicat précité a établi à la suite de cette enquête en rappelant que la question des lignes en fil de fer a fait l'objet, d'une part, d'un article de M. G. Viel publié dans cette revue (1) et, d'autre part, d'un rapport de M. Bunet présenté aux Journées de Discussions de décembre 1924 de la Société française des Electriciens (2).

Les arguments qui, à première vue, militent en faveur de l'emploi du fer galvanisé pour la construction des lignes électriques sont d'ordre économique. Mais l'avantage de la réduction du coût de premier établissement est considérablement atténué en raison de la surveillance constante entraînée par ces lignes et de leur remplacement rapide nécessité par les corrosions dont elles sont le siège.

Un autre inconvénient réside dans l'abaissement du degré de sécurité du fait des risques de rupture. La galvanisation ne procure pas un effet durable, surtout si les fils ou câbles ne font pas l'objet d'un contrôle sévère en usine. Ces risques de rupture sont encore accrus par des altérations locales telles que les éraillures de la couche de zinc causées par le frottement des isolateurs, l'attaque au contact des ligatures, les petits arcs qui détruisent rapidement la couche de zinc et enfin les corrosions dues aux dégagements gazeux au voisinage de certaines usines, etc.

Une surveillance attentive des lignes peut évidemment réduire notablement ces chances d'accidents. Mais si une telle surveillance peut s'exercer régulièrement dans les réseaux de distribution bien organisés, il n'en est pas de même dans les petits réseaux ruraux où, précisément, le champ d'emploi des lignes en fil de fer est le plus étendu, mais qui ne peuvent matériellement pas assurer des inspections avec la régularité et la fréquence désirables.

Il y a lieu de distinguer, en ce qui concerne les applications possibles, les conducteurs de terre et les conducteurs principaux à haute ou à basse tension.

Si un conducteur de terre se rompt, il peut venir en contact avec les conducteurs de phase et n'étant relié à la terre que par des prises d'une qualité plus ou moins parfaite, il devient une source d'accidents parfois mortels, même s'il s'agit de réseaux à 220-380 V dont les statistiques d'accidents démontrent le danger, surtout si on tient compte que ces canalisations seront placées dans les agglomérations elles-mêmes.

Les méthodes proposées pour remplacer la galvanisation ne donnent pas de résultats absolument satisfaisants et le coût des conducteurs atteint alors une valeur égale à celle du cuivre de sorte que la solution perd tout intérêt. Il en est de même des aciers dits inoxydables.

La consultation faite auprès des distributeurs ayant déjà employé l'acier comme conducteur a provoqué 88 réponses. Sur ce nombre, 41 distributeurs ont employé l'acier dont 13 seulement en basse tension. Parmi ces derniers, 3 seulement, dont un seul exploitant un réseau important, ont l'intention de continuer son emploi mais seulement comme neutre de distribution.

Tous les distributeurs se plaignent de l'importance des chutes de tension dès que la densité de courant dépasse 0,25 A : mm² et, du fait que la réactance croît avec l'augmentation de section, l'emploi de l'acier ne peut être envisagé, pour la basse tension, que dans des cas très rares.

En ce qui concerne la haute tension, 23 distributeurs ne sont pas hostiles à l'emploi de l'acier, soit comme conducteur de terre, soit comme conducteur principal pour les puissances réduites; mais dans la plupart des cas, les durées d'expérience sont trop courtes pour qu'une opinion puisse être formulée. Par contre, 7 distributeurs ont indiqué des résultats portant sur 15 années de pratique; parmi ces derniers, deux déconseillent l'emploi de l'acier, deux continuent à l'employer comme conducteur de terre et trois acceptent son emploi aussi bien comme conducteur de terre que comme conducteurs principaux, mais il s'agit de sociétés dont l'organisation permet un contrôle et une surveillance soutenus.

Or, il semble résulter de l'enquête que, pour la basse tension, l'emploi de l'acier est rare et paraît peu intéressant. Pour la haute tension, l'acier a été fréquemment utilisé comme conducteur de terre et on peut continuer à l'employer dans certains cas en prenant toutes les précautions requises. Néanmoins le recours à de telles précautions, que soulignent ceux qui ont le plus d'expérience sur la question, montre qu'il serait extrêmement dangereux de généraliser l'emploi d'un matériel aussi peu sûr. Les considérations de sécurité primant sur toutes les autres, il y aurait lieu de déconseiller en général, l'emploi des conducteurs en acier dans les distributions d'énergie électrique. — L. V.

(1) G. Viel : Distributions rurales économiques d'énergie par lignes en fer galvanisé ou en cuivre. *Revue générale de l'Électricité*, 25 août 1923, t. XIV, p. 253-259.

(2) P. Bunet : Lignes électriques en fil de fer (Journées de Discussions de la Société française des Electriciens, travaux de la quatrième Section). *Bulletin de la Société française des Electriciens*, t. IV (4e série), p. 849-864 ; analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 31 janvier 1925, t. XVII, p. 164-165.

L'électrification des lignes suburbaines de l'Illinois central Railroad à Chicago (1).

Ce numéro de la « General electric Review » est entièrement consacré à l'électrification des lignes suburbaines et de la station terminus de l'Illinois central Railroad à Chicago dont les premiers trains électriques ont été mis en marche le 21 juillet 1926. On y trouvera traitées par différents auteurs les questions suivantes : choix et caractéristiques générales du système d'électrification, fourniture et distribution de l'énergie électrique, postes de coupure et de surveillance, joints de rails, choix des moteurs de traction, système de canalisations souterraines pour le téléphone, le télégraphe et la signalisation, construction et caractéristiques des lignes de contact, utilisation des trains à unités multiples pour le service suburbain, ateliers de ré-

(1) *General electric Review*, avril 1927, t. XXX, p. 176-231, 70 figures.

parations et de visite du matériel, système de signalisation. Nous rappellerons simplement ici que décidée en juillet 1919, cette électrification ne marque qu'une étape de l'électrification totale de l'Illinois central Railroad dans les limites territoriales de la ville de Chicago qui doit être achevée vers 1940. Comme il ne s'agit en somme que de l'électrification d'un terminus, on a choisi le système à courant continu 1 500 v avec prise de courant par fil aérien, La compagnie achète toute son énergie à la Commonvealth Edison et autres sociétés productrices d'énergie électrique subsidiaires qui la lui fournissent directement en courant continu 1 500 v, ces sociétés ayant pris à leur charge l'établissement, le fonctionnement et l'entretien des sous-stations nécessaires. Ces sous-stations sont équipées soit avec des groupes convertisseurs rotatifs de deux unités de 1 500 kw en série, soit avec des redresseurs à vapeur de mercure de 1 500 kw également. Cette solution tout en déchargeant la compagnie de chemin de fer de toute question relative à la production et à la distribution de l'énergie, lui donne plus de sécurité au point de vue de la continuité dans la fourniture de courant, car elle profite en cela des interconnexions des différentes usines des compagnies productrices d'énergie pour lesquelles, d'autre part, la charge maximum de 20 000 kw, ne représente qu'une minime partie de leur puissance totale de production. Les lignes de contact sont électriquement indépendantes pour chaque voie et sont sectionnées aux sous-stations et en des points intermédiaires en des postes de coupure au droit desquels sont également établis des croisements de voies. Ces postes servent aussi à la mise en parallèle des feeders, de sorte que sont ainsi réduites les pertes de transmission.

Les trains électriques sont formés d'une ou plusieurs rames d'une automotrice et d'une remorque accouplées de façon semi-permanente. Les automotrices sont à deux boggies à deux essieux-moteurs chacun, entraînés par un moteur de 250 ch bobiné pour 750 v, deux moteurs étant constamment branchés en série sous la tension totale de 1 500 v. Le système de commande est à contacteurs à cames avec servomoteur pneumatique. Il permet la marche en unités multiples avec démarrage automatique. Chaque automotrice est munie de deux pantographes dont un seul est utilisé normalement. La prise de courant se fait sur un double fil à suspension caténaire avec un câble porteur principal à grande résistance mécanique et un câble porteur auxiliaire en cuivre.

Le retour du courant se fait par les rails qui sont également parcourus par le courant de signalisation, courant alternatif 110 v, 60 p : s. Les voies doivent donc être divisées en sections correspondant aux sections de signalisation. Pour assurer le passage du courant de retour de traction d'une section à l'autre tout en arrêtant le courant de signalisation, on a dû utiliser des joints spéciaux comprenant deux bobines de cuivre de faible résistance et de haute impédance.

Tous les circuits de téléphone, télégraphe, signalisation, sont placés dans des conduits souterrains en grès vitrifié, noyés dans un lit de béton. Les trous d'homme et les regards sont également en béton, mais ont été montés en chantier au lieu d'être construits sur place. J. S.

Les progrès des machines et appareils électriques, y compris les applications navales (1).

Cet article n'est qu'un aperçu d'ensemble sur les progrès réalisés ces dernières années dans la construction des machines et appareils électriques et sur les tendances qui se manifestent dans cette construction. Pour les moteurs à courant continu il n'y a pas de progrès proprement dit; on peut seulement noter une tendance très nette vers la normalisation des puissances et un emploi de plus en plus généralisé des roulements à billes. Les mêmes remarques s'appliquent aux moteurs à courant alternatif; mais il faut noter qu'en Angleterre la normalisation est entravée par la grande variété des tensions et des fréquences des différents réseaux de distribution. Dans l'article l'auteur signale en quelques lignes les caractéristiques principales des différents types de moteurs à courant alternatif, soit monophasés soit triphasés, et en particulier les modes de démarrage. On peut dire que pour les moteurs en général (à courant continu aussi bien qu'à courant alternatif) le progrès n'est visible que dans des détails de construction ou dans la réalisation de moteurs répondant à des conditions de marche et d'emploi bien spéciales. De même, pour l'appareillage de démarrage, on constate en général une tendance à constituer des ensembles robustes, formant une unité avec des dispositifs automatiques ou semi-automatiques qui assurent un ordre correct des manœuvres. Pour les transformateurs on peut noter des progrès dans la construction d'unités de grande puissance à très haute tension avec de grands rapports de transformation. Les problèmes posés par ces conditions avaient trait aux supports mécaniques des bobinages, au refroidissement de l'huile et aux isolants eux-mêmes pour lesquels on a abandonné de plus en plus ceux d'origine organique (papier, toiles, etc.) pour les remplacer par le mica, la porcelaine, les résines synthétiques. Seul le coton pour l'isolement des fils n'a pu être remplacé. D'autre part, on a développé les modèles de transformateurs pour distribution avec différents systèmes d'enroulements et les appareils pour emplois spéciaux en particulier ceux pour la soudure électrique.

Pour la transformation du courant alternatif en courant continu on peut signaler que l'établissement de commutatrices à 50 p : s a fait de grands progrès, et que les machines à 1 500 v en courant continu sont de construction normale. L'emploi des redresseurs à vapeur de mercure dont la technique est maintenant bien au point se développe de plus en plus. Enfin, il faut noter l'apparition d'un appareil convertisseur réversible, le « transverter », qui permettrait de réaliser des transmissions en courant continu à haute tension. Parmi les appareils de petite puissance on peut aussi signaler le convertisseur binaire de Creedy qui est en somme un groupe moteur-générateur réalisé avec un seul stator et un seul rotor.

Les appareils destinés à l'amélioration du facteur de puissance (condensateurs statiques ou compensateurs synchrones, moteurs d'induction synchronisés, etc.,) ont pris, dans ces dernières années, du fait des mesures prises pour la tarification de l'énergie réactive, un développement considérable.

Les accumulateurs, dont certains emplois spéciaux se sont énormément développés (batteries de démarrage, batteries légères inversables pour avions, etc.) ne marquent de progrès que dans des détails de construction. On peut signaler en outre, dans le cas des accumulateurs au plomb la méthode de formation à sec qui permet de les former entièrement en usine; il ne suffit plus ensuite que de les remplir d'acide pour qu'ils soient en état de débiter.

Quant aux applications navales de l'électricité, l'auteur dit quelques mots de la propulsion électrique des navires. C'est surtout dans les appareils auxiliaires (cabestans, treuils, appareils à gouverner, etc...) et dans les appareils de chauffage et de cuisine que l'électricité a vu s'étendre le domaine de ses applications à bord des navires. — J. S.

(1) H.-M. Sayers. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, mars 1927, t. LXV, p. 327-337, 12 000 mots.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Ateliers de Constructions électriques de Delle.

Assemblée générale ordinaire du 27 avril 1927.

D'après le rapport annuel de cette société au capital de 6 millions de francs et dont le siège social, anciennement à Paris, 28, boulevard de Strasbourg, vient d'être transféré au 16, rue de la Baume, le quatorzième exercice, ainsi que celui qui l'a précédé, s'est écoulé au milieu de sérieuses difficultés, dues aux brusques variations de la valeur de notre monnaie française.

La société a donc eu à faire face tour à tour aux risques de la dépréciation et aux risques, non moins sérieux, de la revalorisation partielle de l'étalon monétaire.

L'examen du compte de profits et pertes montre que le bénéfice de l'exercice 1926, déduction faite des amortissements, se monte à 563 681,62 fr.

Cette somme se répartit de la façon suivante : un premier dividende de 6 pour 100 au capital versé, soit 180 000 fr; 19 187 fr de tantième au conseil; un dividende supplémentaire de 6 pour 100 au capital nominal, soit 360 000 fr.

Il reste une somme de 4 494,62 fr qui, avec le report de l'exercice précédent, de 1 009 136,19 fr, forme un reste disponible de 1 013 630,81 fr. Cette somme a été reportée à nouveau.

Bilan au 31 décembre 1926.

Actif.

	fr
Terrains et bâtiments	7 681 568 »
Matériel de fabrication, outillage, mobilier et agencement	4 151 261 »
Fonds de commerce	1 »
Brevets et marques	1 »
Modèles	1 »
Frais de constitution	1 »
Approvisionnements	3 815 730,15
Pièces détachées et produits finis	3 181 500,16
Produits en cours de fabrication	1 781 440,05
Disponibilités en caisse, banques et comptes courants divers	1 674 206,38
Débiteurs divers	11 635 473,68
Portefeuille	129 753 »
Actionnaires	3 000 000 »
Acompte sur dividende 1926	420 000 »
	37 470 936,42

Passif.

	fr
Capital social	6 000 000 »
Réserve légale	600 000 »
Amortissements	6 439 000 »
Fonds de prévoyance et œuvres sociales	400 000 »
Obligations en circulation	6 000 000 »
Exigibilités, créditeurs, provisions et comptes d'attente	14 574 146,14
Dépenses à liquider	1 884 972,47
Reliquat de l'exercice précédent	1 009 136,19
Bénéfice net de l'exercice	563 681,62
	37 470 936,42

Société des Forces motrices de la Vienne.

Assemblée générale ordinaire du 14 juin 1927.

Du rapport concernant l'exercice 1926, présenté à l'assemblée générale de cette société au capital de 46 250 000 fr et dont le siège est à Paris, 10, rue Vézelay, nous extrayons les renseignements suivants :

La première unité à vapeur de 10 000 ch de l'usine thermique de Chardes a été mise en marche au mois de juillet 1926 et a pu aussitôt coopérer de manière très efficace à l'alimentation du réseau pendant la période d'étiage qui a suivi. La deuxième unité à vapeur, de même puissance, est actuellement en fin de montage dans cette usine et sa mise en service, qui pourra être effectuée avant la prochaine saison des basses eaux, donnera ainsi aux moyens de production toute la sécurité désirable durant cette période.

Comme nous l'avions indiqué dans notre précédent rapport (1), les travaux de génie civil de l'usine hydraulique de Chardes, qui avaient été retardés en 1925 par l'état des eaux, ont pu être terminés à la fin de l'automne dernier. Toutefois, à raison des mises au point nécessaires au matériel électrique et au matériel mécanique, l'entrée en service effectif de cette usine n'a eu lieu que dans les premiers jours du présent exercice.

A l'heure actuelle, l'usine hydraulique de Chardes, conjuguée avec l'usine voisine de l'Isle-Jourdain, assure normalement l'alimentation du réseau.

La concession régulière à la société des deux usines hydrauliques de l'Isle-Jourdain et de Chardes a fait l'objet d'un décret en date du 23 février 1927 et dont nous avons reproduit les parties essentielles dans cette Revue (2).

Pendant l'année 1926, la société a commencé l'aménagement, en amont de ces deux usines, de la dernière des trois chutes dont l'ensemble constitue le groupe de chutes de l'Isle-Jourdain.

Les travaux de construction de cette troisième usine, dite de Jousseau, s'effectuent dans des conditions satisfaisantes à tous points de vue; ils ont pu utiliser les éléments laissés disponibles par le chantier de l'usine de Chardes, au fur et à mesure de la terminaison des divers travaux de ce dernier ouvrage. Ils sont poussés avec activité et leur avancement actuel permet de compter sur la mise en service de l'usine de Jousseau pour l'automne 1928, époque à laquelle le concours de cette usine deviendra très utile pour permettre de faire face, dans de bonnes conditions, à la demande des réseaux.

D'autre part, les opérations d'aménagement de l'usine de Saint-Marc, première des deux chutes du Taurion, ont été commencées.

Le programme établi pour les travaux de cet aménage-

(1) Voir *Revue générale de l'Électricité*, 5 juin 1926, t. XIX, p. 911-912.

(2) Décret autorisant et concédant les travaux d'aménagement des usines hydroélectriques de l'Isle-Jourdain et de Chardes, sur la Vienne. *Bulletin R. G. E.*, 26 mars 1927, t. XXI, p. 102 B.

ment fait espérer que la mise en service de la première usine du Taurion, équipée pour une puissance de 17 000 ch, aura lieu vers la fin de l'année 1929.

L'échelonnement progressif des travaux d'aménagement d'usines hydrauliques est étudié à l'effet de proportionner constamment la puissance aménagée, ainsi que les capitaux immobilisés, à l'extension de la consommation des réseaux et des recettes correspondantes.

Cet échelonnement permet, en outre, d'utiliser de la manière la plus avantageuse le personnel spécialisé, ainsi que l'outillage affecté à l'exécution de ces travaux.

A l'heure actuelle, les usines construites et mises en service représentent un équipement total de 45 000 ch (dont 28 000 ch d'unités thermiques).

L'équipement des usines hydrauliques nouvelles en cours d'aménagement correspond à une puissance supplémentaire de 24 000 ch.

La construction de la deuxième artère à 60 000 v reliant le groupe des usines hydrauliques de l'Isle-Jourdain à la Charente-Inférieure a été terminée dans le deuxième semestre de l'année 1926. Sa mise en service, réalisée en même temps que celle de l'usine hydraulique de Chardes, a grandement facilité et assoupli le service de distribution, devenu de plus en plus important dans les départements de la Charente-Inférieure et des Deux-Sèvres.

Simultanément, la société a exécuté la dernière section de la ligne transversale à 60 000 v Muron-Saint-Jean-d'Angély-Saintes-Saint-Genis, constituant l'ossature principale du réseau de la Charente-Inférieure et qui doit alimenter toute la partie méridionale de ce département. La construction de l'artère, également à 60 000 v, de l'Isle-Jourdain à Poitiers et à Loudun, desservant le département de la Vienne, a été terminée. La dérivation de cette dernière artère aboutissant à Châtellerault vient d'être mise en service.

Enfin, la société a sensiblement achevé tous les travaux des réseaux et des postes à 15 000 v dont l'exécution lui incombait, d'après ses conventions avec le Syndicat intercommunal d'Electricité du Département de la Vienne, et elle a grandement avancé les travaux similaires prévus dans les accords avec le Conseil général de la Charente-Inférieure et avec le Syndicat intercommunal d'Electricité des Deux-Sèvres.

Le développement des réseaux de distribution, actuellement en service, exclusion faite des réseaux à basse tension des concessions communales, est le suivant : longueur totalisée des lignes à haute tension (60 000 v), 534 km; longueur totalisée des lignes à moyenne tension, 792 km.

Pour faire face aux dépenses entraînées par ces divers travaux, la société a procédé, en 1926, à l'émission de 20 000 bons de 500 fr, amortissables en douze ans, rapportant un intérêt annuel de 8 pour 100 net de l'impôt sur le revenu et remboursables à sa faculté à partir de 1930.

D'autre part, elle vient d'effectuer les opérations de deux augmentations de capital, destinées à le porter à 41 250 000 fr, puis à 46 250 000 fr.

L'exploitation des usines s'est faite, durant l'exercice écoulé, d'une manière satisfaisante.

Parmi les sociétés filiales, il y a lieu de signaler le développement très satisfaisant de la Société d'Electricité du Littoral normand.

Les recettes de cette société ont, en effet, atteint 3 millions 090 666 fr pour l'exercice 1926, soit une augmentation d'environ un million de francs sur l'exercice précédent.

L'extension, au moyen de deux unités nouvelles, de l'usine génératrice de cette société, se termine à l'heure actuelle.

La Société auxiliaire d'Entreprises électriques et de Travaux publics s'est acquittée des travaux qu'elle a exécutés pour le compte de la société qui nous occupe durant l'exercice écoulé, travaux qui n'ont absorbé qu'une partie de son activité.

Cette société vient d'obtenir la commande de travaux importants pour le compte de sociétés autres que ses sociétés mères.

L'examen du bilan montre un solde bénéficiaire de 6 380 836,30 fr.

Après déduction, d'une somme de 604 828,50 fr pour amortissements, le bénéfice disponible ressort à 5 millions 776 007,71 fr. Ce solde se répartit comme il suit :

5 pour 100 à la réserve légale, soit 282 974,45 fr; un premier dividende de 6 pour 100 aux actions, soit 2 100 000 fr; 10 pour 100 du reste au conseil, soit 311 111,11 fr; un deuxième dividende de 6 pour 100 aux actions, soit 2 millions 100 000 fr; un tiers de cette dernière somme aux parts de fondateurs, soit 700 000 fr.

Il reste une somme de 281 922,15 fr qui est reportée à nouveau.

Le dividende est donc fixé à 30 fr, sous déduction des impôts, payable contre remise du coupon 18 depuis le 1er juillet 1927.

Le dividende des parts de fondateurs, d'un montant brut de 291,66 fr est payable en échange du coupon n° 9.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif.

	fr
Apports	1 600 000 »
Dépenses d'installations	74 090 160,61
Mobilier et outillage	336 036,36
Installation rue Vézelay	212 621,32
Portefeuille	7 652 595,75
Approvisionnements	2 184 124,95
Caisses et banques	6 932 970,24
Débiteurs divers	7 733 879,21
Frais d'émission et prime de remboursement des obligations et bons	5 088 315,50
Comptes d'ordre	108 774,09
Acompte sur dividende (exercice 1926)	2 100 000 »
	108 039 476,03

Passif.

	fr
Capital : 140 000 actions de 250 fr	35 000 000 »
Obligations et bons	40 560 500 »
Réserve légale	367 779,94
Amortissement par remboursement d'obligations	89 500 »
Prime d'émission des actions	1 574 013,30
Réserve pour renouvellement du matériel et grosses réparations	1 000 000 »
Réserve pour régularisation des frais de production thermique	400 000 »
Créditeurs divers	18 371 375,67
Intérêts courus sur obligations et bons	729 724,95
Coupons échus et obligations restant à rembourser	3 117 876,27
Comptes d'ordre	447 809,60
Profits et pertes	6 380 836,30
	108 039 476,03

SECTION DE LÉGISLATION

Législation, jurisprudence, réglementation

Le projet de convention internationale concernant l'assurance contre la maladie

La Conférence internationale du Travail a adopté, dans la session qui s'est tenue à Genève en juin 1927, un projet de convention internationale relative à l'assurance contre la maladie des salariés de l'industrie et du commerce, des travailleurs à domicile et des gens de maison, et un autre projet concernant les travailleurs agricoles.

Le « Bulletin quotidien » de la Société d'Etudes et d'Informations économiques publie à ce propos l'article suivant :

C'est à la suite de la discussion des problèmes généraux des assurances sociales à la session de 1925, que le Bureau international du Travail avait décidé d'inscrire au programme de la session de 1927 la question de l'assurance-maladie, dans l'espoir d'aboutir à une décision sur un projet de convention et sur un projet de recommandation.

Pour élaborer le projet à soumettre à la Conférence internationale, le Bureau international du Travail avait envoyé aux gouvernements membres un questionnaire portant principalement : sur l'opportunité de l'adoption d'une convention ; sur le principe sur lequel devait être basé l'assurance : obligation ou assurance volontaire ; sur l'étendue du champ d'application de l'assurance ; sur les taux d'indemnité, les bases financières, le groupement des assurés, etc...

Au 24 février 1927, le Bureau international du Travail avait reçu les réponses de 24 pays : France, Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Canada, Danemark, Espagne, Esthonie, Finlande, Grande-Bretagne, Inde, Italie, Japon, Lettonie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Roumanie, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie.

En se basant sur ces réponses, le Bureau international du Travail a rédigé le projet qui vient d'être adopté.

Le Bureau international du Travail avait décidé, antérieurement à l'envoi du questionnaire, que les marins et les pêcheurs maritimes ne seraient pas visés par le projet et que la question spéciale des prestations aux femmes en couches, qui a déjà été réglée à la première session de la Conférence internationale, en serait également exclue.

Pour permettre la ratification de la convention par les pays où l'application de l'assurance-maladie aux travailleurs agricoles risquerait d'être une cause de retard, à cause des difficultés spéciales que présente la mise en œuvre de cette assurance, le Bureau international du Travail a élaboré un projet de convention séparé pour les derniers. Le projet concernant l'agriculture et le projet concernant les travailleurs de l'industrie et du commerce sont d'ailleurs à peu près semblables.

L'*article premier* de la convention institue l'assurance obligatoire. Le Bureau international du Travail a estimé avec la majorité des gouvernements que l'obligation est la « seule base possible d'un projet de convention qui assure d'une façon efficace la protection des travailleurs et l'égalisation des conditions de la production des divers pays ».

Dans les réponses au questionnaire, avant la discussion, un certain nombre de gouvernements avaient fait connaître leur opposition au principe de l'assurance obligatoire, c'étaient la Suisse, la Suède, la Norvège, la Finlande, le Danemark, le Canada et l'Inde. L'Italie, tout en acceptant le principe de l'obligation déclarait se réserver le droit de choisir le moment où elle appliquerait cette obligation, afin d'éviter d'imposer prématurément des charges trop lourdes à la production. La Suisse estimait que le projet devait laisser chaque pays libre d'adopter le système qu'il préférait, et permettre aux pays, qui, comme elle, ont un système d'assurance « populaire » de le maintenir.

Les pays scandinaves reconnaissaient la supériorité du principe de l'obligation. Mais, étant donné que dans l'un d'entre eux (Danemark) le système facultatif avait donné des résultats équivalents à ceux du système obligatoire, et que pour les autres la question financière ou la faible densité de la population (Finlande) empêcheraient actuellement l'institution d'un système obligatoire, ces pays auraient préféré l'obligation d'instituer un système d'assurance « satisfaisant », ce système pouvant être obligatoire ou facultatif.

Le gouvernement canadien avait répondu que, n'ayant aucune expérience de l'assurance obligatoire, il n'était pas en mesure de donner de réponses utiles au questionnaire. L'Inde demandait qu'on adoptât une recommandation plutôt qu'une convention, puisqu'une convention tiendrait compte surtout des conditions existant dans les pays européens et pourrait, par suite, être inapplicable aux conditions spéciales de l'Inde.

L'*article 2* décide que l'assurance sera applicable aux ouvriers employés et apprentis de l'industrie et du commerce, aux travailleurs à domicile et aux gens de maison.

Les gouvernements seront libres de décider des exceptions en ce qui concerne : les emplois temporaires ou irréguliers ; les travailleurs dont le salaire ou le revenu dépassent une certaine limite ; les travailleurs rémunérés en nature ; les travailleurs à domicile dont les conditions de travail ne peuvent être assimilées à celles des salariés, les travailleurs qui n'ont pas atteint ou qui ont dépassé une certaine limite d'âge, les membres de la famille de l'employeur, les travailleurs qui bénéficient d'avantages équivalents accordés par un système public spécial (armée, employé d'établissement d'utilité publique, etc...)

L'*article 3* pose le principe de l'indemnité en espèces pour l'assuré incapable de travailler par suite de l'état anormal de sa santé physique ou morale. Cette indemnité est due pendant vingt-six semaines au moins, à compter du premier jour indemnisé.

Les gouvernements pourront instituer un stage d'inscription et un délai de carence de trois jours au plus.

Pour éviter d'accorder des doubles indemnités, les versements pourront être suspendus dans un certain nombre de cas et quand le malade refusera d'observer sans motif valable les prescriptions médicales ou ne se soumettra pas au contrôle de l'assurance.

Les indemnités pourront être réduites ou suspendues en cas de faute intentionnelle de l'assuré.

L'*article 4* règle la question du droit de l'assuré à l'assistance médicale et chirurgicale ainsi qu'à la fourniture de médicaments et de moyens thérapeutiques d'une qualité et en quantité suffisantes. Il stipule qu'une participation aux frais pourra être demandée à l'assuré.

L'*article 5* prévoit la faculté de faire bénéficier de l'assurance médicale les membres de la famille de l'assuré, dans des conditions prévues par les législations nationales.

L'*article 6* édicte les principes fondamentaux de l'organisation de l'assurance, tels qu'ils ont obtenu la quasi unanimité des gouvernements membres du Bureau international du Travail.

L'assurance doit être gérée par des institutions autonomes, placées sous le contrôle des pouvoirs publics. Elles ne doivent poursuivre aucun but lucratif.

Les institutions issues de l'initiative privée doivent faire l'objet d'une reconnaissance spéciale des pouvoirs publics. Les assurés doivent être appelés à participer à la gestion des institutions d'assurances dans des conditions déterminées par les législations nationales. Ils doivent avoir du moins la moitié des voix dans les organes directeurs.

La grande majorité des réponses, tout en désirant que la prépondérance dans la gestion appartienne aux assurés, estimait que les institutions doivent rester sous le contrôle et la surveillance des pouvoirs publics. Un certain nombre de gouvernements (Grande-Bretagne, Bulgarie, Japon, Pays-Bas) proposaient que la question de la gestion reste en dehors de la convention : la première, parce que son système actuel fonctionne à peu près sans contrôle gouvernemental, les autres parce qu'ils estimaient qu'on ne devait pas supprimer la possibilité de l'administration par l'Etat.

C'est à cause de cela que, dans son troisième paragraphe, l'article 6 prévoit la gestion par l'Etat, d'une manière exceptionnelle quand la gestion par des organes autonomes est rendue difficile ou impossible par les conditions nationales, notamment par l'insuffisance de l'organisation professionnelle.

L'*article 7* décide que les assurés et les employeurs doivent participer à la constitution des ressources de l'assurance.

Le gouvernement suisse avait demandé que l'on inscrive seulement le principe de la contribution des assurés en laissant à chaque gouvernement la liberté de décider si, et dans quelle mesure, des contributions doivent être demandées à d'autres sources.

La France, la Belgique, la Bulgarie, l'Espagne, la Finlande, la Grande-Bretagne, le Japon et la Lettonie étaient d'avis que la participation de l'Etat devait être inscrite dans la convention, puisque celui-ci retire des avantages du fonctionnement de l'assurance qui décharge les services d'assistance.

Les autres gouvernements estimaient que les charges devraient être supportées exclusivement par les assurés et les employeurs sans subvention de l'Etat (Italie, Luxembourg, Pays-Bas, Tchécoslovaquie) ou que la participation de l'Etat doit être limitée à des buts exceptionnels : lutte contre les maladies contagieuses (Autriche, Allemagne), amélioration de l'hygiène publique (Pologne).

Deux *autres articles* prévoient :

Un droit de recours pour l'assuré en cas de contestation au sujet de son droit aux prestations ;

Le droit pour les Etats comprenant de vastes territoires peu peuplés, de ne pas appliquer les dispositions de la convention dans les parties de leur territoire où la dispersion de la population et l'insuffisance des moyens de communications rendraient l'application de celle-ci impossible. Ces Etats pourront ratifier en faisant connaitre au Bureau international du Travail les parties de leur territoire qui restent exclues de la ratification (cette disposition a été introduite en considération de la situation spéciale de la Finlande).

La Conférence a ensuite adopté le projet de recommandation rédigé « pour permettre aux membres de profiter de l'expérience acquise pour instituer ou compléter les services d'assurance-maladie ». La recommandation s'efforce de déterminer « quelques principes généraux qui se dégagent de la pratique comme les plus propres à contribuer à un aménagement juste, efficace et rationnel de l'assurance-maladie ».

La recommandation s'occupe d'abord du champ d'application, puis des prestations en espèces. Celles-ci devraient être fixées en fonction du salaire et atteindre au moins les deux tiers de celui-ci, sans préjudice d'allocations supplémentaires pour charges de famille.

Elle s'occupe ensuite des prestations en nature et recommande l'hospitalisation pour les maladies contagieuses ou celles nécessitant une surveillance spéciale. Elle préconise l'extension de l'assurance à la famille et le libre choix du médecin. Elle préconise également l'organisation de services d'hygiène préventive.

Dans le domaine de l'organisation de l'assurance la recommandation conseille la formation de groupements importants et la fixation d'un nombre minimum de membres. D'après elle le principe de la base territoriale permettrait seul une bonne organisation de l'assistance médicale.

Il apparait à la lecture du projet de convention, bien que nous ne soyons pas encore fixés sur les dispositions futures de la loi française d'assurance-maladie, que celles-ci seront sensiblement plus larges que les prestations prévues par la convention.

Sur l'application du droit de contrôle des agents du fisc.

Le « Journal officiel » du 4 août 1927 publie, page 2719 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12797. — M. Taton-Vassal, député, demande à M. le ministre des Finances : 1° si un agent du Trésor ayant le grade minimum exigé par l'article 32 de la loi du 31 juillet 1920 a le droit, lorsqu'il se présente chez un contribuable en vue de procéder au contrôle prévu par ledit article, de se faire accompagner par d'autres agents de son administration, d'un grade inférieur au sien, et d'effectuer dans la comptabilité du contribuable des recherches en présence et avec le concours de ces derniers ; 2° si le refus de communiquer les livres dans les conditions exposées serait susceptible de provoquer les sanctions établies par l'article 5 de la loi du 17 avril 1906. (Question du 14 juin 1927.)

Réponse. — 1° et 2° : réponse affirmative.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

11ᵉ ANNÉE. TOME XXII. — N° 8. 27 AOUT 1927.

Distinctions honorifiques. — Promotion de M. E. Brylinski au grade de commandeur de la Légion d'honneur. — Dans la liste des promotions et nominations dans l'Ordre national de la Légion d'honneur faites par décret du 17 août 1927 sur la proposition du ministre des Travaux publics, dont un extrait est donné dans ce numéro, page 61 B du « Bulletin R. G. E. », nous sommes heureux de relever la promotion au grade de commandeur de la Légion d'honneur de l'un des membres de notre Conseil d'administration, M. E. Brylinski, délégué général du Syndicat des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique.

Nous n'avons pas à rappeler ici les nombreux titres qui ont valu à M. E. Brylinski cette haute distinction honorifique. Les producteurs et distributeurs d'énergie électrique connaissent la collaboration importante qu'il apporte au développement de leurs entreprises en sa qualité de délégué général de leur syndicat, dont il fut le président dès 1905. D'autre part, nos lecteurs ont pu se rendre compte de l'intérêt que présentent ses diverses études sur l'influence perturbatrice des lignes industrielles de transmission et de distribution d'énergie électrique sur les lignes télégraphiques et téléphoniques, sujet dans lequel les dix années qu'il a passées dans l'Administration des Postes et Télégraphes en qualité d'ingénieur des Télégraphes lui ont donné une compétence toute particulière ; de plus ils ont pu constater que les questions scientifiques ne lui restent pas étrangères et que sa haute culture mathématique lui permet d'aborder les problèmes les plus ardus de la physique.

Aussi sommes-nous certain d'être l'interprète des industriels et ingénieurs électriciens en adressant à M. Brylinski nos sympathiques félicitations pour la haute distinction honorifique qui vient de lui être attribuée. — J. B.

La Semaine de Discussions de la Société française des Electriciens. — Comme l'année passée, la Société française des Electriciens a décidé de tenir dans la dernière semaine d'octobre une série de séances consécutives dans lesquelles seront discutées les questions étudiées par les six sections techniques au cours de l'exercice.

La semaine de discussions de 1927 se tiendra du lundi 24 octobre au samedi 29 octobre 1927, dans la salle du rez-de-chaussée de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 44, rue de Rennes, à Paris (6ᵉ).

On trouvera dans le « Bulletin R. G. E. » du présent numéro, page 57 B, le programme de ces séances ainsi que les titres des rapports présentés et les noms des rapporteurs.

Les membres de la société qui auraient des communications à faire sur les questions portées à l'ordre du jour sont instamment priés de vouloir bien se faire inscrire 14, rue de Staël, à Paris (15ᵉ).

Bibliographie : Les axiomes des affaires, par Herbert Casson, avec une préface de Edouard Herriot (1). — Les axiomes des affaires ou les 16 commandements de l'homme d'affaires sont des principes fondamentaux dictés par le bon sens et sur lesquels l'auteur s'appuie pour démontrer que les affaires procèdent d'une science.

Les commentaires de ces principes, les observations et les conseils donnés au cours de cet ouvrage, bien que présentés sous une forme humoristique, révèlent néanmoins de la part de l'auteur une connaissance approfondie de l'organisation industrielle et de la psychologie commerciale.

La lecture de ce livre, aussi aisée que celle d'un roman, est particulièrement attrayante et bien que certaines idées présentées paraissent quelque peu révolutionnaires, le lecteur y trouvera plus d'une fois matière à réflexion. — L. V.

Bibliographie : Les fondements des mathématiques, par F. Gonseth, avec une préface de Jacques Hadamard (2). — Dans cet ouvrage, préfacé par Jacques Hadamard, ce qui en indique bien les tendances, l'auteur développe et complète les idées exposées dans une série de quatorze conférences qu'il a faites à Berne en 1924, sous les auspices de la Section de Berne des maîtres de l'enseignement secondaire. Les idées directrices résumées dans toute leur simplicité sont les suivantes :

Il n'est pas possible d'expliciter les concepts spécifiquement mathématiques, tels que le nombre, le continu, etc... Ce sont des créations parfaites et irréductibles de notre esprit. Le rôle que ces concepts prennent dans les constructions schématiques ou théoriques telles que la géométrie, la mécanique, etc..., ne peut être saisi que dans leurs rapports avec l'intuition et l'expérience. La logique enfin est un schéma de même nature, toute entière conception de notre esprit.

Il n'est guère possible de résumer un ouvrage de ce genre, et nous nous contenterons d'en indiquer les divers chapitres : les notions fondamentales de la géométrie ; l'axiomatique de l'espace euclidien ; le continu ; de la compatibilité et de l'indépendance des axiomes d'un système ; la construction des continus ; les géométries non euclidiennes ; la théorie et l'expérience ; le temps et la relativité ; la notion du mouvement et la relativité générale ; les mathématiques et la logique.

Pour terminer, nous empruntons à l'auteur un passage de sa conclusion qui nous semble devoir donner une idée assez nette de l'état d'esprit dans lequel est traité le sujet :

« Dans son essence, la mathématique n'est qu'un ensemble de vues et procédés schématiques de notre esprit, réplique consciente de l'activité inconsciente qui crée en nous une image du monde et un ensemble de normes suivant lesquelles nous agissons et réagissons. Non pas édifice ancré quelque part avec une solidité absolue, mais construction aérienne, qui tient comme par miracle : la plus audacieuse et la plus invraisemblable aventure de l'esprit. » — F. P.

Bibliographie : Art de l'ingénieur et métallurgie, résistance des matériaux et données numériques diverses, fascicule F extrait du volume V des Tables annuelles de Constantes et Données numériques, par L. Descroix, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, avec une préface de Robert Hadfield (1). — Cet ouvrage est, comme le précédent, extrait du volume V des Tables annuelles de Constantes et Données numériques. Il est divisé en deux sections principales : 1° Art de l'ingénieur ; 2° Métallurgie.

La première section contient les données susceptibles de fournir aux calculs de l'ingénieur et du constructeur des bases numériques certaines. Elle comprend deux parties qui renferment : la première, les constantes mécaniques des matériaux de construction, des textiles et des lubrifiants et la seconde, les constantes thermiques des combustibles, produits réfractaires, etc.

La seconde section comprend trois parties dont la première est relative aux données techniques diverses sur les métaux et alliages. La seconde partie fournit les constantes mécaniques de ces derniers. Enfin la troisième partie indique les constantes électriques et magnétiques des aciers.

Cet ouvrage contient de nombreuses références bibliographiques qui permettront au lecteur de se référer, le cas échéant, aux sources de documentation. — L. V.

Bibliographie : Die asynchronmotoren und ihre Berechnung (Les moteurs asynchrones et leur calcul), par Erich Rummel (2). — Cet ouvrage s'adresse à des étudiants et des techniciens chargés de l'établissement d'un avant-projet de moteurs asynchrones, et qui possèdent déjà, bien entendu, les connaissances générales de la partie de l'électrotechnique se rapportant à cette catégorie de machines, tant au point de vue du fonctionnement qu'à celui de la construction. Il s'agit bien plutôt ici d'un résumé des principes fondamentaux supposés développés ailleurs. C'est ainsi que l'on y trouvera les formules qui interviennent dans le calcul des divers organes du moteur, quelques données pratiques sur la grandeur à adopter pour les coefficients et les grandeurs introduits dans ces formules, et enfin des exemples numériques bien définis traités en détail, sur lesquels nous croyons devoir insister, car ce sont ces applications qui, à notre avis, donnent à cet ouvrage son véritable intérêt.

Les deux premiers exemples se rapportent à des moteurs à courant triphasé, l'un de 3 kw, l'autre de 250 kw ; le troisième, à un moteur à courant diphasé de 9 kw, le quatrième à un moteur à courant monophasé de 5 kw ; dans tous ces cas, les machines sont supposées de construction normale. Dans deux derniers exemples, l'auteur calcule un moteur de 10 kw à courant triphasé, complètement fermé et un moteur également à courant triphasé devant développer une puissance à l'essai unihoraire de 6 kw.

Ces applications qui fixent les idées sur la marche à suivre dans les études d'un avant-projet des machines de cette catégorie illustrent la théorie développée, comme nous l'avons dit, non dans l'ouvrage où elle n'est que résumée, mais dans les cours d'électrotechnique. — A. C.

(1) Un volume, format 23 cm × 14 cm, de 236 pages, édité par la librairie Payot, 106, boulevard Saint-Germain, à Paris (6e). Prix : broché, 15 fr. plus 20 pour 100 de majoration.

(2) Un volume, format 25 cm × 17 cm, de 243 pages, édité par A. Blanchard, 3 et 3 bis, place de la Sorbonne, à Paris (5e). Prix : broché, 25 fr.

(1) Un volume format 27 cm × 22 cm, de 24 pages, avec nombreuses figures et tableaux dans le texte, édité par la librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins à Paris (6e). Prix : relié, 90 fr, plus 40 pour 100 de majoration.

(2) Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 108 pages, avec 39 figures et 2 tableaux dans le texte, édité par Verlag, Julius Springer, 23/24, Linkstrasse, à Berlin W. 9 (Allemagne). Prix : broché, 5,10 reichsmark ; relié, 6,30 reichsmark.

Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension (*Suite*) (*)

Compte rendu de la troisième section (*Suite*)

(Exploitation des réseaux et divers)

Troubles dans l'exploitation des réseaux et moyens de protection.

Cette partie des travaux de la Conférence a donné lieu à cinq rapports, consacrés surtout aux moyens de protection contre les troubles d'exploitation, courts-circuits accidentels, surtensions, surintensités de courant.

Statistique d'incidents d'exploitation. — Le sujet a été traité dans un seul rapport :

ÉTUDE ET STATISTIQUE DES INCIDENTS SUSCEPTIBLES DE SE PRODUIRE SUR LES LIGNES AÉRIENNES DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE A HAUTE TENSION, par M. Heiji TACHIKAWA (Japon). — Ce rapport rend compte d'abord de l'étude faite, durant une période de 31 mois, de tous les incidents qui se sont produits sur les plus importantes des lignes de transmission d'énergie électrique à haute tension de la Tokyo electric Light Co, pour en faire une classification méthodique et en tirer des conclusions en ce qui concerne les tensions, les modes de construction, le nombre de supports, et généralement les améliorations à apporter à la conception des lignes.

Les relevés d'incidents ont été faits pour un ensemble de lignes ayant une longueur totale d'environ 2000 km, en exploitation régulière avec diverses tensions, au nombre de sept, s'échelonnant entre 11 kv et 154 kv. Ces incidents n'ont pas été classifiés par degré de gravité, et comprennent aussi bien des interruptions complètes de courant que des arrêts instantanés, des suppressions de tension, etc.

Par contre, on les a distingués par leurs causes, en admettant cinq catégories :

a) Ceux dus à des causes extérieures, qui se subdivisent en contacts accidentels provoqués par des oiseaux ou autres animaux, par des cerfs-volants, par des hommes, par des branchages, cordes ou analogues, par d'autres lignes électriques ;

b) Ceux dus à l'équipement (isolateurs, conducteurs et supports, interrupteurs) ;

c) Ceux provoqués par les orages ;

d) Ceux dus à des causes inconnues ;

e) Ceux résultant de fausses manœuvres.

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 2, 9, 16, 23, 30 juillet, 6 et 13-20 août 1927, t. XXII, p. 5-6, 50-56, 91-100, 133-146, 176-182, 212-228 et 251-268.

Notons de suite que ces derniers sont en proportion infime en regard de ceux des quatre autres catégories, et que leur nombre est pratiquement négligeable.

Le tableau VI donne les résultats des statistiques classés de cette manière. Son examen met en évidence que les incidents constatés sur les lignes de transmission sont causés principalement par des contacts accidentels entre les lignes et les objets environnants; ils arrivent à 52 pour 100 du total des incidents relevés. Les incidents dus à des défauts du matériel de construction et des appareils viennent immédiatement après les précédents. Ils peuvent atteindre 24,3 pour 100. Ceux dus aux orages peuvent atteindre 12 pour 100 et ceux dont la cause est complètement inconnue 11,4 pour 100.

Le pourcentage le plus élevé des incidents d'exploitation dus à des contacts accidentels avec les objets environnants est celui des contacts accidentels entre la ligne et les oiseaux et autres animaux. Ce pourcentage se monte à 29,2 ; celui dû aux cerfs-volants, à 8,9 ; celui dû aux hommes, à 6,5 ; celui dû à la paille et aux cordes, à 6,2. Parmi ces incidents, ceux dus aux hommes ont pour causes principales l'ignorance et la malveillance. Quelques-uns d'entre eux sont dus à des accidents inévitables ou à des suicides ; ce pourcentage atteint une valeur beaucoup plus élevée que l'on aurait tendance à le croire.

Parmi les incidents dus à des défectuosités du matériel ou des appareils, le pourcentage le plus élevé est celui des isolateurs, qui se monte à 18,2 pour 100. Il vient immédiatement après celui des animaux et des oiseaux. Il est suivi immédiatement par celui des pylônes et des conducteurs, dont la valeur est de 3,4 pour 100, et celui des interrupteurs qui est égal à 2,8 pour 100. Les incidents dont les origines sont inconnues peuvent se monter à 11,4 pour 100 du total des incidents d'exploitation de ligne de transmission. Ce pourcentage élevé est dû à ce que tous les incidents d'exploitation des lignes de transmission, qu'ils soient importants ou non, ont été pris en considération sans aucune exception, en comptant même les incidents dont l'origine est passagère et qui ne laissent aucune trace de leur passage après avoir produit leurs effets. Parmi les incidents de ligne dus aux orages, ceux qui sont produits par la foudre se montent à 6,8 pour 100 et les autres à 5,2 pour 100. En résumé, il faut retenir

TABLEAU VI. — *Classement des incidents d'exploitation des lignes de transmission suivant leurs causes et pour différentes tensions de fonctionnement.* (*Statistique du 1er janvier 1924 au 31 juillet 1926.*)

Tension en kilovolts.	NOMBRE D'INCIDENTS RAPPORTÉ AU NOMBRE TOTAL DES INCIDENTS															
	ORAGES			DÉFAUTS OU INSUFFISANCES DU MATÉRIEL ET DES APPAREILS				CONTACT ACCIDENTEL ENTRE LA LIGNE ET LES OBJETS ENVIRONNANTS						Fausses manœuvres	Causes inconnues	Total général
	Foudre	Autres	Total	Isolateurs	Supports et conducteurs	Interrupteurs	Total	Hommes	Oiseaux et animaux	Cerfs-volants	Paille, corde, cet.	Lignes électriques voisines	Total			
154	0,31	0	0,31	1,54	0	0	1,54	0,62	0	0,31	0	0	0,92	0,31	1,23	4,31
115	0,92	0,62	1,54	3,39	0	0,92	4,31	0,31	0	0	0	0	0,31	0	0	6,15
66	4,92	3,69	8,62	7,39	2,46	1,54	11,39	4,62	26,46	7,69	5,85	0,62	45,23	0	8,31	73,54
33	0	0,31	0,31	0,62	0,31	0	0,92	0	0	0,31	0	0	0,31	0	0,31	1,85
23	0	0,31	0,31	3,39	0,62	0,31	4,31	0,31	2,46	0,62	0,31	0,31	4,00	0	1,23	9,85
11	0,62	0,31	0,92	1,85	0	0	1,85	0,62	0,31	0	0	0,31	1,23	0	0,31	4,31
Total	6,77	5,23	12,00	18,15	3,38	2,77	24,31	6,46	29,23	8,92	6,15	1,23	52,00	0,31	11,39	100,00

que les incidents d'exploitation de ligne les plus nombreux sont produits à l'heure actuelle par des contacts accidentels avec les objets environnants. Il est donc intéressant de faire une étude à ce sujet pour améliorer les conditions d'exploitation des lignes.

L'auteur reprenant la classification des incidents estime pouvoir en tirer une conclusion plus exacte en les rapportant à la même longueur de 1000 km de ligne dans tous les cas ; il en déduit que le nombre d'incidents d'exploitation de lignes de transmission par 1 000 km de circuit ou par unité de longueur décroît lorsque la tension d'exploitation de la ligne croît. La raison en est, en partie, que les lignes à haute tension sont généralement de conception moderne et que leur construction et leur qualité sont meilleures en comparaison de celles des lignes plus anciennes. Si nous prenons, par exemple, les incidents dus aux isolateurs sur une ligne à 154 kv, nous voyons que ces ennuis sont beaucoup moins nombreux que ceux qui se produisent sur les lignes à 115 kv, car les lignes à 154 kv ont été conçues et construites beaucoup plus récemment. D'autres raisons de cette décroissance du nombre d'incidents peuvent être, également, que : *a*) les lignes à haute tension ont été conçues et construites avec un soin très grand, d'ailleurs à plus grands frais, de manière à pouvoir répondre à des conditions d'exploitation plus importantes et à une plus grande sécurité de fonctionnement, la puissance à transmettre devant être beaucoup plus grande ; *b*) les lignes de transmission à haute tension ont en général des portées plus grandes, c'est-à-dire un moins grand nombre de supports par unité de longueur de la ligne.

Les statistiques sont donc favorables aux lignes à très haute tension.

Il semble cependant que les lignes à 66 kv fassent exception à la règle précédente, ce qui peut être attribué à leur construction qui présente sur plusieurs points des conditions de sécurité insuffisantes ; les régions traversées et la vigilance des surveillants de ligne peuvent avoir aussi leur influence.

Examinant alors l'importance du mode de construction, l'auteur considère trois cas différents qu'il définit ainsi :

Construction n° I. — Lignes de transmission sur pylônes en acier, avec isolateurs suspendus, représentant 43,6 pour 100 du développement total du réseau ;

Construction n° II. — Lignes de transmission sur pylônes en acier, avec isolateurs fixés rigidement, représentant 17,8 pour 100 du développement total du réseau ;

Construction n° III. — Lignes de transmission sur poteaux en bois, avec isolateurs fixés rigidement, entrant pour 38,6 pour 100 dans la composition du réseau.

Les statistiques montrent que sur 100 incidents ayant affecté le réseau, 53 se sont produits sur des lignes de construction n° III, 34 ont eu lieu sur des lignes de construction n° II, tandis que 12 seulement ont affecté les lignes de construction n° I.

Toutefois, ces chiffres ne donnant pas une idée

exacte pour la comparaison des trois genres de construction, en raison des longueurs différentes de lignes auxquelles ils correspondent, l'auteur rapporte les incidents à l'unité arbitraire de 1 000 km de ligne, en exprimant leur nombre par son rapport à celui des incidents par 1 000 km de ligne de construction II; les résultats en sont donnés dans le tableau VII.

Le point essentiel à noter est que la construction II est affectée par le plus grand nombre d'incidents dus à des contacts accidentels avec des objets environnants.

TABLEAU VII. — *Incidents d'exploitation des lignes de transmission suivant le mode de construction de la ligne (Statistique du 1er janvier 1924 au 31 juillet 1926.)*

	NOMBRE D'INCIDENTS PAR 1 000 KILOMÈTRES DE CIRCUIT RAPPORTÉ AU NOMBRE D'INCIDENTS PAR 1 000 KILOMÈTRES DE CIRCUIT SUR UNE LIGNE DE CONSTRUCTION II																
	ORAGES			DÉFAUTS OU INSUFFISANCES DU MATÉRIEL ET DES APPAREILS				CONTACT ACCIDENTEL ENTRE LA LIGNE ET LES OBJETS ENVIRONNANTS									
Genre de construction	Foudre	Autres	Total	Isolateurs	Supports et conducteurs	Interrupteurs	Total	Hommes	Oiseaux et animaux	Cerfs-volants	Paille, corde, etc.	Lignes électriques voisines	Total	Fausses manœuvres	Causes inconnues	Total général
I	1,46	0,73	2,19	5,83	0,37	1,09	7,29	1,82	0,37	0,73	0,73	0	3,65	0,37	1,46	14,95
II	8,04	2,68	10,71	10,71	1.79	0	12,50	7,14	29,46	16,07	8,93	0,89	62,50	0	14,29	100,00
III	3,70	4,93	8,63	12,74	3,29	2,47	18,49	3,29	25,07	3,70	3,29	1,23	36,57	0	6,99	70,68
Moyenne	3,49	2,70	6,19	9,37	1,75	1,43	12,55	3.34	15,09	4,61	3,18	0,64	26,84	0,18	5,88	51.62

L'auteur cherche enfin le rapport du nombre des incidents, au nombre des supports de ligne, ce qui peut donner des résultats différents des précédents, les longueurs de portées étant, pour les divers modes de construction définis plus haut, les suivantes :

Construction n° I. — Portée moyenne, 202 m;

Construction n° II. — Portée moyenne, 116 m;

Construction n° III. — Portée moyenne, 53 m.

Les résultats de la comparaison faite sous cette forme, le nombre d'incidents par 1 000 supports étant exprimé en fonction du nombre correspondant d'une ligne de construction n° II, sont donnés par un tableau ainsi que par le graphique reproduit dans la figure 16.

Le résultat inattendu que le nombre d'incidents par 1 000 supports pour une ligne de construction n° I est d'environ 120 pour 100 de celui qui correspond à une ligne de construction n° III s'explique par le fait que dans le premier cas, la portée est près de quatre fois plus grande que dans le dernier; les lignes à 66 kv qui se rattachent à la construction II présentent encore le maximum du nombre d'incidents.

Le rapport se termine en mentionnant que les résultats statistiques, bien qu'obtenus sur le réseau de la Tokyo electric Light Co, ont porté sur un ensemble suffisamment étendu de lignes pour pouvoir être considérés comme très proches de ceux qu'on pourrait obtenir sur d'autres réseaux importants.

DISCUSSION. — A la suite de la présentation de ce rapport, M. Kopeliovitch (Suisse) a suggéré que la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension prenne en mains le groupement de statistiques analogues suivant un schéma à déterminer; il serait en effet intéressant de pouvoir, par ce moyen, fixer la part d'incidents incombant aux réseaux et aux usines génératrices.

M. Parodi (France), tout en reconnaissant l'utilité de telles statistiques d'exploitation, qui pourraient servir à comparer les différents systèmes de construction, redoute des difficultés du fait que les constructeurs s'opposeront à mettre en évidence des défauts de livraison ou des erreurs systématiques de conception.

Protection contre les surintensités de courant. — Ce sujet a fait l'objet de deux rapports :

LES IDÉES MODERNES EN MATIÈRE DE PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITÉS. — Dans ce rapport, M. R. Dubusc (France) rappelle d'abord les généralités sur la protection contre les surintensités de courants.

Un relais de protection peut être défini comme un appareil dont la mise en action est liée à toute condition anormale de l'exploitation et dont l'action a pour résultat de déconnecter de la source d'énergie les appareils ou circuits qui ont provoqué cette anomalie, ou dont le maintien en circuit est dangereux. L'étude des dispositifs de protection est donc liée à la connaissance, d'une part, des causes de l'incident et de ses effets, et, d'autre part, de l'évaluation de son importance et des

moyens de l'éliminer sans interrompre la marche générale de l'exploitation.

Si les causes des défauts peuvent être assez bien déterminées, la connaissance de leurs effets est encore incertaine.

Les dispositifs actuellement connus comprennent trois grandes classes : dispositifs à maximum, dispositifs différentiels et dispositifs à impédance. L'auteur signale les points qui en rendent l'application délicate, ainsi que les précautions qu'ils nécessitent.

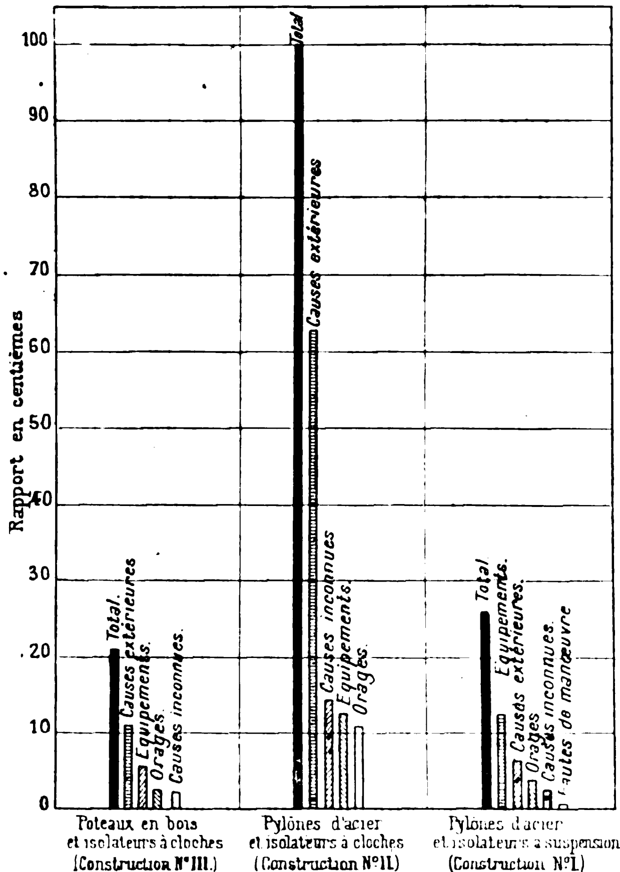


Fig. 16. — Accidents d'exploitation de lignes par 1 000 supports de conducteurs, classés en fonction du mode de construction de la ligne. (Le nombre des incidents est exprimé en centièmes du nombre d'incidents sur une ligne de construction n° II.)

1° *Dispositifs à maximum.* — Ceux-ci donnent lieu à deux modèles de relais :

a) Relais à maximum sélectifs. — Les appareils de ce genre, influencés par l'importance du courant dans la ligne protégée par rapport à celui fixé par leur réglage, interviennent pour produire le déclenchement d'un interrupteur automatique après un retard qui dépend à la fois de la valeur du courant et d'un réglage prédéterminé de la temporisation. Le réglage d'un tel relais est assez difficile, car le courant normal d'une ligne est variable et le courant de court-circuit dépend lui-même à la fois de l'emplacement du défaut et des machines ou appareils en service. C'est ce qui a conduit, dans certaines exploitations, à adopter un réglage de jour et un réglage de nuit.

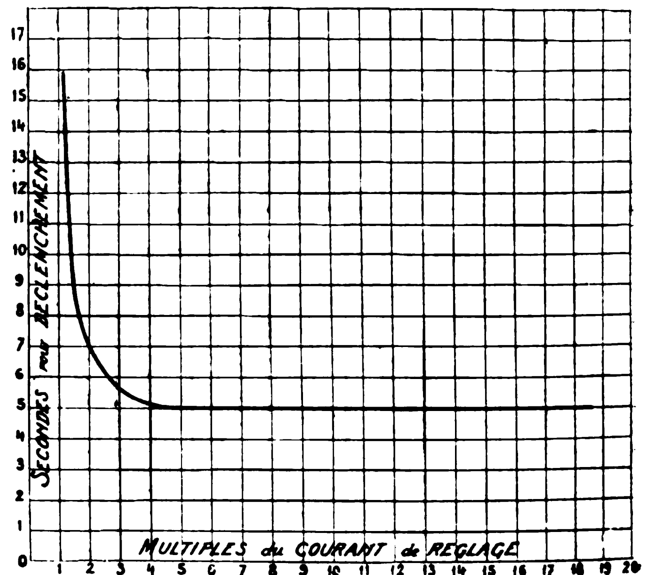


Fig. 17. — Courbe caractéristique d'un relais à temps limité constant.

Il faudra en outre choisir judicieusement les caractéristiques courant et temps. A ce point de vue, les relais se subdivisent en deux catégories : ceux à temps limité constant et ceux à temps décroissan dont les caractéristiques respectives sont représentées sur les

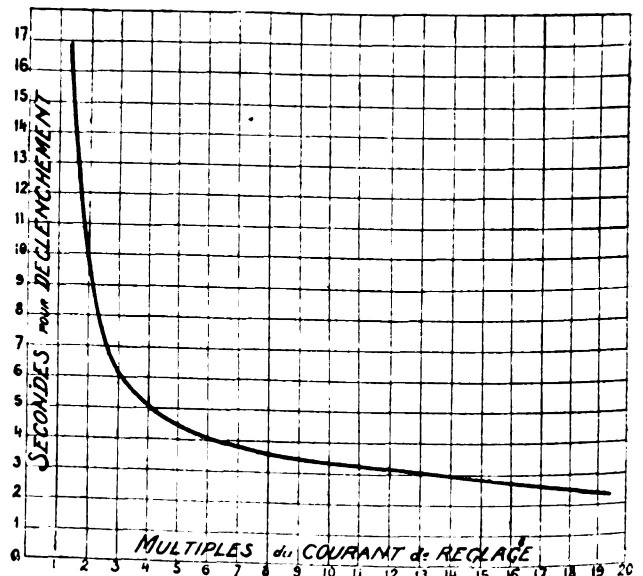


Fig. 18. — Courbe caractéristique d'un relais à temps constamment décroissant.

figures 17 et 18 ; en abscisses sont portés les courants de fonctionnement évalués en multiples du courant de réglage et en ordonnées, les retards au fonctionnement

évalués en secondes. Dans le cas général, les réglages en temporisation ont pour effet de modifier les ordonnées de ces courbes dans un rapport constant ; un réglage sera donc défini par un indice qui définira le coefficient de proportionnalité des ordonnées des courbes correspondantes, en dixièmes de celles des courbes des figures 17 et 18, établies pour l'indice de réglage 10.

Dans l'hypothèse où la constante de temps des interrupteurs est au plus égale à 0,3 s, et où le lancé du relais ne dépasse pas 0,1 s, on admet pour le réglage de deux relais consécutifs des écarts relatifs égaux au moins à 0,5 s.

Le rapport donne ensuite un exemple d'emploi et de réglage de relais de ce genre, sur lequel nous n'insisterons pas, des considérations analogues ayant été développées récemment dans ces colonnes par M. Dubusc lui-même [1].

b) Relais wattmétriques à direction privilégiée. — Pour la protection des réseaux maillés ou bouclés, on est amené à conjuguer les relais sélectifs à maximum avec de tels relais.

Le montage qui semble le plus correct est le suivant : Dans les relais à maximum qui utilisent un transformateur auxiliaire à saturation ou à fuites magnétiques on peut mettre en court-circuit au moyen du relais wattmétrique l'enroulement secondaire du transformateur, si le sens de l'énergie n'est pas celui qui doit produire le déclenchement de l'interrupteur. Dans le cas opposé, l'enroulement secondaire du transformateur, débite normalement sur le ou les enroulements de l'électromoteur du relais à maximum ; les résistances de contact ne peuvent en aucun cas perturber le fonctionnement de ce relais. Un autre avantage du dispositif est que, l'enroulement secondaire du transformateur à fuites étant parcouru par un courant toujours modéré, les contacts du relais wattmétrique ne risquent pas d'être détériorés par les courts-circuits les plus élevés. Ceci est important étant donné que l'élément wattmétrique est un élément de haute sensibilité et que ses contacts sont nécessairement fragiles.

En ce qui concerne le branchement des relais wattmétriques par rapport aux circuits à haute tension, on connaît les difficultés qui résultent de la déformation des tensions au moment d'un court-circuit. Deux montages sont généralement employés : le montage « 30 degrés », où l'on fait agir sur la bobine en dérivation la tension entre la phase de la bobine en série et la phase déphasée en arrière, et le montage « sinus », où l'on applique à la bobine en dérivation la tension entre les deux phases qui ne correspondent pas à la bobine en série. Il faut également tenir compte du fait que, tout au moins sur les lignes aériennes, les courants de court-circuit sont assez fortement inductifs ($\cos \varphi$ compris entre 0,3 et 0,7). Il semble que les meilleurs résultats aient été obtenus par le montage « sinus », en utilisant une bobine en dérivation dans laquelle le flux est déphasé de 60° en arrière de la tension, le couple maximum étant par conséquent obtenu, dans le circuit du relais, avec un courant déphasé de 30° en avant de la tension.

On doit s'attacher de plus à obtenir un fonctionnement correct des relais wattmétriques en dépit des fortes chutes de tension consécutives au défaut. Le relais doit pouvoir opérer sous une tension de l'ordre de 1 pour 100 de la tension normale.

En résumé, les dispositifs à maximum sont d'un réglage difficile, en raison même du principe de leur fonctionnement basé sur la surintensité de courant dans le circuit à protéger, surintensité dont la valeur dépend du courant normal variable, alors que le réglage du relais est fixe.

2° *Dispositifs différentiels.* — D'une manière générale, ces dispositifs reposent sur la comparaison des courants en deux points d'un circuit entre lesquels il n'existe normalement aucune dérivation. Celle-ci est créée par le défaut lui-même (mise à la terre, contact entre phases) et la différence vectorielle entre les courants aux deux points de référence est égale au courant du défaut. L'idée essentielle de ces dispositifs est excellente, mais la réalisation dans de nombreux cas conduit à des appareils délicats et à des installations onéreuses.

Les dispositifs de cette catégorie se subdivisent en plusieurs catégories suivant qu'il s'agit de protéger des lignes en utilisant ou non des fils pilotes ou bien de protéger des machines avec des transformateurs d'équilibre ou des transformateurs autoéquilibrés.

a) Protection différentielle des lignes avec fils pilotes. — Le montage type est celui connu sous le nom de système Merz-Price, où les secondaires des transformateurs de protection sont montés en opposition l'un par rapport à l'autre et ne débitent normalement aucun courant.

Les relais sont branchés en série dans le circuit des fils pilotes. Ce système nécessite des transformateurs à caractéristiques rigoureusement superposables, et une tension au secondaire proportionnelle au courant primaire dans toute l'étendue des surcharges possibles.

Pour y parvenir, on utilise certains artifices comme la forme de tore à entrefers multiples pour le circuit magnétique, ou le shuntage du secondaire par une résistance réglable aux extrémités de laquelle sont branchés les fils pilotes, et qui permet l'équilibrage rigoureux des tensions.

L'hypothèse que le tronçon protégé ne comporte aucune dérivation n'est pas rigoureuse. En réalité, et principalement dans les câbles souterrains, la capacité répartie des câbles se comporte comme une dérivation qui détruit l'équilibre entre les courants aux deux extrémités du tronçon. Cette dérivation ayant pour valeur maximum celle qui correspond à la tension normale de la ligne se traduit par un courant de circulation dans les fils pilotes, que l'on peut compenser par

(1) R. Dubusc : Nouveau relais de protection contre les surintensités de courant (relais à maximum sélectif RS 4). *Revue générale de l'Électricité*, 6 août 1927, t. XXII, p. 233-244.

une désensibilisation préalable des relais. Il n'en est pas de même du courant de capacité dans les fils pilotes, qui est proportionnel à la tension secondaire des transformateurs, c'est-à-dire au courant primaire. On est conduit à adopter des montages spéciaux dans le cas des transformateurs à secondaires shuntés (montage par résonance, ou en pont de Wheatstone). Avec les transformateurs à entrefers multiples, on emploie des câbles pilotes compensés.

b) Protection différentielle des lignes sans fils pilotes. — Dans les systèmes à conducteur divisé, le câble est séparé en deux parties à isolement assez faible l'une par rapport à l'autre, et servant simultanément au passage du courant; en l'absence de défaut, il y a égalité ou proportion définie entre les courants dans les deux parties du câble, alors que tout défaut entraîne au contraire la rupture de cet état d'équilibre. Le dispositif de protection comporte un transformateur d'équilibre composé d'un circuit magnétique fermé qui porte deux enroulements en série chacun avec une des parties du conducteur divisé et montés de façon que leurs ampères-tours s'opposent en régime normal ; un troisième enroulement, soumis au flux produit par les ampères-tours résultants, actionne le relais en cas de déséquilibre.

En raison de la dépense considérable qu'entraîne le conducteur divisé, il est souvent préférable d'effectuer la distribution par deux feeders en parallèle, contrôlés chacun par un interrupteur et des relais appropriés pour éliminer seulement le feeder avarié. Ce genre de protection est souvent complété par des relais à retour de puissance disposés en aval de la section protégée, et une protection à maximum doublant la protection différentielle si l'on veut continuer l'exploitation après élimination de la ligne avariée. D'où une assez grande complexité d'appareillage.

Les dispositifs précédents sont inapplicables à plus de deux lignes en parallèle, car ils conduiraient à effectuer la protection sur toutes les combinaisons de feeders pris deux à deux. On utilise alors des dispositifs spéciaux valables pour un nombre quelconque de lignes, comme celui représenté schématiquement sur la figure 19, et dénommé système étoilé. Le schéma se rapporte à quatre lignes en parallèle. T_1, T_2, T_3, T_4 sont les transformateurs de courant correspondant à la même phase des quatre feeders. Ces transformateurs débitent sur quatre résistances réglables R_1, R_2, R_3, R_4, permettant d'égaliser rigoureusement les tensions aux secondaires des transformateurs.

Les transformateurs sont branchés en étoile et les relais A, B, C, D sont connectés en polygone. En l'absence de défaut, les relais ne sont parcourus par aucun courant. Si un défaut se produit sur le feeder 1, par exemple, les deux relais A et D sont parcourus par un courant proportionnel au courant de défaut et on s'arrange de telle sorte que l'interrupteur de la ligne 1 soit commandé par les deux relais A et D. De même, l'interrupteur de la ligne 2 est commandé par les deux relais B et A et ainsi de suite.

Pour que le dispositif conserve la même sensibilité après la mise hors service de l'une des lignes, on procède de la manière suivante : le disjoncteur du feeder 1 coupe, dans sa position de déclenchement, le transformateur T_1 et connecte en parallèle les relais A et D. La sélection est ainsi poursuivie jusqu'au moment où il ne reste plus que deux lignes en service. Un nouveau défaut survenant alors produit la mise hors service simultanée des deux lignes.

c) Protection différentielle des machines. — On distingue la protection par équilibre de courant, par équilibre de tension, et les dispositifs autoéquilibrés.

Dans la première, deux transformateurs de courant sont montés sur l'entrée et la sortie de la machine; leurs secondaires débitent l'un sur l'autre à circuit fermé et le relais est branché entre deux points de ce circuit qui sont normalement au même potentiel.

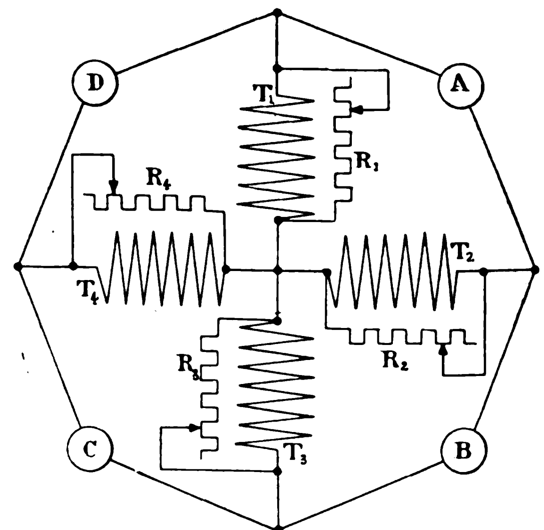


Fig. 19. — Système de protection étoilé pour 4 feeders en parallèle.

Dans le montage par équilibre de tension, les transformateurs à secondaires shuntés sont montés en opposition comme dans le dispositif analogue indiqué pour la protection différentielle des lignes avec fils pilotes, le relais étant en série dans le circuit des secondaires.

Les dispositifs autoéquilibrés réalisent automatiquement l'équilibre entre les flux normalement produits par les conducteurs d'entrée et de sortie de la machine. Ils utilisent des transformateurs tels que celui représenté schématiquement sur la figure 20 et qui a l'avantage de pouvoir servir simultanément pour la protection différentielle et pour la protection à maximum. L'enroulement secondaire S_1 débite sur un relais à maximum R_1. Les deux enroulements S_2 et S_2' sont, au contraire, branchés en opposition sur le relais R_2, lequel n'est influencé que par un défaut dans l'enroulement M de la machine. Si le relais R_1 n'est pas utilisé, on ferme l'enroulement S_1 en court-circuit sur lui-même, ce qui est nécessaire pour conserver à l'induction dans le fer une valeur très faible.

D'une manière générale les dispositifs de protection différentielle des machines donnent des résultats satisfaisants, car ils ne présentent pas les difficultés rencontrées dans la protection différentielle des feeders (établissement des fils pilotes, courants de capacité, etc.).

3° *Dispositifs à impédance.* — Depuis quelques années on a essayé, pour la protection des lignes, d'utiliser les chutes de tension consécutives à l'accident. Quelle que soit la disposition du réseau, le point défectueux est un point de potentiel minimum. A mesure qu'on s'éloigne du défaut, le long d'une ligne, la tension croît proportionnellement, d'une part, à l'impédance de la ligne et, d'autre part, au courant de défaut. On a

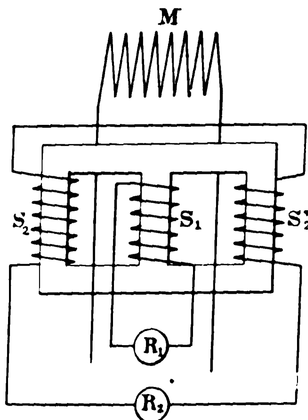


Fig. 20, — Transformateur auto-équilibré, dit « transformateur équipotentiel ».

cherché en conséquence à réaliser des relais dont le retard T au déclenchement soit proportionnel à la tension, ou à l'impédance Z comprise entre le défaut et le relais, c'est-à-dire au quotient de la tension par le courant, c'est-à-dire que l'on a

$$T = K \times U \quad \text{ou} \quad T = K' \times \frac{U}{I} = K'Z.$$

Malgré l'emploi exclusif de ces relais dans les réseaux triphasés, on les a considérés jusqu'ici comme des éléments monophasés, c'est-à-dire intéressés isolément par l'une des tensions et par l'un des courants du système triphasé. Cette manière de voir entraîne d'abord une grande complication d'appareillage : trois relais pour les systèmes à neutre isolé, six relais pour les systèmes à neutre à la terre.

Elle conduit de plus à utiliser des lois anormales des courants et des tensions, qui rendent les appareils délicats et coûteux. On sait, en effet, que les actions normales des courants alternatifs se traduisent soit par le carré d'une valeur efficace, soit par le produit de deux valeurs efficaces et d'une fonction trigonométrique de l'angle des vecteurs correspondants. On ne peut donc obtenir d'une manière simple le quotient d'une tension par un courant, et l'on est amené à utiliser des artifices tels que la saturation, la variation de la résistance d'un fil chaud, la résonance ferro-magnétique, etc.

Certains appareils de ce genre ont donné de bons résultats, grâce surtout à l'ingéniosité apportée dans certains détails de leur réalisation.

M. Dubusc estime qu'il faut considérer le problème sous un aspect nettement différent pour arriver à une solution simple, et il rappelle d'abord quelques notions sur le déséquilibrage.

4° *Notions sur le déséquilibrage.* — Dans un système triphasé fonctionnant dans des conditions normales, les tensions et les courants sont pratiquement équilibrés. Au contraire, il semble avéré qu'un défaut se manifeste toujours par un déséquilibrage simultané des courants et des tensions.

L'étude minutieuse de cette notion de déséquilibrage conduit à lui attribuer un sens physique profond, en ce qui concerne la protection contre les surintensités de courant.

On sait qu'un système de trois vecteurs quelconques V_1, V_2, V_3, peut toujours être remplacé par trois systèmes de vecteurs équilibrés: Un *système direct* V_{1d}, V_{2d}, V_{3d}, ou système de trois vecteurs égaux et déphasés entre eux de $\frac{2\pi}{3}$; un *système inverse* V_{1i}, V_{2i}, V_{3i}, ou système de trois vecteurs égaux et déphasés entre eux de $2 \times \frac{2\pi}{3} = \frac{4\pi}{3}$, c'est-à-dire de $\frac{2\pi}{3}$ dans le sens inverse; un *système asymétrique* V_{1a}, V_{2a}, V_{3a}, ou système de trois vecteurs égaux et déphasés entre eux de

$$3 \times \frac{2\pi}{3} = 2\pi,$$

c'est-à-dire en phase.

On appelle *degré de déséquilibrage* le rapport entre un vecteur du système inverse et un vecteur du système direct

$$\varepsilon = \frac{V_{1d}}{V_{1i}};$$

ε est une grandeur sans dimension, toujours comprise entre 0 et 1.

Dans un système électrique quelconque, la même décomposition peut s'effectuer avec les courants et avec les tensions.

Les trois courants I_1, I_2, I_3 pourront être ramenés à trois systèmes de courants équilibrés : le système direct, de valeur efficace I_d, le système inverse, de valeur efficace I_i et le système asymétrique, de valeur efficace I_a.

En ce qui concerne les tensions, on peut considérer, suivant les cas, soit le système des tensions simples U_1, U_2, U_3, soit le système des tensions composées $U_{1\cdot 2}$, $U_{2\cdot 3}$, $U_{3\cdot 1}$.

Le système des tensions composées ayant toujours une somme vectorielle nulle n'admettra pas de système asymétrique. En ce qui concerne les systèmes direct et inverse, la décomposition peut s'effectuer soit sur les tensions simples, soit sur les tensions com-

posées. Les systèmes direct et inverse obtenus en partant des tensions simples ou des tensions composées sont respectivement dans le rapport de 1 à $\sqrt{3}$ et présentent entre eux un déphasage de 30°. Comme il est souvent plus commode, au point de vue des appareils, d'obtenir les composantes directe et inverse à partir d'un système à somme vectorielle nulle, on préfère utiliser dans ce dessein les tensions composées. On réserve les tensions simples pour l'obtention du système asymétrique, auquel on substitue fréquemment la somme vectorielle des tensions simples, ou tension résiduelle, qui est le triple des tensions du système asymétrique.

De l'analyse vectorielle d'un système triphasé quelconque, l'auteur tire un certain nombre de relations entre les vecteurs, qui lui permettent de passer à une série de constructions graphiques dont nous ne mentionnerons, à titre d'exemple, que celle de la figure 21 relative à l'obtention des composantes directe et

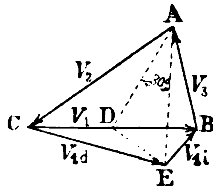


Fig. 21. — Construction graphique des composantes directe et inverse.

inverse. Ici on obtient V_{1d} et V_{1i} en grandeur et en direction en traçant du sommet A la médiane AD et en construisant sur AD un triangle rectangle dont l'angle au sommet A est égal à 30°; le vecteur CE est égal à V_{1d} et le vecteur EB est égal à V_{1i}.

Cette partie du rapport est complétée par des tableaux et des abaques donnant immédiatement la composante directe, la composante inverse et le degré de déséquilibrage d'un système de trois vecteurs connus dont la somme est nulle.

5° *Réseaux filtrants pour l'obtention des composantes symétriques.* — L'auteur, indiquant ensuite que les premières recherches d'utilisation des composantes symétriques ont tenté de reproduire électriquement les constructions graphiques, rappelle plusieurs des dispositifs imaginés. Nous ne retiendrons, à titre d'exemple, que celui de la figure 22, dû à M. V. Genkin (1).

Les points A, B, C sont reliés aux trois tensions du système. R et Z sont des impédances égales en valeur absolue, mais présentant un écart de phase de 60°. E_1, E_2, E_3 sont des appareils parcourus par trois courants respectivement proportionnels aux trois composantes directes ou inverses du système des tensions, selon

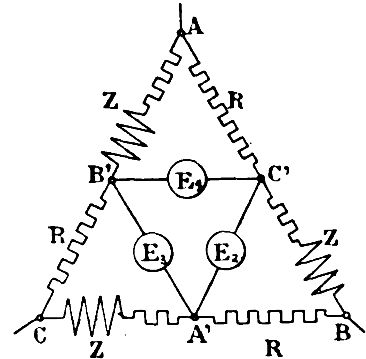


Fig. 22. — Schéma de montage pour obtention des trois composantes directes ou inverses des tensions.

l'ordre de rotation des phases connectées aux points A, B, C.

Les dispositifs de ce genre, connus sous le terme général de réseaux filtrants nécessitent un réglage très délicat de résistances et d'impédances ; et leur plus grave inconvénient est d'introduire une consommation importante dans le circuit des transformateurs.

6° *Appareils n'utilisant pas de réseaux filtrants.* — Des calculs, dans le détail desquels nous n'entrerons pas, conduisent l'auteur aux conclusions suivantes :

» Le produit vectoriel de deux tensions ou de deux courants s'obtient en les faisant agir sur les deux enroulements d'un même électroaimant du type à induction. Le couple exercé sur l'armature mobile a pour valeur

$$C_1 = K_1 V_1 V_2 \sin\psi = K'_1 (V_d^2 - V_i^2)$$

V_1 et V_2 étant les valeurs efficaces des deux courants ou des deux tensions, et ψ leur angle de déphasage.

La somme des carrés de deux tensions ou de deux courants s'obtient en les faisant agir séparément sur deux électroaimants. Le couple exercé par chaque électroaimant est proportionnel au carré de la valeur efficace de la tension ou du courant correspondant et le couple total a pour valeur

$$C_2 = K_2 (V_1^2 + V_2^2) = K'_2 (V_d^2 + V_i^2).$$

En faisant la somme ou la différence des couples C_1 et C_2, on voit, d'après ces équations, qu'on peut obtenir un couple résultant proportionnel à V^2_d ou à V^2_i ».

Il en déduit le principe de relais influencés par les composantes symétriques du courant (fig. 23) qui s'obtiennent facilement. Si I_1, I_2 et I_3 sont les trois courants triphasés, il suffit de faire agir, sur un même équipage mobile, un électroaimant **E** dont l'un des enroulements est parcouru par le courant I_1 et l'autre,

(1) V. Genkin; Théorie du déséquilibre électrique et son application aux systèmes de protection. *Revue générale de l'Électricité*, 6 et 13 décembre 1924, t. XVI, p. 907-916 et 951-959. — Réseau électrique filtrant et autorégulateur pour circuits triphasés. *Revue générale de l'Électricité*, 23 janvier 1926, t. XIX, p. 123-129. — Étude des dispositifs électriques applicables aux appareils de mesure et aux relais et destinés à modifier un courant dans un rapport complexe constant. *Revue générale de l'Électricité*, 1er mai 1926, t. XIX, p. 687-694. — Récepteurs dyssymétriques et procédés d'équilibrage des circuits triphasés à phases inégalement chargées. *Revue générale de l'Électricité*, 24 juillet 1926, t. XX, p. 123-136.

par le courant I_2, et deux autres électroaimants E′ et E″ dont le premier comporte deux enroulements parcourus en sens inverses par les courants I_1 et I_3 et dont le second comporte un enroulement parcouru par le courant I_1. La différence vectorielle de I_2 et de I_3 est en effet un vecteur qui est proportionnel à la médiane du triangle qui aboutit au vecteur I_1. Si on ajuste les trois électroaimants pour que le couple résultant soit nul quand les trois courants I_1, I_2, I_3 sont équilibrés, le couple de l'équipage mobile est proportionnel au carré de la composante inverse du système des courants, lorsque ces derniers sont déséquilibrés.

De même, il indique le principe de relais influencés par les composantes symétriques de la tension et d'appareils sensibles au degré de déséquilibrage ε défini précédemment comme le rapport $\frac{V_i}{V_d}$.

Pour ces derniers, un appareil comme celui de la figure 23 a un couple résultant $C_1 + C_2$, où C_1 et C_2

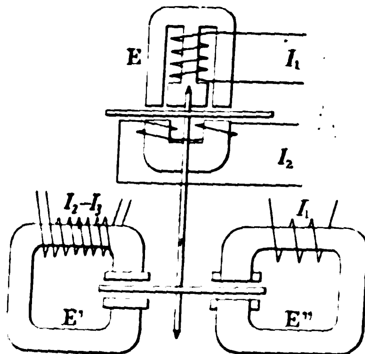


Fig. 23. — Type de relais influencé par les composantes symétriques du courant.

ont les valeurs données plus haut; si K'_1 est différent de K'_2, ce couple résultant s'annule et change de signe pour un déséquilibrage ε, tel que.

$$-\frac{K'_2}{K'_1} = \frac{1-\varepsilon^2}{1+\varepsilon^2}.$$

Les valeurs de K'_1 et K'_2 pouvant être modifiées, en agissant sur les ampères-tours des électroaimants par exemple, l'appareil pourra être réglé pour un degré de déséquilibrage quelconque au-dessous duquel il restera buté et au-dessus duquel, le couple changeant de signe, il pourra fermer un contact.

La décomposition des tensions et des courants en leurs éléments symétriques conduit à la considération des puissances directe et inverse dont la somme est égale à la puissance totale du circuit; l'auteur indique le principe de relais influencés seulement par la puissance inverse, sans réseaux filtrants, et dont le couple est d'autant plus important qu'ils sont plus rapprochés du défaut.

7° *Relais d'impédance basé sur le déséquilibrage.* — L'auteur arrivant à la conception de ce nouveau relais distingue deux cas :

a) Cas du neutre isolé. — Soit le triangle ABC des tensions composées normales (fig. 24). En cas de défaut entre des phases B et C, par exemple, on supposera que le triangle se déforme en restant isocèle, tout en conservant une hauteur constante, ce qui est vrai

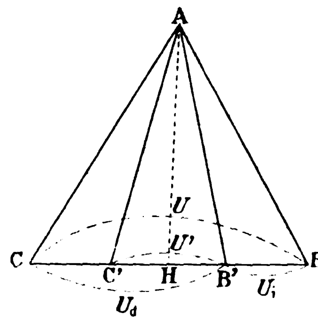


Fig. 24. — Diagramme des tensions en cas de défaut entre phases.

en première approximation. Soit AB′C′ le nouveau triangle, B′C′ la tension défectueuse U' et BC la tension primitive U. D'après la construction indiquée sur la figure 21, nous aurons

$$\text{Tension directe : } U_d = B'C,$$
$$\text{Tension inverse : } U_i = B'B,$$
$$U_d + U_i = BC = U,$$
$$U_d - U_i = B'C' = U',$$

d'où

$$U_d^2 - U_i^2 = U \times U'.$$

On voit immédiatement que la quantité $U^2_d - U^2_i$ est proportionnelle à la tension défectueuse. Un montage sensible à ce terme permettra donc d'obtenir un couple proportionnel à la tension défectueuse, à partir de ses valeurs les plus faibles.

L'autre élément utilisé dans ce relais est la puissance inverse, dont l'action est obtenue par un dispositif sans réseau filtrant mentionné par l'auteur.

Le temps de déclenchement du relais peut s'écrire :

$$T = K \frac{U \times U'}{U_i I \cos\varphi_i}.$$

Dans les limites utiles, le temps T est pratiquement proportionnel à l'impédance et ne dépend pas du courant de défaut.

Ce relais, très simple, remplace à lui seul trois relais d'impédance ordinaires et trois relais wattmétriques à direction privilégiée. Il se compose de deux équipages : un équipage moteur dont la vitesse est proportionnelle à la fonction figurant au dénominateur de l'expression du temps T; un équipage antagoniste dont le couple est

proportionnel à la fonction figurant au numérateur de cette même expression.

L'équipage antagoniste ne peut effectuer qu'un déplacement de très faible amplitude, entre deux butées dont l'une correspond à un contact de déclenchement. L'équipage moteur est lié à l'équipage antagoniste par un ressort qui se bande pendant la rotation de cet équipage, et qui tend à déplacer l'équipage antagoniste vers son contact. Le couple d'origine électrique exercé sur ce dernier équipage s'oppose à ce déplacement. Le contact se produit lorsque le couple transmis par le ressort l'emporte sur le couple d'origine électrique.

b) Cas du neutre à la terre. — Soit ABC le triangle des tensions normales (fig. 25).

Les tensions simples sont OA, OB, OC. En cas de mise à la terre de la phase A, par exemple, le sommet A se déplace sur OA. Soit A'BC le triangle au moment de

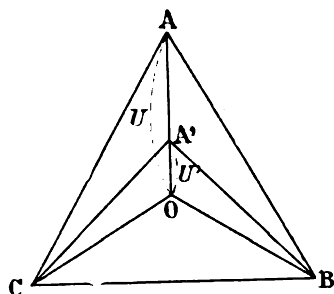


Fig. 25. — Diagramme des tensions en cas de défaut entre phase et terre.

l'accident. Appelons $OA' = U'$ la tension simple défectueuse et $OA = U$ la tension simple primitive. Si l'équipage antagoniste du relais est soumis à un couple proportionnel au produit vectoriel des deux tensions simples OC et OA', ce couple sera proportionnel à $U \times U'$. Nous aurons encore sans aucun artifice un couple proportionnel à la tension défectueuse, à partir de ses plus faibles valeurs. Il est seulement nécessaire d'avoir deux relais, de manière à utiliser les trois tensions simples. L'un de ces relais sera, par exemple, influencé par les tensions OC et OA', et l'autre par OB et OC. Le premier interviendra en cas de défaut sur la phase A ou C, et le second en cas de défaut sur la phase B ou C.

L'équipage moteur pourra être réalisé comme dans le cas précédent ; en cas de mise à la terre d'une phase quelconque, le terme de la puissance inverse prend toujours une importance suffisante.

M. Dubusc a terminé cet exposé en proposant à la Conférence de constituer, pour sa prochaine session, des statistiques sur les résultats obtenus en exploitation par ce relais de principe nouveau.

Discussion. — Cet important rapport a été suivi d'une discussion à laquelle ont pris part MM. Fallou (France), V. Genkin (France), Kopeliovitch (Suisse), Stokvis (France).

Selon M. Genkin, la méthode des coordonnées symétriques peut en effet être employée avantageusement ; la considération de la composante directe diminue le nombre des relais (1 au lieu de trois en triphasé), tandis qu'avec l'utilisation de la composante inverse on rend le dispositif sensible. Il estime en outre inutilement compliqué le dispositif indiqué pour le relais wattmétrique mentionné dans le rapport et qu'il assimile, au point de vue des résultats à un relais ordinaire avec filtrage de la tension. En ce qui concerne le nouveau relais d'impédance, dans le cas où le défaut n'est pas franc, ou bien se trouve près du relais, il semble que, d'après la théorie, la temporisation ne sera pas définie ; d'ailleurs tous les relais d'impédance ont le même défaut de faire intervenir l'impédance, variable dans chaque cas, de la portion de ligne entre le relais et le défaut.

Par contre, M. Stokvis estime les plus sûrs et les plus généraux les dispositifs à impédance, et espère que l'on pourra arriver à construire d'après les principes exposés des relais pour réseaux non équilibrés ; il se demande toutefois si les conceptions de puissance inverse et de puissance directe ne sont pas purement mathématiques.

M. Kopeliovitch signale d'autres solutions du problème par des relais wattmétriques très sensibles, basés sur le principe des réactancemètres.

M. Dubusc signale un procédé permettant de rendre le relais d'impédance pratiquement indépendant des constantes du défaut. Enfin M. Fallou, reprenant la critique faite à ce relais de mettre en jeu l'impédance entre le relais et le défaut, préfère l'emploi de relais wattmétriques plus simples, faisant intervenir la composante directe ; estimant en outre que sur les lignes aériennes il n'y a pas de défaut qui n'affecte pas la terre, il déclare ne pas voir d'intérêt pratique à tenir compte des défauts entre phases, sans mise à la terre, dans la conception des relais.

Moyen d'actionner par un relais a maximum un disjoncteur triphasé en cas de terres accidentelles et de surintensités. — Ce rapport de M. Nicaise (Belgique) concerne le principe d'un nouveau dispositif de relais alimenté par le secondaire d'un transformateur spécial à trois enroulements primaires superposés et bobinés dans le même sens sur un circuit magnétique commun ; ces enroulements, en série chacun dans une phase, ont respectivement n, $n+m$, $n+2m$ spires ; l'enroulement secondaire bobiné sur ce même circuit magnétique a un nombre de spires égale à n_s.

En désignant par i_1, i_2, i_3 les valeurs instantanées des courants dans les trois phases et par i_s la valeur correspondante dans le secondaire du transformateur d'alimentation du relais, on a

$$ni_1 + (n + m)\, i_2 + (n + 2m)\, i_3 = n_s i_s$$

ou

$$n\,(i_1 + i_2 + i_3) + mi_2 + 2mi_3 = n_s i_s$$

En régime équilibré, $i_1, + i_2 + i_3 = 0$, et l'équation précédente se réduit à

$$mi_2 + 2mi_3 = {}_s i$$

Un diagramme vectoriel permet d'en déduire, en passant aux intensités efficaces du courant la relation

$$\sqrt{3}\,mI = n_s I_s$$

qui permet de conclure qu'en régime équilibré l'ensemble des trois enroulements primaires du transformateur a même effet qu'un enroulement unique ayant $\sqrt{3}\,m$ spires. Le nombre de spires m pourra donc être choisi, comme dans un relais à maximum ordinaire, pour qu'une valeur KI de surintensité de courant produise le fonctionnement du relais.

L'auteur examine ensuite le cas de court-circuit entre deux quelconques des trois phases et arrive dans les trois hypothèses à la même relation

$$nI_{cc} = n_s I_s''$$

entre le courant de court-circuit I_{cc} et le courant I''_s dans le secondaire du transformateur.

Dans le cas d'un défaut de résistance R supposé intéressant une seule phase, M. Nicaise arrive à une valeur du courant de court-circuit dont le numérateur est proportionnel à la tension entre phases, et le dénominateur égal à

$$\sqrt{9R^2 + \frac{1}{C^2\omega^2}},$$

où C est la capacité des conducteurs d'une phase du réseau par rapport à la terre, et ω, la pulsation. Il en résulte que ce courant de court-circuit, avec un choix convenable des enroulements du transformateur spécial peut être suffisant pour produire le fonctionnement du relais, même pour la valeur maximum possible en pratique pour la résistance R du défaut. Dans ces considérations, l'auteur envisage surtout le contact accidentel de personnes avec les lignes, cas où il est essentiel de déconnecter aussi vite que possible la ligne intéressée, tant pour éviter des suites graves à l'accident que pour éviter le danger d'électrocution aux personnes voulant porter secours à la victime.

Après avoir considéré divers cas d'emploi de ce relais, M. Nicaise conclut que le transformateur de courants à trois enroulements primaires comportant des nombres de spires différents, permet d'obtenir en toute certitude une protection efficace tant au point de vue de la sécurité des personnes qu'à celui de la bonne exploitation des réseaux, en assurant le déclenchement du disjoncteur d'un poste d'abonné haute tension non seulement en cas de surintensité de courant entre deux ou trois phases, mais encore en cas de terre accidentelle, même quand l'intensité du courant dans le défaut est moindre que l'intensité du courant normal.

Cet appareil permet également de faire déclencher un feeder dans les mêmes conditions, pour autant toutefois que la partie du réseau alimentée par le feeder est une fraction peu importante du réseau total.

Il permet enfin d'assurer le déclenchement aux deux extrémités d'un feeder avarié à la suite d'une terre accidentelle franche ou d'un court-circuit dans le cas d'une distribution par quatre ou plus de quatre feeders en parallèle.

Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique. — Deux rapports ont été présentés sur cette question :

Les parafoudres, par M. K.-B. Mc Eachron (Grande-Bretagne). — Dans ce rapport, l'auteur analyse d'abord les conditions dans lesquelles se produisent les surtensions d'origine atmosphérique.

Dans le cas de libération brusque de la charge électrostatique d'une ligne par suite de la décharge d'un nuage voisin, si le conducteur de la ligne était parfaitement isolé par rapport à la terre, il retiendrait une charge électrique bien définie qui serait restituée au moment de la décharge du nuage, laissant le conducteur sans différence de potentiel par rapport à la terre. Mais si cette isolation n'est pas parfaite, le passage relativement lent du nuage au-dessus du conducteur donnera aux charges négatives le temps nécessaire pour rejoindre une terre, soit au travers d'un isolateur, soit par le neutre de l'installation, soit dans les parties du réseau éloignées de la zone influencée. Si nous supposons que le nuage est complètement déchargé instantanément, la disparition du champ électrique du nuage provoquera sur le conducteur un potentiel dont la répartition dans l'espace correspondra à celle du champ avant la décharge.

Le nuage peut aussi ne pas se décharger complètement, mais en tous cas la tension qui surgira sur la ligne dépendra du taux de variation du gradient du potentiel du champ électrique.

La charge électrique libérée par la décharge atmosphérique n'existe d'abord que sous forme de potentiel, et toute son énergie est électrostatique. Pour que cette onde puisse se propager le long d'un conducteur, il est nécessaire que la moitié de cette énergie devienne électromagnétique. Cette condition exige une réduction du potentiel de moitié et permettra un étalement total de l'onde sur une longueur double de l'espace occupé primitivement par la charge sur le conducteur. Par conséquent, le front de l'onde sera moins raide que ne le faisait prévoir la répartition du champ électrique du nuage sur le conducteur ; et ce front sera encore diminué du fait de la propagation de l'onde pendant la durée de la décharge du nuage.

De plus, pendant sa propagation sur la ligne, l'onde perturbatrice subira un certain amortissement dû à l'effet de couronne et à la résistance des conducteurs.

Le temps nécessaire à une onde mobile pour atteindre son potentiel maximum se rapproche probablement de 10 microsecondes, puisque pour un point de la ligne situé à 1,5 km en dehors de la zone directement sous le nuage, le champ du nuage n'a plus que les quatre centièmes de sa valeur maximum. Cette assertion est basée sur un calcul supposant un nuage à

300 m au-dessus du sol. Pour un nuage plus élevé, le temps requis sera encore plus long.

Le courant d'une onde perturbatrice est égal à la tension de l'onde divisée par l'impédance caractéristique de la ligne. La forme de l'onde du courant sera identique à celle de l'onde de tension.

Les courbes de la figure 26 permettent de déterminer le courant à dériver à la terre pour réduire la tension d'une onde mobile à n'importe quel pourcentage de la

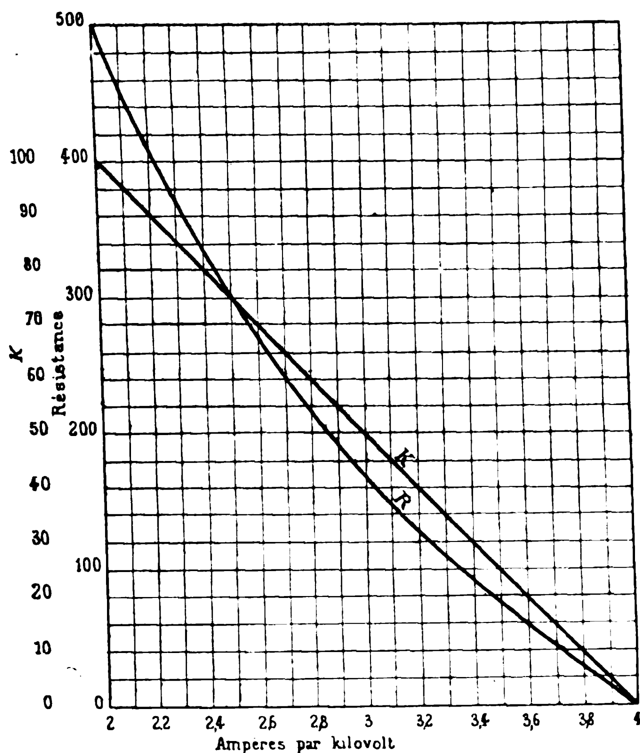


Fig. 26. — Courbes de variation du courant à travers un parafoudre (impédance de la ligne = 500 ohms).

valeur initiale de la tension de l'onde, en supposant une impédance caractéristique de la ligne de 500 ohms.

On ignore à peu près tout de la forme et de la tension des ondes perturbatrices engendrées par les coups de foudre directs sur une ligne aérienne de transmission. Bien des théories ont été élaborées pour expliquer les caprices de la foudre; mais, en pratique, il n'y a pas de protection possible contre un coup de foudre direct sur une installation ou à une petite distance de celle-ci. Pour détourner la foudre, on peut bien employer des cages de Faraday ou de hauts pylônes mis à la terre, mais en général de tels dispositifs ne sont pas justifiés à cause de la rareté des coups de foudre directs sur les postes électriques. Actuellement, les parafoudres ne sont pas prévus pour la protection contre les coups de foudre directs frappant une ligne aérienne en un point proche de l'appareil à protéger.

Des fils de terre convenablement placés pourront réduire les surtensions causées par la libération de la charge de la ligne; certains auteurs indiquent qu'un fil de terre est capable de réduire de moitié la tension induite; avec deux fils de terre la tension induite est réduite au tiers. Les calculs ne font pas prévoir une diminution aussi prononcée, mais l'expérience a toutefois démontré que le fil de terre a un effet bien marqué sur les surtensions d'origine atmosphérique.

On avait cru qu'un réseau dont la tension d'exploitation était 220 kv serait à l'abri des effets de coups de foudre indirects. Cette idée était basée principalement sur la très grande isolation de ces installations.

Comme la tension nécessaire pour produire une rupture d'isolation augmente avec la tension d'exploitation, il y aura sur les réseaux à très haute tension moins de chances de rencontrer la combinaison de conditions dangereuses qui produira la rupture d'isolation. Si le gradient atteint le chiffre possible de 300 kv:m, aucun réseau n'est à l'abri d'une rupture d'isolation à moins qu'on installe un fil de terre.

D'après les statistiques, on voit qu'en se basant seulement sur la valeur du champ électrostatique, il est difficile de conclure au sujet de l'efficacité des dispositifs de protection (fils de terre, parafoudres); mais avec les instruments de mesure comme le klydonographe ou l'oscillographe à rayons cathodiques, on peut obtenir des renseignements plus précis sur les phénomènes dus aux influences atmosphériques.

L'auteur, après l'exposé de ces notions générales, passe à l'examen des parafoudres qu'il subdivise en deux catégories : d'une part, les parafoudres à résistances dont le circuit est constitué par un intervalle d'air en série avec une résistance et, d'autre part, les parafoudres à soupape (électrolytique à aluminium, autovalve et à oxyde de plomb).

Les oscillogrammes des premiers montrent nettement deux phases de fonctionnement, d'abord l'éclatement à travers l'intervalle d'air et, ensuite, le passage du courant à travers la résistance; la tension la plus élevée varie avec le courant dès que ce dernier dépasse une certaine valeur.

Dans les parafoudres à soupape, l'intervalle d'air joue le rôle d'un interrupteur connectant l'appareil à la ligne au moment voulu; la tension maximum d'un tel parafoudre est celle d'éclatement à travers l'intervalle d'air et est indépendante de la valeur du courant qui le traverse et de la fréquence.

La comparaison des oscillogrammes de ces deux catégories de parafoudres pour des impulsions de même front produites par un générateur de laboratoire montre que le type à soupape est plus avantageux au point de vue de la durée des surtensions et donc de la protection de l'isolement du matériel.

Le retard à l'éclatement, défini par le rapport de la tension maximum aux bornes du parafoudre, sous l'influence d'une certaine impulsion, à la tension d'éclatement à basse fréquence (50 à 60 p:s), n'a de sens que pour les parafoudres à soupape et, pour ceux à résistances, seulement dans le cas où la tension

maximum aux bornes de la résistance ne dépasse pas la tension d'éclatement à travers l'intervalle d'air.

Il est donc préférable de comparer les divers parafoudres par leurs caractéristiques, tension ou courant en fonction du temps ou tension en fonction du courant, puisque ces caractéristiques peuvent être obtenues par l'oscillographe à rayons cathodiques.

En ce qui concerne l'installation des parafoudres, l'auteur signale l'importance de la longueur du circuit de protection entre la ligne aérienne et la terre, qui doit être réduite le plus possible; de même le parafoudre devra être au voisinage immédiat de l'appareil à protéger.

Enfin, dans les parafoudres à résistances, la résistance de mise à la terre doit être aussi faible que possible; les calculs montrent que des courants d'environ 10000 A peuvent passer par le conducteur de terre commun aux trois branches d'un parafoudre triphasé à haute tension. Ce courant correspond, pour l'isolement d'un transformateur voisin, à une tension supplémentaire de 10 kV pour une résistance du conducteur de terre de 1 ohm. Dans le cas des parafoudres à basse tension, le courant dérivé peut provoquer, dans la plupart des cas, une surtension de 1 kV pour une résistance du conducteur de terre de 1 ohm.

Par contre, dans les parafoudres à soupape, l'influence de la résistance du conducteur de terre sera sans importance pour le fonctionnement de la protection; il sera cependant bon de réduire cette résistance, comme dans le cas précédent, pour ménager le plus possible les isolements des appareils protégés.

Ce rapport a été discuté en même temps que le suivant

Les effets de la foudre sur les lignes de transmission, par F.-W. Peek Jr. (Etats-Unis). — Une partie des considérations sur les tensions induites, les coups de foudre directs et la protection des réservoirs à huile, qui sont contenues dans ce rapport ont déjà fait l'objet d'une analyse publiée dans notre revue [1]; nous nous contenterons donc de mentionner le générateur de foudre qui a servi, au cours des essais effectués sur modèles réduits, à la production d'ondes de forme connue à des tensions allant jusqu'à 2000000 V. La figure 27 donne en (A) le schéma général de l'appareil; en (B) est représentée la partie droite du schéma au moment de l'amorçage de l'arc entre les boules de l'éclateur G et en (C), le schéma du circuit pendant la décharge du condensateur C. L'onde produite atteint son maximum en 0,04 microseconde.

Le rapport contient en outre une série de résultats d'essais sur les divers types d'éclateurs, sur la tenue des isolateurs et des isolants.

L'éclateur à pointes nécessite, avec l'onde employée aux essais, une tension d'éclatement égale à 2,25 fois la tension d'éclatement à 60 p:s; le rapport de ces deux tensions a été nommé « rapport d'impulsion » par l'auteur.

Contrairement au précédent, l'éclateur à boules est peu influencé par la forme de l'onde d'impulsion, même si celle-ci est à front très raide; des résistances en série, lorsque leur valeur dépasse une certaine limite, donnent à cet éclateur des caractéristiques semblables à celles de l'éclateur à pointes.

Pour les isolateurs de ligne, la tension de contournement par la foudre est plus élevée que celle observée

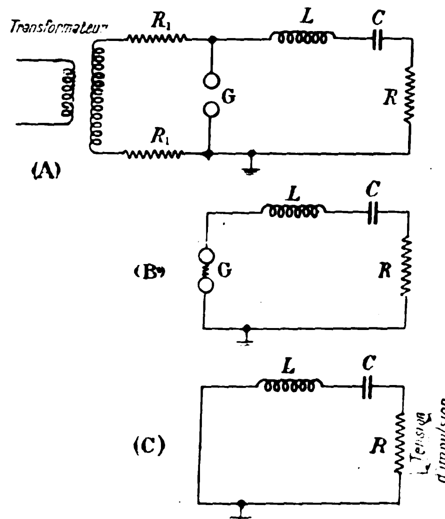


Fig. 27. — Schéma général du « générateur de foudre ».

pour un courant à 60 p:s, et elle ne varie pratiquement pas avec l'état d'humidité de l'isolateur.

La foudre suit de préférence les surfaces plutôt que le passage direct entre deux points à travers l'air ou l'huile. Ainsi, la distance explosive sera plus grande d'environ 20 pour 100 dans le cas d'une chaîne d'isolateurs (la distance explosive étant mesurée entre la tige et le capot, et non pas le long de la surface des éléments) que dans le cas d'un éclatement direct entre deux points dans l'air. Il est donc très important de rendre uniforme la rigidité diélectrique de la surface. A ce point de vue les anneaux de protection sont très importants.

La perforation de l'huile et des isolants solides a lieu avec un déphasage dans le temps, et la rigidité diélectrique sous un coup de foudre peut être plusieurs fois celle correspondant à 60 p:s. C'est pourquoi il est important de connaître le rapport d'impulsion et la tension de percement de l'isolant et du système par la foudre. Le déphasage s'explique par le fait qu'une certaine énergie est nécessaire pour traverser un isolant gazeux, liquide ou solide. Le percement de l'isolant n'a pas lieu si la tension est appliquée très rapidement, par exemple par une seule impulsion même à une valeur qui provoquerait la rupture de l'isolant si elle était appliquée de façon continue. La tension appliquée doit dépasser la valeur normale de percement

[1] Etude sur les paratonnerres et les cages au point de vue spécial de la protection des cuves à huile. *Revue générale de l'Electricité*, 9 juillet 1927, t. XXII, p. 74-76.

durant le temps nécessaire pour que la rupture se produise ; plus l'application est rapide, plus l'excédent de tension est grand, et plus le retard est petit. Ainsi, pour toute distance explosive donnée ou pour tout isolant, il n'a pas de valeur fixe, mais il dépend de la forme de l'onde, de l'impulsion ou de la rapidité d'application de la tension.

La tension induite maximum sur une ligne de transmission est indépendante de la tension de la ligne et déterminée en grande partie par la hauteur du fil conducteur au-dessus du sol. Ceci explique que dans le cas d'une ligne à 220 kv, avec des fils conducteurs disposés dans un plan vertical, la tension entre les fils conducteurs voisins dépend de leur distance au-dessus du sol. Cette tension peut être de l'ordre d'un tiers de la tension par rapport à la terre.

Pour la même raison, l'emploi de pylônes de hauteur considérable n'est pas à recommander au point de vue de la foudre. Cette observation s'applique aussi bien à la tension induite qu'aux coups de foudre directs. Avec des fils conducteurs placés à une hauteur de 40 pieds (12,2 m), les surtensions dues à la foudre pourraient facilement amorcer un arc sur une chaîne d'isolateurs de 14 éléments. Avec un fil de mise à la terre, les chances d'amorçage sont à peu près éliminées; il n'en serait pas ainsi si l'on réduisait de moitié le nombre des isolateurs. Cela souligne le fait que l'effet du fil de mise à la terre sur les amorçages d'arcs sur les isolateurs est plus important pour les lignes à haute tension que pour celles à basse tension.

En résumé, l'immunité d'une ligne par rapport à la foudre, aux avaries et aux interruptions de service est déterminée, non pas par la tension de service de la ligne, mais par la hauteur des pylônes en comparaison avec l'espace libre entre le conducteur et le pylône, et la distance au-dessus de la chaîne d'isolateurs. La protection dépend donc en grande partie de la forme donnée aux pylônes. Le fil de mise à la terre, en réduisant les tensions, permet d'augmenter les espaces libres entre le conducteur et le pylône, et le nombre des isolateurs dans la chaîne. L'anneau de garde, qui est actuellement d'un usage répandu, joue un rôle important, bien qu'il occasionne, en général, une augmentation de la tension d'amorçage d'arcs par la foudre; il ne dispense pas de prévoir une longueur suffisante de la chaîne d'isolateurs ou des distances convenables entre les fils et le pylône pour empêcher les amorçages d'arc par la foudre.

Puisque la véritable limite de la tension maximum que peut supporter une ligne de transmission dépend de ces amorçages d'arc par la foudre, il est essentiel que l'isolement de la ligne ne présente pas, au voisinage des usines génératrices, un coefficient de sécurité contre les coups de foudre supérieure à celle de l'isolement des machines et appareils, à moins qu'il n'y ait des dispositifs de protection, comme des parafoudres.

Le but du parafoudre est de détourner ou de dévier de la ligne l'onde mobile avant qu'elle n'atteigne l'appareil. Un éclateur à boules réglé pour produire un arc à une tension inférieure à celle capable de causer la perforation de l'appareil est tout à fait efficace au point de vue de la protection contre la foudre; mais chaque décharge est suivie d'une interruption de service. Dans les parafoudres employés en pratique, un dispositif a été ajouté en série avec l'éclateur pour empêcher la décharge dynamique de suivre celle de la foudre.

Discussion. — Au cours de la discussion d'ensemble des deux rapports précédents, sont intervenus MM. Capart (France), Kopeliovitch (Suisse), Mac Mahon (Grande-Bretagne), Mauduit (France) et Traverse (France).

M. Mauduit, estimant que le dispositif des essais de M. Peek ne peut, par sa disposition, faire apparaître les phénomènes d'oscillations sans décharge qui se produisent dans un réseau réel, souhaite que les essais soient repris sous une forme plus générale; il pense d'ailleurs que les parafoudres à rapide abaissement de tension, auxquels la pratique américaine paraît donner la préférence, pourraient, avec des essais appropriés, être probablement reconnus comme provoquant des oscillations plus dangereuses que le coup de foudre lui-même. Pour cette raison, le parafoudre à oxyde de plomb semble préférable aux autres, car sa résistance sur un court-circuit ne descend pas à une valeur trop faible.

M. Traverse mentionne que dans les réseaux avec neutre isolé le fil de terre renforce la capacité par rapport à la terre, ce qui rend l'extinction de l'arc plus difficile. Relativement aux parafoudres, tout en étant d'accord avec M. Eachron au sujet du retard d'amorçage, il signale qu'il semble intéressant, pour régler l'extinction de l'arc, de prévoir une résistance variable par échauffement.

Ensuite M. Capart, indique que, suivant une enquête faite par lui, les surtensions d'origine atmosphérique ou interne peuvent dépasser les coefficients de sécurité adoptés dans la construction moderne. Une simple augmentation du coefficient de sécurité conduirait très loin ; il faudrait pour les protections par condensateur adopter un facteur de sécurité de 8 environ et même de 10 pour les pays chauds.

Le fil de terre semble à M. Kopeliovitch la protection la plus efficace contre les décharges atmosphériques, alors que l'utilité des parafoudres ne semble pas démontrée ; toutefois il estime intéressant de rechercher si la variation du diamètre du fil de terre a une influence sur l'efficacité de la protection.

Enfin, M. Mac Mahon signale que l'indifférence montrée aux Etats-Unis en ce qui concerne la protection des lignes semble due au fait que le coût d'une protection efficace paraît être plus élevé que la valeur des risques courus; autrement dit, la question y est considérée au point de vue économique et non au point de vue technique.

(*A suivre.*) F. P.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Protections contre les ondes mobiles, oscillations et surtensions

La « Revue générale de l'Electricité » dans son numéro du 29 janvier dernier (*), a publié une lettre de M. Ledoux au sujet d'un article de M. Mauduit paru le 7 août 1926 (**). Ce dernier a répondu par une lettre figurant à la suite de celle de M. Ledoux. L'auteur du présent article ayant été cité dans l'une et l'autre de ces lettres s'est trouvé par là amené à publier ici un certain nombre de notes au sujet des ondes parasites et notamment à propos des dispositifs de protection contre elles auxquels fait allusion M. Ledoux. Il différencie le rôle d'appareils qui, sans absorber d'énergie d'une façon appréciable, comme des capacités pures, peuvent limiter des tensions en imposant une certaine répartition des potentiels dus aux ondes parasites et qui deviennent alors non dangereux en des points fixés, du rôle d'appareils limitant les effets des ondes parasites en déterminant l'absorption d'une puissance que ne sauraient fournir les sources de ces ondes. Il donne les formules permettant de passer à des valeurs numériques et les discute (***).

I. **Exposé général du problème.** — Nous savons qu'il se produit, sur les réseaux électriques, un certain nombre de manifestations d'allure transitoire que l'on peut se représenter ou bien comme des ondes mobiles, ou bien comme des oscillations du système en relation avec la source de ces manifestations. Les deux manières d'envisager le problème reviennent exactement au même et doivent conduire aux mêmes conclusions à condition, bien entendu, qu'on ne procède pas à des raisonnements sommaires, quoique séduisants quelquefois, qui négligent certains facteurs importants.

D'autre part, chacun de nous doit, s'il n'adopte pas complètement le langage de certains de ses confrères, lui faire au moins quelques concessions rendant les discussions possibles : on voit ainsi des partisans de la méthode par oscillations parler d'ondes mobiles, à front plus ou moins raide, ou inversement. Il ne peut, nous semble-t-il, y avoir là matière à longs développements et tout le monde paraît bien d'accord.

Nous ne nous étendrons pas à nouveau sur les effets de ces ondes parasites, en particulier leurs actions sur les transformateurs. Nous exposerons simplement quelques idées au sujet d'appareils de protection possible contre ces effets, qui sont des condensateurs, des inductances, des résistances et des combinaisons de ces éléments. Dans toutes ces questions, on doit bien préciser le résultat que l'on cherche à atteindre, car il ne saurait y avoir un appareil de protection toujours efficace, agissant dans tous les cas et évitant la possibilité d'accidents de quelque nature que ce soit. Si, par exemple, nous plaçons à l'entrée d'un poste de transformation un dispositif qui s'intercale entre le réseau et les appareils du poste, on conçoit qu'il pourra réduire dans une certaine mesure la tension d'oscillations provenant du réseau agissant sur ces appareils intérieurs, dénaturer la forme de ces oscillations — ou bien changer la hauteur et la raideur des fronts d'onde —. On conçoit également que ce dispositif agira différemment selon la fréquence des oscillations — ou la forme des fronts d'onde —, qu'il pourra agir différemment selon la nature des appareils contenus dans le poste, suivant leur charge. Mais si la source de

(*) Ch. Ledoux et A. Mauduit ; A propos des ondes mobiles, oscillations et surtensions dans les transformateurs. *Revue générale de l'Electricité*, 29 janvier 1927, t. XXI, p. 169-172.

(**) A. Mauduit ; Ondes mobiles, oscillations et surtensions dans les transformateurs. *Revue générale de l'Electricité*, 7 août 1926, t. XX, p. 209-216.

(***) On consultera aussi utilement :

R.-V. Picou ; Oscillations électriques et surélévations de tension correspondantes. *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, 4 mai 1904, t. IV (2e série), p. 267-290. Discussion à laquelle prennent part MM. Brylinski, Potier, Boucherot, Blondel, de Marchena, Guery, Potier et Picou, p. 291-346 et 359.

P. Bunet ; Ondes à front raide; Essais des appareils électriques et notamment des transformateurs avec des ondes à haute fréquence et des ondes à front raide. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, août-septembre-octobre 1924, t. IV (4e série), p. 877-904. Cet article a été analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 17 janvier 1925, t. XVII, p. 82-84.

Les Journées de Discussions de décembre 1924 (discussion du rapport de M. Bunet). Les ondes à front raide. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, octobre 1925, t. V (4e série), p. 1061-1087.

J. Fallou ; Contribution expérimentale à l'étude des surtensions dans les transformateurs. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, mars 1926, t. VI (4e série), p. 237-264 et *Revue générale de l'Electricité*, 21 novembre 1925, t. XVIII, p. 845-848.

J. Fallou ; Nouvelle contribution expérimentale à l'étude des surtensions dans les transformateurs. Discussion sur les essais contre les ondes à front raide. *Revue générale de l'Electricité*, 27 novembre 1926, t. XX, p. 772-784.

Ch. Ledoux ; A propos d'essais effectués sur des interrupteurs à résistance de choc. *Revue générale de l'Electricité*, 2 octobre 1926, t. XX, p. 483-487.

J. Fallou ; A propos de certaines surtensions dues aux arcs et de leurs effets sur les enroulements des transformateurs. *Revue générale de l'Electricité*, 26 février 1927, t. XXI, p. 323-326.

ces ondes parasites existe dans le poste même, on conçoit aussi que le dispositif de protection les empêchera quelquefois de passer dans le réseau au moins en une certaine mesure, et également qu'il soit possible que des accidents aient lieu à l'intérieur du poste sans que le dispositif, établi à son entrée, apporte une protection efficace. C'est ainsi que des transformateurs peuvent être endommagés par des surtensions qui ne sortiraient même pas de leurs cuves, en cause et effets, ou seulement peu. Tout cela commence maintenant à être bien connu, fait l'objet d'expériences éclairant de plus en plus la question et montrant dans quelles limites se vérifient les considérations théoriques auxquelles on était réduit il y a encore peu d'années.

Nous laissons de côté tout ce qui est hors du problème suivant : une oscillation de fréquence donnée (ou un mélange d'oscillations de plusieurs fréquences amorties plus ou moins et différemment, ce qui équivaut à une ou des ondes mobiles) se produit le long d'une ligne à une distance donnée d'un appareil qui doit servir de protection immédiatement au delà. Nous chercherons, en nous imposant, comme limite du danger, une valeur de la tension parasite après le dispositif de protection, quelle doit être la tension de la source parasite nécessaire et quelle puissance elle doit avoir. Ce résultat obtenu numériquement, il nous appartiendra de décider si une telle source de perturbations peut ou non exister sur le réseau en question, c'est-à-dire si la protection est réelle ou illusoire, ou encore dans quelles limites elle est probable.

II. Dangers de résonance aux fréquences peu élevées des condensateurs avec les appareils voisins.

— 1. Cas où la résonance peut se produire. — Lorsqu'un condensateur est relié avec une inductance, il se produit une résonance si $4\pi^2 f^2 L C = 1$ et on sait qu'on peut obtenir alors de fortes surtensions. Si l'on branche donc un condensateur en dérivation sur une ligne, ou entre un fil et la terre, dans le but d'agir sur les ondes de haute fréquence dont nous parlerons ensuite, la première chose est de voir si l'on doit craindre cette résonance pour la fréquence du réseau ou ses premiers harmoniques. L'inductance se trouve naturellement localisée dans les enroulements des appareils, notamment des transformateurs, installés chez celui qui a posé le condensateur ou bien chez ses voisins.

La figure 1 montre une ligne sous la tension U_L, dont nous supposons une extrémité à la terre, reliée à une inductance L, constituée, par exemple, par des transformateurs, et d'autre part à un condensateur C auquel peut être adjoint une résistance R en série.

Il est bien évident que, si le réseau maintient la tension U_L invariable, il ne peut y avoir de surtensions dans le circuit fermé de l'inductance et de la capacité. Pour que des surtensions se produisent par résonance, il faut qu'il y ait dans ce circuit une source S de la fréquence résonnante, et que la tension U_L ne soit pas imposée. On pourrait supposer que, si la résonance est possible pour la fréquence fondamentale, S est le secondaire d'un survolteur qui reste connecté alors que l'on a supprimé la tension U_L par le jeu d'un interrupteur. Mais tout danger de ce genre peut être évité si l'appareillage est convenablement prévu et, en particulier, les survolteurs et régulateurs par circuits en

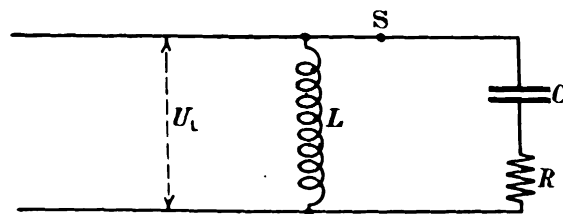


Fig. 1. — Inductance et capacité pouvant entrer en résonance.

série doivent être coupés en même temps que l'alimentation principale [1].

Mais U_L peut être la tension d'une branche d'un réseau triphasé en étoile selon la figure 2. La source S, de fréquence résonnante, est alors de fréquence triple de celle du réseau principalement, créée dans chaque branche par la saturation et disparaissant plus ou moins complètement dans la tension composée. Par résonance avec les capacités C, on peut donc déformer très fortement la tension des branches

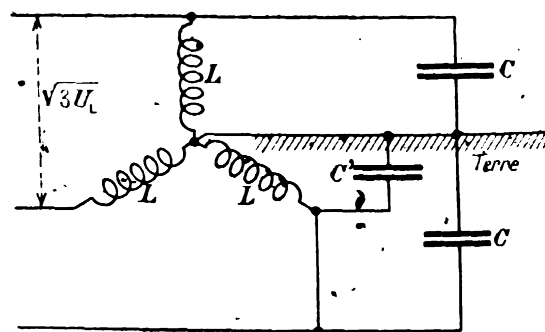


Fig. 2. — Possibilité de résonances par condensateurs installés sur les trois phases d'un système à courant triphasé en étoile.

et augmenter assez sensiblement la tension résultante entre les enroulements et la terre.

On trouverait encore d'autres montages permettant le développement de résonances. Il est donc prudent, avant de brancher des condensateurs, de chercher, ne serait-ce qu'à titre de renseignement, s'il se trouve en même temps qu'eux des inductances satisfaisant à la condition de résonance pour les fréquences susceptibles de se présenter.

(1) P. Bunet ; Accidents aux transformateurs-survolteurs. *Revue générale de l'Electricité*, 22 janvier 1921, t. IX, p. 110.

2. Ordre de grandeur de la capacité de résonance. — Il faut rechercher les plus fortes valeurs de L que l'on puisse rencontrer. A la tension $U_L = 15\,000$ v, on peut avoir un transformateur de 15 kv-A prenant à vide 2,25 kv-A réactifs, soit 0,15 A ; donc $2\pi fL = 10^5$ ohms. A la tension $U_L = 100\,000$ v, le plus petit transformateur prenant 100 kv-A réactifs, on aurait encore, avec 1 A, $2\pi fL = 10^5$ ohms.

On peut avoir plus de réactance cependant, avec de plus petits transformateurs, en particulier des transformateurs de mesure ; mais on peut prendre des dispositions spéciales, comme les laisser chargés en permanence sur leur secondaire. Il faut encore tenir compte des bobines dites d'écoulement ou autres analogues, qui ont quelquefois une inductance très élevée.

Pour la fréquence normale $f = 50$ p : s, la résonance, avec

$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC} = 10^5 \text{ ohms},$$

se produit pour $C = 3{,}2 \times 10^{-8}$ F. La résonance de l'harmonique 3 se produit pour une capacité neuf fois plus faible, ou $C = 0{,}35 \times 10^{-8}$ F.

La résonance de l'harmonique 5, qui d'ailleurs ne peut provoquer de surtension dans les branches de l'étoile sans qu'elle apparaisse aux extrêmes, a lieu pour $C = 1{,}3 \times 10^{-9}$ F, etc.

On voit facilement qu'il est impossible de limiter les surtensions par résonance en augmentant la résistance R en série avec le condensateur, sans avoir à donner à cette résistance une valeur très élevée qui retire alors, ou à peu près, l'intérêt du condensateur. Par exemple, si U_C est la tension aux bornes d'un condensateur (fig. 1) et que le circuit soit parcouru par le courant I de la fréquence considérée, $I = U : R$ pour la résonance ; alors

$$U_C = I : 2\pi fC = U : 2\pi fCR.$$

La surtension définie par le rapport

$$\frac{U_C}{U} = \frac{1}{2\pi fCR}$$

est infinie si $R = 0$; avec $C = 10^{-8}$ F, $R = 1\,000$ ohms, on a une surtension de 320 pour $f = 50$ p : s, et une surtension de l'ordre de 100 pour $f = 150$ p : s, soit le troisième harmonique.

Il est évident, cependant, que des risques de surtension de cet ordre n'existent pas couramment sur les réseaux, puisqu'ils en empêcheraient le fonctionnement, et que l'on y trouve des capacités de la grandeur, au moins de celles que nous envisageons : une ligne aérienne a une capacité linéique de l'ordre de 10^{-8} F : km, des câbles souterrains atteignent une capacité de 20×10^{-8} F : km. D'autre part on trouve des inductances variant dans les limites les plus étendues, avec le nombre, la puissance, la charge des transformateurs en service. Les résonances dangereuses, énormes mêmes, seraient fréquentes.

3. Effets des pertes et de la charge. — Heureusement, nous le savons depuis longtemps, ce sont les pertes et la charge qui réduisent le danger. Rappelons-le en quelques mots en considérant sur la figure 3 un

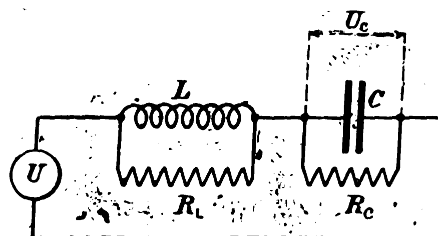


Fig. 3. — Circuit susceptible de résonner, avec inductance et capacité munies de résistances en dérivation.

condensateur C et une inductance L en série avec une source de tension alternative U, chacun de ces appareils portant en dérivation une résistance. Ces résistances représentent, l'une R_C la perte dans le condensateur, l'autre R_L la charge du transformateur supposée non déphasée sur la tension aux bornes, et qui est au moins égale aux pertes dans le fer.

La réactance totale en série est

$$Z = \frac{j\,2\pi fLR_L}{j\,2\pi fL + R_L} - \frac{j\,\frac{1}{2\pi fC}R_C}{R_C - j\,\frac{1}{2\pi fC}}$$

$$= j\left[\frac{2\pi fL}{1 + j\,\frac{2\pi fL}{R_L}} - \frac{1}{2\pi fC - j\,\frac{1}{R_C}}\right].$$

Si U_C est la tension aux bornes du condensateur, le courant I sera

$$I = U : Z = j\,U_C\left(2\pi fC - j\,\frac{1}{R_C}\right),$$

et la surtension aux bornes du condensateur

$$U_C : U = \frac{1 - 4\pi^2f^2LC + \frac{4\pi^2f^2L^2}{R_L}\left(\frac{1}{R_L} + \frac{1}{R_C}\right) - j\,2\pi fL\left(\frac{4\pi^2f^2LC}{R_L} + \frac{1}{R_C}\right)}{(1 - 4\pi^2f^2LC)^2 + 4\pi^2f^2L^2\left(\frac{1}{R_L} + \frac{1}{R_C}\right)^2}.$$

Si on ne tenait pas compte de R_L et de R_C, on aurait pour $4\pi^2 f^2 LC = 1$ une valeur infinie pour $U_C : U$. Avec cette même condition, elle se réduit à

$$\frac{1 - j2\pi f C R_L}{1 + \frac{R_L}{R_C}},$$

dont la valeur absolue est

$$U_C : U = \frac{\sqrt{1 + 4\pi^2 f^2 C^2 R_L^2}}{1 + \frac{R_L}{R_C}},$$

avec un courant

$$I = \frac{U}{R_C + R_L}\sqrt{(1 + 4\pi^2 f^2 C^2 R_C^2)(1 + 4\pi^2 f^2 C^2 R_L^2)}.$$

Si le condensateur est parfaitement isolé, on a simplement

$$U_C : U = \sqrt{1 + 4\pi^2 f^2 C^2 R_L^2}.$$

Un cas remarquable est celui où le transformateur est tel que ses pertes et charge active, avec sa puissance magnétisante, donnent un facteur de puissance 0,707 ; alors

$$R_L = \frac{1}{2\pi f C} = 2\pi f L;$$

on a

$$U_C : U = \sqrt{2},$$

au lieu de l'infini sans tenir compte de R_L. Le transformateur n'a cependant encore qu'une bien faible partie de sa charge (fig. 4).

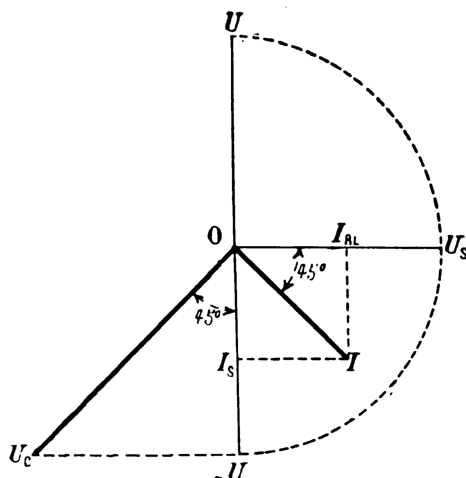


Fig. 4. — Diagramme montrant la résonance d'un condensateur et d'une inductance, cette dernière étant chargée avec facteur de puissance égal à $1 : \sqrt{2}$.

4. Calcul des surtensions en fonction de la charge, de la puissance réactive et de l'ordre de l'harmonique. — D'une manière générale, quelle charge minimum pourrons-nous supposer, comprenant au moins les pertes d'un petit transformateur et quelques appareils de mesure ou d'éclairage ?

Admettons que, sous 15 000 v par phase, cette charge minimum soit 225 w, et que sous 100 000 v par phase elle soit de 10 kw. Alors on a dans les deux cas, $R_L = 10^5$ ohms.

Dans cette hypothèse, si la capacité en dérivation par phase C est égale à 10^{-8} F, on obtiendra, en appliquant ce qui précède, les surtensions indiquées dans le tableau I lorsque $4\pi^2 f^2 LC = 1$ (au lieu de l'infini en ne tenant pas compte de R_L) la fréquence fondamentale étant toujours $f = 50$ p : s.

Tableau I. — *Valeurs des surtensions de résonance pour l'onde fondamentale et les premiers harmoniques.*

Puissance réactive nécessaire en kilovolts-ampères		Ordre de l'harmonique	Surtension $U_C : U$
15 000 v	100 000 v		
0,7	31	1	3,2
6,3	280	3	9,5
17,5	780	5	15,8

On pourra donc avoir des résonances quelquefois désagréables, surtout pour l'harmonique 3, qui existe à peu près toujours quelque part en proportion appréciable. Si sous 15000 v on fournit 6,3 kv-A réactifs, ou si sous 100000 v on fournit 280 kv-A réactifs, absorbés par un transformateur à vide, et si l'harmonique 3 est engendré dans le circuit résonnant avec une force électromotrice égale à 25 pour 100 de la tension de l'onde principale, on aura pour l'harmonique 3 une tension égale à 2,4 fois la tension normale aux bornes du condensateur.

En prenant $C = 10^{-9}$ F avec les mêmes puissances actives et avec des puissances réactives 10 fois plus petites, ce qui exige une puissance nominale des transformateurs en service beaucoup plus faible, donc généralement plus rare, on obtient les surtensions de résonance égales à 1,05 pour la fréquence fondamentale, 1,38 et 1,87 pour les harmoniques 3 et 5. Ces valeurs des surtensions diminuent encore si le condensateur est mal isolé, ou s'il a une grande résistance en dérivation. Avec 1 mégohm la réduction est dans le rapport de 1 à $1 + \frac{R_L}{R_C} = 1,1$. Quand les surtensions deviennent élevées, la réduction s'accentue dès que se produisent des effluves qui font vite diminuer R_C.

5. Conclusions relatives au rôle des condensateurs aux fréquences peu élevées. — En résumé, on voit ainsi que, sur les réseaux au-dessus de 15000 v, en considérant les puissances active et réactive les plus petites que l'on puisse trouver, qui sont les plus dangereuses à ce point de vue, des résonances peuvent se produire si on branche en dérivation des condensa-

teurs d'une capacité dépassant de beaucoup quelques millièmes de microfarad. On peut les éviter, en très grande partie tout au moins, moyennant des précautions convenables ; par exemple, dans le cas du montage représenté sur la figure 2, l'emploi de transformateurs triphasés à colonnes, et surtout celui d'un enroulement secondaire en triangle apportent de grandes atténuations ; cependant le courant harmonique assez intense, pouvant circuler dans le triangle fermé, réagit plus ou moins sur le réseau par des fuites, des chutes de tension, et y introduit des tensions harmoniques indésirables. Il faut remarquer aussi que, bien souvent, les constructeurs des condensateurs et ceux des autres appareils, surtout s'ils sont chez un voisin, ne se connaissent pas ou presque, ce qui est évidemment une

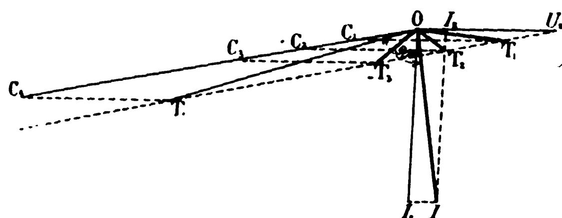


Fig. 5. — Diagramme des tensions aux bornes d'un condensateur relié à une inductance peu chargée.

mauvaise condition pour que soient évitées des réactions dangereuses entre ces appareils.

Les condensateurs installés sur les réseaux à haute tension sont généralement, au moins à notre connaissance, de l'ordre du millième de microfarad tout au plus. Est-ce à cause de cette crainte des harmoniques ? est-ce pour réduire le prix ? Il faut voir ce qui en résulte concernant le problème dont nous nous occupons, c'est-à-dire l'atténuation des fréquences très élevées.

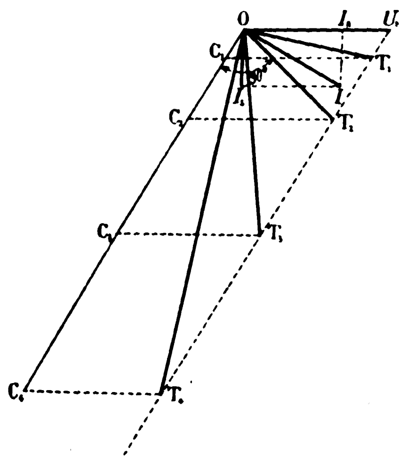


Fig. 6. — Diagramme des tensions aux bornes d'un condensateur relié à une inductance plus chargée que dans le cas de la figure 5.

Pour terminer avec les condensateurs aux basses fréquences, nous donnons les deux diagrammes des figures 5 et 6, relatifs à la figure 3, avec $R_c = \infty$, condensateur sans dérivation ; U_s est la tension aux bornes de l'inductance, I_s est le courant dans cette bobine, I_a, le courant dans la résistance en dérivation ou la représentation de la charge. La surtension est le rapport $OC_1 : OT_1$ ou $OC_2 : OT_2$, etc., avec des valeurs croissantes de la capacité. On voit que, si la charge, ou le courant I_a, est faible, il apparaît des surtensions notables pour certaines valeurs de la capacité ; au contraire, dès que la puissance active dépasse la puissance réactive, les rapports OC : OT se tiennent vers l'unité lors de leurs plus grandes valeurs.

III. **Cas d'un condensateur placé à l'extrémité d'une ligne ou à l'entrée d'un poste de transformateurs.** — Un condensateur est placé à l'extrémité dite réceptrice d'une ligne n'absorbant d'autre part aucun courant ou simplement un courant négligeable à la fréquence considérée : la réactance de la ligne est ainsi supposée très grande et sa capacité, petite à côté de la capacité C du condensateur (fig. 7).

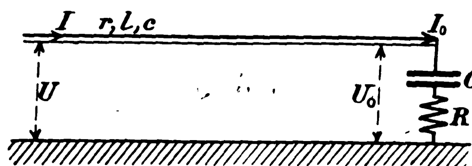


Fig. 7. — Condensateur avec résistance en série, placé à l'extrémité d'une ligne.

La ligne est caractérisée par ses constantes linéiques : résistance, capacité, inductance, perditance, r, c, l, g ; sa longueur se compte depuis l'extrémité réceptrice, de courant et tension I_0 et U_0, et est exprimée par A au total, a étant toute longueur intermédiaire. Nous aurons

$$R_1 = Ar,$$
$$C_1 = Ac,$$
$$L_1 = Al.$$

Nous savons que si nous posons

$$x = 2\pi f l, \qquad b = 2\pi f c,$$
$$Z = r + jx, \quad z^2 = r^2 + x^2,$$
$$Y = g + jb, \quad y^2 = g^2 + b^2,$$

nous obtenons les trois constantes principales de la ligne indépendantes de sa longueur

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{2}(zy + rg - xb)},$$

$$\beta = \sqrt{\frac{1}{2}(zy + rg + xb)},$$

$$K = \frac{\alpha + j\beta}{Z} = \frac{Y}{\alpha + j\beta} = \sqrt{\frac{Y}{Z}}.$$

Posons

$$M = (\cos \beta a + j \sin \beta a)\, e^{\alpha a},$$
$$N = (\cos \beta a - j \sin \beta a)\, e^{-\alpha a}.$$

Si nous voulons maintenir à l'extrémité réceptrice la tension U_0 à la terre et le courant I_0, il sera nécessaire d'avoir à la distance a des tension et courant U et I, tels que

$$\left.\begin{aligned} U &= U_0 \frac{M+N}{2} + \frac{1}{K} I_0 \frac{M-N}{2}, \\ I &= I_0 \frac{M+N}{2} + K U_0 \frac{M-N}{2}. \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Si on néglige la perditance g et que r soit petit devant x, on a

$$\alpha = \frac{r}{2}\sqrt{\frac{c}{l}},$$
$$\beta = 2\pi f \sqrt{lc},$$
$$K = \sqrt{\frac{c}{l}}.$$

Si αa est assez petit on prendra

$$e^{\pm \alpha a} = 1 \pm \alpha a + \ldots.$$

et

$$\left.\begin{aligned} \frac{M+N}{2} &= \cos \beta a + j \alpha a \sin \beta a, \\ \frac{M-N}{2} &= \alpha a \cos \beta a + j \sin \beta a. \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Toutes ces formules sont classiques et nous ne les rappelons que pour fixer les notations.

Appelons U_C la tension aux bornes du condensateur, U_R celle aux bornes de la résistance R; on a

$$U_0 = U_C + U_R,$$
$$I_0 = j 2\pi f C U_C = U_R : R = U_0 (G + jB).$$

Nous en tirons

$$G = \frac{4\pi^2 f^2 C^2 R}{1 + 4\pi^2 f^2 C^2 R^2},$$
$$B = \frac{2\pi f C}{1 + 4\pi^2 f^2 C^2 R^2},$$
$$B^2 + G^2 = \frac{4\pi^2 f^2 C^2}{1 + 4\pi^2 f^2 C^2 R^2}.$$

La puissance perdue dans la résistance à la fréquence f est ainsi

$$R I_0^2 = U_0^2 G.$$

En portant les valeurs de U_0 et I_0 dans les équations (1) et (2) nous obtenons

$$\left.\begin{aligned} U &= U_0 \left[(\cos \beta a + j \alpha a \sin \beta a) + \sqrt{\frac{l}{c}} (G + jB)(\alpha a \cos \beta a + j \sin \beta a) \right], \\ I &= U_0 \left[(G + jB)(\cos \beta a + j \alpha a \sin \beta a) + \sqrt{\frac{c}{l}} (\alpha a \cos \beta a + j \sin \beta a) \right]. \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Si la ligne est peu résistante, on néglige αa et

$$\left.\begin{aligned} U &= U_0 \left[\cos \beta a - \sqrt{\frac{l}{c}} B \sin \beta a + j \sqrt{\frac{l}{c}} G \sin \beta a \right], \\ I &= U_0 \left[G \cos \beta a + j \left(B \cos \beta a + \sqrt{\frac{c}{l}} \sin \beta a \right) \right]. \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

soit, en valeurs absolues

$$\left.\begin{aligned} U &= U_0 \sqrt{\cos^2 \beta a + \frac{l}{c}(B^2 + G^2) \sin^2 \beta a - 2\sqrt{\frac{l}{c}} B \sin \beta a \cos \beta a}, \\ I &= U_0 \sqrt{(B^2 + G^2) \cos^2 \beta a + \frac{c}{l} \sin^2 \beta a + 2\sqrt{\frac{c}{l}} B \sin \beta a \cos \beta a}. \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

Remarques. — 1. Le radical qui figure dans la valeur de U contient la somme de deux carrés ne pouvant s'annuler en même temps, sauf si

$$G = 0, \quad \text{c'est-à-dire} \quad R = 0$$

et

$$\cos \beta a = \sqrt{\frac{l}{c}} B \sin \beta a = \sqrt{\frac{l}{c}} 2\pi f C \sin \beta a. \quad (6)$$

Il peut donc se produire une résonance, à la fré-

quence considérée, par les capacités de la ligne et du condensateur combinées avec l'inductance de la ligne. Si l'on supposait nulles toutes les résistances, la tension aux bornes du condensateur deviendrait infinie.

Mais, même si le condensateur est branché sans résistance, soit $R = 0$, il reste la résistance de la ligne, et on doit revenir aux équations (3) qui la contiennent avec αa, soit

$$U = U_0 \sqrt{\left(\cos\beta a - \sqrt{\frac{l}{c}}\, B \sin\beta a\right)^2 + \alpha^2 a^2 \left(\sin\beta a + \sqrt{\frac{l}{c}}\, B \cos\beta a\right)^2} \qquad (7)$$

dont le radical ne peut jamais s'annuler, même si le premier carré est nul. En général, pour la résonance, selon (6), et avec R différent de zéro, on a

$$U = U_0 \sqrt{\frac{l}{c} G^2\alpha^2 a^2 \cos^2\beta a + \left(\alpha a \sin\beta a + \sqrt{\frac{l}{c}}\, G \sin\beta a + \sqrt{\frac{l}{c}}\, B\alpha a \cos\beta a\right)^2}.$$

Pour la résonance de la source de fréquence f à la distance A, on a d'après (6)

$$\operatorname{tg} \beta A = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{c}{l}}.$$

Quand cette résonance se produit pour une distance A très courte, ce qui exige des fréquences très élevées, on a simplement

$$\beta A = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{c}{l}}$$

ou

$$2\pi f\sqrt{ClA} = 2\pi f\sqrt{CL_1} = 1,$$

c'est-à-dire qu'on obtient la résonance ordinaire entre la capacité C devant laquelle est négligeable la capacité de la ligne et l'inductance de cette ligne.

Enfin, quand, cette résonance se produisant pour une courte distance, la résistance R est nulle, on a d'après (7)

$$U = U_0 \alpha a \sqrt{\frac{C}{C_1}} = U_0 \alpha \frac{1}{\sqrt{lc}} \frac{1}{2\pi f}$$

et sous cette dernière forme, on voit que le rapport des tensions est alors indépendant de la capacité du condensateur C, mais la distance A de la source résonnante en dépend directement.

2. En général, quand la longueur de la ligne correspond à une demi-onde ou à un multiple de demi-ondes entre son extrémité postérieure et le lieu de la source parasite, $\beta A = k\pi$, l'équation (5) donne alors $U = U_0$, et, si l'on tient compte de αA, l'équation (3) donne

$$U = U_0 \sqrt{\left(1 + \sqrt{\frac{l}{c}}\, G\alpha A\right)^2 + \frac{l}{c} B^2\alpha^2 A^2}.$$

3. D'une manière générale également, la perte en ligne P_L pour la fréquence f, avec la source à la distance A quelconque, est définie par

$$\mathrm{d}P_L = rI^2\mathrm{d}a,$$

d'où, par intégration,

$$P_L = \frac{rU_0^2}{2\beta}\left[\left(\beta A + \frac{1}{2}\sin 2\beta A\right)(B^2 + G^2) + \left(\beta A - \frac{1}{2}\sin 2\beta A\right)\frac{c}{l} + \sqrt{\frac{c}{l}}\, B(1 - \cos 2\beta A)\right].$$

(*A suivre.*)

P. Bunet.

Revues, analyses et informations

Charge d'espace et courant d'effluve en courant alternatif [1].

Cet article n'est qu'un résumé d'un travail beaucoup plus complet qui a été présenté à la réunion de New-York de l'American Institute of electrical Engineers du 7 au 11 février 1927. L'auteur, après avoir développé une théorie de la charge libérée au voisinage d'un conducteur et du courant d'effluvation arrive aux conclusions suivantes :

1° L'analyse spectrale des effluves donne le spectre de bandes de l'azote, ce qui indique que, dans une décharge par effluves dans l'air, l'ionisation produit des électrons et des molécules d'azote chargées positivement, plutôt qu'une dissociation des molécules d'azote en atomes. Les électrons, même dans le champ électrique élevé entourant les fils d'où émane l'effluvation, s'accrochent presque immédiatement aux molécules (probablement de vapeur d'eau et d'oxygène) en formant des ions comme on a pu le déduire d'après les mobilités ;

2° En rendant l'air plus conducteur au moyen d'un arc au mercure dans une ampoule en quartz et en mesurant le courant de saturation au voisinage de la tension d'effluves, on

(1) C.-H. Willis, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, mars 1927, t. XLVI, p. 272-281, 7800 mots, 25 figures.

Posons

$$M = (\cos \beta a + j \sin \beta a)\, e^{\alpha a},$$
$$N = (\cos \beta a - j \sin \beta a)\, e^{-\alpha a}.$$

Si nous voulons maintenir à l'extrémité réceptrice la tension U_0 à la terre et le courant I_0, il sera nécessaire d'avoir à la distance a des tension et courant U et I, tels que

$$\left.\begin{aligned} U &= U_0 \frac{M+N}{2} + \frac{1}{K} I_0 \frac{M-N}{2}, \\ I &= I_0 \frac{M+N}{2} + K U_0 \frac{M-N}{2}. \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

Si on néglige la perditance g et que r soit petit devant x, on a

$$\alpha = \frac{r}{2}\sqrt{\frac{c}{l}},$$
$$\beta = 2\pi f \sqrt{lc},$$
$$K = \sqrt{\frac{c}{l}}.$$

Si αa est assez petit on prendra

$$e^{\pm \alpha a} = 1 \pm \alpha a + \ldots\ldots$$

et

$$\left.\begin{aligned} \frac{M+N}{2} &= \cos \beta a + j \alpha a \sin \beta a, \\ \frac{M-N}{2} &= \alpha a \cos \beta a + j \sin \beta a. \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

Toutes ces formules sont classiques et nous ne les rappelons que pour fixer les notations.

Appelons U_C la tension aux bornes du condensateur, U_R celle aux bornes de la résistance R; on a

$$U_0 = U_C + U_R,$$
$$I_0 = j 2\pi f C U_C = U_R : R = U_0 (G + jB).$$

Nous en tirons

$$G = \frac{4\pi^2 f^2 C^2 R}{1 + 4\pi^2 f^2 C^2 R^2},$$
$$B = \frac{2\pi f C}{1 + 4\pi^2 f^2 C^2 R^2},$$
$$B^2 + G^2 = \frac{4\pi^2 f^2 C^2}{1 + 4\pi^2 f^2 C^2 R^2}.$$

La puissance perdue dans la résistance à la fréquence f est ainsi

$$R I_0^2 = U_0^2 G.$$

En portant les valeurs de U_0 et I_0 dans les équations (1) et (2) nous obtenons

$$\left.\begin{aligned} U &= U_0 \left[(\cos \beta a + j \alpha a \sin \beta a) + \sqrt{\frac{l}{c}} (G + jB)(\alpha a \cos \beta a + j \sin \beta a) \right], \\ I &= U_0 \left[(G + jB)(\cos \beta a + j \alpha a \sin \beta a) + \sqrt{\frac{c}{l}} (\alpha a \cos \beta a + j \sin \beta a) \right]. \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

Si la ligne est peu résistante, on néglige αa et

$$\left.\begin{aligned} U &= U_0 \left[\cos \beta a - \sqrt{\frac{l}{c}} B \sin \beta a + j \sqrt{\frac{l}{c}} G \sin \beta a \right], \\ I &= U_0 \left[G \cos \beta a + j \left(B \cos \beta a + \sqrt{\frac{c}{l}} \sin \beta a \right) \right]. \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

soit, en valeurs absolues

$$\left.\begin{aligned} U &= U_0 \sqrt{\cos^2 \beta a + \frac{l}{c}(B^2 + G^2)\sin^2 \beta a - 2\sqrt{\frac{l}{c}} B \sin \beta a \cos \beta a}, \\ I &= U_0 \sqrt{(B^2 + G^2)\cos^2 \beta a + \frac{c}{l}\sin^2 \beta a + 2\sqrt{\frac{c}{l}} B \sin \beta a \cos \beta a}. \end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

Remarques. — 1. Le radical qui figure dans la valeur de U contient la somme de deux carrés ne pouvant s'annuler en même temps, sauf si

$$G = 0, \quad \text{c'est-à-dire} \quad R = 0$$

et

$$\cos \beta a = \sqrt{\frac{l}{c}} B \sin \beta a = \sqrt{\frac{l}{c}} 2\pi f C \sin \beta a. \qquad (6)$$

Il peut donc se produire une résonance, à la fré-

quence considérée, par les capacités de la ligne et du condensateur combinées avec l'inductance de la ligne. Si l'on supposait nulles toutes les résistances, la tension aux bornes du condensateur deviendrait infinie.

Mais, même si le condensateur est branché sans résistance, soit $R = 0$, il reste la résistance de la ligne, et on doit revenir aux équations (3) qui la contiennent avec αa, soit

$$U = U_0 \sqrt{\left(\cos \beta a - \sqrt{\frac{l}{c}} B \sin \beta a\right)^2 + \alpha^2 a^2 \left(\sin \beta a + \sqrt{\frac{l}{c}} B \cos \beta a\right)^2} \quad (7)$$

dont le radical ne peut jamais s'annuler, même si le premier carré est nul. En général, pour la résonance, selon (6), et avec R différent de zéro, on a

$$U = U_0 \sqrt{\frac{l}{c} G^2 \alpha^2 a^2 \cos^2 \beta a + \left(\alpha a \sin \beta a + \sqrt{\frac{l}{c}} G \sin \beta a + \sqrt{\frac{l}{c}} B \alpha a \cos \beta a\right)^2}.$$

Pour la résonance de la source de fréquence f à la distance A, on a d'après (6)

$$\operatorname{tg} \beta A = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{c}{l}}.$$

Quand cette résonance se produit pour une distance A très courte, ce qui exige des fréquences très élevées, on a simplement

$$\beta A = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{c}{l}}$$

ou

$$2\pi f \sqrt{ClA} = 2\pi f \sqrt{CL_1} = 1,$$

c'est-à-dire qu'on obtient la résonance ordinaire entre la capacité C devant laquelle est négligeable la capacité de la ligne et l'inductance de cette ligne.

Enfin, quand, cette résonance se produisant pour une courte distance, la résistance R est nulle, on a d'après (7)

$$U = U_0 \alpha a \sqrt{\frac{C}{C_1}} = U_0 \alpha \frac{1}{\sqrt{lc}} \frac{1}{2\pi f}$$

et sous cette dernière forme, on voit que le rapport des tensions est alors indépendant de la capacité du condensateur C, mais la distance A de la source résonnante en dépend directement.

2. En général, quand la longueur de la ligne correspond à une demi-onde ou à un multiple de demi-ondes entre son extrémité postérieure et le lieu de la source parasite, $\beta A = k\pi$, l'équation (5) donne alors $U = U_0$, et, si l'on tient compte de αA, l'équation (3) donne

$$U = U_0 \sqrt{\left(1 + \sqrt{\frac{l}{c}} G \alpha A\right)^2 + \frac{l}{c} B^2 \alpha^2 A^2}.$$

3. D'une manière générale également, la perte en ligne P_L pour la fréquence f, avec la source à la distance A quelconque, est définie par

$$dP_L = r I^2 da,$$

d'où, par intégration,

$$P_L = \frac{r U_0^2}{2\beta} \left[\left(\beta A + \frac{1}{2} \sin 2\beta A\right)(B^2 + G^2) + \left(\beta A - \frac{1}{2} \sin 2\beta A\right) \frac{c}{l} + \sqrt{\frac{c}{l}} B (1 - \cos 2\beta A)\right].$$

(A suivre.)

P. Bunet.

Revues, analyses et informations

Charge d'espace et courant d'effluve en courant alternatif [1].

Cet article n'est qu'un résumé d'un travail beaucoup plus complet qui a été présenté à la réunion de New-York de l'American Institute of electrical Engineers du 7 au 11 février 1927. L'auteur, après avoir développé une théorie de la charge libérée au voisinage d'un conducteur et du courant d'effluvation arrive aux conclusions suivantes :

1° L'analyse spectrale des effluves donne le spectre de bandes de l'azote, ce qui indique que, dans une décharge par effluves dans l'air, l'ionisation produit des électrons et des molécules d'azote chargées positivement, plutôt qu'une dissociation des molécules d'azote en atomes. Les électrons, même dans le champ électrique élevé entourant les fils d'où émane l'effluvation, s'accrochent presque immédiatement aux molécules (probablement de vapeur d'eau et d'oxygène) en formant des ions comme on a pu le déduire d'après les mobilités ;

2° En rendant l'air plus conducteur au moyen d'un arc au mercure dans une ampoule en quartz et en mesurant le courant de saturation au voisinage de la tension d'effluves, on

[1] C.-H. Willis. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, mars 1927, t. XLVI, p. 272-281, 7800 mots, 25 figures.

a constaté que celle-ci se trouve un peu au-dessus du premier crochet que fait la courbe du courant de saturation par suite de l'entrée en jeu de l'ionisation par collisions. Les expériences réalisées avec des fils de cuivre et de magnésium ont prouvé que les courbes de saturation sont absolument indépendantes du métal du conducteur; ces faits corroborent les conceptions de Townsend d'après lesquelles les ions positifs seraient les agents actifs de l'ionisation;

3° Pendant l'alternance positive, les effluves apparaissent à une tension inférieure de 2 pour 100 à celle requise pour leur formation sur l'alternance négative. Ces résultats ont été obtenus à la pression atmosphérique seulement avec des fils dont le diamètre était compris entre les numéros 10 et 25 de la jauge Brown and Sharp. Les premières traces d'effluves positives ne se traduisent pas par des phénomènes sonores ou lumineux appréciables et les ions correspondants ne pénètrent pas dans l'air à une profondeur supérieure à 8 cm (fil n° 10, à la pression atmosphérique);

4° Les ions produits pendant l'alternance positive deviennent beaucoup plus abondants dès que les effluves ont fait leur apparition sur l'alternance négative;

5° Les irrégularités de la surface et les variations du champ conduisent à moins d'erreurs dans la mesure de la tension des effluves positives que des effluves négatives. Ce résultat était, d'ailleurs, à prévoir d'après les travaux effectués sur les effluves en courant continu;

6° Les ions engendrés autour d'un fil à effluves, pendant une alternance, ions qui ont la même polarité que la tension du fil, sont rejetés loin du fil en formant, dans l'espace, une charge qui s'éloigne jusqu'à l'instant où la tension change de signe; elle revient alors au fil. Ainsi cette charge d'espace est capable de pénétrer à une profondeur déterminée dans l'air ambiant, ou, autrement dit, elle est limitée et ses limites varient avec la tension d'effluve, avec l'augmentation de la tension au-dessus de cette dernière et, enfin, avec la fréquence; la diffusion est un obstacle à la délimitation bien nette de la charge d'espace. Puisque la charge d'espace créée pendant une alternance retourne au fil à l'alternance suivante, il doit exister, pendant une alternance, deux charges d'espace à peu près égales, l'une de même signe que la tension du fil et qui s'éloigne de celui-ci, l'autre de signe contraire qui revient au fil;

7° La mobilité des ions formés par les effluves a été calculée à partir des limites des charges d'espace et on a trouvé que la mobilité des ions positifs, à mesure que la tension croit au-dessus de la tension d'effluve, augmente, elle aussi, de 1,3 à 10 cm : s pour un gradient de potentiel de 1 v : cm; tandis que la mobilité des ions négatifs, dans les mêmes conditions, augmente de 1,6 à 10 cm : s pour un gradient de 1 v : cm. Si l'on trace les courbes donnant les mobilités des ions positifs en fonction de l'excès de la tension sur la tension d'effluve, on remarque qu'elles tendent vers une limite qui correspond à une mobilité de 10 cm : s pour 1 v : cm.

8° De l'analyse des conditions de formation des effluves il apparaît que le gradient de potentiel tout près de la surface du fil ne peut jamais prendre une valeur supérieure à celle qu'il possède pour la tension d'effluve; ceci exige que la charge superficielle du fil soit constante et que la tension de la charge d'espace ne dépasse pas la tension d'effluve;

9° Mais on a pu établir, au moyen d'hypothèses empiriques, une formule approchée donnant la valeur moyenne du courant d'effluve; cette formule fournit des nombres calculés en bon accord avec les valeurs des courants d'effluves mesurés entre deux grands cylindres concentriques; appliquée également à une ligne de transmission de 162 km de longueur, on a encore obtenu des résultats bien concordants avec les mesures effectuées par W.-W. Lewis sur cette même ligne. — B. C.

Les propriétés mécaniques des isolants en papier [1].

L'étude de la résistance mécanique des isolants en papier a été très peu poussée. MM. Schaudinn et Traeger ont effectué à l'école technique supérieure de Berlin des recherches expérimentales pour combler partiellement cette lacune. La fabrication de ces matériaux est très différente suivant qu'il s'agit de tubes ou de plaques. Il en est de même de leurs propriétés, bien qu'il s'agisse toujours des mêmes matièrès premières. Les essais nécessitent des dispositifs spéciaux pour éviter que les éprouvettes ne soient écrasées par les organes de préhension et pour qu'elles ne glissent pas sous l'action des efforts. Quand il s'agit de tubes, les résultats varient avec la qualité de la fabrication. Si l'enroulement du papier a entraîné un collage très homogène de l'isolant de liaison, on a une cassure très nette, normale à son axe. L'homogénéité entraîne également une plus grande résistance à la rupture. Comme les isolants travaillent généralement à des températures élevées, il est nécessaire d'étudier leur résistance dans ces conditions, en même temps qu'on les imbibe d'huile. Les essais effectués ont montré qu'après avoir été soumis durant quatre heures à l'action de l'huile et de la chaleur et refroidis ensuite, les isolants en papier sont assez peu affaiblis. Les essais de flexion, effectués avec un dispositif ayant pour but de répartir les efforts, ont donné des résultats cohérents, dont les écarts extrêmes ne dépassent pas 20 pour 100 de la valeur moyenne. La rupture à la flexion se produit brusquement, sans altération appréciable de la section. Ici comme dans les essais de traction, l'huile et les températures élevées (75° à 120°C) n'exercent pas une influence appréciable sur les résultats. Les essais de torsion montrent qu'il y a au début proportionnalité entre le couple de torsion et l'angle de torsion. La résistance à la torsion est indépendante du sens du couple relativement au sens d'enroulement du papier. Les essais de traction ont montré que la rupture n'est précédée d'aucun allongement. Dans la torsion, au contraire, les angles de torsion que l'on rencontre sont considérables, et ne permettent pas de négliger cet allongement.

Les plaques de carton isolant ont été essayées à l'aide d'éprouvettes parallèles et normales à la fibre. Les résistances trouvées sont respectivement 12,7 et 9,17 kg : mm². Les essais à chaud et en présence d'huile montrent une résistance rapidement décroissante quand la température croît. La loi de variation est linéaire dans l'intervalle des températures habituelles, et on peut admettre qu'à 100° C la résistance dépasse la moitié de la résistance à la température ordinaire. Aux températures supérieures, la diminution de résistance est de moins en moins accusée. A 300° C, la bakélite qui est, en général, l'agglomérant employé, se carbonise. Les essais de plaques échauffées et imbibées ont pour effet d'expulser l'huile d'inhibition. Les essais à la flexion du papier en plaque donnent des résultats très variables d'un matériel à l'autre. Ils dépendent en effet de la facilité de glissement des diverses couches de papier les unes sur les autres. L'élévation de température augmente la flexibilité. En même temps, on constate que les diverses couches de papier sont de moins en moins solidaires et finissent par se séparer. — C.-R. M.

[1] H. Schaudinn et L. Traeger, *Elektrotechnische Zeitschrift*, 21 juin 1927, t. XLVIII, p. 870-872, 2500 mots, 11 fig., 5 tabl.

SECTION INDUSTRIELLE

Tarification rationnelle de l'énergie réactive
Méthodes de mesure. Compteurs et wattmètres

Dans ce travail, l'auteur montre que, pour tenir compte du facteur de puissance dans la tarification de l'énergie électrique, le moyen le plus simple et le plus rationnel est d'adopter l'une des deux méthodes suivantes : 1° Faire payer l'énergie active W_a et l'énergie réactive W_r à des prix appropriés. C'est la méthode que l'auteur a proposée en 1917. Le rapport des deux prix sera habituellement 0,2 ou 0,3; 2° Faire payer l'énergie active seule tant que l'énergie réactive demandée dans le même intervalle de temps ne dépasse pas une fraction b de l'énergie active; si, au contraire, $W_r > bW_a$, on fait payer en supplément l'excès $W_s = W_r - bW_a$ à un prix approprié. La valeur la plus convenable de b est 0,75, en tenant compte des habitudes actuelles, ce qui revient à faire payer le supplément si le facteur de puissance est inférieur à 0,8; le prix auquel on doit faire payer W_s semble être, avec $b = 0,75$, voisin des six dixièmes du prix de l'énergie active. L'auteur compare les méthodes précédentes avec les méthodes les plus employées actuellement et montre qu'en choisissant convenablement les coefficients, on obtient les mêmes résultats pratiques, et d'une façon beaucoup plus simple qu'avec les autres méthodes. Il décrit aussi des compteurs d'énergie réactive, d'énergie complexe et d'énergie apparente, ainsi qu'une méthode d'étalonnage pratique pour les compteurs d'énergie réactive

I. Introduction. — 1. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA TARIFICATION DE L'ÉNERGIE RÉACTIVE. — Les méthodes de tarification de l'énergie électrique qui tiennent compte du facteur de puissance des installations, se répandent de plus en plus en France ; mais la plupart des méthodes utilisées sont trop compliquées et donnent lieu à de nombreux calculs avant l'obtention du prix à facturer au client.

Les producteurs d'électricité hésitent souvent sur la formule à adopter, aucune d'elles ne paraissant avoir des qualités spéciales. De multiples articles ont paru aussi dans la littérature technique française ou étrangère, articles dans lesquels on préconise des formules plus ou moins compliquées.

Le manque d'unité de vue entre les ingénieurs qui s'occupent de la question, provient surtout du fait qu'on ne s'est pas encore mis d'accord sur le choix d'une grandeur physique qui caractérise nettement les échanges d'énergie magnétisante entre le réseau de distribution et les circuits qu'il alimente. On parle bien de puissance réactive et d'énergie réactive, mais ces quantités sont considérées comme de simples expressions mathématiques. Ainsi la puissance réactive est définie par la formule $P_r = UI \sin \varphi$ et certains ingénieurs éminents admettent que cette définition doit être admise en courants sinusoïdaux et non sinusoïdaux.

Du moment que l'énergie réactive n'est qu'une entité mathématique, il n'y a pas de motifs pour en tenir compte plus que de n'importe quelle autre grandeur (facteur de puissance, puissance apparente) qu'on trouve plus commode ou qui paraît mieux appropriée.

Dans ce qui suit, nous nous proposons de montrer :

1° Qu'on peut définir des grandeurs physiques qui caractérisent les échanges d'énergie magnétisante. Cette question a déjà été étudiée par nous; par suite nous résumerons simplement les résultats que nous avons indiqués ailleurs ;

2° Que pour tenir compte du facteur de puissance des installations, il suffit de faire payer, en plus de l'énergie active, soit l'énergie réactive, soit l'excès de cette énergie sur une certaine fraction de l'énergie active ;

3° Que cette façon de faire amène à des formules simples et qu'elle est facile à faire comprendre, même aux clients non électriciens ;

4° Que le supplément à facturer peut être mesuré à l'aide de compteurs aussi simples et aussi exacts que les compteurs d'énergie active. Nous décrirons plus loin quelques types de compteurs d'énergie réactive ;

5° Enfin, qu'en appliquant à ce supplément un prix approprié, on peut obtenir, dans les limites pratiques du facteur de puissance, les mêmes résultats pécuniaires qu'avec une quelconque des formules adoptées actuellement.

2. APERÇU HISTORIQUE DE LA QUESTION DE LA TARIFICATION DE L'ÉNERGIE RÉACTIVE. — Avant d'aborder le fond de la question, il nous semble utile de donner quelques indications historiques.

Le professeur italien Riccardo Arno est le premier, à notre connaissance, qui ait insisté sur la nécessité de tenir compte du facteur de puissance dans la tarifica-

tion de l'énergie électrique (¹). Sa méthode s'est beaucoup répandue en Italie et elle est aussi très connue en France.

La méthode de M. Arno revient à faire payer la quantité

$$W'_c = \frac{2}{3} W_a + \frac{1}{3} W_{app}. \qquad (1)$$

W_a étant l'énergie active, W_{app}. l'énergie apparente, définie en courant monophasé par l'expression

$$W_{app} = \Sigma U I \Delta t; \qquad (2)$$

la quantité W'_c avait été désignée par M. Arno sous le nom d'« énergie complexe ».

Lorsqu'en 1917 on a commencé à s'occuper sérieusement en France de cette question, beaucoup d'électriciens connus, influencés probablement par la campagne que M. Arno avait faite quelques années auparavant, pensaient qu'il fallait tarifer soit l'énergie apparente définie par l'expression (2), soit l'énergie complexe d'Arno.

Nous avons été amené, devant la Commission du Déphasage de l'Union des Syndicats de l'Electricité, à montrer que ces méthodes ne convenaient pas pour les principaux motifs suivants : 1° l'énergie apparente ne tient pas compte du signe de l'énergie réactive ; 2° l'énergie apparente ne se conserve pas ; 3° on ne peut pas la mesurer à l'aide de compteurs simples et suffisamment exacts. Notre conclusion était qu'on devait mesurer une quantité de la forme

$$W_c = W_a + a W_r, \qquad (3)$$

W_r étant l'énergie réactive. Nous avons montré aussi qu'il convenait, en général, de prendre $a = 0,3$. On obtient alors la grandeur

$$W_c = W_a + 0,3\, W_r, \qquad (4)$$

qu'on désigne actuellement sous le nom « d'énergie complexe ».

La formule (4) est l'une de celles qui sont recommandées par le Ministère des Travaux publics.

Pour des motifs particuliers, notre travail sur la question n'a paru qu'en mai 1918 dans le « Bulletin de la Société internationale des Electriciens » (¹). Mais le 6 octobre 1917, la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz a déposé un brevet concernant des compteurs pour la mesure de l'énergie réactive et de l'énergie complexe de la forme générale définie par l'équation (3).

D'autre part, il a paru dans cette revue, en janvier 1918, un travail très intéressant de M. P. Boucherot (²) lequel, par des considérations théoriques concernant l'influence de chaque installation sur la marche d'un réseau, arrive à la conclusion que c'est bien l'énergie réactive qu'il faut faire payer en supplément de l'énergie active.

Malgré la grande autorité de M. Boucherot, certains ingénieurs essayent encore de défendre le point de vue d'Arno et d'autres ont adopté des formules de tarification dans lesquelles l'énergie réactive n'intervient que d'une façon indirecte.

II. Définition de la puissance et de l'énergie réactives. — Il est nécessaire, pour le fonctionnement de presque tous les appareils ou machines électriques, que leur circuit magnétique soit aimanté. Lorsque l'aimantation est produite par du courant continu, l'énergie magnétique est fournie pendant la période transitoire, tandis que, pendant le régime permanent, on n'a à fournir que les pertes par effet Joule pour maintenir constant le courant d'excitation.

Si l'aimantation est fournie par du courant alternatif, l'énergie d'aimantation est variable : le réseau fournit de l'énergie magnétisante tant que le courant i qui la produit croît et la récupère lorsque le courant tend vers zéro, de sorte qu'au bout d'un nombre entier de périodes l'énergie magnétisante fournie par le réseau est nulle. Elle n'est donc pas enregistrée par les compteurs d'énergie active, qui ne tiennent compte que de l'énergie qui se transforme en chaleur, en travail mécanique, etc.

Pour caractériser les échanges périodiques d'énergie entre le réseau et un circuit donné, il semble naturel d'adopter une grandeur proportionnelle à la valeur moyenne de l'énergie mise en jeu et à la fréquence des échanges. Pour tenir compte des habitudes prises, il faut aussi que si l'on désigne la grandeur à définir sous le nom de « puissance réactive », elle se ramène à l'expression $UI \sin \varphi$ dans les circuits monophasés à courants sinusoïdaux.

Ce sont ces considérations qui nous ont amené à

(¹) R. Arno; Nouveaux principes et appareils de mesure industrielle pour distributions alternatives simples et triphasées. *Atti dell'Associazione elettrotecnica italiana*, mars-avril 1910. Communication du 3 décembre 1909 analysée dans *La Lumière électrique*, 19 et 26 novembre, 3 décembre 1910, t. XII (2ᵉ série), p. 232-238, 264-269 et 296-302.

R. Arno; Nouveaux principes et appareils de mesure industrielle. Représentation graphique et vérification expérimentale. *Atti dell'Associazione elettrotecnica italiana*, juillet-août 1910; article analysé dans *La Lumière électrique*, 1ᵉʳ avril 1911, t. XIII (2ᵉ série), p. 396-403.

R. Arno; Sur la définition pratique et exacte de la charge complexe. *La Lumière électrique*, 15 avril 1911, t. XIV, p. 35-42.

(¹) A. Iliovici; Etude de la tarification de l'énergie électrique dans laquelle le prix du kilowatt-heure est fonction de cos φ. Compteurs et wattmètres spéciaux. *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, mai 1918, t. VIII (3ᵉ série), p. 179-233.

A. Iliovici; Étude de la tarification de l'énergie en fonction du facteur de puissance. *Revue générale de l'Electricité*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 102-104.

A. Iliovici; Sur les compteurs à tarification complexe. *Revue générale de l'Electricité*, 9 mars 1918, t. III, p. 349-351.

(²) P. Boucherot; La tarification de l'énergie électrique eu égard au cosinus φ de l'abonné. *Revue générale de l'Electricité*, 19 janvier 1918, t. III, p. 83-89.

définir la « puissance réactive moyenne » dans les circuits à courants alternatifs par la relation

$$P_r = -\frac{\omega}{T}\int_0^T \varphi i \, dt, \qquad (5)$$

φ étant un flux tel qu'on ait : $e = -\frac{d\varphi}{dt}$, e étant la tension qui règne dans le circuit ([1]).

Nous avons montré que la grandeur P_r ainsi définie est le produit par 2ω de la valeur moyenne de l'énergie magnétique dans les circuits réactifs et le produit par -2ω de la valeur moyenne de l'énergie électrique dans les capacités.

On pourrait convenir d'appeler « puissance réactive instantanée » la grandeur

$$p_r = -\omega \varphi i; \qquad (5')$$

la « puissance réactive moyenne » ou « puissance réactive » sera alors donnée par la formule (5) et l' « énergie réactive » pendant un temps t par la formule

$$W_r = -\omega \int_0^t \varphi i \, dt. \qquad (6)$$

Les grandeurs (5) et (6) caractérisent bien les échanges d'énergie magnétisante entre le réseau et les circuits particuliers et doivent intervenir dans toute tarification rationnelle de l'énergie électrique, qui veut tenir compte de ces échanges.

III. Formules de tarifications rationnelles. —

1. Tarification de l'énergie active et de l'énergie réactive. — La tarification la plus simple consisterait à faire payer l'énergie active à un prix de p_a, en francs par kilowatt-heure, et l'énergie réactive à un prix de p_r, en francs par kilowatt-heure d'énergie réactive ([2]).

On emploiera alors un compteur d'énergie active à l'indication duquel on appliquera le prix p_a et un compteur d'énergie réactive auquel on appliquera le prix p_r. Ces deux prix pourront être déterminés pour chaque réseau d'après le prix de revient de chaque sorte d'énergie dans les conditions moyennes de fonctionnement du réseau. D'après les indications que nous avons données plus haut, le rapport entre les deux prix qui semble convenir dans un grand nombre de cas serait $p_r : p_a = 0{,}3$. Dans certains cas on trouve ce rapport trop élevé et l'on préfère le rapport $p_r : p_a = 0{,}2$.

Au lieu d'appliquer les prix p_r et p_a aux indications des compteurs, on peut calculer la somme $(W_a + 0{,}3\, W_r)$ et lui appliquer le prix p_a, ce qui revient à facturer l' « énergie complexe » donnée par la formule (4).

On construit des compteurs d'énergie complexe, qui indiquent directement la grandeur (4) ou plus généralement une grandeur dont l'expression est de la forme (3) (voir paragraphe IX).

On peut se demander s'il convient de tenir compte de l'énergie réactive négative, c'est-à-dire lorsqu'elle est fournie par les circuits d'abonnés au réseau. Si l'on admet que le vendeur doit faire un bénéfice sur la vente de l'énergie réactive aussi bien que sur celle de l'énergie active, il est évident qu'il ne doit pas payer au client l'énergie réactive au prix auquel il la vend à celui-ci. Il devrait y avoir un prix pour l'énergie réactive vendue au client ([1]) et un autre prix pour celle que le client fournit au réseau ([2]).

On peut appliquer cette méthode avec un compteur à deux minuteries; l'équipage mobile engrènera avec l'une lorsqu'il tourne dans un sens et avec l'autre lorsqu'il tourne dans le sens contraire.

Pour appliquer cette méthode, il faut que le client fournisse l'énergie réactive au réseau, seulement lorsqu'elle peut lui être utile; ce qu'il n'est pas possible le plus souvent de contrôler. C'est pourquoi, en général, on ne tient pas compte de l'énergie réactive négative et on adopte à cet effet un compteur qui ne peut tourner que dans un sens.

Il est facile de faire comprendre à un abonné non électricien la nécessité de payer l'énergie réactive, en lui faisant remarquer qu'elle représente l'énergie d'aimantation des machines sans laquelle celles-ci ne pourraient pas fonctionner. L'énergie réactive est donc utile ou plutôt strictement nécessaire, bien qu'elle ne se transforme pas en énergie mécanique ou autre. De plus, cette énergie coûte au fournisseur de courant, car elle circule constamment dans les conducteurs du réseau, les transformateurs et les alternateurs; elle y produit des pertes supplémentaires (électriques et magnétiques); elle limite les possibilités du réseau en ce qui concerne la fourniture d'énergie active. L'énergie réactive est fournie par les alternateurs qui la prennent à leur courant d'excitation; il en résulte une augmentation de ce courant, d'où pertes supplémentaires par effet Joule et nécessité d'augmenter les dimensions de l'inducteur et de l'excitatrice.

Faire payer l'énergie réactive à un prix convenable revient d'ailleurs à répartir d'une façon plus équitable les charges du réseau entre les divers abonnés.

2. Tarification de l'énergie active et de l'excès de l'énergie réactive sur une fraction déterminée de l'énergie active. — Dans beaucoup de cas, il est difficile de

([1]) A. Iliovici. Définition et mesure de la puissance et de l'énergie réactives. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, septembre et octobre 1925, t. V (4e série), p. 931-962 et p. 1196. Analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 28 février 1925, t. XVII, n° 9, p. 324-327.

([2]) Nous avons proposé les noms de « wattré » (W_r) pour l'unité de puissance réactive et celui de « wattré-heure » (W_r-h) pour l'unité d'énergie réactive.

A. Iliovici; Mesure de la puissance et de l'énergie. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, supplément au n° 50, octobre 1925, t. V (4e série), p. 33; rapport présenté à la Semaine de Discussions d'octobre 1925, de la Société française des Electriciens et analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 26 décembre 1925, t. XVIII, p. 1054. Voir aussi *Revue générale de l'Electricité*, 28 février 1925, t. XVII, p. 327, note (1).

([1]) Courant déphasé en arrière sur la tension.
([2]) Courant déphasé en avant sur la tension.

transformer d'une façon radicale les contrats existants. Si on veut tenir compte de l'énergie réactive, on doit établir son prix et celui de l'énergie active de façon que, pour un facteur de puissance déterminé (par exemple $\cos \varphi_0 = 0{,}8$), la somme à payer par l'abonné pour une certaine utilisation soit la même que ce qu'il aurait eu à payer avec l'ancien tarif. Cela revient à réduire le prix de l'énergie active et à établir celui de l'énergie réactive de façon que, pour la valeur convenue ($\cos \varphi_0 = 0{,}8$ dans le cas particulier considéré) on ait

$$P_a W_a = p_a W_a + p_r W_r,$$

P_a étant l'ancien prix de l'énergie active, p_a, le nouveau et p_r, le prix de l'énergie réactive.

Si on applique, dans ces conditions, la tarification de l'énergie complexe, la somme à payer par l'abonné pour la même énergie active diminue lorsque le facteur de puissance augmente ; cette diminution est surtout très rapide dans le voisinage de $\cos \varphi = 1$.

Cela revient à faire payer par le distributeur à l'abonné l'énergie réactive au prix auquel il la lui vend. Pour éviter cet inconvénient, on a introduit des tarifications dans lesquelles on ne fait payer que l'énergie active pour $\cos \varphi \geq \cos \varphi_0$, et un supplément pour $\cos \varphi < \cos \varphi_0$, supplément d'autant plus fort que $\cos \varphi$ est plus faible. Nous indiquerons plus loin les principales méthodes basées sur ce principe.

Mais on peut appliquer une méthode analogue basée sur la tarification de l'énergie réactive ; cette méthode peut être présentée sous la forme suivante :

« Le fournisseur s'engage à fournir gratuitement à l'abonné une énergie réactive au plus égale à bW_a, b étant une constante appropriée.

» Si l'abonné consomme une énergie réactive $W_r > b W_a$, il paye le supplément

$$W_s = W_r - b W_a, \tag{7}$$

à un prix convenu p_s ».

Donc, tant que l'énergie réactive consommée est inférieure ou égale à $b W_a$, l'abonné paye la somme $p_a W_a$, p_a étant le prix de l'unité de l'énergie active. Mais si $W_r > bW_a$, il paiera : $p_a W_a + p_s(W_r - bW_a)$.

Si l'on adopte $\cos \varphi_0 = 0{,}8$, cela revient à prendre [1] $b = 0{,}75$, c'est-à-dire que l'abonné ne paye que la partie de l'énergie réactive qui dépasse les 3/4 de l'énergie active ; pour $\cos \varphi_0 = 0{,}9$ on a approximativement $b = 0{,}5$.

Quant au prix p_s, la valeur qui convient, pour $b = 0{,}75$, (qui paraît être la valeur la plus acceptable) est $0{,}6\, p_a$ pour les cas les plus courants. Ce mode de tarification est facile à faire comprendre, même aux abonnés non électriciens.

Son application ne demande qu'un compteur d'énergie active et un compteur d'énergie réactive ou, à sa place, un compteur qui mesure directement le supplément W_s.

(1) Lorsque le courant est sinusoïdal : $b = \operatorname{tg} \varphi_0$.

Avec les compteurs d'énergie active et d'énergie réactive, on calcule l'énergie W_s et, si elle est positive, on lui applique le prix p_s. Nous décrirons plus loin deux types de compteurs pour la mesure de W_s (voir paragraphe IX).

Remarques. — 1. Le mode de tarification indiqué en 1 est un cas particulier de celui indiqué en 2 correspondant à $b = 0$.

2. Nous désignerons dans ce qui suit par méthode 2 le mode de tarification défini dans ce paragraphe 2.

IV. Modes de tarification dérivés de la méthode 2. — Il peut être commode, dans certains cas, de faire des ristournes aux abonnés lorsqu'ils fournissent de l'énergie réactive au réseau ou lorsque leur demande d'énergie réactive est inférieure à celle à laquelle ils ont droit. On peut alors adopter une tarification analogue à la précédente, en enregistrant la quantité $(W_r - b W_a)$ sur une minuterie lorsqu'elle est positive et sur une autre minuterie lorsqu'elle est négative, et appliquer des tarifs convenus aux valeurs indiquées par chacune des minuteries.

On peut aussi adopter deux limites pour l'énergie réactive $W_r'^0 = b' W_a$ et $W_r^0 = b W_a$ avec $W_r'^0 < W_r^0$ et convenir que l'abonné ne payera que l'énergie active pour $W_r'^0 < W_r < W_r^0$ et un supplément $(W_r - b W_a)$ si $W_r > W_r^0$; au contraire, si l'énergie réactive demandée par lui devient inférieure à $W_r'^0$, le distributeur payera à l'abonné la quantité $(b' W_a - W_r)$.

Supposons $b = 0{,}75$ correspondant à $\cos \varphi_0 = 0{,}8$ et $b' = 0{,}5$ correspondant à $\cos \varphi'_0 \cong 0{,}9$. D'après ce qui précède, l'abonné payera l'énergie active seule pour $0{,}8 < \cos \varphi < 0{,}9$; il payera un supplément proportionnel à $(W_r - 0{,}75\, W_a)$ si $\cos \varphi < 0{,}8$; par contre il recevra une ristourne proportionnelle à $(0{,}5\, W_a - W_r)$ pour $\cos \varphi > 0{,}9$.

Dans certains cas, le distributeur peut consentir à une ristourne lorsque l'abonné demande une énergie réactive inférieure à celle à laquelle il a droit, mais ne pas avoir intérêt à ce que l'abonné lui fournisse de l'énergie réactive. On peut alors disposer les compteurs de façon qu'ils mesurent $(b' W_a - W_r)$ tant que $W_r > 0$ et $b' W_a$ pour $W_r \leq 0$

V. Autres formules de tarification utilisées. — Outre les formules indiquées plus haut, que nous trouvons les plus rationnelles et les plus simples, on emploie un certain nombre d'autres, dont les principales sont reproduites ci-après :

a) Dans le cahier des charges type du Ministère des Travaux publics, on conseille la tarification de l'énergie complexe suivant la formule (4) et aussi d'après les méthodes suivantes : on fait payer l'énergie active à un prix fixe p_a pour les déphasages en avant du courant sur la tension et pour les déphasages en arrière tels qu'on ait $\cos \varphi \geq 0{,}9$; tandis que pour $\cos \varphi < 0{,}9$ le prix de l'énergie est augmenté de 2 pour 100 pour chaque centième de la valeur de $\cos \varphi$ inférieure à 0,9.

On applique la même méthode, lorsque la limite de $\cos \varphi$ est 0,8 [1].

En prenant plus généralement $\cos \varphi_0$ comme limite entre les deux prix, on voit que l'application de la tarification précédente revient à faire payer au prix p_a l'énergie active W_a pour les déphasages en avant et pour les déphasages en arrière avec $\cos \varphi \geqq \cos \varphi_0$; tandis que, pour les déphasages en arrière avec $\cos \varphi < \cos \varphi_0$, le prix devient p_φ donné par la formule

$$p_\varphi = [1 + 2(\cos \varphi_0 - \cos \varphi)]\, p_a.$$

L'augmentation relative τ du prix pour $\cos \varphi < \cos \varphi_0$ est

$$\tau = \frac{p_\varphi - p_a}{p_a} = 2(\cos \varphi_0 - \cos \varphi). \tag{8}$$

En effet, si

$$\cos \varphi = \cos \varphi_0 - \frac{n}{100},$$

on a

$$\cos \varphi_0 - \cos \varphi = \frac{n}{100}$$

et la formule (8) devient

$$\tau = \frac{2n}{100}, \tag{8'}$$

le prix p_φ de l'unité d'énergie active augmente donc bien de 2 pour 100 pour chaque centième de la valeur de $\cos \varphi$ inférieure à $\cos \varphi_0$. En particulier, pour $\cos \varphi_0 = 0,9$ on a

$$\tau = 2(0,9 - \cos \varphi), \tag{9}$$

et pour $\cos \varphi = 0,8$ on a

$$\tau = 2(0,8 - \cos \varphi). \tag{10}$$

Pour appliquer ce mode de tarification, le plus simple est d'installer un compteur d'énergie active qui mesurera W_a et un compteur d'énergie réactive qui mesurera W_r, le tout pour une période de temps convenu, par exemple pour un mois, un trimestre, etc. On conviendra de calculer $\cos \varphi$ par la formule ;

$$\cos \varphi = \frac{W_a}{\sqrt{W_a^2 + W_r^2}}. \tag{11}$$

On voit que cette méthode est plus artificielle que celles que nous proposons ; elle nécessite des calculs plus longs et plus compliqués. Il en sera de même des formules qui suivent.

b) A la place d'une augmentation de 2 pour 100 du prix du kilowatt-heure pour chaque centième de diminution des valeurs de $\cos \varphi$, on peut appliquer une augmentation de α centièmes, ce qui revient à adopter pour $\cos \varphi < \cos \varphi_0$ le prix p_φ donné par la formule

$$p_\varphi = [1 + \alpha(\cos \varphi_0 - \cos \varphi)]\, p_a. \tag{12}$$

On a alors

$$\tau = \alpha(\cos \varphi_0 - \cos \varphi). \tag{12'}$$

c) Certaines sociétés de distribution font payer W_a à un prix p_a pour les déphasages en avant et pour les déphasages en arrière tels que $\cos \varphi \geqq \cos \varphi_0$, tandis que pour $\cos \varphi < \cos \varphi_0$, elles font payer au même prix la quantité

$$W_e = W_{app} \cos \varphi_0, \tag{13}$$

ou, ce qui revient au même

$$W_e = \frac{W_a \cos \varphi_0}{\cos \varphi}. \tag{13'}$$

Le prix p_φ pour $\cos \varphi < \cos \varphi_0$ est donné par la formule

$$p_\varphi = \frac{\cos \varphi_0}{\cos \varphi}\, p_a$$

et l'augmentation relative du prix, soit τ, par

$$\tau = \frac{\cos \varphi_0 - \cos \varphi}{\cos \varphi}. \tag{14}$$

Pour appliquer cette méthode, on se servira encore d'un compteur d'énergie active et d'un compteur d'énergie réactive. On calculera $\cos \varphi$ par la formule (11) ou W_{app} par la formule

$$W_{app} = \sqrt{W_a^2 + W_r^2}, \tag{15}$$

W_a et W_r étant pris pendant un intervalle de temps convenu. La valeur de $\cos \varphi_0$ est habituellement 0,8. On a, dans ce cas,

$$\tau = \frac{0,8 - \cos \varphi}{\cos \varphi}. \tag{14'}$$

d) Dans un autre mode de tarification on fait payer, pour $\cos \varphi < \cos \varphi_0$ et pour les déphasages en arrière, un supplément de la forme

$$c\, p_a (W_r - W_{app} \sin \varphi_0),$$

c étant une constante numérique choisie.

Dans certains cas, on fait payer :

1° W_a entre les deux limites $\cos \varphi_0$ et $\cos \varphi'_0$;

2° Un supplément $c\, p_a (W_r - W_{app} \sin \varphi_0)$ pour $\cos \varphi$ inférieur à $\cos \varphi_0$;

3° Pour $\cos \varphi > \cos \varphi'_0$, on fait une ristourne égale à $c'\, p_a (W_{app} \sin \varphi'_0 - W_r)$.

Si l'on prend $\cos \varphi'_0 = 0,9$, $\cos \varphi_0 = 0,8$ et $c = c' = 0,2$, on a $\sin \varphi_0' = 0,435$, $\sin \varphi_0 = 0,6$ et les formules donnant le supplément ou la ristourne deviennent

$$0,2(W_r - 0,6\, W_{app}) \quad \text{et} \quad 0,2(0,435\, W_{app} - W_r).$$

[1] Dans une nouvelle circulaire du Ministère des Travaux publics, on ne recommande plus que la mesure de l'énergie complexe donnée par la formule (3) avec $a = 0,2$.

L'augmentation relative τ du prix du kilowatt-heure, pour $\cos\varphi < \cos\varphi_0$, est

$$\tau = c\frac{(\sin\varphi - \sin\varphi_0)}{\cos\varphi}, \qquad (16)$$

et la diminution relative τ' pour $\cos\varphi > \cos\varphi'_0$ est

$$\tau' = c'\frac{(\sin\varphi'_0 - \sin\varphi)}{\cos\varphi}. \qquad (17)$$

Pour $\cos\varphi_0 = 0,8$; $\cos\varphi'_0 = 0,9$; $c = c' = 0,2$ on a

$$\tau = \frac{0,2\,(\sin\varphi - 0,6)}{\cos\varphi} \qquad (16')$$

et

$$\tau' = \frac{0,2\,(0,435 - \sin\varphi)}{\cos\varphi}, \qquad (17')$$

en supposant les courants sinusoïdaux et la puissance constante.

Pour l'application de ces méthodes, on emploie, comme pour les cas précédents, un compteur d'énergie active et un compteur d'énergie réactive, et on calcule W_{app} par la formule (15).

e) Une grande société de distribution d'électricité emploie une méthode de tarification dans laquelle le facteur de puissance n'influence que les « bonifications » accordées aux abonnés, qui souscrivent une puissance au moins égale à 10 kw.

Pour calculer le prix de vente du kilowatt-heure, on adopte un prix de base qui correspond à un certain prix pour la tonne de charbon et à un salaire horaire moyen de référence. Ce prix de base dépend de l'usage de l'énergie électrique, et de la nature de la tension (haute ou basse tension), à laquelle elle est fournie. Au prix de base on ajoute une majoration pour tenir compte des variations de prix du charbon et des salaires.

D'autre part, si l'utilisation annuelle dépasse 400 heures, on accorde une réduction (bonification) sur le prix de base et une autre sur les majorations. Les pourcentages des réductions dépendent du nombre d'heures d'utilisation.

Pour tenir compte du facteur de puissance, on adopte pour les pourcentages leur valeur entière, lorsqu'on a $\cos\varphi = 0,8$. Pour $\cos\varphi > 0,8$, on les multiplie par un coefficient supérieur à l'unité ; si, au contraire, on a $\cos\varphi < 0,8$ on adopte des coefficients multiplicateurs inférieurs à l'unité. Pour déterminer le facteur de puissance, on se sert d'un compteur d'énergie active et d'un compteur d'énergie réactive, comme dans les cas précédents.

VI. Comparaison du mode de tarification 2 avec les méthodes indiquées ci-dessus. — 1. Considérations générales sur la détermination des constantes. — On peut déterminer la constante b de la formule (7) ainsi que le prix p_s de l'énergie supplémentaire W_s de façon à obtenir le même résultat, entre les limites pratiques de $\cos\varphi$, qu'avec n'importe quel autre mode de tarification. Nous allons le montrer pour les principales formules ci-dessus.

A cet effet, remarquons d'abord que faire payer un supplément $W_s = W_r - bW_a$ au prix p_s équivaut à augmenter le prix de l'énergie W_a d'une valeur relative

$$\tau_r = \frac{p_s}{p_a}\left(\frac{W_r}{W_a} - b\right). \qquad (18)$$

Si l'on suppose les courants sinusoïdaux et les puissances constantes, on a

$$\frac{W_r}{W_a} = \operatorname{tg}\varphi \quad \text{et} \quad b = \operatorname{tg}\varphi_0,$$

φ_0 étant le déphasage à partir duquel on tient compte de l'énergie réactive. Posons d'autre part

$$p_s : p_a = a.$$

La formule (18) devient

$$\tau_r = a\,(\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\varphi_0). \qquad (18')$$

Nous allons montrer qu'on peut déterminer φ_0 de façon que τ_r soit pratiquement égal à l'une des principales valeurs de τ déterminées précédemment.

2. Comparaison entre les formules (18') et (12'). — Pour $\varphi = \varphi_0$ on a : $\tau_r = \tau = 0$. Pour déterminer a on écrira qu'on a $\tau_r = \tau$ pour une valeur appropriée φ_1 de φ. On en déduit

$$a = \frac{\alpha\,(\cos\varphi_0 - \cos\varphi_1)}{\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_0}. \qquad (19)$$

Nous allons appliquer ces formules aux cas particuliers recommandés par le Ministère des Travaux publics.

1° *Correspondance de la formule (9) pour* $\cos\varphi_0 = 0,9$ *et* $\alpha = 2$. — On a : $\operatorname{tg}\varphi_0 = 0,485 \simeq 0,5$. On peut prendre $\cos\varphi_1 = 0,6$, d'où $\operatorname{tg}\varphi_1 = 1,335$ et la formule (19) donne : $a = 0,7$.

Ce résultat signifie que, pour $\cos\varphi = 0,9$ et $\cos\varphi = 0,6$, on obtiendra le même résultat pécuniaire par l'application de la tarification de la formule (9) qu'en faisant payer l'énergie supplémentaire ($W_s \equiv W_r - 0,5\,W_a$) à un prix $p_s = 0,7\,p_a$, p_a étant le prix de l'énergie active.

La courbe I de la figure 1 donne la valeur de τ_r et la courbe I' les valeurs de τ, pour les autres valeurs de $\cos\varphi$. On voit que pour $\cos\varphi$ compris entre 0,9 et 0,5, les deux méthodes donnent pratiquement le même résultat ; pour $\cos\varphi < 0,5$ la tarification de l'énergie réactive d'après la méthode 2 donne des résultats plus sévères, ce qui est en conformité avec les difficultés que les faibles valeurs du facteur de puissance peuvent apporter à l'exploitation d'un réseau.

2° *Correspondance de la formule (10) pour* $\cos\varphi_0 =$

0,8 *et* $a = 2$. — On a : $\operatorname{tg} \varphi_0 = 0,75$ et, en prenant $\cos \varphi_1 = 0,5$, donc $\operatorname{tg} \varphi_1 = 1,73$, on obtient $a = 0,6$.

Les courbes II et II' de la figure 1, qui représentent respectivement dans ce cas τ_r et τ, montrent que les

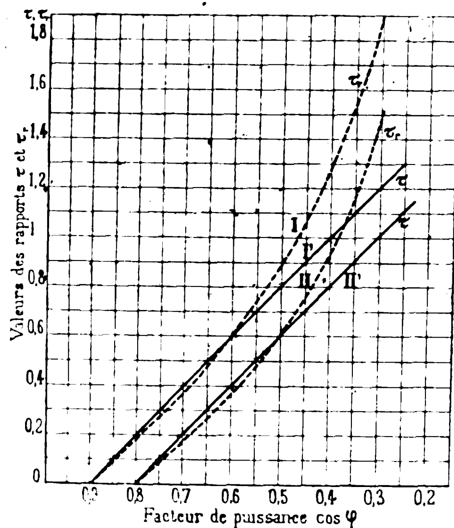


Fig. 1. — Courbes indiquant la variation de l'augmentation relative τ et τ_r du prix de vente du kilowatt-heure en fonction du facteur de puissance cos φ, d'après les formules (18') et (12') correspondant aux modes de tarification définis par les expressions (9) (courbes I et I') et (10) (courbes II et II').

deux modes de tarification donnent pratiquement le même résultat pour cos φ compris entre 0,8 et 0,4 et que pour cos $\varphi < 0,4$ la tarification de l'énergie réactive donne des résultats plus sévères.

3. Comparaison entre les formules (14) et (18'). — Si l'on détermine a de façon qu'on ait $\tau_r = \tau$ pour cos φ_1, on trouve :

$$a = \frac{\cos \varphi_0 - \cos \varphi_1}{(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_0) \cos \varphi_1}. \tag{20}$$

En particulier pour $\cos \varphi_1 = 0,5$, on trouve $a \simeq 0,6$, valeur trouvée précédemment.

Les courbes I et I' (fig. 2) donnent respectivement les valeurs de τ_r et de τ. On voit que les résultats obtenus par les deux méthodes sont pratiquement les mêmes dans de larges limites de cos φ.

Les résultats des deux derniers paragraphes nous font penser que si on fait payer le supplément de l'énergie réactive sur les trois quarts de l'énergie active ($\cos \varphi_0 = 0,8$), la valeur la plus appropriée du prix p_r de ce supplément serait, comme nous l'avons indiqué plus haut, $p_r = 0,6\, p_a$, p_a étant le prix de l'énergie active.

4. Comparaison entre les formules (18') et (16). — Pour que les deux formules donnent le même résultat pour cos φ_1 et cos φ_0, il faut prendre

$$a = \frac{c\,(\sin \varphi_1 - \sin \varphi_0)}{\cos \varphi_1\,(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_0)}. \tag{21}$$

Pour $\cos \varphi_0 = 0,8$; $\sin \varphi_0 = 0,6$; $\operatorname{tg} \varphi_0 = 0,75$; $\cos \varphi_1 = 0,6$; $\sin \varphi_1 = 0,8$; $\operatorname{tg} \varphi_1 = 1,335$, on trouve : $a = 0,115$. Les courbes II et II' de la fig. 2 montrent la très bonne concordance des deux méthodes de tarification entre $\cos \varphi = 0,8$ et $\cos \varphi = 0,3$.

VII. Conclusion des considérations exposées au sujet de la tarification de l'énergie. — De ce qui précède nous concluons que, pour tenir compte de l'énergie réactive dans la tarification, le plus simple et le plus rationnel est d'appliquer l'une des deux méthodes suivantes :

Première méthode. — On fait payer l'énergie active W_a à un prix p_a, en francs par kilowatt-heure et l'énergie

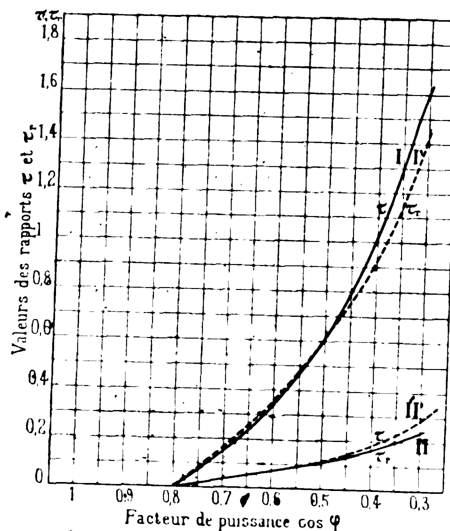


Fig. 2. — Courbes indiquant la variation de l'augmentation relative τ et τ_r du prix de vente du kilowatt-heure en fonction du facteur de puissance cos φ d'après les formules (14) et (18') (courbes I et II'), (16) et (18') (courbes II et II').

réactive W_r à un prix p_r, en francs par kilowatt-heure. Le prix p_r sera habituellement compris entre $0,2\, p_a$ et $0,3\, p_a$.

On peut ne pas tenir compte de l'énergie réactive que le client renvoie au réseau ; dans ce cas, le compteur d'énergie réactive ne tournera que dans un sens ; ou bien l'on peut en tenir compte, à un prix $p'_r < p_r$: le compteur sera alors à deux minuteries, l'une pour l'énergie réactive fournie au client, l'autre pour celle qu'il renvoie au réseau.

Deuxième méthode. — On ne fait payer que l'énergie active W_a à un prix p_a, tant que l'énergie réactive W_r consommée en même temps ne dépasse pas $b W_a$, c'est-à-dire tant qu'on a $W_r \leqq b W_a$, b étant une constante convenable.

Si W_r dépasse bW_a ($W_r > bW_a$), on fait payer le supplément : $W_s = W_r - bW_a$ à un prix p_s. Les valeurs les plus appropriées pour b et pour p_s, vu les habitudes actuelles, sont $b = 0{,}75$ et $p_s = 0{,}6\ p_a$. Prendre $b = 0{,}75$ revient à ne tenir compte de l'énergie réactive que pour $\cos \varphi < 0{,}8$.

D'autre part, si on prend en même temps $p_s = 0{,}6\ p_a$, on trouve les mêmes résultats pratiques qu'avec l'une des formules recommandées par le Ministère des Travaux publics (courbes II et II' de la figure 1) et avec la formule qui consiste à faire payer, pour $\cos \varphi < 0{,}8$, le produit par 0,8 de l'énergie apparente (courbes I et I' de la figure 2). Ces deux formules assez répandues pourraient donc être facilement remplacées par celle que nous indiquons.

En choisissant d'ailleurs convenablement les valeurs de b et de $p_s : p_a = a$, on obtient les mêmes résultats pratiques qu'avec n'importe quelle formule de tarification déjà adoptée.

Si le client ne prend pas toute l'énergie réactive à laquelle il a droit et si l'on veut lui en tenir compte, on peut appliquer un prix p'_s à l'énergie $W_s = bW_a - W_r$, lorsqu'elle est positive.

VIII. Compteurs et wattmètres. Méthodes de mesure. — A. Circuits à courant monophasé. — On peut mesurer la puissance réactive définie par la formule (5) à l'aide d'un wattmètre électrodynamique, dont le circuit en dérivation aurait une résistance négligeable devant sa réactance (1). De même, l'énergie définie par la formule (6) peut être mesurée à l'aide d'un compteur du type Thomson, dont l'induit serait monté en série avec une réactance à résistance négligeable [1].

Il ne semble pas indiqué de revenir aux compteurs à collecteur pour les courants alternatifs. On peut aussi réaliser des compteurs d'induction qui mesurent l'énergie définie par la formule (6); mais ces compteurs seraient plus compliqués que les compteurs d'énergie active et auraient une forte consommation dans le circuit en série. Les trois appareils indiqués sont influencés par la fréquence, ce que n'acceptent pas les ingénieurs s'occupant de distribution.

Dans notre travail de 1918 [2], nous avons indiqué d'autres solutions simples, qui ne mesurent qu'approximativement la grandeur définie par la formule (6).

Les constructeurs ont réalisé des compteurs d'énergie réactive, que j'ai proposé d'appeler « wattréheuremètres » et qui sont peu influencés par la fréquence, dans le voisinage de sa valeur normale. Mais ces appareils sont complexes ou d'une réalisation délicate ; de plus leur étalonnage est compliqué et peu sûr. On a réalisé aussi des wattmètres électrodynamiques, pour la mesure de la puissance réactive (« wattrémètres ») peu sensibles à la fréquence, mais qui présentent les mêmes inconvénients que les compteurs.

(1) A. Iliovici; Définition et mesure de la puissance et de l'énergie réactive. *Loc. cit.*

(2) A. Iliovici. Etude de la tarification de l'énergie électrique. *Loc. cit.*

B. Circuits à courant polyphasé. — La mesure de la puissance ou de l'énergie réactive n'est intéressante que dans les circuits à courant diphasé ou triphasé. Dans ces cas, on peut mesurer des quantités se rapprochant suffisamment, dans les conditions pratiques, de celles définies par les formules (5) et (6) en se servant de compteurs ou de wattmètres d'énergie ou de puissance active montés en tenant compte des relations de grandeurs et de phases qui existent entre les tensions des diverses phases ou entre leurs courants.

Dans certains appareils on suppose les tensions et les courants équilibrés ; nous ne nous en occuperons pas, car les résultats qu'on en obtient ne sont pas assez exacts.

Par contre l'emploi des compteurs dans lesquels on suppose seulement les tensions équilibrées est très répandu sur les réseaux triphasés, car ces compteurs présentent de grands avantages que nous allons indiquer.

1. Circuits a courant diphasé. — Pour les circuits à courant diphasé, nous préconisons le montage de la figure 3 [1] (méthode des phases croisées). Pour la

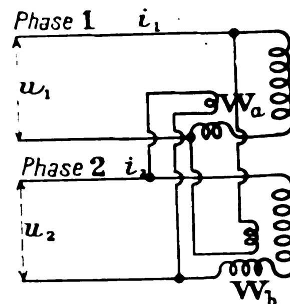


Fig. 3. — Schéma de montage des wattmètres pour la mesure de la puissance réactive dans un circuit à courant diphasé.

mesure de la puissance réactive, on emploie deux wattmètres de puissance active ; pour la mesure de l'énergie réactive, on emploie deux compteurs ou un compteur à deux éléments d'énergie active.

On mesure ainsi des grandeurs P''_r et W''_r bien définies, la première étant donnée par la formule.

$$P''_r = \frac{1}{T}\int_0^T (u_2 i_1 - u_1 i_2)\, dt, \qquad (22)$$

u_1 et u_2 étant les tensions, i_1 et i_2 les courants dans les deux phases du circuit. L'expression de W''_r s'en déduit immédiatement.

On voit facilement que, si les tensions sont équili-

(1) A. Iliovici. Etude de la tarification de l'énergie électrique en fonction du cos φ. *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, mai 1918, t. VIII, 3e série, p. 206.

A. Iliovici. Définition et mesure de la puissance et de l'énergie réactives. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, septembre et octobre 1925, t. V (4e série), p. 931-962 et 1 196.

brées et sinusoïdales, les courants étant quelconques, l'expression de P'_r devient

$$P'_r = U_1 I_1 \sin \varphi_1 + U_2 I_2 \sin \varphi_2, \qquad (22')$$

U_1, I_1 et U_2, I_2 étant les valeurs efficaces des tensions et des courants, φ_1 et φ_2 les déphasages entre les termes principaux. On a dans ce cas, $P'_r = P_r$, P_r étant défini par (5). Comme les tensions sont peu déformées et légèrement déséquilibrées dans les circuits pratiquement utilisés, la méthode sera toujours bonne ; elle a l'avantage de mesurer une quantité bien définie et de permettre l'emploi de wattmètres et de compteurs de puissance et d'énergie actives.

2. Circuits a courant triphasé. — Dans les circuits à courant triphasé, nous avons proposé qu'on mesure la grandeur P'_r définie par la formule

$$P'_r = \frac{1}{T}\int_0^T (u_{2,3} i_1 + u_{3,1} i_2 + u_{1,2} i_3)\, dt, \qquad (23)$$

et la grandeur W'_r correspondante. Dans la formule (23), i_1, i_2, i_3 sont les courants dans les fils de ligne ; $u_{1,2}$, $u_{2,3}$, $u_{3,1}$, les tensions entre ces fils deux à deux.

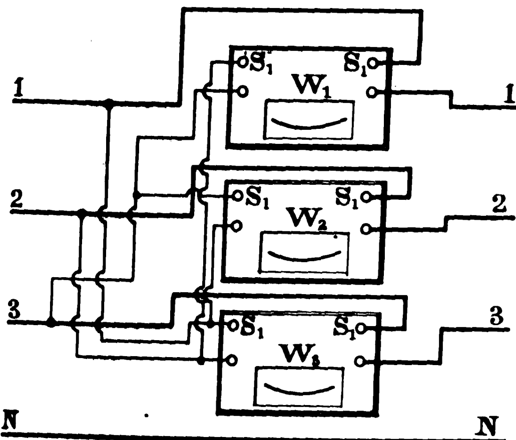


Fig. 4. — Schéma de montage de trois wattmètres pour la mesure de la puissance réactive dans un circuit à courant triphasé à 3 ou 4 fils, système Iliovici.

Les grandeurs P'_r et W'_r ainsi définies peuvent être mesurées à l'aide de trois wattmètres ou compteurs d'énergie et de puissance actives (fig. 4) ou à l'aide d'un compteur à trois éléments d'énergie active (fig. 5), dont les circuits en série sont parcourus par les courants i_1, i_2 et i_3, et dont les circuits en dérivation sont montés respectivement entre les fils 2 et 3 (tension $u_{2,3}$), 3 et 1 (tension $u_{3,1}$) et 1 et 2 (tension $u_{1,2}$).

Si les tensions $u_{1,2}$, $u_{2,3}$, $u_{3,1}$ sont sinusoïdales et forment un système triphasé équilibré, la grandeur P'_r prend la forme

$$P'_r = U_1 I_1 \sin \varphi_1 + U_2 I_2 \sin \varphi_2 + U_3 I_3 \sin \varphi_3, \qquad (23')$$

quels que soient la forme des courants et leur déséquilibrage. Dans ces conditions, P'_r coïncide avec la grandeur P_r définie par la formule (5).

Avec les déformations des courbes de tension et leur déséquilibrage qu'on rencontre dans la pratique, P'_r diffère peu de P_r. De plus, la méthode de mesure ci-dessus et celles qui en dérivent ont de grands avantages :

1° On mesure une grandeur P'_r [formule (23)] qui a un sens précis, quelle que soit la forme des courbes

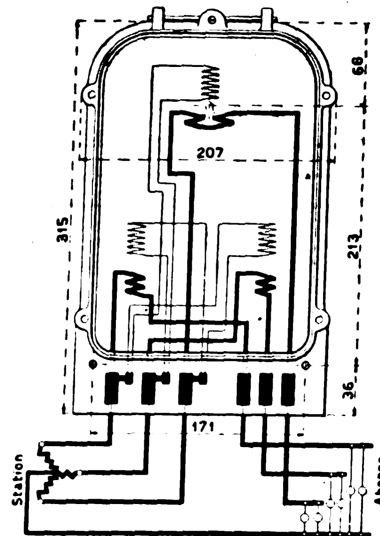


Fig. 5. — Schéma d'un compteur d'énergie réactive à trois éléments pour circuits à courant triphasé à 4 fils.

des tensions ou des courants ou leur déséquilibrage ;

2° Les grandeurs P'_r et W'_r peuvent être mesurées à l'aide de wattmètres ou de compteurs de puissance ou d'énergie actives.

On a ainsi l'avantage de pouvoir se servir de compteurs d'induction, qui sont les plus simples et les plus précis réalisés actuellement et, pour leur étalonnage, de wattmètres étalons électrodynamiques, qui sont, parmi les appareils à courant alternatif, les plus parfaits. De plus, pour l'étalonnage sur place des compteurs, on se servira des mêmes wattmètres pour les « wattheuremètres » et pour les « wattréheuremètres ». On aura donc moins d'appareils à transporter.

La grandeur à mesurer étant bien définie théoriquement et mesurable à l'aide d'appareils de grande précision, on ne risque pas de malentendu lorsque les indications de certains « wattréheuremètres » sont en discordance.

Les méthodes de mesure dont les montages sont représentés sur les figures 4 et 5 conviennent surtout dans les circuits triphasés à quatre fils. Mais on peut obtenir exactement les mêmes résultats, aussi bien dans les circuits à quatre fils que dans ceux à trois fils, en se servant de deux wattmètres ou de deux compteurs seulement, montés d'une façon appropriée.

Nous allons donner quelques indications concernant les circuits à trois fils.

La figure 6 représente le montage d'un compteur d'énergie réactive système Iliovici à deux éléments. Les circuits en dérivation sont les mêmes que dans les compteurs d'énergie active ; les circuits en série sont

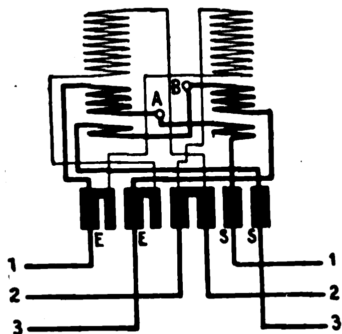


Fig. 6. — Schéma de montage d'un compteur d'énergie réactive, système Iliovici.

aussi les mêmes, sauf que chacun d'eux comporte deux enroulements dont l'un a deux fois plus de spires que l'autre. La figure 7 donne le schéma du montage d'un wattmètre à induction système Iliovici : les circuits sont encore les mêmes que dans les appareils d'énergie active, sauf que chaque circuit en série porte deux enroulements de même nombre de spires.

L'étalonnage de ces compteurs ou wattmètres peut

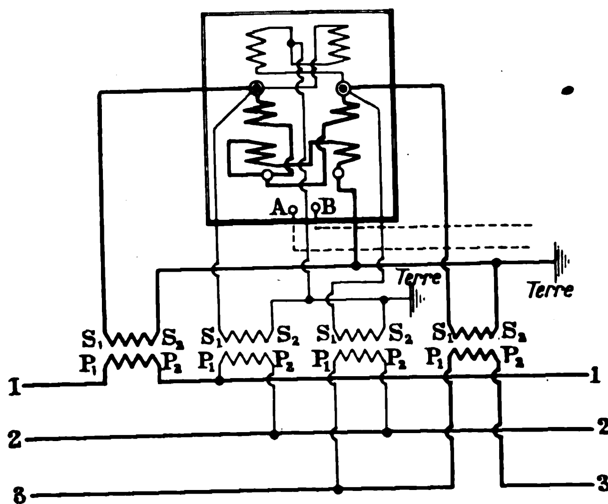


Fig. 7. — Schéma des connexions d'un wattmètre pour la mesure de la puissance réactive, système Iliovici, monté sur transformateurs de tension et transformateurs de courant.

être fait en courant monophasé, par comparaison avec un wattmètre étalon de puissance active ; on peut aussi les vérifier sur place à l'aide de deux wattmètres étalons montés suivant le schéma de la figure 8, avec un point neutre artificiel. La Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et du Matériel d'Usines à Gaz a réalisé une boîte de résistances spéciale permettant, avec les deux mêmes wattmètres ou même avec un seul et sans toucher aux connexions, en manœuvrant seulement trois commutateurs, de vérifier sur place succes-

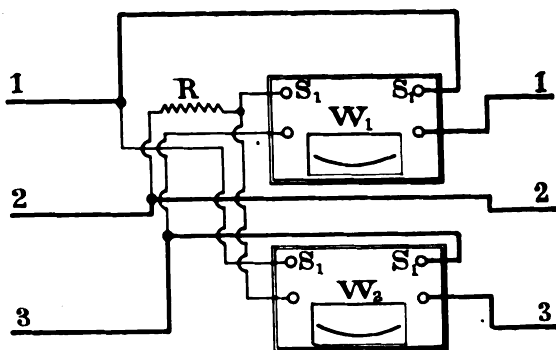


Fig. 8. — Schéma de montage de deux wattmètres pour la mesure de la puissance réactive, méthode Iliovici.

sivement le compteur d'énergie active et celui d'énergie réactive. La boîte (fig. 9) est disposée de façon que, dans les calculs, on emploie les mêmes constantes pour les wattmètres dans les deux cas. On sait que, suivant la valeur du déphasage, les wattmètres dévient dans



Fig. 9. — Vue de la boîte additionnelle de résistances dite boîte de « puissance active et puissance réactive ».

un sens ou dans le sens contraire. Grâce aux commutateurs, on peut s'arranger de façon à avoir toujours les déviations dans le sens convenable sans toucher aux connexions. La boîte comporte aussi un indicateur

d'ordre de phases et une notice indiquant la formule qui correspond à chaque position des commutateurs.

Pour obtenir la puissance active ou réactive, il faut, en effet, suivant le cas, faire la somme ou la différence des indications des deux wattmètres.

Les renseignements rapides qui précèdent permettent de se rendre compte que, par l'emploi de la boîte additionnelle, on peut étalonner facilement sur place le compteur d'énergie active et celui d'énergie réactive à l'aide des mêmes wattmètres, sur les indications desquels on a à effectuer les mêmes opérations, et on obtient les résultats sans aucune ambiguïté.

On peut, en même temps, reconnaître l'ordre des phases dans le circuit, ce qui peut éviter des erreurs de montage; on peut aussi se rendre compte facilement de la valeur et du sens du déphasage entre les courants et les tensions dans le circuit [1].

C. Compteurs d'énergie complexe. — 1. Compteurs d'énergie complexe des modèles A et B. — On construit des compteurs qui mesurent directement l'énergie complexe

$$W_c = W_a + a\,W_r. \qquad (3)$$

Les types les plus connus sont ceux de Riccardo Arno.

Un compteur d'énergie complexe Arno est un compteur d'induction d'énergie active, disposé de façon que le flux Φ_u produit par l'enroulement en dérivation soit déphasé en arrière par rapport à la tension U d'un angle supérieur à 90°. Nous avons étudié ces compteurs dans notre communication de mai 1918 à la Société internationale des Electriciens [2]. Très employés en Italie, ils ne sont pas — à notre connaissance — utilisés en France, où l'on préfère employer deux compteurs, dont l'un indique l'énergie active et l'autre l'énergie réactive.

Dans les installations nouvelles, on peut monter les deux compteurs sur un même socle et les faire agir, par l'intermédiaire d'un différentiel, sur une minuterie qui indiquera directement l'énergie complexe (3), le coefficient a étant obtenu par des engrenages appropriés.

En dehors de la minuterie précédente, ce compteur pourra en comporter deux autres, l'une indiquant l'énergie active et l'autre l'énergie réactive. On obtient ainsi le compteur représenté sur la figure 10, que nous avons imaginé en 1917 et qui est construit par la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz sous la désignation du modèle A [3].

Si l'on empêche l'équipage du compteur d'énergie réactive de tourner pour les déphasages en avant, la minuterie d'énergie réactive ne tournera pas pour ces déphasages, pour lesquels les deux autres minuteries mesurent la même quantité : l'énergie active.

On peut disposer le différentiel de façon que la minuterie d'énergie complexe enregistre $(W_r - b\,W_a)$ et ne tourne que pour $W_r > b\,W_a$; elle enregistrera alors $(W_r - b\,W_a)$ tant que cette quantité sera positive et la lecture des minuteries d'énergie complexe et d'énergie active permettra d'appliquer la tarification désignée ici sous le nom de mode de tarification 2.

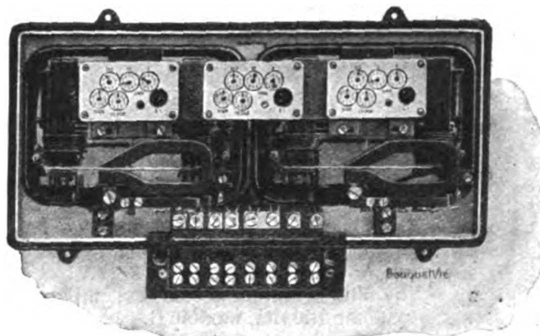


Fig. 10. — Vue d'un compteur d'énergie complexe, système Iliovici, modèle A.

Si par exemple $b = 0,75$, la minuterie d'énergie complexe ne tournera pas pour $\cos\varphi \geqq 0,8$ et, dans ce cas, la minuterie d'énergie active enregistrera seule. Au contraire, pour $\cos\varphi < 0,8$, la première minuterie enregistrera aussi et l'on appliquera aux indications de chacune un tarif déterminé.

On peut aller plus loin et faire enregistrer l'énergie complexe $(W_r - b\,W_a)$ sur une minuterie lorsqu'elle est positive et sur une autre minuterie lorsqu'elle est négative. On obtient ainsi le compteur modèle B (fig. 11).

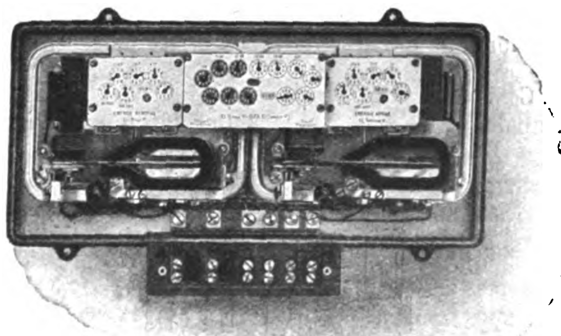


Fig. 11. — Vue d'un compteur d'énergie complexe, système Iliovici, modèle B.

On peut empêcher le compteur d'énergie réactive de tourner pour les déphasages en avant; dans ce cas la minuterie de l'énergie complexe n'en tient pas compte non plus.

2. Compteur d'énergie complexe modèle C. — Ce compteur représenté sur la figure 12 enregistre directement

[1] Pour plus de détails voir A. Iliovici : Mesure de la puissance et de l'énergie. *Bulletin de la Société française des Électriciens*, loc. cit.

[2] A. Iliovici. *Loc. cit.*

[3] Depuis, d'autres constructeurs ont construit des compteurs analogues.

l'énergie complexe $(W_r - bW_a)$. Il peut comporter une seule minuterie, qui tourne seulement lorsque $W_r > bW_a$, ou deux minuteries, comme sur la figure 12, dont l'une enregistre lorsque $(W_r - bW_a)$ est positif

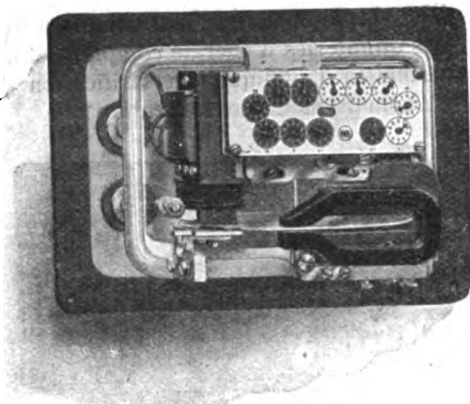


Fig. 12. — Vue d'un compteur d'énergie complexe, système Iliovici, modèle C.

et l'autre, lorsque cette quantité est négative. On peut appliquer ainsi dans chaque cas un tarif différent.

Si on adopte pour b la valeur

$$0{,}58 = \frac{1}{\sqrt{3}} \quad \text{qui correspond à} \quad \cos\varphi = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0{,}866.$$

($\varphi = 30°$), le compteur C peut être réalisé, en courant triphasé, avec un compteur de puissance active, monté suivant le schéma de la figure 13. Si l'on a $b = 0{,}75$, ($\cos\varphi = 0{,}8$ et $\varphi = 37°$), ce qui est le cas le plus courant, on pourra adopter le même montage. Mais le flux Φ du compteur devra être déphasé par rapport à la tension d'un angle supplémentaire de 7 degrés.

3. Compteur d'énergie complexe modèle D. — Ce modèle est analogue au modèle A comme forme extérieure;

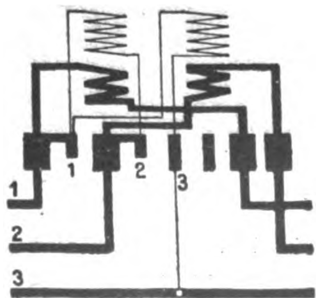


Fig. 13. — Schéma des connexions d'un compteur d'énergie complexe de modèle C, monté dans un circuit à courant triphasé.

mais le compteur d'énergie réactive est remplacé par un compteur modèle C. Il peut porter trois minuteries, l'une qui enregistre l'énergie active; l'autre, l'énergie complexe $(W_r - bW_a)$ lorsqu'elle est positive; tandis que la troisième, qui est actionnée par les deux compteurs à l'aide d'engrenages appropriés et d'un différentiel, enregistre une énergie complexe $(b'W_a - W_r)$, lorsque celle-ci est positive.

Avec ce compteur, on fait payer l'énergie active seule pour $bW_a < W_r < b'W_a$ et un supplément pour $W_r > bW_a$; par contre si $W_r < b'W_a$, on accorde un rabais au client.

D. **Compteurs et wattmètres d'énergie et de puissance apparente (voltampèremètres et voltampèremètres).** — Dans certaines méthodes de tarification, on fait intervenir l'énergie et la puissance apparentes. Il n'existe pas, à notre connaissance, d'appareil permettant de mesurer des grandeurs d'une façon simple et pour toutes les valeursde $\cos\varphi$; mais on peut mesurer l'énergie et la puissance apparentes avec une précision suffisante — entre certaines limites de $\cos\varphi$ — en se servant d'un compteur ou d'un wattmètre d'énergie ou de puissance complexes approprié.

Supposons, pour simplifier, le circuit monophasé et les courants sinusoïdaux et considérons la puissance complexe

$$P_c = 1{,}03\, UI \cos(\varphi - 20°)\ (^1). \qquad (24)$$

Pour $\cos\varphi = 1$, on a $P_c = 0{,}97\, UI = 0{,}97\, P_{app}$;
Pour $\cos\varphi = 0{,}94$, ($\varphi = 20°$), on a $P_c = 1{,}03\, P_{app}$;
Pour $\cos\varphi = 0{,}87$, ($\varphi = 40°$), on a $P_c = 0{,}97\, P_{app}$.

Donc, entre $\cos\varphi = 1$ et $\cos\varphi = 0{,}87$ (déphasage en arrière), un wattmètre qui mesure P_c donne la puissance apparente à ± 3 pour 100 près, ce qui est acceptable. Mais en dehors de ces limites de $\cos\varphi$, l'erreur devient de plus en plus grande.

On a essayé d'étendre les limites d'exactitude par l'emploi de deux méthodes.

La General electric Company ajoute un autre wattmètre au précédent, qui donne P_{app}, avec l'approximation voulue, au-dessous de la valeur limite de $\cos\varphi$ indiquée par le wattmètre précédent.

En réalité, on a deux équipages de wattmètres de puissance complexe, dont l'un donne des déviations proportionnelles (avec une approximation donnée) à la puissance apparente entre deux limites $\cos\varphi_0$ et $\cos\varphi_1$, avec $\cos\varphi_1 < \cos\varphi_0$. L'autre, par contre, est suffisamment exact entre $\cos\varphi_1$ et $\cos\varphi_2$, avec $\cos\varphi_2 < \cos\varphi_1$. L'aiguille indicatrice ou enregistreuse du wattmètre est soumise à l'action de l'équipage qui donne la plus grande déviation : on a donc ainsi la puissance apparente entre les limites $\cos\varphi_0$ et $\cos\varphi_2$.

L'Allgemeine Elektricitäts Aktien-Gesellschaft a réalisé un compteur d'énergie apparente basé sur un principe analogue.

(1) On peut voir facilement que cette puissance est de la forme : (24') $P_c = \alpha P_a + \beta P_r$. On a en effet

$$P_c = 1{,}03 \sin 20°\, UI \cos\varphi + 1{,}03 \cos 20°\, UI \sin\varphi.$$

Or, $UI\cos\varphi = P_a$ et $UI \sin\varphi = P_r$.

Nous avons imaginé des compteurs d'énergie apparente, construits par la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usine à Gaz et basés sur un principe différent.

Ces dispositifs sont analogues, au point de vue de la réalisation, au modèle A décrit ci-dessus; mais l'un des compteurs de l'ensemble mesure une énergie complexe correspondant à la formule (24), l'autre mesure une énergie complexe correspondant à une puissance de la forme

$$P'_c = kP_{app} \sin(\varphi - 40°), \qquad (25)$$

k ayant une valeur convenable. L'équipage mobile de ce dernier ne tourne que pour $\varphi > 40°$, donc pour $\cos \varphi$ inférieur à 0,87.

Les deux compteurs agissent sur une minuterie à l'aide d'engrenages appropriés et un différentiel qui ajoute leurs indications.

Pour $\cos \varphi > 0,87$, le premier compteur tourne seul et la minuterie enregistre l'énergie W_c correspondant à P_c, donc l'énergie complexe à ± 3 pour 100; pour $\cos \varphi < 0,87$, les deux compteurs tournent et la minuterie enregistre l'énergie $(W_c + W'_c)$ correspondant à $(P_c + P'_c)$. On détermine k de façon que cette somme représente encore W_{app} à ± 3 pour 100 près. On peut démontrer que, de cette manière, l'exactitude du compteur est étendue jusqu'à $\varphi = 80°$, donc $\cos \varphi = 0,17$.

On réalise ainsi un compteur d'énergie apparente exact à ± 3 pour 100 près entre $\cos \varphi = 1$ et $\cos \varphi = 0,17$.

On peut rendre l'exactitude plus grande, mais alors les limites de $\cos \varphi$ sont plus rapprochées.

A. Iliovici.

Revues, analyses et informations

Les nouvelles locomotives type 1 AAA-AAA 1 du chemin de fer du Lötschberg (1).

La Compagnie du Chemin de fer des Alpes bernoises « Berne-Lötschberg-Simplon » a envisagé en 1924 la nécessité de faire l'acquisition de nouvelles locomotives qui devaient être étudiées en tenant compte des expériences faites sur son réseau depuis 1913 et des perfectionnements apportés à la conception de ces machines à la suite de l'électrification des chemins de fer fédéraux suisses. Il s'agissait de réaliser des locomotives capables de remorquer une charge de 560 t à la vitesse de 50 km : h sur des rampes de 27 pour 1 000, la vitesse maximum pouvant s'élever à 75 km : h. C'est le modèle de machine étudié par la Société anonyme des Ateliers de Sécheron à Genève qui fut adopté et M. Meyfahrt en donne, dans l'article qui nous occupe, la spécification et la description. Ajoutons que cette société a exécuté en 1921 pour les Chemins de fer fédéraux suisses les locomotives du type 1 AA-AA 1 destinées à la ligne du Gothard (2). L'exécution de la partie mécanique des nouvelles machines du Lötschberg, suivant les plans établis par les Ateliers de Sécheron, fut confiée à la Società Ernesto Breda, à Milan (3).

1. Caractéristiques générales des nouvelles locomotives. — Ces locomotives sont prévues pour être alimentées en courant monophasé à la tension de 15 000 v et à la fréquence de 16,66 p : s. Voici quelques chiffres relatifs à leurs éléments caractéristiques : distance entre tampons, 20 260 mm; empattement total, 16 800 mm; diamètre des roues motrices, 1 350 mm; diamètre des roues porteuses, 960 mm; rapport de réduction des engrenages, 1 à 5,866; nombre des moteurs du type jumelé, 6; puissance disponible sur les roues motrices, en régime unihoraire, 4 500 ch, ce qui correspond à un effort appliqué à la roue motrice de 24 300 kg; en régime continu, 3 700 ch, soit un effort de 20 000 kg; poids de la partie mécanique, 77 t; poid de l'équipement électrique, 64 t. Sur la figure 1 sont représentés des croquis cotés de ce modèle de locomotive, sur la moitié de sa longueur.

2. Caractéristiques mécaniques. — Une particularité intéressante est l'application de la commande individuelle des essieux par moteur non suspendu, première application, d'après l'auteur de l'article, dans le cas d'un diamètre relativement faible des roues motrices. C'est cette disposition qui a permis de ne pas dépasser le poids de 141 t pour une longueur totale de 20,26 m.

La commande est à engrenages élastiques. Tandis que le système Westinghouse adopté par les Ateliers de Sécheron pour les locomotives des Chemins de fer fédéraux suisses ne convient que pour des roues motrices de diamètre au moins égal à 1 600 mm, celui qui a été prévu pour ces nouvelles machines, dit le système « Sécheron », a été spécialement étudié pour permettre la réduction de ce diamètre. Il est constitué par trois jeux de double ressort reliés, d'une part, à l'arbre creux et, d'autre part, à la jante de la roue. L'auteur compare cette solution au système Westinghouse et fait ressortir notamment, comme avantages, la réduction de l'emplacement nécessaire et la possibilité d'admettre une plus grande excentricité de l'arbre creux par rapport à l'arbre moteur sans qu'il y ait à craindre des oscillations de fréquence trop élevée de la partie non suspendue de la caisse de la voiture.

La locomotive est formée de deux trucks accouplés à trois essieux moteurs et un essieu porteur chacun. Il est prévu deux moteurs par essieu qui sont du type jumelé. Le bâti même des moteurs porte les paliers de l'arbre creux.

(1) G.-L. Meyfahrt. *Schweizerische Bauzeitung*, 23 avril 1927, t. LXXXIX, p. 221-226, et 233, 4 800 mots, 14 figures.

(2) *Schweizerische Bauzeitung*, 26 août 1922, t. LXXX, p. 97.

(3) La rédaction de *Schweizerische Bauzeitung* fait remarquer à ce propos que, seules, des considérations relatives au prix fixé pour cette fourniture sont intervenues dans le choix de ce fournisseur étranger; il convient en effet de remarquer que les salaires dans la métallurgie italienne sont environ inférieures de 45 pour 100 à ceux de la métallurgie suisse.

Le freinage mécanique est assuré par un frein à main, qui peut être commandé de chacune des deux cabines du conducteur de la locomotive et par un frein automatique Westinghouse établi pour un effort égal à 90 pour 100 de l'effort de frottement. Ces freins n'agissent que sur l'arbre moteur. De chaque côté de chacun des essieux moteurs se trouve, de plus, un dispositif de sablage à commande pneumatique.

3. Caractéristiques électriques. — Les prises de courant sont des archets; il en est prévu deux par locomotive. De faible poids, chaque archet ne comporte que deux ressorts de traction protégés, ainsi que le réservoir d'air comprimé, par un manchon en tôle. Le circuit comprend entre les archets et le transformateur, deux sectionneurs et l'interrupteur dans l'huile, montés sur le toit de la voiture, mais commandés de l'intérieur. La commande à distance de l'interrupteur est assurée par un système électropneumatique, ou par un dispositif de déclenchement à main qui est actionné dans des cabines du conducteur en cas d'alarme.

Le transformateur est muni de douze prises supplémentaires sur le secondaire. Le refroidissement de l'huile est assuré par une circulation d'air suivant le système adopté par les Ateliers de Sécheron.

L'équipement des moteurs est à commande pneumatique et mécanique suivant une solution créée par M. Meyfahrt; aux électroaimants qui commandent l'admission d'air comprimé dans les système électropneumatiques est substitué

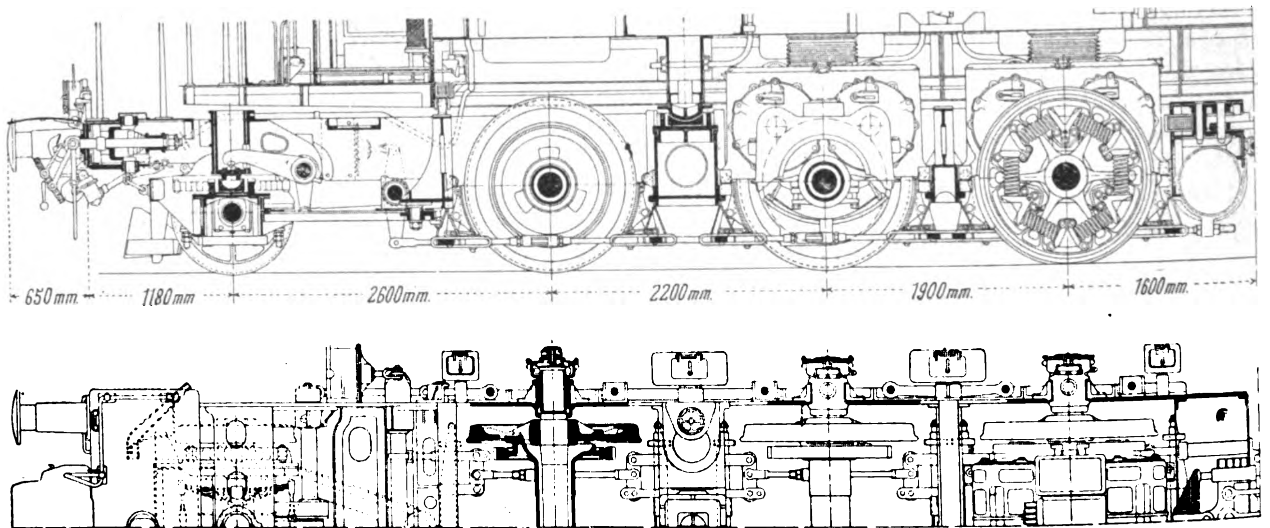


Fig. 1. — Coupe en élévation parallèlement à son axe et plan de la nouvelle locomotive du Lötschberg, type 1 AAA-AAA 1.

un dispositif mécanique qui assure l'indépendance de la vitesse de fermeture du circuit et de celle du mouvement du manipulateur; il a, de plus, permis de résoudre le problème de l'emplacement nécessaire aux 24 plots de réglage de la tension aux bornes des moteurs.

Ceux-ci sont, comme nous l'avons dit, du type jumelé; ce sont des moteurs série avec un enroulement de compensation et des pôles supplémentaires. Les deux moteurs du même groupe jumelé, à six pôles, sont reliés en série.

Le freinage électrique est assuré par des résistances sur lesquelles les moteurs débitent, en fonctionnant à excitation séparée sous la tension normale de service.

Nous n'insisterons pas sur la nomenclature et la spécification des appareils accessoires et dispositifs de protection qui rentrent dans l'équipement de ces locomotives.

4. Résultats d'essais. — Signalons, pour terminer, que les essais officiels ont eu lieu le 18 novembre 1826; il s'agissait d'un train express de 600 t, composé de 15 wagons de voyageurs et de marchandises à quatre essieux et de la voiture dynamométrique des Chemins de fer fédéraux suisses; la vitesse a atteint, dans le cours du trajet, la valeur de 65 km : h sur des rampes de 27 pour 1 000 et les résultats des mesures de la température des moteurs et du transformateur ont montré que ces organes n'avaient pas encore fourni le travail maximum dont ils sont capables. — A. C.

Dispositif de sécurité pour véhicules électriques [1].

Ce dispositif de sécurité est destiné à couper l'alimentation des moteurs de traction et provoquer l'application des freins en cas d'accident au mécanicien. Cet appareil est constitué en principe d'une roue dentée dont l'axe est porté par l'armature d'un électroaimant et qui peut engrener sous l'action d'un ressort de rappel avec une vis sans fin dont le mouvement est pris sur un des essieux de la machine. Cette roue n'est dentée que sur une portion de sa circonférence. L'armature de l'électroaimant qui commande d'une part un interrupteur provoquant le déclanchement de l'interrupteur principal de traction et qui agit d'autre part sur une soupape commandant le freinage, peut occuper trois positions. *a*) Position de marche. L'électroaimant étant excité du fait que le mécanicien appuie sur la pédale (ou sur le bouton poussoir), son armature n'agit ni sur la soupape, ni sur l'interrupteur. *b*) Le mécanicien cessant d'appuyer l'armature, celle-ci répond à l'action du ressort de rappel et la roue dentée vient engrener avec la vis sans fin et tourne. *c*) Lorsque la roue a tourné d'un angle voulu, le creux qu'elle porte se trouve en face de la vis et permet encore un léger mouvement à l'armature sous l'action du ressort de rappel. Celle-ci agit simultanément sur la soupape de commande du freinage et sur l'interrupteur. — J. S.

[1] *Revue B. B. C.*, mai 1927, t. xiv, p. 137-139, 1800 mots, 4 fig.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Compagnie centrale d'Eclairage et de Transport de force par l'Electricité.

(Compagnie d'Electricité de Limoges).

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 28 AVRIL 1927.

Du rapport concernant l'exercice 1926 de cette société au capital de 10 millions de francs et dont le siège est à Paris, 46, rue de Provence, nous extrayons les renseignements suivants :

L'extension du réseau s'est accentué assez intensivement pendant l'exercice. A Limoges, 21 000 m de câbles et de canalisations diverses ont été posés; dans les réseaux départementaux de la Haute-Vienne et de la Corrèze, 58 km de lignes à 20 000 v et 17 km de lignes à 5 200 v ont été installées

Les lignes du Saillant-Terrasson et du Saillant-Juillac ont été mises en service.

De même, la ligne de Limoges à Aixe et Saint-Junien (23 km) est entrée en exploitation au cours de l'année dernière.

Les installations d'éclairage public de la ville de Limoges ont été continuées, conformément aux accords avec la municipalité et 41 candélabres nouveaux ont été ajoutés à ceux déjà existants.

Les comptes montrent que les recettes nettes d'éclairage et de force motrice se sont élevées à 8 869 006,10 fr, en augmentation de 1 174 902,70 fr par rapport à l'exercice précédent (1).

Déduction faite des dépenses d'exploitation et des amortissements pour 6 702 103,02 fr, le bénéfice brut ressort à 2 166 903,08 fr.

A ce chiffre vient s'ajouter, pour recettes diverses, une somme de 588 025,85 fr, soit ensemble 2 754 928,93 fr contre 2 371 982,92 fr en 1925.

Après déduction sur ce bénéfice d'exploitation, de 206 949,21 fr pour frais généraux et d'administration et de 418 945,87 fr pour charges financières de l'exercice, le bénéfice net de l'exercice est de 2 129 033,85 fr.

Après déduction de 54 142,70 fr pour remboursement d'obligations, il reste un solde de 2 074 891,15 fr qui se répartit de la façon suivante :

5 pour 100 pour la réserve légale, soit 103 744,55 fr; intérêts de 6 pour 100 à toutes les actions libérées ou non libérées, soit 431 178 fr; 64 620 fr pour le compte amortissement des actions; 10 pour 100 du reste au conseil, soit 147 534,86 fr; un second dividende de 10 fr à toutes les actions, soit 1 000 000 fr.

Il reste une somme de 327 813,74 fr qui, avec le report des exercices antérieurs, de 403 943,66 fr, donne un ensemble de bénéfices reportés de 731 757,40 fr.

(1) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 3 juillet 1926, t. XX, p. 35-36.

Les actionnaires ayant déjà touché au mois de décembre dernier, outre l'intérêt à 6 pour 100, une somme de 4 fr par titre, le solde à recevoir par action libérée ou non libérée, est de 6 fr, mis en paiement depuis le 1er juillet 1927.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif

	fr
Premier établissement	9 514 802,04
Compteurs	853 840,35
Titres en portefeuille	2 925 375,10
Marchandises en magasin	1 653 198,13
Débiteurs divers	4 241 759,49
Caisses et banques	1 742 148,81
Impôts sur titres à recouvrer	21 995,91
Primes de remboursement sur obligations	1 983 806,70
Actionnaires	2 813 700 »
Commandes en cours	1 000 863,55
Créance consolidée sur les Chemins de fer départementaux de la Haute-Vienne	1 650 000 »
Acompte sur dividende	831 178 »
	29 232 668,08

Passif

	fr
Capital	10 000 000 »
Obligations en circulation	8 411 000 »
Réserve légale	470 840,94
Fonds d'amortissement des actions	589 701,72
Créditeurs divers	3 272 463,45
Fournisseurs	705 598,10
Comptes courants	831 875 »
Obligations amorties et coupons échus non encore présentés	821 580,72
Provision pour créances douteuses et charges fiscales	732 191,04
Provision pour renouvellement de matériel	500 000 »
Compte d'ordre	364 439,60
Profits et pertes de l'exercice 1926	2 129 033,85
Report antérieur	403 943,66
	29 232 668,08

Compagnie électrique du Nord.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 24 JUIN 1927.

Du rapport annuel concernant l'exercice 1926 de cette compagnie au capital de 40 millions de francs et dont le siège est à Douai, nous extrayons les renseignements suivants :

A l'usine de Beautor, la compagnie a terminé l'installation des quatre chaudières Garbe fournies par la Société alsacienne de Construction mécanique.

Pour ce qui concerne les réseaux à haute tension, les lignes en cours de construction ou de transformation entre Chaulnes et Montdidier ont été achevées et mises en ser-

vice. Le réseau de grande distribution à 45 000 v peut être ainsi considéré comme achevé. Mais il devient insuffisant comme réseau de transmission d'énergie et la compagnie a dû étudier et entreprendre les installations nécessaires pour conduire vers le sud-ouest une partie de l'énergie qui lui est fournie par les compagnies houillères.

A cet effet, une ligne de transmission d'énergie électrique sera établie entre le bassin houiller et un point à choisir dans la région de Compiègne; elle fonctionnera provisoirement sous la tension de 45 000 v en doublant les lignes existantes. Un premier tronçon de cette ligne allant de Méricourt (poste des mines de Vicoigne, Nœux et Drocourt) à Péronne a été entrepris et presque entièrement achevé dans le courant de l'année.

La longueur des lignes à haute tension passe ainsi de 548 km fin 1925 à 602 km fin 1926.

La compagnie a poursuivi ou achevé les travaux en cours dans les postes de transformation de Vendin, Gauchy, Laon et Chauny, pour en accroître la puissance.

A Gauchy et à Clairoix ont été installés des groupes compensateurs-synchrones pour régulariser la tension des distributions.

La longueur des lignes à 15 000 v qui était de 1 010 km fin 1925 atteint 1 125 km fin 1926.

Au 31 décembre 1926, le nombre des réseaux communaux exploités directement par la compagnie se décomposait comme il suit :

149 appartenant à la compagnie; 9 appartenant au Syndicat du Nord-Est de Saint-Quentin; 26 appartenant à la Société électrique de la région de Ham, soit une augmentation de 44 réseaux en 1926.

Le nombre d'abonnés alimentés en basse tension était de 21 040 à fin 1926 contre 16 343 à fin 1925.

Dans le courant de l'année 1926, la compagnie a commencé à fournir de l'énergie à la Compagnie auxiliaire d'Entreprise et de Distribution qui exploite un groupe de communes au sud de Laon. Les autres services publics de distribution ont pour la plupart étendu leurs réseaux.

Le nombre de localités alimentées directement ou indirectement par la compagnie est ainsi passé de 934 (fin 1925) à 1 089 (fin 1926).

En ce qui concerne les concessions communales, dans le département du Nord, leur nombre n'a pas changé.

Dans le département du Pas-de-Calais, la concession s'étend sur 73 communes au lieu de 63 à fin 1925.

Dans la Somme, le Syndicat de Chaulnes a accordé une concession qui englobe 29 communes.

Dans l'Aisne, les concessions s'étendent sur 59 communes parmi lesquelles 25 sont groupées en syndicats de communes.

Dans l'Oise, le Syndicat de Breteuil a étendu les concessions à six nouvelles communes portant ainsi le total à 33.

Le dossier des dommages de guerre a été examiné par le Comité central de Préconciliation. Ce comité évalue à 9 592 515 fr la perte subie et propose qu'il soit alloué à la compagnie une indemnité totale de 38 354 444 fr, frais supplémentaires compris.

Voici, d'autre part, quelques renseignements sur les participations de la compagnie dans d'autres sociétés.

Malgré l'augmentation de ses frais d'exploitation, conséquence de la hausse générale des prix, la Société de Halage électrique a réalisé sans majoration de tarif un bénéfice net de 595 000 fr. Le dividende a été maintenu à 10 pour 100.

La Société électrique de la Vallée de l'Oise poursuit normalement le développement de ses exploitations. Son dividende est resté fixé à 7 pour 100.

La compagnie a été conduite à prendre une participation dans le capital de la Société Desson et Cie qui exploite le secteur électrique du Retz dans la région du Soissonnais.

Le solde bénéficiaire de l'exercice 1926, après dotation des réserves et amortissements, s'élève à 8 427 467,31 fr contre 6 307 783,78 fr pour l'exercice 1925. Ce solde se répartit comme il suit :

5 pour 100 à la réserve légale, soit 421 373,35 fr; un premier dividende de 4 pour 100 aux actions, soit 1 200 000 fr. Sur le reste, soit 6 806 093,96 fr, 10 pour 100 au conseil d'administration, soit 680 609,40 fr.

Il reste 6 125 484,56 fr qui, avec le report de l'exercice 1925, de 480 598,40 fr, donne un total de 6 606 082,96 fr, permettant de répartir aux actions un deuxième dividende de 13 pour 100, soit 3 900 000 fr et de porter à la réserve, pour éventualités diverses une somme de 2 000 000 fr.

Le report à nouveau est de 706 082,96 fr.

Cette répartition représente un dividende brut de 17 fr par action. Un acompte de 9 fr brut par titre a été mis en paiement le 27 décembre dernier. Le solde, soit 8 fr brut par titre, c'est-à-dire sous déduction des impôts correspondants; 6,67 fr par titre nominatif et 5,87 fr par titre au porteur a été mis en paiement depuis le 1er juillet 1927.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif.

	fr
Actif immobilisé (immeubles, installations, matériel)	79 753 238,98
Portefeuille et titres d'annuités	12 941 216,51
Acomptes sur commandes et travaux en cours	5 096 035,27
Approvisionnements	4 747 326,59
Caisses	301 886,66
Banques	3 992 370,23
Clients et débiteurs divers	12 349 456,18
Actionnaires	7 493 200 »
Acomptes sur dividende 1926	2 700 000 »
Immobilisations sinistrées (valeur 1914)	9 688 199,47
Etat français (titres de créance)	5 324 201,15
	144 387 131,04

Passif.

	fr
Capital actions	40 000 000 »
Obligations	1 145 800 »
Amortissements et réserves industriels	24 888 374,74
Réserve à la disposition de l'assemblée générale	6 000 000 »
Versements non appelés sur portefeuille	335 625 »
Fournisseurs et créditeurs divers	14 866 819,99
Emprunt sur annuités	1 768 000 »
Avances sur dommages de guerre	37 061 858,85
Dommages réglés. (Frais supplémentaires. Solde du compte.)	9 412 586,75
Groupement des sociétés d'énergie électrique	pour mémoire.
Etat français (annuités)	pour mémoire.
Report de l'exercice 1925	480 598,40
Résultats de l'exercice 1926	8 427 467,31
	144 387 131,04

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 9. 3 SEPTEMBRE 1927.

A propos d'un nouvel accumulateur électrique : l'accumulateur Almeida. — Depuis quelques mois, la presse espagnole fait grand bruit au sujet d'un nouvel accumulateur électrique imaginé par un savant jésuite, le révérend père Almeida, et capable d'emmagasiner, à égalité de poids, une quantité d'énergie électrique de 10 à 20 fois plus grande que celle emmagasinée par les accumulateurs actuellement en usage. Cette qualité, à laquelle s'ajouteraient d'ailleurs toutes celles que l'on réclame de l'accumulateur idéal, a fait naître dans l'esprit de l'inventeur, et surtout de ceux qui se sont intéressés au lancement de l'invention, l'espoir que, à bref délai, le nouvel accumulateur supplanterait ses devanciers dans leurs applications et permettrait un énorme développement de celles-ci. Aussi plusieurs de nos lecteurs nous ont-ils demandé de les renseigner au sujet de cette invention.

Voici les renseignements que nous avons recueillis :

C'est par les journaux espagnols que l'invention du révérend père Almeida a été portée à la connaissance du grand public, notamment par « El Debate » des 23 et 24 mars, 23 et 24 avril 1927, « El Correo de Andalucia » des 8 et 10 mai, « Vanguardia » et « La Union » du 10 mai, « La Vos de Guipuscoa » du 13 mai, etc. A titre documentaire, nous donnerons quelques passages de ces articles.

Dans « El Debate » du 23 mars 1927, on lit les déclarations suivantes du père Almeida :

« La capacité est dix fois supérieure à celle de l'accumulateur de la Société allemande A. F. A. (Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft) à poids égal. Le rendement en quantité atteint dans les meilleurs essais jusqu'à environ 100 pour 100. Le rendement en énergie s'élève jusqu'à 93 pour 100. L'accumulateur ne se décharge pas spontanément comme il arrive avec les autres lorsqu'on ne les utilise pas. La tension est de 2,2 v, presque égale en charge et en décharge. Il se charge rapidement. Il peut se décharger en court-circuit et il suffit de le laisser complètement vide, sans danger de détérioration aucune. Si on peut le laisser ainsi indéfiniment, avantage très appréciable, on peut éviter l'ennui d'alimenter l'accumulateur, même quand il n'est pas utilisé. Il n'y a qu'à le former et il se charge avec la plus grande facilité. Enfin, un accumulateur d'un poids de 2 kg et d'un volume de 1,5 litre, produit un courant de 100 A durant une heure ou un courant de 10 A durant 10 heures. »

Et plus loin, à propos des applications à la traction :

« Le domaine des applications de l'accumulateur léger est immense. Qui ne se représente déjà un chemin de fer dans lequel, sans avoir besoin de poser des lignes électriques des plus coûteuses, on pourrait remplacer la locomotive à vapeur par une locomotive pourvue d'accumulateurs ? Ceux-ci pourraient être chargés au lieu et à l'heure qui conviendraient le mieux, ils contiendraient ainsi une charge pour un grand nombre de kilomètres. Actuellement, la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans s'efforce de cette manière d'électrifier sa ligne.

» Bien que de moindre importance industrielle, nous aurons aussi à envisager la simplification extraordinaire que supposerait l'automobile électrique. Avec un poids inférieur à celui des voitures actuelles à moteurs à essence, on pourrait parcourir 1 000 km sans recharger les accumulateurs... »

Autre part on lit encore :

« Les Etablissements Schneider, de Paris, ont pris la propriété exclusive pour la France et ses colonies et un groupement financier international a obtenu le droit d'exploitation dans les autres pays, à l'exception de l'Espagne. »

Le numéro du 23 avril de ce même journal « El Debate » dit :

« Le système d'accumulateurs inventé par le savant jésuite, le Père Almeida, a obtenu des succès retentissants. La Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans qui, durant le présent exercice, doit continuer l'électrification de son important réseau, a brusquement arrêté les travaux dans l'espoir de pouvoir appliquer le système d'accumulateurs Almeida, jugé préférable et plus avantageux dans la dernière assemblée tenue par la compagnie. Ce fait, qui a contribué à modifier la solution immédiate d'un problème national, d'importance vitale pour la France, a eu, comme il fallait s'y attendre, une répercussion mondiale.

» A Paris, la fabrication a déjà commencé bien que sur une petite échelle, tandis que de grandes fabriques s'installent, dont l'une sera montée à Noyon...

» Outre la Société Schneider, la Compania international de Acumuladores Almeida a commencé ses travaux avec une extrême rapidité et elle a créé des filiales dans tous les pays...

» Les actions de la Société Tudor (A. F. A.) de Berlin, constructrice des accumulateurs, qui avaient été cotées à 77, sont montées à 110. »

Nous arrêterons là nos citations qui n'ont d'autre but que de montrer le caractère bien spécial d'une formidable campagne de propagande dans laquelle la technique joue un bien faible rôle.

D'autre part, on pourra juger de la véracité des allégations de ces publications espagnoles par une traduction de l'article suivant publié dans l'Elektrotechnische Zeitschrift (1).

« Tout récemment, une série d'articles ont été publiés dans les quotidiens nationaux et étrangers, sur l'invention d'un accumulateur électrique par le Père espagnol Almeida.

» Il s'agit d'un accumulateur dont l'électrode positive consiste en charbon ou graphite recouvert d'argent et dont l'électrode négative est en zinc, tandis que l'électrolyte est une solution de bromure de zinc et de chlorure de zinc. De semblables accumulateurs ont été plusieurs fois proposés et en particulier discutés d'une manière détaillée par M. L. Jumau dans son livre « Les Accumulateurs électriques », Paris 1907, pages 454 et suivantes.

» Dans ces articles, on a signalé qu'à l'Accumulatoren-Fabrik A. G. dans son usine à Hagen et plus tard à Berlin, les essais effectués avaient donné les résultats les plus satisfaisants.

» Nous nous sommes par conséquent adressés à l'Accumulatoren-Fabrik A. G. en la priant de nous renseigner. Cette firme nous a alors fait la communication suivante :

» Il est de fait que l'Accumulatoren-Fabrik A. G., comme elle a coutume de le faire pour toutes les nouveautés qui lui sont offertes, a aussi essayé l'accumulateur Almeida, en présence et d'après les instructions de l'inventeur. Elle a dû pourtant, après 6 mois d'essais approfondis, se décider à abandonner tous essais ultérieurs avec cette construction d'accumulateur, parce qu'elle avait acquis la conviction qu'un résultat économique ne peut être obtenu avec ladite construction.

» D'après les déclarations des journaux, on doit obtenir à égalité de poids une énergie atteignant jusqu'à dix fois celle de tous les accumulateurs électriques employés aujourd'hui dans la pratique. Au lieu de cela, les essais mentionnés, très prolongés et rigoureux, ont prouvé indubitablement que l'énergie de l'accumulateur Almeida, par rapport à son poids, est notablement moindre que dans les accumulateurs au plomb et les accumulateurs alcalins couramment employés en pratique, pour des applications spéciales. Il en va de même aussi pour le rendement. Le Père Almeida n'a pas réussi non plus pendant le temps des essais à exécuter une construction qui garantit une durée un peu longue. Tous les nombreux appareils exécutés d'après ses données ont prouvé qu'ils ne remplissaient pas leur but.

» Finalement, la raison qui fit décider l'abandon des essais est l'impossibilité d'éviter les vapeurs de brome et de chlore se dégageant en grande quantité pendant la charge de l'accumulateur, et très nuisibles pour la santé. Il n'existe d'ailleurs aucune probabilité que l'on pourrait réussir à éviter cet inconvénient dans l'application pratique de telles batteries.

» En abandonnant les essais, l'Accumulatoren-Fabrik A. G. s'en est remise au jugement du Père Almeida pour que celui-ci vienne la retrouver dès qu'il aurait obtenu quelque résultat intéressant au sujet de l'énergie et qu'il aurait supprimé les vapeurs nocives. Jusqu'à présent, des communications n'ont pas été faites par lui dans ce sens. »

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 30 juin 1927, t. XLVIII, p. 950.

Nous continuons à suivre la question et nous tiendrons nos lecteurs au courant des faits nouveaux qui pourront survenir.

Les tables des matières du tome XXI. — Nos lecteurs trouveront jointes à ce numéro les tables des matières, des noms d'auteurs et du « Bulletin R. G. E. », relatives au tome XXI, qui correspond au premier semestre de la onzième année d'existence de la « Revue générale de l'Electricité ».

Ayant adopté le principe de la publication de tables générales par période de cinq années, nous arrivons donc, avec le tome XXI, au début de la troisième période quinquennale et nous avons attendu ce moment pour apporter à nos tables semestrielles quelques modifications destinées à mettre leur conception mieux en accord avec les principes adoptés pour la réalisation des tables générales déjà publiées pour la période 1917-1921 et actuellement en préparation pour la période 1921-1926 qui vient de s'achever.

C'est la raison pour laquelle la publication des tables du tome XXI a subi un peu de retard et nous espérons que nos lecteurs voudront bien nous en excuser.

Les modifications apportées à la table méthodique des matières sont de peu d'importance pour la partie « Recherches et travaux scientifiques »; elles ont consisté principalement à mettre la valeur relative des titres et leur dépendance réciproque en accord avec la table générale des matières de 1917-1921 (Plan général de la classification des matières, p. XIII et XIV). Nous nous sommes écartés toutefois de cette dernière sur les deux points suivants :

a) Nous avons conservé la répartition des diverses questions relatives aux sciences sous les deux rubriques : « Electricité et magnétisme » et « Sciences diverses », qui existent d'ailleurs également dans la partie Documentation de notre Revue;

b) Les questions relatives aux mesures et essais, au lieu d'être rattachées comme dans les tables générales à chacun des objets auxquels elles se rapportent, ont été groupées, comme auparavant, à la fin des « Applications techniques et industrielles ». Nous avons estimé par là éviter les recherches multiples, une même mesure pouvant intéresser par exemple à la fois les laboratoires et l'industrie, ou bien plusieurs applications différentes, ce qui exigerait une répétition parfois excessive de la référence correspondante.

Le principe des modifications que nous venons d'indiquer s'applique également au chapitre « Applications techniques et industrielles » au sujet duquel nous noterons simplement le maintien à son début du titre « Généralités », avec les trois sous-titres : « Statistique », « Organisation », « Unification. Normalisation. Réglementation », qui n'existent pas dans les

tables générales. En conformité avec ces dernières, nous avons ajouté à ce chapitre le titre « Accidents dus à l'électricité », les questions correspondantes n'ayant pas fait jusqu'ici l'objet d'une classification particulière.

En ce qui concerne le reste de la table méthodique des matières du tome XXI, nous avons dû apporter à son ordonnance des modifications plus importantes pour réaliser l'unification de forme que nous nous étions proposée. Les chapitres « Economie sociale, industrielle, financière, etc. », « Sociétés, Groupements, Personnalités », « Enseignement, Documentation, Bibliographie » ainsi que « Législation, Réglementation, Jurisprudence » ont été conçus rigoureusement suivant le plan général des parties correspondantes de la table générale des matières de 1917-1921, p. XVIII et XIX, où nos lecteurs pourront trouver toutes indications utiles sur la place des titres qui ne figurent pas explicitement dans la table du tome XXI, faute d'articles qui s'y rattachent (1).

Un dernier point sur lequel la table méthodique des matières du tome XXI diffère des tables générales est le maintien du « Répertoire géographique » que nous avons jugé utile de conserver et auquel nous avons plutôt cherché à donner une plus grande extension que par le passé.

Pour la table du « Bulletin R. G. E. », nous avons procédé à un remaniement complet en adoptant rigoureusement les mêmes divisions et subdivisions que pour la table méthodique des matières de tome XXI, mais en diminuant leur importance typographique en quelque sorte d'un degré; c'est-à-dire, par exemple, qu'un titre général disposé sur deux colonnes dans la table méthodique des matières ne commande qu'une seule colonne dans la table du Bulletin. En outre, nous avons explicité, sous une forme aussi concise que possible, tous les renseignements que nous faisions auparavant figurer sous la rubrique générale « Informations » en indiquant seulement les numéros des pages correspondantes. Dans les parties de cette table où nous avons eu à grouper par exemple une série de noms de sociétés ou de départements, nous avons utilisé l'ordre alphabétique, en nous conformant à la méthode de classement exposée dans la table générale des noms d'auteurs de 1917-1921 (Introduction, p. II et III). Toutes ces modifications nous ont conduit à donner à la table du « Bulletin R. G. E. » du tome XXI, une importance double de ce qu'elle était auparavant.

La seule remarque qui nous reste à faire au sujet de cette table concerne le maintien, à sa fin, des références relatives au cours des métaux, index économiques des matériaux de construction, de la main-d'œuvre et de la tarification de l'énergie électrique. Il nous a semblé en effet préférable, en raison de leur utilité pour un grand nombre de nos lecteurs, de laisser les indications correspondantes groupées sous le titre « Renseignements divers » au lieu de les répartir dans les divers chapitres de la table auxquels ils se rattachent, comme nous aurions dû le faire en suivant rigoureusement le principe d'unification de forme des tables.

Dans sa préface de la table générale méthodique des matières de 1917-1921, M. J. Blondin écrivait « qu'il n'est pas indispensable qu'une classification soit logiquement parfaite, mais qu'il importe surtout que le lecteur trouve dans les tables un même sujet toujours placé au même endroit ». C'est guidés par cette idée que nous avons cherché à réaliser les présentes tables sous une forme qui permette au lecteur de conduire ses recherches suivant les mêmes directives, qu'il s'agisse des tables semestrielles, des tables générales ou de la table du « Bulletin R. G. E. ». — F. P.

(1) Nous signalons à cette occasion que, page XVIII de ces tables générales, le titre « Communications et transports » par suite d'une erreur typographique n'a pas sa valeur réelle; il devrait être composé en mêmes caractères que le titre « Commerce » et être placé en début de ligne, avant « Postes, Télégraphes ».

Bibliographie : Die elektrischen Maschinen (Les machines électriques), par M. LIWSCHITZ, oberingenieur der Siemens-Schuckert-Werken (1). — Nombreux sont les ouvrages publiés sous ce titre et sous des titres analogues; aussi importe-t-il de préciser le but poursuivi par l'auteur pour faire ressortir le caractère véritable de son œuvre. Ce but, il l'indique lui-même en sous-titre : Introduction à l'étude théorique et pratique desdites machines.

Dans un premier chapitre sont exposées sommairement les lois, les règles, les définitions et les formules fondamentales qui interviennent dans l'étude des phénomènes électriques et magnétiques dont les machines sont le siège. L'auteur traite ensuite de la dispersion du flux dans les diverses parties des circuits magnétiques qui se présentent pratiquement, ainsi que de l'échauffement des divers organes des machines, question d'intérêt général s'appliquant à toutes les machines. Il étudie ensuite successivement, et dans l'ordre suivant, le transformateur statique, les enroulements des machines à courant continu et de celles à courant alternatif, la machine asynchrone considérée comme dérivant du transformateur statique, les machines synchrones, celle à courant continu, la commutatrice, la machine à courant alternatif à collecteur.

L'étude de chacune de ces catégories de machines porte essentiellement, comme nous l'avons dit, sur leur fonctionnement à vide et en charge. L'examen des phénomènes électriques et magnétiques qui peuvent prendre naissance dans tel organe est très détaillé; l'auteur expose les méthodes de construction des diagrammes connus permettant de prédéterminer les conditions de fonctionnement. Il traite longuement de l'oscillation de la puissance des machines synchrones couplées, et s'étend, dans le chapitre relatif aux machines à courant continu, sur l'étude de la réaction d'induit et de la commutation. En ce qui concerne les machines à courant alternatif à collecteur, il étudie les diverses solutions adoptées pour les connexions des enroulements du stator et du rotor, et examine, en particulier, le fonctionnement de la machine polyphasée à collecteur comme compensateur de phase.

Ainsi conçu, cet ouvrage fournit les éléments qui permettront au lecteur de suivre les développements d'ouvrages traitant spécialement de telle machine dans un but défini. L'auteur n'a pas eu l'intention de donner la marche à suivre dans le calcul des machines, ni d'exposer les méthodes d'essais auxquels il y a lieu de les soumettre; c'est une introduction aux études de ce genre qu'il s'est proposé de publier, introduction très détaillée et qui se caractérise par une certaine originalité dans l'exposé, tel que, par exemple, le rapprochement de la théorie de la machine à courant continu de celle de la machine asynchrone à courant alternatif. — A. C.

(1) Un volume, format 21 cm × 14 cm, de 336 pages, avec 284 figures dans le texte, édité par la librairie B.-G. Teubner, à Leipzig (Allemagne). Prix : relié, 14 marks.

Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension (*Suite et fin*) (*)

Compte rendu de la troisième section (*suite et fin*)

(Exploitation des réseaux et divers)

Marche des réseaux en parallèle et liaisons entre réseaux.

Les diverses questions relatives à ce sujet ont été traitées dans quatre rapports.

Marche en parallèle des centrales du réseau a 120 000 volts de la Société Rhône-Jura et de la Compagnie bourguignonne de Transport d'Energie. — Dans ce rapport, M. Barrère (France) donne d'abord quelques indications sur la constitution du réseau des deux sociétés, dont la

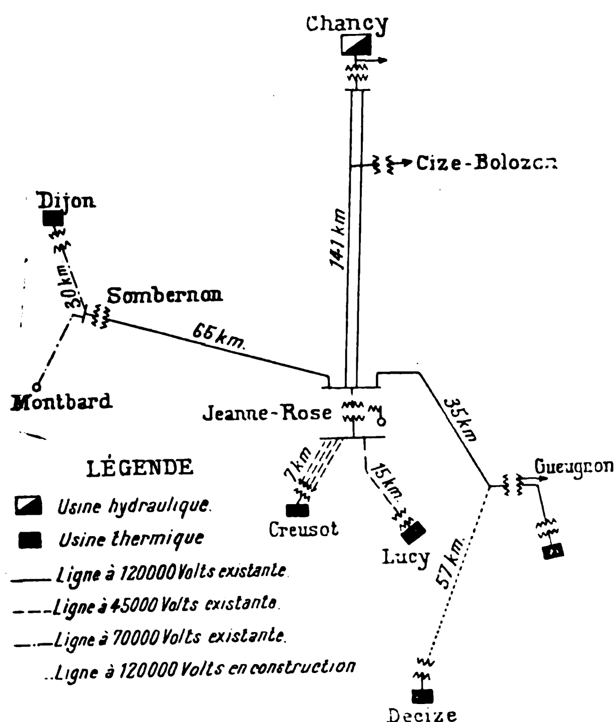


Fig. 28. — Schéma du réseau de la Société Rhône-Jura et de la Compagnie bourguignonne de Transport d'Energie.

disposition schématique est représentée sur la figure 28. Les deux usines génératrices principales sont :

L'usine hydroélectrique de 35 000 kv-A (5 groupes de 7 000 kv-A) située à Chancy-Pougny, sur le Rhône et la Suisse ; pour la description de cette usine nous au point où ce fleuve sert de frontière entre la France renvoyons nos lecteurs aux divers articles déjà publiés dans notre revue (1) ;

L'usine thermoélectrique située à Lucy, appartenant à la Compagnie des Mines de Blanzy, et ayant une puissance installée de 40 000 kv-A (groupes turbo-alternateurs).

Le réseau se compose d'une ligne de transmission à six conducteurs sur mêmes pylônes, longue de 141 km, qui traverse le Jura et arrive à un poste de transformation et de coupure situé à Jeanne-Rose, près du Creusot; sur cette ligne se trouvent deux postes de coupure par disjoncteurs non automatiques, dont l'un sera doublé d'un poste de 6 000 kv-A, abaissant la tension à 35 000 v pour raccordement au réseau de l'Union électrique à Cize-Bolozon (Ain).

Le poste de Jeanne-Rose comprend deux groupes de trois transformateurs chacun, transformateurs monophasés d'une puissance uuitaire de 10 000 kv-A, abaissant la tension pour liaison avec la Compagnie de la Grosne qui est elle-même alimentée par les usines thermiques de Lucy, mentionnée plus haut, et d'Epinac ; ce poste dessert également les usines du Creusot, en parallèle avec l'usine génératrice thermique de ces dernières, qui a une puissance installée de 21 000 kv-A (moteurs à gaz de hauts fourneaux et turboalternateurs). Les transformateurs alimentent également deux compensateurs synchrones de 6 500 kv-A, à 5 500 v chacun, qui servent à la régulation de la tension.

Une ligne à 120 000 v de 65 km de longueur, partant de Jeanne-Rose, aboutit à un poste de transformation de 10 000 kv-A, 120 000/72 000 v à Sombernon, duquel partent deux lignes vers Dijon et vers Montbard. L'usine, génératrice thermique de Dijon fonctionne en parallèle avec le réseau.

Enfin, une ligne de 95 km à 120 000 v, de Jeanne-Rose à Decize, en construction actuellement, reliera le réseau à l'usine génératrice thermique des Mines de Decize. De là, une ligne projetée à 60 000 v, de 100 km de

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 2, 9, 16, 23, 30 juillet, 6, 13-20 et 27 août 1927, t. XXII, p. 5-6, 50-56, 91-100, 133-146, 171-182, 212-228, 251-268 et 291-304.

(1) A. Tumerelle. L'usine génératrice hydroélectrique de Chancy-Pougny, *Revue générale de l'Electricité*, 12 juillet 1924, t. XVI, p. 63-71.

J. Reyval. L'usine génératrice hydroélectrique de Chancy-Pougny, *Revue générale de l'Electricité*, 14 août 1926, t. XX, p. 250-254.

M. Barrère. L'usine génératrice hydroélectrique de Chancy-Pougny (description des alternateurs et résultats de leurs essais), *Revue générale de l'Electricité*, 30 octobre 1926, t. XX, p. 633-641.

longueur, aboutira à Bourges pour liaison avec le réseau de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans.

Le réseau que nous venons de décrire, exploité dans ses parties principales depuis dix-huit mois a donné lieu aux constatations suivantes:

1° Impossibilité de faire varier la tension aux barres des usines génératrices à cause des alimentations locales; d'ailleurs, toutes les usines du réseau ont leurs alternateurs munis de régulateurs de tension automatiques (Cuénod à pression d'huile à Chancy, Tirill à Lucy, Routin au Creusot, Brown, Boveri et Cie à Epinac);

2° Nécessité absolue de régler la tension sur le côté de la tension à 120000 v en certains points du réseau (Jeanne-Rose) pour que l'énergie soit fournie à une tension suffisamment constante au client, afin d'éviter aussi la transmission d'une trop grande quantité d'énergie réactive et, en outre, de faire fonctionner les lignes à facteur de puissance voisin de l'unité; les compensateurs synchrones de Jeanne-Rose sont munis de régulateurs de tension Cuénod;

3° Nécessité de l'entente entre les sociétés intéressées afin de permettre à un « dispatcher » (ou répartiteur de charge) de faire varier à volonté les charges fournies par les usines.

Le rapport contient encore quelques indications sur le fonctionnement en parallèle, qui n'a donné lieu à des difficultés que pour les groupes commandés par les moteurs à gaz de hauts fourneaux à l'usine du Creusot; ceux-ci, en raison des variations dans la qualité du gaz, de son insuffisance, donnaient lieu à des oscillations de puissances active et réactive variables comme amplitude et comme fréquence; les usines thermiques voisines du Creusot avaient leur marche très troublée par ces oscillations, qui influençaient peu l'usine de Chancy où les turbines hydrauliques sont à réglage indirect et relativement lent. Aucun palliatif n'ayant pu être réalisé, il a été décidé d'employer les gaz de hauts fourneaux dans des chaudières spéciales.

La réglage de la tension, les protections contre les surtensions et les surintensités de courant font l'objet de quelques indications qui terminent le rapport.

Discussion. — Ce rapport a donné lieu à une observation de M. Guéry (France), au sujet des difficultés de marche de groupes avec moteurs à gaz de hauts fourneaux en parallèle avec des groupes turboalternateurs. La Société de la Sidérurgie lorraine dispose, en effet, d'une puissance de 40 000 kw, dont 20 pour 100 seulement sont produits par des turboalternateurs, le reste étant fourni par des groupes avec moteurs à gaz; la marche en parallèle a été réalisée sans difficultés spéciales et est possible, à condition que l'impédance des liaisons des réseaux soit faible, l'entretien des moteurs à gaz, soigneusement fait, les gaz bien épurés et qu'enfin la répartition des charges entre les usines soit accomplie par un organisme centralisateur.

Marche en parallèle de plusieurs réseaux, par J. Godin (France). — Ce rapport est un exposé de l'organisation de l'Union des Producteurs d'Electricité des Pyrénées-Orientales (U. P. E. P. O.), et des résultats obtenus par ce groupement qui réunit les six sociétés productrices suivantes : Compagnie des Chemins de fer du Midi; Société des Forces motrices de la Vallée d'Aspe; Société minière et métallurgique de Penarroya; Société des Forces électriques de la Vallée de Gavarnie; Société des Produits azotés; Compagnie d'Electricité industrielle.

Le but du groupement est d'obtenir la meilleure utilisation possible des usines hydroélectriques de la région en transmettant, d'une part, l'énergie dans les centres de consommation assez lointains, et, d'autre part, en faisant consommer les excédents sur place par les usines d'électrométallurgie et d'électrochimie.

Ce résultat a été atteint grâce au réseau primaire à très haute tension, soit 150 000 v, et aux lignes à 60 000 v que la Compagnie des Chemins de fer du Midi a conçus de manière à faire face non seulement aux besoins propres de la traction, mais encore aux besoins généraux en énergie électrique de la région desservie.

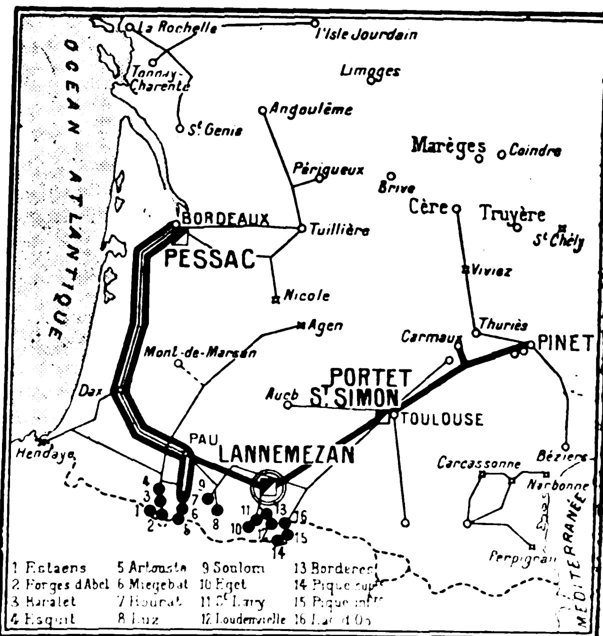


Fig. 29. — Disposition du réseau et des usines de l'Union des Producteurs d'Electricité des Pyrénées-Orientales.

L'ensemble des lignes du réseau et la situation des seize usines qui lui sont reliées sont donnés sur la figure 29.

Nous avons déjà publié dans cette revue [1] suffisamment de détails sur l'organisation du groupement, son

[1] Maroger. L'utilisation des grands réseaux de transmission et l'Union des Producteurs d'Electricité des Pyrénées-Orientales (Communication à la Société des Ingénieurs civils de France et à la Société française des Electriciens). *Revue générale de l'Electricité*, 21 mai 1927, t. XXI, p. 810-812.

triple rôle technique, commercial et administratif ainsi que sur les résultats obtenus pour qu'il soit inutile d'y revenir aujourd'hui. Nous nous bornerons à citer la conclusion du rapport :

« Les résultats obtenus par l'U. P. E. P. O. dès sa deuxième année de fonctionnement et mentionnés dans le présent rapport montrent les services que peuvent rendre les groupements de producteurs. Qu'il s'agisse d'utiliser au maximum les ressources hydrauliques d'une région ou de réaliser l'interconnexion de régions éloignées à saisons d'étiage différents (Pyrénées, Massif central, Alpes), c'est à une formule de groupement qu'il faut recourir. Groupements régionaux d'abord, constitués et fonctionnant chacun dans sa zone; puis un groupement réunissant ces groupes régionaux et chargé de procéder à des échanges d'énergie saisonnière, de valoriser les excédents, de faire masse d'une partie des ressources permanentes, de résoudre les questions techniques posées par l'interconnexion des grands réseaux et d'indiquer d'avance les conditions auxquelles devront satisfaire les installations nouvelles pour s'intégrer sans difficultés ni modifications coûteuses dans les grands ensembles électriques régionaux. »

Discussion. — Dans la discussion qui a suivi ce rapport, MM. Guery (France), Em. Houbart (Belgique), Jobin (Suisse) et Parodi (France) ont exposé diverses idées.

M. Parodi signale que la conception de l'U. P. E. P. O. est conforme à l'idée directrice qui doit présider à l'électrification des chemins de fer dont le réseau de transmission d'énergie doit être lié au réseau général; il avait été évalué que la consommation des chemins de fer devait correspondre à 10 ou 15 pour 100 de la consommation générale, ce qui est bien le cas des Chemins de fer du Midi et de l'U. P. E. P. O., bien que le réseau soit la propriété de la Compagnie des Chemins de fer du Midi; on peut d'ailleurs arriver à des résultats analogues par des ententes. Enfin il mentionne qu'à sa connaissance le réseau de Liége est la seule réalisation de groupement analogue existante.

M. Em. Houbart, sur la demande du rapporteur général, M. Parodi, expose les principes sur lesquels est basée la Société coopérative de l'Union des Centrales électriques de Liége. Ce groupement réunit 30 usines génératrices comportant au total 80 machines de tous genres marchant en parallèle; on a dû créer un réseau d'interconnexion à 6000 et 15000 v. Cet ensemble produit 400 millions de kilowatts-heures par an pour ses propres besoins et 100 millions pour des échanges d'énergie. Les sociétés conservent leur autonomie financière. La règle d'exploitation est la mise en marche des machines les plus économiques en premier lieu, comme s'il s'agissait de machines d'une même usine, les interconnexions sans dérivations intermédiaires jouant le rôle des barres générales. Le répartiteur de la charge, qui règle la marche, est au centre géographique du réseau et a sous les yeux un tableau schématique comportant les réseaux d'interconnexion, les machines, les jonctions entre barres, avec un système de voyants pour indiquer les éléments en service; un système complet de liaisons téléphoniques permet l'échange des renseignements et des ordres.

Le système de tarification sur lequel il n'a été donné que des indications très succinctes repose sur une formule à plusieurs termes, telle que le coopérateur a toujours intérêt à l'échange d'énergie avec les autres usines intéressées.

Les résultats obtenus par cet organisme qui fonctionne depuis 1922 ont permis de couvrir la dépense du réseau d'interconnexion en augmentant la puissance rendue disponible par réduction de la pointe; l'économie de charbon a dépassé en 1926 le chiffre de 125000 t, grâce à l'utilisation des gaz perdus et à l'emploi des machines les plus économiques de préférence aux autres.

On envisage l'extension du système à d'autres régions et même à la Belgique entière.

M. Guéry mentionne que le groupement de la sidérurgie lorraine a été réalisé sans qu'il y ait de lien financier entre les producteurs, et constitue un exemple d'entente entre producteurs, réalisée sur des bases différentes de celles exposées précédemment.

M. Jobin indique qu'en Suisse la préexistence d'un réseau que les chemins de fer ne devaient pas utiliser a obligé l'Administration des Chemins de fer fédéraux à créer son réseau propre, d'où l'emploi du système monophasé à 16 2/3 p : s, plus économique au point de vue du nombre de sous-stations; il existe cependant sur ce réseau particulier deux groupes de 10000 kw destinés à rendre l'énergie à l'industrie, ce qui permet d'obtenir une bonne utilisation des usines destinées à la production du courant de traction.

Marche en parallèle de plusieurs réseaux lorsque l'un d'eux doit livrer a deux ou plusieurs des autres, et non pas seulement a un seul, des quantités d'énergie convenues a l'avance. — Dans ce rapport, M. F. Grieb (Suisse) indique d'abord que la marche en parallèle des usines génératrices peut être comparée à la marche en parallèle de machines individuelles dans une même usine, à l'influence près des lignes plus ou moins longues intercalées entre les usines élémentaires.

L'auteur examine en particulier le cas de la figure 30, où A, B, C sont trois usines génératrices travaillant en parallèle, et D, un point d'alimentation. Pour pouvoir répartir l'énergie fournie par une usine sur les deux autres, et pour que les trois usines participent dans une proportion donnée à l'alimentation du point D, il faut que ces usines soient liées entre elles par des relations bien déterminées, autrement dit, qu'elles se conforment à un programme de répartition de la charge arrêté à l'avance. L'observation de ce programme rend l'exploitation, pour les diverses usines, aussi simple que dans le cas d'une marche individuelle.

Un service de ce genre a pour caractéristique que

chaque usine peut régler ses machines pour fournir ou recevoir de la ligne de jonction des puissances fixées d'avance, mais sans avoir d'influence sur la répartition ultérieure de cette énergie. L'exploitation d'un tel réseau d'ensemble doit donc forcément être centralisée sous le contrôle d'un répartiteur de la charge qui, se basant sur les régimes les plus économiques des installations, règle en conséquence la fourniture d'énergie entre les diverses usines productrices.

Cette subordination rigide des usines connectées n'est cependant pas réalisable dans tous les cas; par

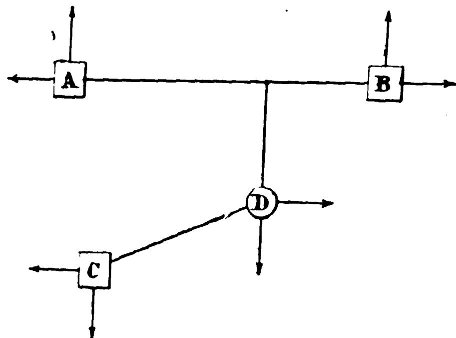


Fig. 30. — Schéma d'interconnexion entre trois usines génératrices.

exemple, dans le cas de la figure 30, si le régime de A, par exemple est instable, en opposition avec un régime plus régulier de B, pour pouvoir assurer la bonne répartition de l'énergie fournie par C, il faudra que B suive les variations de A.

On peut tourner la difficulté en affectant un certain nombre de machines au service du réseau A et au service propre de C, les machines restantes étant affectées au service de B. Toutefois ce partage du service sacrifie la marche en parallèle de toutes les génératrices de l'usine considérée.

Pour pouvoir fournir de l'énergie à deux usines indépendantes l'une de l'autre, tout en gardant le maximum de souplesse à sa propre exploitation, M. Grieb propose de prévoir entre les deux services individuels un groupe moteur-générateur spécial qui constitue un accouplement élastique, et dont il se propose d'indiquer les caractéristiques nécessaires pour satisfaire aux conditions posées.

Une des caractéristiques inhérentes à ce groupe convertisseur est que celui-ci doit pouvoir transmettre, un sens déterminé, soit une puissance constante, soit dans une puissance proportionnelle à la fréquence de l'un ou l'autre des réseaux, sans être influencé par la fréquence relative des deux réseaux connectés.

Il est superflu de chercher à prouver qu'un groupe convertisseur, constitué par deux machines synchrones ou par une machine synchrone et une machine asynchrone sans réglage, ne peut pas remplir ces conditions.

Si par contre la machine asynchrone était pourvue d'un dispositif de réglage du glissement, il serait possible d'atteindre le résultat désiré. Avant d'indiquer les possibilités d'application d'un groupe convertisseur semblable, il est nécessaire de mentionner le principe de son fonctionnement. Le schéma de couplage d'un tel groupe est représenté sur la figure 31.

La vitesse du groupe convertisseur dépend de la machine synchrone 1, qui a elle-même une vitesse fixée par la fréquence du courant de la barre collectrice a.

Si la machine asynchrone travaillait seule, donc sans montage en cascade pour le réglage, elle aurait un glissement qui serait proportionnel à la puissance transmise par la machine et dont la tension induite dans le rotor serait également fonction. Comme la fréquence de la barre collectrice b et la charge de la machine dictent la vitesse absolue, celle-ci ne serait pas utilisable pour l'accouplement à réaliser. Il faut tendre à libérer la puissance de la machine de l'influence du glissement, ce qui est possible avec le montage en cascade adopté par le Docteur Seiz de Baden. Une machine Scherbius 6 branchée aux bagues du rotor du moteur principal 3, a, en principe, deux enroulements d'excitation. L'un de ces deux circuits est alimenté par la ten-

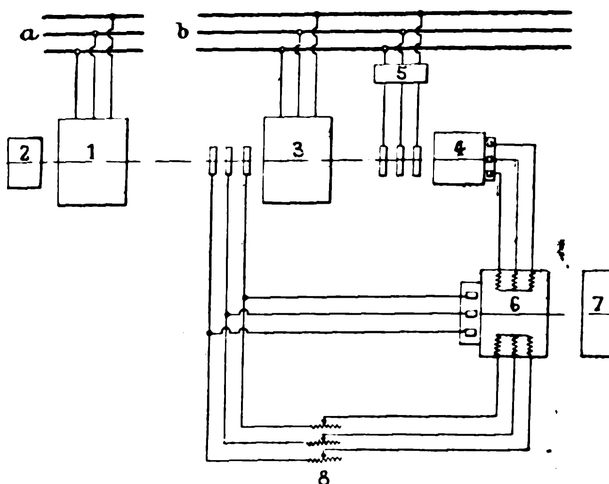


Fig. 31. — Schéma de couplage d'un groupe convertisseur pour liaison entre deux réseaux : a, barre collectrice (réseau A); b), barre collectrice (réseau B); 1, machine synchrone; 2, excitatrice de la machine synchrone; 3, machine asynchrone; 4, convertisseur de fréquence; 5, transformateur ou régulateur d'induction double; 6, machine Scherbius; 7, moteur d'entraînement de la machine Scherbius; 8, résistance non inductive.

sion rotorique du moteur principal, par l'intermédiaire d'une résistance non inductive 8. Dans ce circuit d'excitation, la résistance surpasse considérablement la réactance d'induction, de sorte que le courant d'excitation est, malgré la fréquence variable, directement proportionnel à la tension rotorique et par là, au glissement même. Cette excitation crée aux balais de la machine Scherbius une force électromotrice qui est proportionnelle à cette tension et, grâce à une disposition voulue de l'excitation, de sens opposé à cette dernière. La fréquence est égale à la fréquence de la

tension d'excitation c'est-à-dire à la fréquence correspondant au glissement.

L'addition, aux bagues collectrices, des deux tensions précitées forme une tension à son tour proportionnelle au glissement, mais plus petite que celle existante sans connexion de la cascade du collecteur. On obtient ainsi un glissement additionnel du moteur, ajustable à volonté au moyen de la résistance variable 8.

Un second circuit d'excitation de la machine Scherbius, alimenté par un convertisseur de fréquence, est raccordé sur les mêmes pôles. Ce convertisseur fournit un courant d'excitation avec fréquence de glissement et avec une tension qui est ajustable à l'aide du transformateur ou régulateur d'induction double. La tension résultante aux bagues collectrices du moteur principal est la composante de la tension de glissement, de la tension de la machine Scherbius excitée par l'intermédiaire de la résistance 8, et de la tension de la machine Scherbius, excitée par le convertisseur de fréquence 4.

Si l'on règle la résistance 8 de façon que la tension correspondante soit, à tout instant, égale et opposée à la tension de glissement, la puissance de la machine devient une fonction linéaire de la tension résultante aux bagues collectrices, c'est-à-dire de la tension due au convertisseur de fréquence.

La tension d'alimentation du convertisseur de fréquence peut, au lieu d'être constante, varier suivant une loi donnée, par exemple en fonction de la fréquence d'un des réseaux A ou B.

En résumé, la puissance de la machine étant indépendante du glissement, la fréquence relative des deux réseaux est sans influence sur la transmission d'énergie, pourvu que le couplage en cascade soit bien conçu.

Il reste encore à mentionner que la machine asynchrone peut également, lors de la marche en moteur ou en générateur, être compensée de telle sorte qu'elle n'emprunte au réseau aucun courant magnétisant ; elle n'est donc pas, à ce point de vue, désavantagée par rapport à une machine synchrone.

L'absence d'organes de réglage tels qu'un régulateur à action rapide, etc, donne un maximum de sécurité de service.

Deux genres de montage sont à envisager pour l'utilisation du groupe :

a) Groupe à puissance constante. — Il est possible, à l'aide de ce groupe convertisseur de livrer aussi bien à un réseau A qu'à un réseau B une quantité d'énergie déterminée, sans tenir compte des conditions de fréquence dans les deux réseaux.

La puissance traversant le groupe peut être ajustée à toute valeur arbitraire entre zéro et la pleine charge, et cela dans les deux sens. La valeur, une fois ajustée à l'aide du transformateur ou du régulateur double, n'est plus sujette aux influences extérieures des variations de fréquence. On obtient ainsi une compensation économique de l'énergie de l'usine génératrice, bien que les deux réseaux puissent travailler séparément. En d'autres termes, cette solution permet d'obtenir les mêmes résultats, au point de vue de la mise à contribution des génératrices, qu'une marche en parallèle.

b) Groupe à caractéristique fonction de la fréquence. — Ce mode d'utilisation peut être prévu lorsque le régulateur d'induction alimentant le convertisseur de fréquence est soumis à l'action d'un régulateur de turbine, dont la vitesse est fixée par celle du synchronisme avec l'un ou l'autre des réseaux. La variation du sens de l'énergie est ainsi donnée par une fréquence déterminée, ajustable à volonté ; on a de cette façon une compensation naturelle de l'énergie sur les deux barres collectrices, solution intéressante dans de nombreux cas.

Un seul groupe ne pouvant servir qu'à la compensation de deux réseaux, il faut, pour avoir une égalisation parfaite entre tous les réseaux envisagés, prévoir un nombre suffisant de ces groupes. La question de la puissance à choisir pour les groupes reste assez difficile à résoudre, car elle fait intervenir un grand nombre de facteurs tant techniques qu'économiques.

Le rapport de M. Grieb se termine par quelques considérations relatives aux effets de perturbations des réseaux sur le fonctionnement du groupe.

Les fortes variations de la tension dans le circuit raccordé à la machine synchrone ne font pas varier la puissance transmise par le groupe ; le dépassement de la charge admissible pour la machine synchrone provoque sa séparation du réseau. Il y a lieu de prendre certaines mesures pour que le système asynchrone soit mis hors circuit en même temps.

Pour les variations de tension dans le réseau de la machine asynchrone, la puissance transmise est fonction du carré de ces variations ; une forte réduction de la tension étant l'indice d'une perturbation quelconque, il importe de ne pas conserver de liaison avec le réseau affecté par cette perturbation.

Si, dans le circuit de cette machine asynchrone, il se produit une forte augmentation de fréquence, le couplage en cascade ne peut maintenir constante la puissance transmise par le convertisseur que jusqu'au glissement maximum prévu, c'est-à-dire jusqu'à la somme maximum des variations de fréquence prévues pour les deux réseaux. Si son glissement hyposynchrone dépasse fortement cette valeur, la machine asynchrone commence à travailler comme moteur, par suite de la saturation des machines de réglage, cela indépendamment du sens de l'énergie. Elle charge donc la génératrice et empêche toute augmentation de l'emballement aussi longtemps que la machine synchrone ne dépasse pas sa charge admissible. Le moment auquel ceci se produit est déterminé par la caractéristique pour laquelle la turbine est ajustée et par le rapport des puissances du convertisseur et de la turbine.

Si, au contraire, c'est le côté synchrone du convertisseur qui est soumis à l'accroissement de fréquence, au moment de l'emballement, la machine asynchrone fonctionne à une vitesse hypersynchrone. Dès que le glissement normal vient à être dépassé sensiblement, elle se met à fonctionner comme génératrice, indépendamment

du sens normal de la transmission d'énergie ; elle influence donc la turbine et empêche par là l'emballement.

En résumé, l'exploitation ne subit pas d'effet défavorable du fait de cet accouplement élastique, grâce au fonctionnement caractéristique du groupe convertisseur.

Ce rapport n'a donné lieu à aucune discussion proprement dite ; le rapporteur général M. Parodi (France) s'est borné à demander que la question soit de nouveau traitée à la prochaine session de la Conférence, surtout au point de vue des résultats pratiques d'exploitation qui manquent actuellement en raison de la conception trop récente du système.

Liaison entre réseaux a fréquences différentes, par M. Rieunier (France). — L'auteur définit d'abord les deux modes de liaison réalisables : par groupes rotatifs ou par unification de la fréquence. Le premier genre de liaison a été réalisé jusqu'ici au moyen de convertisseurs de fréquence rotatifs, composés de deux alternateurs synchrones accouplés mécaniquement.

Dans le cas des grands réseaux à tension élevée, cette liaison comporte de chaque côté un transformateur tour à tour abaisseur ou élévateur de tension suivant le sens des échanges ; un alternateur tour à tour moteur ou générateur ; les tableaux et connexions indispensables ; les dispositifs de démarrage, de synchronisation et d'excitation, avec leur appareillage ; enfin, communs aux deux côtés, les services auxiliaires de circulation d'eau ou d'huile pour les transformateurs, ceux nécessaires au graissage mécanique des paliers, à la ventilation des alternateurs, au filtrage de l'air, etc.

Tout cet ensemble est caractérisé par un prix de revient élevé rapporté à la puissance installée de 1 kw, et une utilisation grevée de pertes importantes.

Quelque élevé que soit le rendement du groupe, la perte totale annuelle entraînée par son fonctionnement est élevée, en raison de la marche pendant les heures « creuses ».

A cette dépense, il faut ajouter les annuités d'amortissement et de renouvellement des groupes, ainsi que celles afférentes au prix des bâtiments abritant à la fois les machines tournantes et l'ensemble ou une partie des transformateurs et des tableaux.

La liaison par de tels groupes est donc coûteuse à la fois de premier établissement et d'exploitation.

L'unification de la fréquence, par contre, résout le problème complètement en réduisant la question à l'emploi d'un nombre suffisant de transformateurs statiques, ou même dans le cas d'égalité des tensions, au montage d'un certain nombre d'interrupteurs.

En raison de ses avantages, c'est ce mode de liaison qui a été choisi en particulier pour la liaison des divers réseaux de l'agglomération parisienne qui sera terminée en 1930, c'est-à-dire en moins de dix ans.

L'auteur indique ensuite la nature des modifications entraînées par cette unification à 50 p : s. L'importance de la puissance à transmettre obligeait à créer un réseau de transmission à très haute tension, distinct des réseaux de distribution (courant triphasé à 600 000 v de Gennevilliers et Vitry).

Un transformateur étant toujours nécessaire pour relier le réseau de transmission à chaque réseau de distribution, il était indifférent qu'il changeât ou non le nombre de phases, ce qui permit de limiter l'unification à la fréquence, et eut pour avantage de rendre l'opération acceptable en diminuant énormément et limitant à des valeurs suffisamment basses, à la fois, sa dépense et sa durée.

Une fois les anciennes usines remplacées par un nombre suffisant de transformateurs reliés à l'usine de Gennevilliers, la mise en service des réseaux à la fréquence 50 p : s s'est effectuée conformément aux grandes lignes ci-après.

Les transformateurs de distribution ont tous été conservés. Ces transformateurs peuvent en effet, dans l'intervalle de 25 à 50 p : s, être alimentés à une fréquence quelconque pourvu que cette fréquence soit supérieure à celle pour laquelle ils ont été construits. Leur fonctionnement demeure pratiquement tout aussi satisfaisant.

Sur les réseaux exploités jusque-là à 25 p : s et passant à 50 p : s, il a fallu remplacer les moteurs. Ce problème est d'ordre purement électrique : le doublement de la fréquence permettant de conserver au nouveau moteur la vitesse de l'ancien, on peut dire en gros que la question est restée sur le terrain électrique et que les problèmes d'ordre mécanique n'ont pas eu à se poser.

Il n'en a pas été de même pour les réseaux alimentés à 41,66 p : s ; sur ces réseaux, les moteurs ont été conservés et ont pu presque sans exception assurer le même service. Ici donc, le problème électrique ne s'est presque pas posé, tandis que chaque moteur, pour ainsi dire, a posé un problème d'ordre mécanique.

En effet, la vitesse du moteur ayant augmenté de 20 pour 100, il a fallu conserver aux machines d'utilisation leur ancienne vitesse. Le problème est exclusivement mécanique : facile à résoudre dans le cas général de la commande par courroie, plus difficile quand la commande est directe (treuil, cabestan, etc.), plus difficile encore quand, la commande étant directe, l'appareil d'utilisation non modifié absorberait une puissance croissant rapidement avec la vitesse (dans les pompes centrifuges, les ventilateurs, etc., la puissance absorbée croît, toutes choses égales par ailleurs, comme le cube de la vitesse, etc.).

Mais si le principe de l'unification de la fréquence, ainsi résumé, paraît simple et même séduisant, son application exige un travail minutieux et entraîne des dépenses importantes.

La dépense de main-d'œuvre est plus élevée pour le passage de 25 à 50 p : s que pour le passage de 41,66 à 50 p : s.

La dépense des moteurs pour le passage de 25 à 50 p : s est très supérieure à la dépense du matériel mécanique dans le passage de 41,66 à 50 p : s.

Bien entendu, il faudrait, pour que la comparaison fût complète, rencontrer dans les deux régions comparées des industries aussi semblables que possible, ce qui n'est pas le cas.

L'expérience de la région parisienne a du moins montré que la fréquence ne doit plus différer d'un réseau à un autre et que, comme il était facile de le prévoir, la décision de faire l'opération plus tôt vaut mieux que le souci de l'étudier trop en détail plus tard.

Enfin, quelques cas particuliers nettement définis ont permis à l'auteur de vérifier la supériorité à la fois technique et économique de l'unification de la fréquence sur la liaison par groupes rotatifs.

Le rapport, qui n'a pas donné lieu à la discussion, se termine par l'exposé des calculs comparatifs dans ces cas particuliers.

Questions diverses.

Sous ce titre, sont groupés quelques rapports concernant la normalisation et l'utilité de l'établissement de statistiques internationales, sur la vulgarisation par l'enseignement scolaire des principes essentiels de l'électricité, sur les lignes de distribution pour l'agriculture.

Réseaux ruraux. — La seule question des lignes de distribution a fait l'objet d'un rapport.

LIGNES DE DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ POUR L'AGRICULTURE. — M. R. BORLASE MATTHEWS (Grande-Bretagne), spécialiste des questions d'applications de l'électricité en agriculture, se propose, dans ce rapport, d'établir des bases de discussion sur la meilleure méthode de distribution d'énergie électrique dans les campagnes.

L'un des plus gros obstacles au développement des lignes de distribution pour l'agriculture est leur prix de revient élevé, souvent en raison de l'observation obligatoire de règlements trop sévères. Il semble qu'on pourrait utiliser pour cette construction dans une large proportion des ouvriers agricoles pendant la période d'hiver où ils sont inoccupés.

L'auteur préconise l'utilisation, pour les besoins ruraux, des lignes de secours qui doublent habituellement les grandes lignes de liaison entre villes. En ce qui concerne les tensions, il y aurait des lignes secondaires à 33 000 v alimentant des ramifications à 11 000 v, qui elles-mêmes distribueraient l'énergie électrique dans des localités à intervalles d'environ 10 km, avec un rayon d'action de 5 km autour de chaque point de distribution. La tension de distribution devrait être de 380 à 400 v en courant triphasé pour la force motrice, et de 220 à 230 v entre phase et neutre pour l'éclairage. La puissance en chaque point de distribution, de 50 kv-A à l'origine, serait, vraisemblablement, vite augmentée. L'auteur décrit ensuite une installation rurale établie sur ces principes à Preesall (Grande-Bretagne), puis donne quelques directives pour la réduction du coût d'installation des lignes (montage des poteaux en usine, isolateurs et traverses se fixant sans perçage sur place, etc.).

La transposition des phases a été utilisée pour courtcircuiter le réseau en cas de rupture d'un conducteur, ce qui évite les fils de garde.

Les conducteurs en acier galvanisé ne peuvent être utilisés que comme expédient temporaire, en raison de leur impédance élevée.

La tendance actuelle, pour les lignes normalement chargées, est d'employer les canalisations en câbles au lieu de lignes aériennes ; on peut recourir à des procédés mécaniques pour creuser un sillon ou une tranchée où le câble est posé.

Dans certains cas, il peut être intéressant, pour réduire les frais, de faire la distribution en monophasé bien que le moteur monophasé soit, à puissance égale, d'un prix plus élevé que le moteur triphasé.

Les lignes de transmission doivent être reliées aux bâtiments des fermes au moyen d'isolateurs fixés aux combles du bâtiment principal (et non par des entrées tubulaires aménagées sur la toiture) et amenées à un tableau de distribution extérieur (et non pas intérieur) armé d'acier, sur lequel sont montés les commutateurs, dispositifs de sécurité, etc. ; chaque dispositif étant isolé séparément d'après le système courant aujourd'hui pour mines et usines et suivant lequel tous les dispositifs, même les conducteurs, sont recouverts de gaines protectrices en acier. Les cabines d'interrupteurs doivent se fermer automatiquement et ne pouvoir s'ouvrir que quand l'interrupteur est ouvert.

Un des problèmes les plus difficiles à résoudre par la société exploitante est la constitution de la provision de capitaux nécessaires à l'établissement des lignes de distribution. L'une des meilleures méthodes de surmonter la difficulté est de faire fournir les fonds par les habitants ruraux eux-mêmes. La Compagnie de Distribution du Sud de la Suède a obtenu des résultats très satisfaisants dans une entreprise de ce genre où la coopérative formée par les agriculteurs a permis, avec le concours des établissements régionaux d'épargne, de constituer les capitaux nécessaires. Cette coopérative n'a pas le pouvoir d'intervenir dans la construction et l'entretien des lignes. Le procédé s'est montré excellent.

L'auteur indique encore que le système des installations à crédit semble pouvoir être une aide précieuse en adoptant un paiement total soldé à longue échéance (sept à dix ans) qui rencontre le plus de faveur chez les fermiers.

En ce qui concerne les tarifs de l'énergie électrique, des deux méthodes généralement adoptées : somme fixe ajoutée chaque mois ou chaque trimestre au prix de l'énergie consommée, ou bien majoration fixe du prix par kilowatt-heure, l'auteur considère la première comme préférable.

Le rapport conclut en notant que d'une manière générale la question de l'électrification des campagnes implique avant tout une propagande bien faite dans les populations rurales.

Discussion. — MM. Borgquist (Suède), Brock (Autriche), Clough (Grande-Bretagne), Rich (Grande-Bretagne), Wilczek (Hongrie) discutèrent les conceptions du rapporteur à divers points de vue.

Pour certains, les tensions d'éclairage seraient plutôt 110 et 190 et celles de la force motrice, 220 et 380 v; d'aucuns vont même jusqu'à 110 et 190 v de façon générale, pour tenir compte de la réparation du matériel par l'agriculteur ou par un artisan local, avec des moyens rudimentaires.

Pour les débuts de l'électrification, M. Wilczek estime un avantage à la création de petites usines génératrices à faible consommation, destinées à faire place ultérieurement aux postes de transformation reliés à un réseau général.

Il résulte des idées développées, en tout cas, que la pratique de la Suède et de l'Autriche prouve la possibilité d'arriver, par des dispositions convenables, à des utilisations intéressantes des usines génératrices de réseaux ruraux et qu'il n'y a pas de raison majeure pour qu'une société de distribution rurale ne puisse pas, avec une gestion avisée, réaliser des bénéfices comme les sociétés de distribution d'intérêt général.

Enseignement scolaire des dangers de l'électricité. — Ce sujet a fait l'objet d'un seul rapport :

L'enseignement scolaire concernant l'emploi de l'électricité et les dangers qui en résultent. — M. Bellaar-Spruyt (Pays-Bas) s'est, depuis de longues années, attaché à rechercher la possibilité d'enseigner aux enfants, par des moyens appropriés, les caractères et les dangers de l'utilisation de l'électricité tant pour l'éclairage que pour les machines. Ces travaux ayant déjà été mentionnés dans notre revue (¹) à propos des précédentes conférences, nous n'y reviendrons pas, et nous nous contenterons de rappeler les principes directeurs que l'auteur a pu vérifier comme exacts par la pratique :

a) Il n'est pas juste de combattre le danger résultant de l'emploi de l'électricité à l'aide d'avertissements effrayants ; ceux-ci pourraient provoquer soit une peur exagérée, soit de l'espièglerie ;

b) Le seul mode efficace de combattre le danger consiste à propager la connaissance des lois naturelles qui régissent les phénomènes électriques ;

c) Cet enseignement devra avoir lieu dans les écoles primaires ;

d) Il devra être basé non pas sur les phénomènes d'électricité statique, comme cela était d'usage jusqu'ici, mais sur les phénomènes électromagnétiques :

e) Pour que l'enseignement ait le résultat désiré, il faudra donner à chaque enfant un livre contenant, à l'aide de reproductions distinctes, une explication des principaux appareils électriques, des phénomènes physiques sur lesquels ils sont basés, et de la manière de s'en servir. Ce livre devra être complété par des tableaux et des appareils de démonstration, afin de permettre un développement graduel des notions données aux enfants. En outre, il est recommandable d'employer des films dessinés, représentant les mouvements des électrons, et combinés avec des films montrant le fonctionnement des différents appareils. Il sera recommandable aussi de montrer les appareils eux-mêmes dans des expositions pédagogiques ambulantes ;

f) Pour mettre les instituteurs en état de bien donner cet enseignement, il faudra faire pour eux des cours, qui devront être donnés, de préférence, par les ingénieurs des entreprises d'électricité.

(¹) Compte rendu des travaux de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension (1923). *Revue générale de l'Electricité*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1056.

Compte rendu des travaux de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension (1925). *Revue générale de l'Electricité*, 5 septembre 1925, t. XVIII, p. 392.

Statistique et normalisation. — Deux rapports ont été présentés sur ces questions.

Etablissement de statistiques internationales sur des bases uniformes pour l'enregistrement des résultats obtenus au point de vue de la production, de la transmission et de la distribution d'énergie électrique, par Th. Norberg-Schulz. — La Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension, avait, au cours de sa session de 1925 (¹), chargé un comité international, présidé par l'auteur du présent rapport, d'étudier un projet de modèle de statistiques qui pourrait être adopté internationalement et de le soumettre à la quatrième session de la conférence.

Le résultat des travaux de ce comité a été établi sous forme d'un mémoire extrêmement détaillé, dont le secrétariat de la conférence n'a pas pu assurer la reproduction intégrale, étant donné le délai trop court qui restait entre la réception du rapport et l'ouverture de la session.

Les grandes lignes du rapport sont indiquées ci-dessous, pour montrer comment le comité en question a été amené à établir son projet.

Le premier chapitre comprend une revue des statistiques existant dans un grand nombre de pays : Allemagne, Belgique, Canada, Danemark, Etats-Unis, France, Grande-Bretagne, Italie, Japon, Norvège, Pays-Bas, Suède, Suisse.

Le deuxième chapitre est consacré à l'examen des points communs aux statistiques des pays ci-dessus nommés et des difficultés qu'on rencontre pour faire une comparaison exacte des diverses bases adoptées. Les rapprochements entre ces documents ont permis de déterminer quels éléments il serait intéressant de voir figurer dans les statistiques de tous les pays.

Le troisième chapitre souligne l'importance considérable de l'énergie électrique dans la vie actuelle et fait

(¹) Compte rendu des travaux de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension (1925). *Revue générale de l'Electricité*, 4 juillet et 5 septembre 1925, t. XVIII, p. 7 et 389.

remarquer que, si la meilleure utilisation des usines actuellement en service est importante, la connaissance des sources d'énergie disponible ne l'est pas moins. Il propose donc de faire figurer dans les statistiques des données à ce sujet. Au point de vue technique, il ne dissimule pas les difficultés que présente l'établissement des statistiques malgré l'intérêt offert par la connaissance de certaines données : pertes dans les réseaux, tension, fréquence, systèmes de distribution employés.

L'un des éléments caractéristiques qui devrait ressortir des statistiques est le facteur de charge des installations, élément essentiel de l'abaissement des prix de revient. Un autre élément est la discrimination des quantités d'énergie consommées par les différentes catégories d'usagers.

Ces considérations amènent au quatrième chapitre, qui constitue la proposition proprement dite du comité et conduit au modèle de statistique présenté.

Ce modèle de statistique comporte quatre tableaux groupant respectivement les données suivantes :

Tableau I. — Sources d'énergie.

Tableau II. — Usines existantes.

Tableau III. — Production et distribution de l'énergie électrique.

Tableau IV. — Capitaux investis, recettes et dépenses.

Les unités adoptées dans ces tableaux sont celles du système métrique, la grande calorie, le kilowatt, le kilowatt-heure et le franc-or.

Les grandeurs doivent en général être exprimées en millions de ces unités.

Discussion. — M. Brylinski (France) déclare à la suite de la présentation succincte du rapport que celui-ci nécessite un examen détaillé; il propose donc la nomination d'une commission chargée de cet examen et de la présentation de ses observations à la prochaine session de la Conférence; cette commission pourrait être mixte avec l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. La décision au sujet des statistiques se trouve donc reportée à deux ans.

Les problèmes de la normalisation internationale, par M. C. Le Maistre (Etats-Unis). — Après avoir rappelé l'utilité de la normalisation pour la facilité des relations commerciales entre les différents pays, l'auteur examine les conditions dans lesquelles se présente le problème.

Il montre que la normalisation internationale ne peut être obtenue que par la comparaison des règles propres à chaque pays, règles qui elles-mêmes ne peuvent être établies qu'avec la collaboration des constructeurs, des distributeurs et des consommateurs.

Il examine ensuite les difficultés dues aux états d'esprit qui règnent tant dans les divers pays que dans les diverses industries d'un même pays.

Pour conclure, il estime qu'on peut fonder les plus grandes espérances sur l'avenir de la normalisation internationale, si l'on a soin de l'aborder avec la prudence indispensable.

Discussion. — A la suite de ce rapport, M. Huber-Ruf (Suisse) a pris la parole pour développer des idées du même ordre et insister sur l'importance des services que peut rendre une normalisation internationale.

Vœu sur la mise au point des questions relatives au cos φ. — Les travaux de la Conférence se sont terminés par une demande de mise au point de cette question, présentée par la délégation roumaine, qui désirerait entre autres voir préciser la définition de la puissance réactive, ainsi que les notions auxiliaires et fixer les dénominations d'unités. Cette demande est agréée et la délégation roumaine a été chargée de présenter le programme des questions à traiter.

Réunion supplémentaire relative aux disjoncteurs à haute tension. — Au cours de la dernière journée des travaux de la Conférence, la délégation suisse a provoqué une réunion supplémentaire relative aux disjoncteurs à haute tension. Dans cette réunion présidée par M. Perrochet, premier délégué suisse, il a été décidé à l'unanimité que cette délégation serait chargée de nommer une commission à l'effet de procéder à une enquête internationale auprès des exploitants, sur les points les plus controversés de la technique des disjoncteurs à haute tension. Cette enquête permettra d'établir un rapport servant de base à une discussion approfondie qui aura lieu lors de la prochaine session de la Conférence en 1929.

Après avoir examiné les diverses parties du questionnaire élaboré à ce sujet par l'Union des Syndicats de l'Electricité, un certain nombre de membres de la Conférence, parmi lesquels MM. Busila (Roumanie), Kopeliovitch (Suisse), Mauduit (France) et Traverse (France), prirent la parole pour suggérer diverses modifications à apporter à ce questionnaire qui, dans ses grandes lignes, porte sur les points suivants ;

1. Nombre de réenclenchements successifs admissibles sur un court-circuit.

2. Avantages et inconvénients des résistances de choc.

3. Tension minimum admissible pour les interrupteurs extérieurs.

4. Mise à la terre du neutre. Son influence sur le dimensionnement des interrupteurs.

5. Temporisation des relais.

6. Emploi des chambres d'explosion.

MM. Dutoit (Suisse), Gaudin (France), Kopeliovitch, Mauduit, Ed. Roth (France), Runtgers (Suisse), Stephens (Grande-Bretagne) et Traverse ont été désignés pour faire partie de la commission. — F. P.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Protections contre les ondes mobiles, oscillations et surtensions

(*Suite et fin*) (*)

IV. **Application : condensateur à l'extrémité d'une ligne aérienne.** — Nous traiterons le cas d'une ligne aérienne ayant pour constantes

$$l = 10^{-8} \text{ H : cm},$$

$$c = 1,1 \times 10^{-13} \text{ F : cm}.$$

constituée par un fil de cuivre de 1 cm de diamètre, dont la résistance linéique est aux basses fréquences

$$r = 2,3 \times 10^{-6} \text{ ohm : cm}.$$

Aux fréquences élevées, au lieu de la pleine section, on doit considérer seulement un tube périmétrique d'épaisseur

$$\frac{5\,000}{\sqrt{\frac{f}{\rho}}}, \text{ en centimètres,}$$

où ρ est la résistivité. On a ainsi

pour $f =$ 10 000 p : s, $r = 8,5 \times 10^{-6}$ ohm : cm,
100 000 p : s, 27×10^{-6}
1 000 000 p : s, 85×10^{-6}.

A l'extrémité postérieure de cette ligne, on place un condensateur de capacité C en série avec une résistance R (fig. 7). Nous savons qu'une tension parasite U_0 de fréquence f pourra être tolérée aux bornes du condensateur, quitte à réduire U_0 si plusieurs tensions de fréquences différentes se combinant peuvent apparaitre à la fois. A des distances A de cette extrémité postérieure peuvent se manifester des sources de puissance électrique sous ces fréquences f. Quelle doit être la tension extrême de ces sources, avec la puissance qu'elles doivent être capables de débiter, pour qu'on atteigne la tension U_0 à l'extrémité ?

Ces sources de fréquences parasites sont constituées par des interrupteurs que l'on manœuvre, des arcs entre conducteurs ou à la terre, etc., qui provoquent des oscillations du système, ou des départs d'ondes mobiles ; ces sources peuvent également être déterminées par des phénomènes naturels comme des coups de foudre directs ou non.

Ce que nous venons de dire permet de résoudre ce problème immédiatement. On voit tout de suite qu'il faut, en prenant les coefficients ordinaires de la pratique, que la fréquence soit élevée. Nous traiterons donc le cas de la valeur la plus basse de ces fréquences élevées à considérer qui est voisine de 10 000 p: s, et nous irons jusqu'à 1 million de périodes par seconde ; il serait facile d'aller plus loin si on le désirait.

A. La résistance en série avec le condensateur est nulle. — 1. EMPLOI D'UN CONDENSATEUR DE FORTE CAPACITÉ. — Nous commencerons par placer un condensateur de forte capacité, soit d'un dixième de microfarad. C'est beaucoup plus que ne le permettraient certaines craintes de résonance aux basses fréquences dont nous avons parlé. Mais nous traitons néanmoins ce cas pour voir l'effet d'un condensateur assez important, et nous pouvons supposer aussi qu'on a pris toutes précautions pour que les résonances des premiers harmoniques ne puissent avoir lieu.

Le tableau II suivant est ainsi relatif à $C = 10^{-7}$ F; la résistance en série est nulle, $R = 0$. Les calculs sont faits très rapidement, la précision ne servant à rien, les ordres de grandeur seuls sont à considérer; en continuant on obtient des tensions U_0 repassant périodiquement par des valeurs rangées dans le même ordre, mais décroissant avec des distances croissantes, tandis que la perte en ligne, que doit fournir la source parasite, doit nécessairement augmenter.

1° *Cas d'une fréquence de* 10^6 *p : s.* — Considérons ce qui se passe aux très hautes fréquences, comme 10^6 p : s. Le condensateur agit alors généralement comme un réducteur très efficace des tensions parasites, simplement par la distribution du potentiel qui résulte de sa présence et même si les sources parasites sont de puissance illimitée. Il faut, naturellement, que le condensateur soit bien établi pour absorber les énormes courants qui le traverseront, pendant un temps court, il est vrai ; et atteindraient plus de 6 000 A sous 10 000 V et 60 000 A sous 100 000 V aux bornes du condensateur. Les bornes doivent etre suffisantes, ainsi que les fils de liaison ; il faut aussi veiller à ce que des courants trop intenses n'aient pas seulement pour les porter quelques feuilles minces de papier d'étain.

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 27 août 1927, t. XXII. p. 305-311.

TABLEAU II. — *Valeurs des rapports de tensions et des pertes en ligne pour des fréquences de 10^4, 10^5 et 10^6 p : s, dans le cas d'un condensateur de 10^{-7} farad.*

DISTANCE A en kilomètres pour les fréquences			Cos βA		RAPPORT $U_0 : U$ pour les fréquences			PERTE EN LIGNE P_L en kilowatts pour $U_0 = 10\,000$ v pour les fréquences		
10^4 p : s	10^5 p : s	10^6 p : s			10^4 p : s	10^5 p : s	10^6 p : s	10^4 p : s	10^5 p : s	10^6 p : s
0	0	0	1	origine	1	1	1	0	0	0
		0,00025	résonance				750			84
	0,025		résonance	$\operatorname{tg} \beta A = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{c}{l}}$		240			26	
2,45			résonance		75			8		
2,5	0,25	0,025	0,866		11	0,12	0,011	10	250	7 700
3,8	0,38	0,038	0,707		1,5	0,08	0,0075	15	340	10 300
5,0	0,5	0,05	0,5		0,8	0,065	0,006	19,5	400	11 800
7,5	0,75	0,075	0	quart d'onde	0,55	0,055	0,0055	24,5	435	12 600
10	1	0,1	—0,5		0,45	0,06	0,006	25	450	13 500
11,3	1,13	0,113	—0,707		0,5	0,07	0,0075	25,5	495	14 900
12,5	1,25	0,125	—0,866		0,55	0,095	0,01	26,5	570	17 500
15	1,5	0,15	—1	demi-onde	1	0,99	0,9	32	810	25 200
		0,15025	résonance				1,3			25 500
	1,525		résonance	$\operatorname{tg} \beta A = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{c}{l}}$		3,8			820	
17,45			résonance		11			36		

Ce n'est que pour la première résonance qu'on obtient apparemment une surtension élevée sur le condensateur. Nous trouvons 750 fois la tension de la source; mais est-ce dangereux? Non car, sauf des circonstances invraisemblablement imaginables, il faudrait que cette source de fréquence d'un million de périodes par seconde fût à 25 cm, seulement et fort exactement, de l'extrémité de la ligne, où se trouve juste connecté le condensateur, tous ces points de branchement, comme la source parasite, étant sans dimensions; il suffit d'une variation de quelques centimètres pour réduire à peu de chose la surtension.

La seconde résonance a lieu pour une distance de 150,25 m, mais elle se réduit à 1,3 fois la tension parasite; nous pouvons faire les mêmes remarques sur la nécessité d'une application de la tension en un endroit précis, et sans dimensions appréciables à quelques centimètres, duquel toute surtension disparait. Il faut ajouter à cela qu'en plus de l'atténuation des surtensions par la distribution même des potentiels, la puissance limitée de la source est à considérer. La dernière colonne nous montre les énormes puissances qu'elle doit avoir; si 100 000 v peuvent être tolérés momentanément il est de toute nécessité que cette source atteigne des millions de kilowatts (sous 10⁵ v et 10^6 p : s, un condensateur de 10^{-7} F absorbe $2\pi f CU = 62\,800$ A et la ligne de cuivre de 1 cm de diamètre a une résistance de 8,5 ohms par kilomètre; la vérification des ordres de grandeur du tableau est donc aisée, en tenant compte grossièrement de ce que le courant est plus faible en certains points de la ligne). La foudre seule, frappant directement, peut être supposée réaliser une telle source de tension élevée et rapidement variable. Une manœuvre de disjoncteur ne le peut certainement pas.

2° *Cas d'une fréquence de 10^5 p : s.* — Si nous passons à une fréquence de 10^5 p : s, on voit que le condensateur réduit moins la valeur des tensions parasites. En ce qui concerne la première résonance, nous trouvons une valeur trois fois moins grande, mais encore élevée : 240 fois la tension appliquée. Celle-ci doit être à 25 m de l'extrémité, et maintenant la précision de son application est de l'ordre du mètre; il en est de même de la seconde résonance qui développe une surtension de 7,7 fois la tension appliquée. Les puissances absorbées sont plus faibles que pour la fréquence de 10^6 p : s, mais sont encore appréciables. Ainsi pour maintenir 100 000 v aux bornes du condensateur, il faut disposer d'une source, de fréquence 10^5 p : s, débitant 2 500 kw à 25 m de distance, ou 82 000 kw si elle est à 1 525 m.

3° *Cas d'une fréquence de 10^4 p : s.* — Enfin, pour une fréquence s'abaissant à 10^4 p : s, le condensateur ne produit pas une distribution de potentiel bien favorable. Si l'on devait craindre des oscillations de cette fréquence avec des puissances très grandes à la disposition de leur source, le condensateur pourrait devenir plutôt dangereux.

2. EMPLOI D'UN CONDENSATEUR DE FAIBLE CAPACITÉ. — Plaçons maintenant sur la même ligne un condensateur de capacité 33 fois plus faible, soit $C = 3 \times 10^{-9}$ F. Etablissons le tableau III analogue au tableau II précédent, toujours dans le cas de $R = 0$.

De là il résulte que ce condensateur de capacité réduite détermine généralement une surtension à ses bornes — ce qui peut amener un redressement des ondes mobiles — si la perturbation est à courte distance et d'une fréquence inférieure à des centaines de milliers de périodes par seconde. Vers la fréquence de 10^6 p : s et au-dessus le condensateur amène toujours un effet favorable, sauf dans le cas de résonance directe entre l'inductance de la ligne, les capacités du conden-

TABLEAU III. — *Valeurs des rapports de tensions et des pertes en ligne pour des fréquences de 10^4, 10^5 et 10^6 p : s, dans le cas d'un condensateur de 3×10^{-9} farad.*

DISTANCE A en kilomètres pour les fréquences			Cos βA		RAPPORT $U_0 : U$ pour les fréquences			PERTE EN LIGNE P_L en kilowatts pour $U_0 = 10\,000$ v pour les fréquences		
10^4 p : s	10^5 p : s	10^6 p : s			10^4 p : s	10^5 p : s	10^6 p : s	10^4 p : s	10^5 p : s	10^6 p : s
0	0	0	1	origine	1	1	1	0	0	0
		0,0083	résonance				750			2,5
2,5	0,25	0,025	0,866		1,2	1,7	0,5	0,3	0,5	7,5
3,8	0,38	0,038	0,707		1,5	3,2	0,3	0,8	0,9	10
5	0,5		0,5		2,2	170	0,22	1,6	1,6	14
	0,5...		résonance			170			1,6	
7,2			résonance		50			3,6		
7,5	0,75	0,075	0	quart d'onde	17	1,7	0,17	3,7	2,3	14
10	1	0,1	—0,5		1,8	1	0,18	5,8	2,8	14
11,3	1,13	0,113	—0,707		1,3	0,9	0,21	6,5	2,9	15
12,5	1,25	0,125	—0,866		1,1	0,9	0,27	6,9	2,9	16
15	1,5	0,15	—1	demi-onde	1	1	1	7	2,9	23
		0,158	résonance				40			25

sateur et de la ligne combinées — avec des remarques analogues à celles que nous avons déjà faites.

D'autre part, la résistance de la ligne devient insuffisante, étant donné que les courants absorbés par le condensateur se réduisent à 1/33 de ce qu'ils étaient dans le premier exemple, d'où un effet Joule 1 100 fois plus faible, pour nécessiter la mise en jeu de puissances très considérables. Cependant pour la résonance d'une source de fréquence 10^6 p : s, placée à 158 m du condensateur, amenant une surtension de 40 fois la tension appliquée à cette fréquence, il faudrait nécessairement pour atteindre 100 000 v sur le condensateur que cette source disposât de 2 500 kw.

On voit ainsi que, placé entre deux dangers, celui de résonance aux basses fréquences avec des condensateurs de grande capacité et celui de surtensions aux hautes fréquences avec condensateur de faible capacité, on est amené à examiner de plus près les deux solutions, mais en augmentant l'absorption de puissance au moyen d'une résistance placée en série avec le condensateur. Cette résistance existe d'ailleurs toujours à cause du retour de courants par la terre entre le condensateur et les divers points de la ligne.

B. La résistance en série avec le condensateur n'est pas nulle. — Quelle résistance faut-il adopter? On peut rechercher quel doit être G pour que GU_0^2, dissipation de puissance dans la résistance, comme nous l'avons vu, soit le plus grand possible. On a

$$\frac{dG}{dR} = \frac{4\pi^2 f^2 C^2}{(1 + 4\pi^2 f^2 C^2 R^2)^2}(1 - 4\pi^2 f^2 C^2 R^2)$$

et la meilleure valeur de R est $R = \frac{1}{2\pi f C}$.

Comme f varie dans d'assez grandes limites, on choisira R pour une valeur moyenne de la fréquence des perturbations supposées.

1. EMPLOI D'UN CONDENSATEUR DE FORTE CAPACITÉ. — Toujours avec la même ligne, reprenons le condensateur de 10^{-7} F. Ajoutons-lui une résistance qui doit être, d'après ce qui précède, 160, 16, ou 1,6 ohms pour $f = 10^4$, 10^5 ou 10^6 p : s. Adoptons $R = 10$ ohms. Il devient inutile de calculer la perte en ligne, bien plus faible que dans cette résistance. Nous supposons la résonance réalisée pour la même distance A que lorsque la résistance est nulle, ce qui est approximativement exact. Le tableau IV résume les résultats obtenus.

En comparant ce tableau IV avec le tableau II obtenu avec $R = 0$, on voit que les seuls changements notables sont une atténuation des résonances, sauf aux basses fréquences, et une réduction plus faible de la tension aux bornes de l'ensemble de la résistance et du condensateur aux fréquences très élevées, ce qui est naturel puisque, aux fréquences très élevées, un condensateur est presque un court-circuit; par suite toute résistance diminue donc beaucoup son effet.

Mais l'absorption de puissance est considérable; elle est

$$P = 0,4 \times 10^{-3}\ U_0^2, \text{ en watts pour } f = 10^4 \text{ p : s},$$
$$28,5 \times 10^{-3}\ U_0^2 \quad \text{id.} \quad 10^5$$
$$97,5 \times 10^{-3}\ U_0^2 \quad \text{id.} \quad 10^6$$

si nous pouvons tolérer jusqu'à 50 000 v, par exemple, aux bornes de l'ensemble du condensateur et de la résistance. Cette condition se réalise forcément si la source parasite a une puissance qui ne peut atteindre

1 000 kw pour $f = 10^4$ p : s,
71 000 kw id 10^5
250 000 kw id 10^6

2. EMPLOI D'UN CONDENSATEUR DE FAIBLE CAPACITÉ. — 1° *Avec une résistance en série de 500 ohms.* — Repre-

TABLEAU IV. — *Valeurs des rapports de tensions dans le cas d'un condensateur de 10^{-7} farad et d'une résistance de 10 ohms.*

DISTANCE A en kilomètres pour les fréquences			Cos β A		RAPPORT $U_0 : U$ pour les fréquences		
10^4 p : s	10^5 p : s	10^6 p : s			10^4 p : s	10^5 p : s	10^6 p : s
0	0	0	1	origine	1	1	1
		0,00025	résonance				6,6
	0,025		résonance			1,7	
2,45			résonance		16		
2,5	0,25	0,025	0,866		10	0,14	0,07
3,8	0,38	0,038	0,707		1,5	0,09	0,05
5,0	0,50	0,05	0,5		0,8	0,075	0,04
7,5	0,75	0,075	0	quart d'onde	0,55	0,06	0,035
10	1	0,1	—0,5		0,45	0,07	0,04
11,3	1,13	0,113	—0,707		0,5	0,085	0,045
12,5	1,25	0,125	—0,866		0,55	0,11	0,065
15	1,5	0,15	—1	demi-onde	1	1	1

nons enfin le condensateur de 3×10^{-9} F; la résistance la meilleure varie de 5 300 à 53 ohms en passant de 10^4 à 10^6 p : s. Prenons d'abord $R = 500$ ohms, nous obtenons les résultats rassemblés dans le tableau V.

TABLEAU V. — *Valeurs des rapports de tensions dans le cas d'un condensateur de 3×10^{-9} farad et d'une résistance de 500 ohms.*

DISTANCE A en kilomètres pour les fréquences			Cos β A		RAPPORT $U_0 : U$ pour les fréquences		
10^4 p : s	10^5 p : s	10^6 p : s			10^4 p : s	10^5 p : s	10^6 p : s
0	0	0	1	origine	1	1	1
		0,0083	résonance				10
2,5	0,25	0,025	0,866		1,2	1,4	1,15
3,8	0,38	0,038	0,707		1,5	1,9	1,3
5	0,5	0,5	0,5		2,2	3	1,45
	0,5...		résonance			4	
7,2			résonance		40		
7,5	0,75	0,075	0	quart d'onde	17	2,4	1,65
10	1	0,1	—0,5		1,8	1,25	1,3
11,3	1,13	0,113	—0,707		1,35	1,05	1,15
12,5	1,25	0,125	—0,866		1,1	1	1,05
15	1,5	0,15	1	demi-onde	1	1	1
		0,158	résonance				9

Le résultat n'est pas bien favorable au point de vue de la répartition des tensions du fait que l'on est toujours en surtension. Il faut donc absolument compter sur la dissipation de chaleur dans la résistance, en estimant quand la source parasite n'aura pas une puissance suffisante pour amener des tensions dangereuses.

En se limitant à 50 000 v aux bornes de l'ensemble du condensateur et de la résistance comme ci-dessus, la puissance de la source devrait être, à cause de la perte en ligne dont nous ne tenons pas compte, de plus de

45 kw	pour	$f = 10^4$	p : s
2 350 kw	id	10^5	
4 900 kw	id	10^6	

2° *Avec une résistance en série de 100 ohms.* — Si maintenant nous adoptons avec ce même condensateur une résistance de 100 ohms seulement, nous aurons des résultats un peu différents résumés dans le tableau VI.

En comparant ces deux tableaux, on voit bien que la résistance de 500 ohms améliore au mieux la fréquence de 10^6 p : s, tandis que la résistance de 100 ohms agit le plus efficacement à une fréquence plus élevée.

La résistance de 100 ohms correspond, en se limitant toujours à 50 000 v sur le condensateur et la résistance, à une énergie dissipée en chaleur dans la résistance de

9 kw	pour	$f = 10^4$	p : s,
860 kw	id	10^5	
19 500 kw	id	10^6	

TABLEAU VI. — *Valeurs des rapports de tensions dans le cas d'un condensateur de 3×10^{-9} farad et d'une résistance de 100 ohms.*

DISTANCE A en kilomètres pour les fréquences			Cos βA		RAPPORT $U_0 : U$ pour les fréquences		
10^4 p : s	10^5 p : s	10^6 p : s			10^4 p : s	10^5 p : s	10^6 p : s
0	0	0	1	origine	1	1	1
		0,0083	résonance				2,4
2,5	0,25	0,025	0,866		1,2	1,6	0,85
3,8	0,38	0,038	0,707		1,5	3	0,6
5	0,5	0,05	0,5		2,2	10	0,45
	0,5...		résonance			11	
7,2			résonance		45		
7,5	0,75	0,075	0	quart d'onde	17	1,8	0,4
10	1	0,1	—0,5		1,8	1	0,4
11,3	1,13	0,113	—0,707		1,35	0,9	0,45
12,5	1,25	0,125	—0,866		1,1	0,85	0,55
15	1,5	0,15	—1	demi-onde	1	1	1
		0,158	résonance				2,3

et l'on voit encore que, comparativement à la résistance de 500 ohms, celle de 100 ohms convient mieux aux fréquences très élevées et relativement moins bien aux fréquences moins élevées, comme 10 000 p : s.

C. **Signification des surtensions trouvées.** — Dans les tableaux II à VI ci-dessus, nous indiquons les valeurs de $U_0 : U$. Quand ce quotient est plus grand que l'unité, cela veut dire que la tension aux bornes de l'ensemble du condensateur et de la résistance est plus forte que celle de la source, ou bien qu'on a surtension. Mais cela a-t-il quelque signification quant aux tensions absolues qu'on peut obtenir sur cet ensemble ?

Il y a lieu de distinguer le cas d'une source à basse fréquence comme S sur la figure 1. Cette source peut exister sous la forme d'une machine produisant une force électromotrice déterminée U et on observe KU sur le condensateur. C'est bien net. Mais lorsqu'on passe au cas de la figure 7 avec des fréquences élevées,

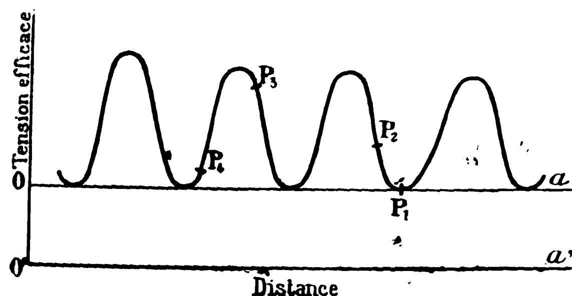


Fig. 8. — Répartition de la tension efficace de fréquence élevée le long d'une ligne.

dès que la distance entre le lieu de la cause de perturbation et le condensateur dépasse une fraction assez faible de la longueur d'onde, laquelle est de 300 m pour la fréquence seulement de 10^6 p : s, la tension et le courant varient le long de la ligne. Schématiquement, en l'absence de pertes, on a la figure 8 avec l'axe Oa. Si le condensateur a une capacité énorme ou si la fréquence est très considérable, le point de branchement de ce condensateur est un point P_1, puisque le condensateur équivaut à un court-circuit. Mais il se peut que le condensateur ait une capacité plus faible ou que la fréquence soit inférieure ; si le point représentatif devient P_2, on voit qu'on aura toutes valeurs du coefficient de surtension, à tension égale, selon qu'on suppose la cause en P_3 ou P_4, etc.

La charge déplace l'axe des abscisses en O'a' et atténue les rapports. Mais ce n'est pas cela qu'il faut considérer. En général, la ligne, les appareils branchés, ceux que l'on manœuvre, le condensateur, la résistance constituent un tout dont on doit rechercher l'oscillation libre transitoire, d'une certaine fréquence et ses harmoniques, périodes naturelles de cet ensemble. Que nous importe donc plus particulièrement le rapport de la tension entre deux points déterminés plutôt qu'entre deux autres ? En les choisissant arbitrairement, on obtient un rapport variable dans les limites les plus étendues pour des tensions dangereuses constantes.

Il n'en irait évidemment pas de même si l'on revenait au cas d'un alternateur de fréquence de 10^5 p : s par exemple, mû par une machine puissante donnant une tension constante, sans réaction d'induit, que l'on placerait en dérivation sur la ligne à des distances variables ou choisies. Alors il y aurait réellement des surtensions figurées par les chiffres des tableaux ci-dessus. Mais les sources parasites des réseaux ne peuvent être assimilées à un tel alternateur.

Ce qu'il faut considérer, croyons-nous, c'est tout simplement la possibilité d'une tension donnée en un point donné. Nous avons pris le condensateur : on prendrait, si l'on voulait, tout autre point, comme le milieu de la ligne, par exemple. La considération de puissance absolument nécessaire à la source pour obtenir cette tension dangereuse permet d'éliminer bien des causes

d'accidents quelquefois supposées. La fermeture d'un interrupteur peut-elle donner une perturbation de haute fréquence et d'une puissance atteignant 25000 kw? Le bon sens répond : non.

En général, on ne connaît pas cette puissance ; on a plutôt une idée de l'énergie libérée par la perturbation. Il faut donc faire intervenir le facteur temps. Cela est d'ailleurs conforme à des idées actuelles sur les isolants, question qui au fond nous intéresse seule ici ; les isolants auraient besoin, pour être percés, d'une tension appliquée pendant un temps d'autant plus long qu'elle est plus élevée. Au surplus, ce sont surtout des comparaisons expérimentales qui élucideront complètement les questions de ce genre. Les considérations qui précèdent sont plutôt de nature favorable à l'emploi des condensateurs, que les surtensions indiquées sur nos tableaux présentent sous un jour dépréciant à première vue.

Rappelons qu'un coup de foudre direct a été estimé représenter seulement quelques kilowatts-heures — en le captant on tirerait, au plus, quelques francs. — Mais la soudaineté de la décharge fait que la puissance est admise de l'ordre de centaines ou de milliers de millions de kilowatts. On sait que rien ou à peu près ne résiste à ce phénomène naturel. En fait, une ligne électrique n'absorbe jamais qu'une faible fraction de telles puissances et énergies qu'elle se partage avec les corps voisins généralement bien plus gros, angulairement vus du nuage qui se décharge.

V. Quelques mots au sujet de la construction des condensateurs à haute tension. — Il existe, en peu d'exemplaires, des modèles de condensateurs branchés sur des réseaux à haute tension. Jusqu'à présent, ils n'ont pas eu beaucoup de succès. Il y a certaines préventions répandues contre leur utilisation et, il faut le reconnaître, elles sont parfois justifiées. Ces condensateurs emploient quelquefois comme isolant, entre leurs armatures successives, des feuilles de mica à cause de la grande résistance disruptive de ce corps et de sa forte constante diélectrique, qui concourent à réduire le volume des appareils. Mais on reproche au mica, dans toute la construction à haute tension, sa fragilité et sa facilité de clivage. S'il se déclare le moindre vide dans l'isolant, la grandeur même de la constante diélectrique détermine dans l'air un gradient de potentiel très élevé, l'ionise, avec formation d'effluves destructifs à la longue. On ne peut songer à remplir ces vides par d'autres substances ; d'ailleurs elles n'auraient pratiquement qu'une constante diélectrique plus faible que le mica et ne supporteraient pas, quelquefois encore moins que l'air, l'excès de gradient de potentiel résultant de leur présence même.

Ces objections doivent-elles faire condamner les condensateurs au mica ? Cela ne paraît pas absolument démontré. Cependant on doit observer qu'on n'isole plus jamais les circuits d'un transformateur, entre eux ou de la masse, au moyen de feuilles de mica plus ou moins habilement disposées. Cette construction, qui a été assez employée, est aujourd'hui universellement délaissée. Les problèmes ne sont pas complètement identiques, on doit le reconnaître, mais on sent que l'objection a quelque valeur.

Nous avions indiqué [1] un mode de construction dérivé de celui des transformateurs, amenant à une meilleure résistance mécanique. Les armatures du condensateur étaient plongées dans un isolant fluide, comme de l'huile, ou semi-fluide, avec des barrières de séparation en cartons agglomérés. On trouve la même constante diélectrique de 4,5 environ pour des huiles végétales comme l'huile de ricin et les corps végétaux analogues et les comprimés isolants ordinaires des transformateurs. On aurait ainsi la meilleure répartition possible des tensions. Pour se débarrasser de l'influence des bords, les armatures seraient roulées en cylindres ; les parties extrêmes, ou la totalité, seraient constituées par un conducteur disposé en hélice à pas serré. Ce pas augmenterait progressivement aux extrémités, et de façon différente pour les deux pôles, de façon que la distance entre pôles augmente progressivement jusqu'à une valeur convenable. Cela estompe les bords et permet de faire les connexions sans danger. Ces condensateurs, à prévoir seulement pour les hautes tensions, comme 30000 v et au-dessus, n'ont donné lieu qu'à quelques essais sans réelles applications [2].

Remarquons enfin que, si l'on calcule un condensateur de l'ordre de 10^{-9} F, on arrive à de faibles dimensions. En exprimant les longueurs en centimètres, on a

$$C = \frac{\varepsilon S}{11,3\, d}\, 10^{-12}, \text{ en farads,}$$

(le facteur 11,3 est égal au produit $0,9 \times 4\pi$).

Si l'on fait $d = 3$ cm, ce qui suffit pour plusieurs dizaines de milliers de volts, et jusqu'à près de 100000 v avec l'isolement des câbles au papier et $\varepsilon = 4,5$, il vient $S = 7500$ cm². Il suffit donc d'une seule plaque de 0,375 m² entre deux autres. La réalisation avec trois cylindres est donc aisée. Une capacité bien plus élevée se conçoit facilement au moyen de cylindres concentriques successifs, avec une construction à l'abri de beaucoup d'objections déjà faites aux condensateurs.

VI. Protection par bobines de réactance. — Une inductance placée en série dans une ligne absorbe à ses bornes une tension $2\pi f LI$. Si donc une émission parasite de fréquence f, ou d'un groupe d'oscillations de fréquences harmoniques plus ou moins amorties dont l'ensemble équivaut à une onde mobile à front plus ou

(1) P. Bunet ; Capacités et condensateurs. *Revue générale de l'Électricité*, 21 août 1920, t. VIII, p. 237-250.

(2) Nous avons présenté ce type de condensateurs à différents constructeurs. L'un d'eux nous a donné l'avis de son conseil, dont le nom est connu universellement : « On ne peut envisager une telle construction, car il n'y aurait jamais sur la terre assez d'huile de ricin pour remplir tous les condensateurs ». Nous pensions que la culture des plantes peut facilement se développer...

moins raide, a lieu, elle sera absorbée plus ou moins complètement en se massant aux bornes de l'inductance.

On augmente l'atténuation de phénomènes parasites en mettant en dérivation sur la bobine une résistance aussi pure que possible, sans effet Kelvin considérable aux fréquences élevées, donnant lieu à la circulation d'un courant représentant une puissance assez forte et sans action sur le fonctionnement ordinaire du circuit. On fait aussi ces bobines en fer pour en augmenter la résistance par effet Kelvin; on les munit de noyaux peu magnétiques, mais dissipateurs d'énergie, etc.

Mais de telles bobines ont l'inconvénient de ne pas agir si le courant de fréquence élevée qui parcourt la ligne est faible. En particulier, en bout d'une ligne, le courant est nul, la bobine ne sert donc à rien. Il en est de même si elle précède une impédance très élevée comme celle d'un transformateur; tout au moins cela peut arriver.

La protection apportée par une telle inductance n'est donc pas bien certaine et tout le monde paraît d'accord là-dessus. Cependant on emploie fréquemment ces bobines, souvent avec une inductance de l'ordre du dixième de millihenry, parce qu'elles sont peu coûteuses et aussi beaucoup par habitude. Un fil roulé sur 25 cm de diamètre, faisant 30 spires sur 50 cm de longueur axiale, donne une inductance de 0,1 millihenry. Si elle doit absorber 50 000 V à la fréquence de 10 000 p : s, il faut que la ligne amène un courant parasite de 8 000 A et encore 80 A à la fréquence de 10^6 p : s; ces valeurs sont généralement impossibles à admettre et la bobine absorbe une tension parasite bien plus faible.

Cependant, ainsi que pour les condensateurs, on peut se guider sur la puissance nécessaire à la perturbation en ajoutant un dissipateur d'énergie agissant proportionnellement à la tension ou au courant de haute fréquence, comme la résistance en dérivation et autres artifices dont nous avons parlé. Mais cela ne donne toujours pas une action favorable si le courant est nul.

VII. Protection par bobines de réactance présentant une capacité appréciable. — Si, au lieu d'une simple inductance, nous plaçons en série sur la ligne une bobine présentant avec la terre (ou avec les fils des autres phases) une capacité notable, les courants de haute fréquence ou, en général, de variation rapide, au lieu de rester d'intensité constante le long de la bobine, auront des variations plus ou moins importantes. Si le courant est nul en une extrémité, il ne le sera donc pas à l'autre; en particulier, si la bobine correspond à un quart d'onde pour la fréquence considérée, ce courant pourra être nul à un bout, mais il sera maximum à l'autre. Cet effet se sera déjà fait sentir bien au-dessous de la longueur qui correspond au quart d'onde, à un quart de cette longueur et moins encore.

On dispose ainsi de la possibilité d'accumuler des tensions aux bornes de la bobine ou entre divers points de cette bobine, quelles que soient les circonstances; on peut ainsi toujours profiter de ces tensions pour effectuer des dissipations d'énergie dérivées des sources de haute fréquence qu'on se propose de rendre inoffensives.

En d'autres termes, on place en série avec la ligne une autre ligne à constantes réparties, inductance et capacité, dont on peut amplifier la résistance aux hautes fréquences par effet Kelvin ainsi que la perditance et causes de dissipation d'énergie de même nature. Cette ligne artificielle, mise ainsi en série, doit être combinée pour ne donner lieu qu'à de très faibles pertes aux fréquences ordinaires.

Le figure 9 représente une telle bobine assimilée à une ligne artificielle de constantes linéiques déterminées comme d'ordinaire; les spires seront assez écartées pour qu'on néglige, en première approximation, les effets de capacité et de mutuelle inductance, ou qu'on en tienne seulement compte en modifiant les constantes ordinaires comme nous le ferons dans un exemple numérique suivant.

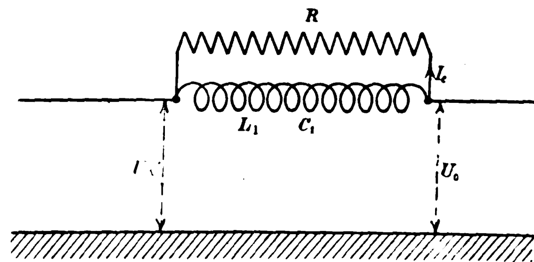


Fig. 9. — Bobine d'inductance avec capacité répartie et une résistance en dérivation.

La tension parasite à l'extrémité postérieure est U_0; nous supposons les conditions les plus défavorables, c'est-à-dire cette extrémité ouverte, ou suivie d'une impédance absorbant un courant négligeable. Le seul courant est ainsi I_0 revenant par la résistance R en dérivation sur la bobine.

La tension parasite avant la bobine est U_A de fréquence f, A est la longueur de la bobine de constantes linéiques r, l, c. Les équations des groupes (1) et (2), avec r petit et $\alpha^2 A^2$ négligé, donneront

$$U_0 = U_A \frac{\frac{l}{c}\frac{1}{R^2}\sin^2\beta A + \cos\beta A + \sqrt{\frac{l}{c}}\frac{1}{R}\alpha A(1+\cos\beta A) - j\sin\beta A\left[\alpha A + \sqrt{\frac{l}{c}}\frac{1}{R}(1-\cos\beta A)\right]}{\cos^2\beta A + \frac{l}{c}\frac{1}{R^2}\sin^2\beta A + 2\sqrt{\frac{l}{c}}\frac{1}{R}\alpha A}.$$

$$U_0 - U_A = U_A \frac{\left(\cos\beta A - \sqrt{\frac{l}{c}}\frac{1}{R}\alpha A\right)(1-\cos\beta A) - j\sin\beta A\left(\alpha A + \sqrt{\frac{l}{c}}\frac{1}{R}(1-\cos\beta A)\right)}{\cos^2\beta A + \frac{l}{c}\frac{1}{R^2}\sin^2\beta A + 2\sqrt{\frac{l}{c}}\frac{1}{R}\alpha A}.$$

De là on tire I_0, puis la dissipation dans la résistance RI_0^2; αA étant souvent négligeable, on a alors

$$U_0 = U_A \frac{\frac{l}{c}\frac{1}{R^2}\sin^2\beta A + \cos\beta A - j\sqrt{\frac{l}{c}}\frac{1}{R}\sin\beta A(1-\cos\beta A)}{\cos^2\beta A + \frac{l}{c}\frac{1}{R^2}\sin^2\beta A},$$

$$U_0 - U_A = U_A \frac{(1-\cos\beta A)\left(\cos\beta A - j\sqrt{\frac{l}{c}}\frac{1}{R}\sin\beta A\right)}{\cos^2\beta A + \frac{l}{c}\frac{1}{R^2}\sin^2\beta A}.$$

ou, en valeurs absolues,

$$\left.\begin{aligned} U_0 &= U_A\sqrt{\frac{R^2+\frac{l}{c}\sin^2\beta A}{R^2\cos^2\beta A + \frac{l}{c}\sin^2\beta A}}, \\ U_0 - U_A &= U_A\frac{1-\cos\beta A}{\sqrt{\cos^2\beta A + \frac{l}{c}\frac{1}{R^2}\sin^2\beta A}} = U_0\frac{1-\cos\beta A}{\sqrt{1+\frac{l}{c}\frac{1}{R^2}\sin^2\beta A}}. \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

Il sera donc facile de déterminer, connaissant les constantes de la bobine, la valeur de β pour toutes fréquences $(\beta = 2\pi f\sqrt{lc})$, d'en tirer $U_0 - U_A$ puis I_0, et RI_0^2 à toutes fréquences.

Remarquons que, contrairement à l'emploi d'un condensateur qui amènerait des surtensions dans certains cas, si les sources parasites étaient de forte puissance, on peut, avec les bobines à capacité répartie, supprimer pratiquement la possibilité de surtensions de cette nature.

De la première des formules (8) on tire $U_0 \geq U_A$, c'est-à-dire que la tension à l'extrémité à protéger serait plus grande que la tension à l'autre extrémité. Tout d'abord il faut considérer ce que nous avons dit plus haut sur la signification des surtensions. De plus, même si l'on veut tenir compte du rapport des valeurs absolues $U_0 : U_A$, il varie de

$$\sqrt{\frac{R^2+\frac{l}{c}}{\frac{l}{c}}} \quad \text{pour} \quad \sin\beta A = 1,$$

à

$$1 \quad \text{pour} \quad \cos\beta A = 1,$$

en passant par

$$\sqrt{\frac{2R^2+\frac{l}{c}}{R^2+\frac{l}{c}}} \quad \text{pour} \quad |\sin\beta A| = |\cos\beta A| = \frac{\sqrt{2}}{2}.$$

Si l'on fait

$R = \frac{1}{4}\sqrt{\frac{l}{c}}$,	on a	$U_0 : U_A =$ 1,03;	1;	1,03,
$R = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{l}{c}}$,	id	1,12;	1;	1,09,
$R = \sqrt{\frac{l}{c}}$,	id	1,41;	1;	1,22.

En restant au-dessous de l'impédance caractéristique de la bobine $\sqrt{\frac{l}{c}}$, on voit que, pour peu qu'on tienne compte de αA, les tensions aux deux extrémités de la bobine restent de même ordre.

La consommation de puissance dans la résistance disparait quand $U_0 - U_A = 0$, ou, d'après les équations (8), lorsque $\cos\beta A = 1$. Dans ce cas, il ne passe

aucun courant dans la résistance. Mais si, au lieu d'une seule résistance en dérivation, nous en mettons deux (fig. 10) dont la seconde est jointe à un point intermédiaire de la bobine de distance A_1, l'une au

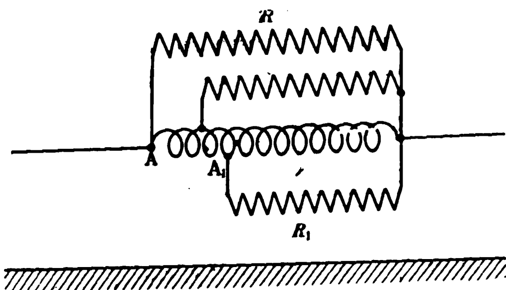


Fig. 10. — Bobine d'inductance avec capacité répartie et plusieurs résistances en dérivation.

moins agira, sauf si $\cos \beta A = \cos \beta A_1 = 1$, ce qui n'a que des chances extrêmement faibles de se produire si A et A_1 ne sont pas dans un rapport simple; on réduit encore ces chances en plaçant une troisième résistance si on le désire.

On pourrait, à la limite, concevoir une résistance liée en une infinité de points à la bobine (fig. 11). Dans

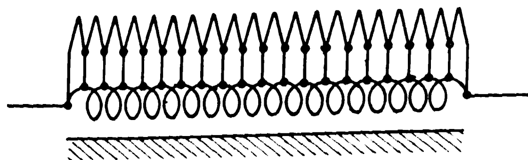


Fig. 11. — Bobine d'inductance avec capacité répartie et résistance répartie en dérivation.

ce cas chaque élément de longueur unité, au lieu de donner lieu à la chute de tension

$$(r + jx)\, I,$$

ou seulement jxI si r est négligeable, aura en dérivation une résistance linéique ρ, ce qui fera remplacer jx par

$$\frac{jx\rho}{jx + \rho}$$

ou

$$x \quad \text{par} \quad \frac{\rho x(\rho - jx)}{\rho^2 + x^2}$$

et

$$l \quad \text{par} \quad l\,\frac{\rho(\rho - j2\pi f l)}{\rho^2 + 4\pi^2 f^2 l^2}.$$

En valeurs absolues, l se remplace donc par

$$l\sqrt{1 + \frac{4\pi^2 f^2 l^2}{\rho^2}}.$$

Pour les fréquences modérées, le radical est égal à 1; aux fréquences moyennes l doit être modifié quelque peu; aux fréquences très élevées, il doit être remplacé par $j\frac{\rho}{2\pi f}$, de sorte que l'inductance disparaît. On a une résistance que parcourt le courant de haute fréquence, avec les capacités élémentaires de la bobine jointes à la terre (fig. 12).

Ainsi, avec

$$2\pi f l A = 0{,}003 \text{ henry, et } \rho A = 300 \text{ ohms},$$
$$f = 10^4 \text{ p:s, et } 2\pi f l = 0{,}1\,\rho,$$
$$f = 10^6 \text{ p:s, et } 2\pi f l = 10\,\rho.$$

Si nous revenons au cas, plus intéressant en pratique peut-être, d'une seule résistance ou, tout au plus,

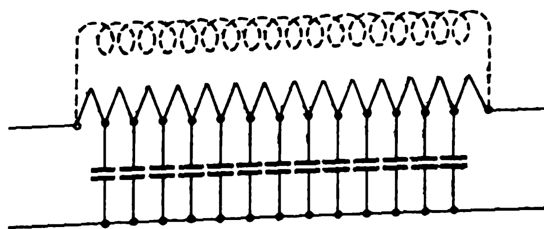


Fig. 12. — Bobine d'inductance avec capacité répartie et résistance répartie en dérivation dans le cas de très hautes fréquences.

de quelques-unes, il faut tenir compte de ce que, même si $U_0 - U_A = 0$, il reste la dissipation dans le conducteur de la bobine elle-même qu'on obtient en ne négligeant plus αA.

Avec une seule résistance selon la figure 9, nous aurons, en revenant aux équations (1) et (2) et αA existant, mais faible,

$$I = I_0 \cos \beta a + j\sqrt{\frac{c}{l}}\, U_0 \sin \beta a.$$

Si R_1 est la résistance de la bobine, la dissipation sera, pour une longueur da élémentaire, $rI^2 da$, en prenant pour I la valeur absolue

$$\sqrt{I_0^2 \cos^2 \beta a + \frac{c}{l} U_0^2 \sin^2 \beta a}.$$

En intégrant de 0 à A, on a ainsi, pour la perte par effet Joule dans le conducteur de la bobine.

$$\frac{R_1 U_0^2}{2\beta A}\left[\frac{(1 - \cos \beta A)^2}{1 + \frac{l}{c}\frac{1}{R^2}\sin^2 \beta A}\left(\beta A + \frac{1}{2}\sin^2 \beta A\right) + \frac{c}{l}\left(\beta A - \frac{1}{2}\sin^2 \beta A\right)\right]$$

qui s'ajoute toujours à la perte dans la résistance R de la forme

$$(U_0 - U_A)^2 \frac{1}{R}.$$

Même si $U_0 - U_A = 0$ pour $\cos \beta A = 1$, il reste donc

$$\frac{1}{2} \frac{c}{l} R_1 U_0^2$$

dans la bobine seule.

On calculera R_1 en tenant compte de l'effet Kelvin; la valeur de l, qui perd sa signification simple aux fréquences pour lesquelles le courant n'est plus le même en tous points, sera prise égale à $L_1 : A$. Aux fréquences modérées, L_1 sera l'inductance totale ordinaire; elle diminuera quand la bobine sera quart d'onde, mais assez peu encore. Elle diminuera beaucoup quand la bobine sera demi-onde et au delà puisque les différentes spires seront parcourues par des courants qui ne seront pas tous de même sens à chaque instant. Cette réduction de L_1 sera plus faible lorsque les spires de la bobine seront plus écartées les unes des autres; il est inutile, sauf si l'on y tient, de faire de longs calculs, car on ne cherche que des ordres de grandeur; si les spires sont un peu écartées, on pourra diviser L_1 en 3 ou 4 lorsque le bobine est demi-onde et continuer au delà la réduction.

VIII. Applications : bobines à inductance et capacité réparties. — On a un circuit triphasé en étoile de $35\,000 \times \sqrt{3} = 60\,500$ v avec neutre à la terre. Le courant par fil atteint 200 A, ce qui correspond à une puissance apparente de 21 000 kv-A.

Nous placerons en série dans chacun des fils, avant l'entrée dans une usine ou un poste, une bobine à inductance et capacité réparties, constituée par un fil de cuivre rond de 0,8 cm de diamètre, soit une section de 0,503 cm².

L'effet Kelvin y est négligeable à 50 p : s, fréquence normale.

La résistance linéique est $r = 3{,}6 \times 10^{-6}$ ohm : cm.

Ce fil est enroulé sur un diamètre moyen de 50 cm, d'où la longueur de spire de 157 cm et sa surface de 1 963 cm²; on fait 50 spires sur une longueur axiale de 1 m. La longueur totale du fil est 78,5 m, sa masse est 35 kg.

La résistance totale à basse fréquence est $R_1 = 0{,}0282$ ohm; avec 200 A on perd 1 150 w ou seulement $\frac{1}{6000}$ de la puissance totale de la phase.

A 2,25 cm des spires, on place un écran cylindrique de chaque côté; les deux écrans sont réunis. On remplit l'espace d'un isolant constitué comme celui des câbles, ayant une constante diélectrique égale à 3. Une des armatures n'a pas une surface continue, mais en appliquant la formule des grilles que nous avons déjà rappelée dans ces colonnes (¹), on voit qu'il suffit de majorer la distance d'une très petite fraction quand les pleins et les vides sont à peu près égaux; nous prendrons ainsi une distance de 2,5 cm au lieu de 2,25. On pourrait également enrouler sur le conducteur même l'isolement ordinaire des câbles avec une armature extérieure métallique disposée en hélice lâche, avec quelques précautions pour ne pas trop affecter l'inductance.

La capacité C_1 est ainsi

$$C_1 = \frac{3 \times 157 \times 100 \times 2}{11{,}3 \times 2{,}5} 10^{-12} = 3{,}35 \times 10^{-9} \text{ F},$$

$$c = \frac{C_1}{A} = 0{,}427 \times 10^{-12} \text{ F : cm}.$$

L'inductance aux basses fréquences est

$$L_1 = \frac{4\pi \times 50^2 \times 1963}{100} \times 10^{-9} = 0{,}62 \times 10^{-3} \text{H},$$

$$l = \frac{L_1}{A} = 7{,}9 \times 10^{-8} \text{ H : cm},$$

$$\sqrt{\frac{l}{c}} = 430 \text{ ohms}.$$

A une fréquence rendant la bobine quart d'onde, nous prendrons $L_1 = 0{,}4 \times 10^{-3}$ henry,

$$\sqrt{\frac{l}{c}} = 345 \text{ ohms},$$

ce qui amène une fréquence de

$$\frac{10^6}{4\sqrt{0{,}4 \times 3{,}35}} = 215\,000 \text{ p : s}.$$

A une fréquence rendant la bobine demi-onde, nous prendrons $L_1 = 0{,}2 \times 10^{-3}$ henry,

$$\sqrt{\frac{l}{c}} = 245 \text{ ohms},$$

ce qui amène une fréquence de

$$\frac{10^6}{2\sqrt{0{,}2 \times 3{,}35}} = 610\,000 \text{ p : s}.$$

La résistance R_1 de la bobine doit être prise en tenant compte de l'effet Kelvin; la section utile est celle du périmètre multiplié par

$$p = \frac{5\,000}{\sqrt{f\mu\gamma}}, \text{ en centimètres}$$

où γ est la conductivité et μ, la perméabilité.

(¹) P. BUNET; Capacités et condensateurs. *Revue générale de l'Électricité*, 21 août 1920, t. VIII, p. 227.

Pour le cuivre avec

$$\gamma = \frac{10^6}{1,8} \text{ mho : cm},$$

$$p = \frac{6,7}{\sqrt{f}}, \text{ en centimètres}$$

On amplifie beaucoup cet effet en recouvrant la périphérie d'un corps magnétique ; nous nickèlerons notre cuivre avec une couche épaisse de 0,025 cm, ce qui n'aura aucune importance sensible aux basses fréquences, tant sur l'inductance que sur la résistance. Pour le nickel, avec

$$\gamma = \frac{10^6}{8} \text{ mho : cm},$$

en supposant $\mu = 50$, nous avons

$$p = \frac{2}{\sqrt{f}}, \text{ en centimètres}$$

Quand nous trouverons, avec cette dernière formule, $p < 0,025$ cm, nous prendrons la résistance d'un tube de nickel sans tenir compte du cuivre. Cette approximation est légitime et suffisante. Ceci a déjà lieu au-dessous de la fréquence de 10 000 p : s pour laquelle $p = 0,02$ cm.

La résistance effective de la bobine est ainsi

f	R_1	$R_1 : (R_1)_{50\,p:s}$
50 p:s	0,0282 ohm	1
10 000	1,25	44
100 000	4,0	140
1 000 000	12,5	440

Quant à la résistance R à placer en dérivation, supposée d'abord unique, nous la ferons de l'ordre de $\sqrt{\frac{l}{c}}$, plutôt au-dessous ; nous calculerons avec 250 et avec 100 ohms. Nous ferons rapidement le calcul des ordres de grandeur de la puissance consommée dans l'appareil, si on veut, à diverses fréquences, maintenir une tension parasite $U_0 = 50000$ v à l'extrémité. Le résultat est indiqué dans le tableau VII.

Dans l'ensemble, la résistance de 100 ohms semble plutôt préférable.

Pour supprimer la réduction d'absorption de puissance aux fréquences de 10^6 à 2×10^6 p : s, il suffirait de placer plusieurs résistances selon la figure 10, ou bien une seule jointe en divers points selon la figure 11. Ainsi, avec une résistance de 100 ohms et une seule jonction au milieu, on remplacerait 600 kw à la fréquence 1 700 000 p : s par 100 000 kw.

On pourrait encore utiliser le schéma de la figure 13. On arriverait ainsi à des consommations de puissance nécessaire pour l'obtention de $U_0 = 50000$ v à l'extrémité postérieure, telles que seul le coup de foudre direct et proche pourrait être craint.

Ces bobines donneraient du reste aussi un effet

Tableau VII. — *Puissance absorbée dans la bobine en fonction de la résistance et aux diverses fréquences.*

Fréquence f en périodes par seconde	Puissance absorbée en kilowatts	
	R = 250 ohms	R = 100 ohms
10 000	0,15	0,3
20 000	6	10
50 000	60	50
100 000	400	300
200 000	3 000	1 600
215 000	3 500	2 000
300 000	7 000	4 000
500 000	30 000	40 000
610 000	40 000	110 000
750 000	40 000	90 000
1 000 000	30 000	50 000
1 300 000	6 000	6 000
1 700 000	600	600
2 000 000	2 500	2 500
2 200 000	8 000	8 000
2 500 000	40 000	130 000
3 000 000	9 000	8 000

d'adoucissement et d'atténuation analogue à ce que nous trouvons ci-dessus en partant de décharges non oscillantes, c'est-à-dire de celles qui proviennent de

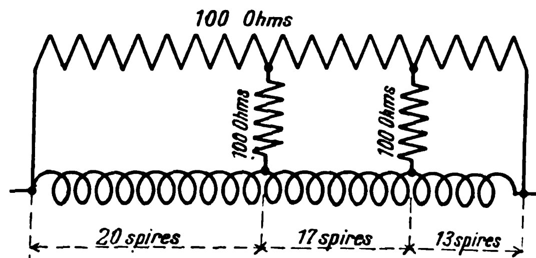


Fig. 13. — Bobine d'inductance avec résistance en dérivation et diverses jonctions résistantes.

capacités présentant de fortes résistances en série, comme ce qu'on admet souvent maintenant pour les nuages électrisés. Le calcul en serait facilement abordé.

Quelques essais ont été faits sur des bobines de ce genre. Nous aurions désiré en donner les résultats ; mais les moyens étaient insuffisants pour obtenir des conclusions nettes, en particulier on ne disposait pas de sources de haute fréquence bien connues et assez puissantes.

Les bobines que nous venons d'indiquer ne seraient pas exagérées pour un circuit de 20000 kw. On pourrait, en augmentant leurs dimensions, réaliser des appareils qui équivaudraient à un court-circuit pour toutes fréquences au-dessus d'une limite fixée [1].

[1] Nous avons décrit ces bobines d'inductance et capacité dans un brevet n° 603 566 du 24 août 1925, en indiquant une série de montages des résistances. Mais nous avons constaté ultérieurement que M. Ledoux avait indiqué le principe dans un brevet n° 578 066 du 5 mars 1924. (Note de l'auteur.)

IX. **Résumé et conclusions.** — Les condensateurs de forte capacité mis en dérivation sur des réseaux peuvent être dangereux par les résonances à basses fréquences qu'ils sont susceptibles de déterminer. Ils réduisent en général très fortement les tensions de haute fréquence ou adoucissent les fronts d'ondes mobiles.

On réduit les risques de résonance en diminuant la capacité des condensateurs, mais alors leur effet sur les hautes fréquences perd de son importance. En ajoutant une résistance en série avec des condensateurs de capacité modérée on arrive à ne pas laisser après eux de surtensions exagérées de variation très rapide dans le temps sans qu'il soit nécessaire que la source de cette perturbation ait une très grande puissance.

Les bobines de faible inductance que l'on pose généralement n'ont pas toujours un effet utile bien marqué. Cependant elles sont employées à cause de leur bas prix ; elles deviennent plus utiles si on leur adjoint un dispositif de dissipation d'énergie ; mais il ne faut jamais compter sur leur efficacité.

Les bobines de faible inductance avec capacité répartie pourraient jouer à la fois le rôle des condensateurs et des bobines ordinaires, en ne présentant pas les inconvénients de l'un et l'autre de ces genres d'appareils. En combinaison avec des résistances, ces appareils peuvent constituer de très importants dissipateurs d'énergie aux hautes fréquences ou, si l'on veut, des adoucisseurs très marqués de fronts d'onde mobile. Il est même possible de constituer de tels appareils équivalant pratiquement à un court-circuit pour toutes fréquences parasites au-dessus de l'ordre de quelques milliers, et même moins si l'on y tient, de périodes par seconde.

D'une manière générale, nous n'avons étudié que les problèmes bien spécifiés au cours de cette étude. Nous n'avons donné aucune appréciation sur la nécessité ou l'inutilité d'appareils de protection contre les oscillations de fréquence élevée : certains prétendent que ces appareils sont inutiles et que les machines employées doivent résister aux perturbations des réseaux grâce à une construction bien étudiée ; d'autres préféreraient des dispositifs de protection. L'expérience et la pratique peuvent seules juger entre ces opinions, et encore il n'est pas sûr qu'un jugement définitif puisse intervenir.

Il restera donc toujours, très probablement, des partisans de l'addition de dispositifs de protection, et la prudence engage plutôt à les suivre. Nous espérons que nous les aurons aidés dans la recherche des meilleures dispositions de ces appareils par cette publication de notes écrites dans un intervalle d'une dizaine d'années que nous avons raccordées ici pour le mieux sans nous astreindre à refaire de fastidieux calculs.

P. Bunet.

Revues, analyses et informations

Quelques notes sur des points de détail dans l'étude d'un transmetteur radiotélégraphique de grande puissance utilisant des lampes thermoionique (1).

Dans un mémoire présenté à la réunion du 1er décembre 1926 de l'Institution of electrical Engineers, les auteurs ont discuté quelques points de détail relatifs à l'étude d'une station de radiotélégraphie de grande puissance telle que celle de Rugby dont la description d'ensemble a fait, d'autre part, l'objet de divers articles (2).

1. Choix du couplage du circuit d'antenne. — Un point important dans l'établissement d'une telle station est d'éliminer l'émission des harmoniques indésirables par le choix judicieux du couplage du circuit d'antenne. Ce problème comporte à la fois la méthode de réglage de l'impédance du circuit d'anode de façon à obtenir la variation désirée de la tension d'anode et la méthode propre de couplage de l'antenne. Dans les deux cas, on peut employer soit une capacité, soit une inductance. Les auteurs montrent par un calcul que, pour le réglage de la tension d'anode, l'emploi d'une capacité au lieu d'une inductance entraîne une réduction des harmoniques dans le circuit d'antenne dans le rapport de 1 à m^2 pour le $m^{ième}$ harmonique, et qu'une réduction identique est également obtenue en employant pour le circuit d'antenne un couplage par capacité au lieu du couplage par inductance. Le schéma recommandé pour cette portion du circuit est donc celui de la figure 1.

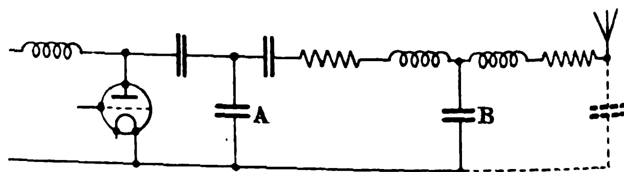


Fig. 1. — Schéma du circuit de réglage de la tension d'anode et de couplage de l'antenne.

Les résultats du calcul conduisent aussi à prouver l'avantage des bobines ayant le plus d'efficacité possible et des condensateurs à faible perte.

Le circuit représenté sur la figure 1 n'a pas été utilisé à Rugby parce que, pratiquement, la capacité et la résistance réelles du circuit d'antenne étant inconnues au moment des calculs, il serait nécessaire de disposer pour les condensateurs A et B d'une série de condensateurs variables, ce qui serait trop coûteux. On a utilisé un circuit du type de celui

(1) R.-V. Hansford et H. Faulkner. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, mars 1927, t. LXV, p. 297-326, 21 000 mots, 29 fig.

(2) *Revue générale de l'Electricité*, 31 octobre 1925, t. XVIII, p. 147 D et 28 août 1926, t. XX, p. 75-76 D.

de la figure 2 en prenant en A un condensateur à réglage sommaire et pour M un couplage par bobine d'inductance à variation continue.

2. Détermination des valeurs des différents éléments du circuit. — Il s'agit ensuite de déterminer convenablement les éléments du circuit de couplage d'antenne au point de

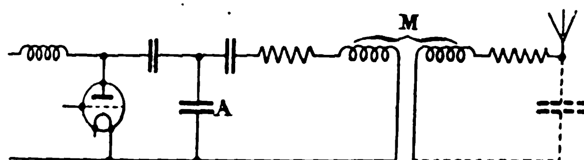


Fig. 2. — Schéma du type de circuit de couplage de l'antenne utilisé à la station de Rugby.

vue électrique. Si à ce sujet on rapproche, d'une part, l'expression du rendement du couplage

$$\eta = \frac{\pi^2 k^2}{\delta_1 \delta_a + \pi^2 k^2}$$

et celle du facteur d'amélioration (en ce qui concerne la suppression du $m^{ième}$ harmonique)

$$\frac{\pi \delta_a}{\delta_1 \delta_a + \pi^2 k^2},$$

expressions obtenues dans les calculs en question ci-dessus dans lesquelles k est le coefficient de couplage, δ_1 et δ_2, les décréments logarithmiques pour la fréquence fondamentale respectivement du circuit intermédiaire et du circuit d'antenne, on peut voir que pour une valeur donnée de k, le problème revient à établir un circuit intermédiaire ayant un décrément δ_1 aussi petit que possible en raison du coût d'établissement d'un pareil circuit. Dans les limites pratiques de construction, le décrément d'une bobine bien établie est pratiquement indépendant de la valeur de l'inductance de cette bobine qu'il est désirable de choisir aussi faible que possible pour des raisons de tension et de prix. A Rugby, cette valeur a été fixée à 600 μH. La détermination des autres éléments du circuit intermédiaire est, en grande partie, une question de prix dans laquelle on peut être guidé en établissant les courbes donnant en fonction du rendement du couplage : le facteur d'amélioration, la puissance perdue dans le circuit intermédiaire, l'intensité du courant dans ce circuit, la puissance apparente du circuit intermédiaire et enfin le coefficient de couplage. Pour la station de Rugby on a adopté les valeurs suivantes :

Facteur d'amélioration	41
Intensité du courant dans le circuit intermédiaire	630 A
Perte de puissance dans ce circuit	26 kW
Coefficient de couplage (δ_a = 0,01)	0,0088
Coefficient de couplage (δ_a = 0,015)	0,0107

On peut alors déterminer les valeurs extrêmes du coefficient d'induction mutuelle M entre le circuit d'antenne et le circuit intermédiaire, valeurs qui dans le cas de Rugby varient entre 5 μH et 40 μH. Il reste à déterminer la valeur de la capacité de réglage de la tension d'anode. On la calcule simplement en supposant que l'intensité du courant dans la branche inductive du circuit est égale à celle du courant dans la branche renfermant de la capacité. La valeur trouvée dans le cas de la station de Rugby variait de 1,03 μF à 0,37 μF pour les conditions extrêmes. On a donc constitué cette capacité par un groupe de dix condensateurs de 0,1 μF et d'un condensateur de 0,05 μF en parallèle. Tous les condensateurs pour la haute fréquence furent soumis en usine à une série d'essais permettant de vérifier.

a) Qu'ils avaient un facteur de puissance au plus égal à 0,00025 ;

b) Qu'ils pouvaient supporter en basse fréquence une tension égale à $2U + 1000$ v, U étant la tension normale de fonctionnement en volts ;

c) Qu'ils avaient une capacité égale à celle indiquée à 2 pour 100 en plus ou en moins et ceci avant et après les deux essais précédents.

Sur la figure 3 sont indiquées toutes les valeurs des différents éléments du circuit de couplage et du circuit intermédiaire.

3. Bobines d'inductance pour transmetteurs radiotélégraphiques de grande puissance. — Dans l'établissement des bobines d'inductance, il y a lieu de déterminer le choix du

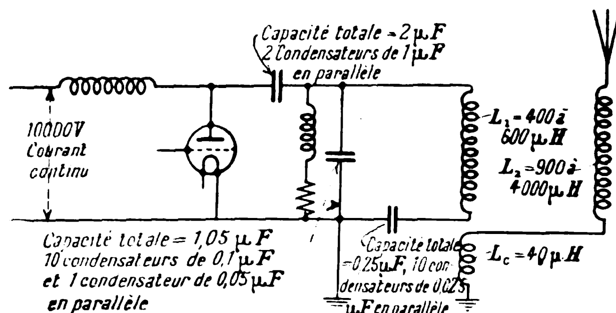


Fig. 3. — Circuit de couplage de l'antenne de la station de Rugby.

conducteur, le procédé à adopter pour le conducteur et les moyens d'assurer le réglage de l'inductance.

On s'est basé, pour la station de Rugby, sur les résultats d'expérience obtenus à Northolt avec la première bobine d'inductance en conducteur câblé. Ces résultats montrèrent, entre autres, la nécessité d'un bon isolement entre les fils du câble. Le décrément logarithmique d'une bobine constituée avec du mauvais câble employé à Northolt fut mesuré et, d'autre part ce décrément fut calculé au moyen des formules de M. Butterworth pour des bobines constituées avec des câbles d'un nombre variable de conducteurs (de 1 à 729) mais ayant toujours la même section totale de cuivre. De l'examen des courbes de la variation du décrément en fonction de la fréquence, on conclut que la variation du décrément d'une bobine en câble de bonne qualité serait moins accentuée que celle mesurée sur la bobine témoin ; qu'elle présenterait un maximum moins élevé et un minimum à une fréquence plus grande. Ces conclusions furent confirmées par des mesures sur une bobine faite en câble de bonne qualité. Quant au nombre de fils du câble, il fut pris égal à 6 561, le diamètre de chaque fil étant de 0,19 mm, ce câble étant la limite des possibilités de construction des usines anglaises, et les courbes du décrément calculées pour un câble de 2 187 fils et celui de 6 561 fils ayant montré l'avantage de ce dernier. Ce câble peut supporter un courant d'une intensité totale de 700 A, l'élévation de température à

la surface extérieure ne dépassant pas 5° C après une heure. Les bobines sont constituées par un certain nombre de galettes hexagonales dont le diamètre extérieur est de 4,75 m environ. Le câble est fixé sur six rayons en bois de tulipier d'Amérique, et fait 8 tours. Les galettes sont montées sur un support également en bois de tulipier, sur lequel elles peuvent coulisser pour permettre le réglage de l'inductance. Les spires sont espacées de 101 mm, distance qui donne, avec le bois choisi, un facteur de sécurité de 5 au point de vue de la tension de perforation entre spires (la tension entre spires adjacentes étant normalement de 7000 v) le long des bras; les galettes sont placées à 30 cm l'une de l'autre, et enfin la distance minimum entre le câble et tout conducteur de dimensions semblables mis à la terre est au minimum de 3 m. Ces deux derniers chiffres ont été déduits du calcul de la tension à laquelle se produit un effet de couronne visible.

4. Des conditions de fonctionnement des lampes. — La détermination des valeurs à donner aux différents éléments des circuits de grille et d'anode d'un transmetteur à lampe de grande puissance est surtout une question de mesures expérimentales. Une série d'expériences entreprises à la station de 30 kw de Northolt avec les lampes envisagées pour Rugby montrèrent qu'il y avait deux conditions extrêmes de fonctionnement donnant des résultats identiques, pour autant qu'on ne considère que la puissance fournie par la lampe et son rendement. Ces conditions sont caractérisées entre autres choses par la forme de la courbe du courant d'anode. Dans un cas, elle correspond à une demi-onde sinusoïdale dont on aurait soustrait un troisième harmonique ayant une amplitude égale au tiers de celle de cette onde, et dans l'autre cas, elle présente deux bosses et correspond à une demi-onde sinusoïdale à laquelle on aurait ajouté un troisième harmonique du tiers d'amplitude. Ce sont les deuxièmes conditions de fonctionnement qui ont été adoptées pour la station de Rugby. Les auteurs donnent une analyse approximative des conditions normales actuelles de fonctionnement à Rugby. Ils attirent l'attention sur le fait que les conditions choisies ont l'avantage de donner une plus grande puissance et un meilleur rendement pour des tensions d'anode plus basses, avantage d'autant plus intéressant que dans les lampes à grande puissance il se produit un phénomène de décharges qui peut entraîner la destruction de la lampe et qui est d'autant plus fréquent et destructif que la tension est plus élevée. Dans l'état actuel de la fabrication des lampes, on peut considérer à ce point de vue 7000 v comme une limite pour leur fonctionnement.

5. Envoi et forme des signaux. — Dans l'article qui nous occupe sont reproduits différents oscillogrammes montrant la forme des signaux envoyés suivant le mode d'envoi, c'est-à-dire suivant celle des trois clés prévues à cet effet dans le montage qui est utilisé (les trois clés n'étant pas branchées au même point) et suivant qu'entre deux signaux on coupe ou non la charge sur les lampes. L'examen de ces oscillogrammes montre l'intérêt qu'il y a, dans le cas de circuits à faible décrément et à couplage lâche, à ne pas couper la charge. Ces oscillogrammes ont été relevés à la vitesse de 40 mots par minute.

Pour terminer, les auteurs donnent quelques chiffres relatifs aux résultats obtenus récemment à Rugby avec le système complet d'antennes. Actuellement on est limité au point de vue de la puissance dans l'antenne par la tension très élevée de 165000 v qui y est employée et qui amène des difficultés dans l'établissement de la sortie du conducteur d'alimentation hors du bâtiment du poste. Les pertes dans le diélectrique, dans le cadre en bois de la fenêtre par où passe ce conducteur ayant entraîné la carbonisation de ce cadre, on installa une ceinture de protection mise à la terre autour de la fenêtre; mais alors, en cas de mauvais temps, on ne peut dépasser un courant de 740 A dans l'antenne sous peine de décharges à la terre au passage de la fenêtre. Des mesures de l'intensité du champ en diverses stations réceptrices (Houlton et Washington) ont montré que les signaux reçus sont un peu plus intenses lorsque les mâts supportant l'antenne sont isolés de la terre que lorsqu'ils lui sont reliés.

6. Discussion. — La lecture de ce mémoire a été suivie d'une discussion dans laquelle M. B. Turner traite principalement de la question de vitesse de transmission. A ce sujet il rappelle qu'il a montré que la nécessité de ne pas couper la charge entre les signaux à la station transmettrice correspond pour la station réceptrice au « curbing » qui n'a d'ailleurs pas encore reçu d'applications pratiques. Il pense, d'autre part, que l'emploi d'un circuit tel que celui représenté sur la figure 2 serait favorable à l'augmentation de la vitesse. M. G. Shearing décrit le circuit utilisé dans les postes de la marine pour éliminer les harmoniques indésirables et lui applique les développements mathématiques des auteurs. Il discute les conditions de fonctionnement adoptées pour les lampes, étant d'accord dans l'ensemble sur celles adoptées, mais proposant d'utiliser une courbe de courant d'anode plus plate à son sommet que celle montrée par les auteurs. M. B.-S. Gossling attire l'attention sur l'intérêt qu'il y a à réduire l'émission du filament au point de vue de la durée de la lampe. Il estime qu'une réduction dans le rapport de 3 à 5 de cette émission, telle qu'elle existe dans les deux conditions de fonctionnement exposées par les auteurs, peut donner une augmentation de durée de la lampe dans le rapport de 2,5 à 1. Il traite ensuite du phénomène de décharge dans les lampes signalé par les auteurs et qu'il a également observé. D'après des conditions de fonctionnement relevées dans diverses installations, il estime que la tension de 7000 v indiquée par les auteurs à ce sujet peut être augmentée de 30 pour 100. Cette question est également reprise par M. Warren qui suppose que la présence d'une très faible quantité de gaz n'est pas étrangère à la production de ces décharges. Il indique ensuite une méthode qu'il a utilisée pour déterminer la résistance en haute fréquence d'une bobine due uniquement aux pertes dans le cuivre de cette bobine, indépendamment des pertes extérieures. M. E.-B. Moullin discute quelques points sur le décrément logarithmique des bobines d'inductance. Il estime que celles de la station de Rugby sont remarquables à ce sujet par la très faible valeur de ce décrément. Il reprend au sujet de la vitesse de transmission quelques observations qu'il avait faites à propos d'un mémoire de M. L.-B. Turner, et estime d'ailleurs, lui aussi, que les grandes vitesses ne peuvent être obtenues avec de grandes longueurs d'onde. — J. S.

SECTION INDUSTRIELLE

Essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs (5 juin-20 juin 1926)

La « Revue générale de l'Electricité » a déjà publié (*) les rapports concernant les première et deuxième séries d'essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs organisés par l'Union des Syndicats de l'Electricité avec le concours du Ministère de la Guerre, de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, de la Commission technique de l'Automobile-Club de France et du Laboratoire central d'Electricité. Une troisième série d'essais du même genre ayant eu lieu en 1926, nous avons rassemblé, dans les pages qui vont suivre, les renseignements qui sont de nature à intéresser nos lecteurs sur l'équipement des véhicules qui y ont pris part et sur les résultats obtenus (**).

I. Organisation des essais. — Nous ne reviendrons pas sur le programme et le règlement des essais que nous avons déjà publiés [1]; ils ne diffèrent d'ailleurs pas essentiellement de ce qui avait été fait pour les deux précédentes séries d'essais ; ils comportaient des essais généraux de consommation et des essais spéciaux en palier et en rampe.

De même, les dispositifs de charge et de mesure de la consommation d'énergie ayant fait l'objet de descriptions détaillées, lors des comptes rendus des séries d'essais contrôlés de 1923 et 1924, ne seront pas décrits à nouveau.

La surveillance des opérations sur la route, ainsi que le relevé des appareils de mesure de chaque véhicule étaient assurés par des commissaires de bord, à raison d'un par véhicule engagé. Leur rôle consistait, en particulier, à noter sur des feuilles spéciales les indications suivantes : 1° Au départ et à l'arrivée à la station de charge, l'heure et l'indication du compteur ; 2° Au passage d'un des points caractéristiques mentionnés sur la feuille de route, l'heure et les indications des appareils de mesure : compteur, ampèremètre et voltmètre ; 3° Les circonstances atmosphériques et l'état du terrain.

Un ingénieur du Laboratoire central d'Electricité, M. Ballas, a rempli les fonctions de commissaire de bord lors des essais spéciaux de consommation effectués en palier et en rampe.

II. Itinéraires et parcours. — Les itinéraires prévus étaient les suivants :

Pont de Sèvres-Pont Alexandre-III, par la porte de Saint-Cloud, l'avenue de Versailles, le quai de Passy, 7,75 km.

Boucle A : Pont Alexandre-III au pont National par la rive droite de la Seine, puis boulevards extérieurs par la porte de Vitry, la porte d'Italie, les boulevards Kellermann, Jourdan, Brune, Lefèbvre, Victor, la rue Lecourbe, le boulevard Garibaldi, l'avenue de Suffren, le boulevard de la Tour-Maubourg, le quai d'Orsay et retour au pont Alexandre-III, 24,40 km.

Boucle B : Pont Alexandre-III à la Bastille par la rive droite de la Seine et le boulevard Henri-IV, puis boulevards Beaumarchais, des Filles-du-Calvaire, du Temple, place de la République, avenue de la République, boulevards de Ménilmontant et Charonne, place de la Nation, rue du Faubourg-Saint-Antoine, boulevard Diderot, de l'Hôpital, Saint-Marcel, de Port-Royal, du Montparnasse, des Invalides, et pont Alexandre-III, 21,60 km.

Boucle C : Pont Alexandre-III, place de l'Alma, de l'Etoile, avenue de Wagram, boulevards Malesherbes, Berthier, Gouvion-Saint-Cyr, Lannes, place d'Iéna, quai de la Conférence, pont Alexandre-III, 10,90 km.

Les véhicules, classés par catégories, suivant leur charge utile, devaient effectuer les parcours journaliers suivants :

PREMIÈRE CATÉGORIE : CHARGE UTILE JUSQU'A 800 KILOGRAMMES.

Matin :		
Pont de Sèvres-Pont Alexandre III...	7,75 km	
Boucle A........................	24,40	43,05 km
Boucle C........................	10,90	
Soir :		
Boucle B........................	21,60	
Boucle C........................	10,90	40,25 km
Pont Alexandre III-Pont de Sèvres...	7,75	
Total............		83,30 km

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 23 février et 1er mars 1924, t. XV, p. 306-325 et 356-389, 16 et 23 mai 1925, t. XVII, p. 768-774 et 801-815.

(**) Ces renseignements sont extraits du rapport du Comité d'Organisation de ces essais, qui fait l'objet de la publication n° 57 de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

[1] *Revue générale de l'Electricité*, 27 mars 1926, t. XIX, p. 481.

DEUXIÈME CATÉGORIE : CHARGE UTILE DE 801 A 2 000 KILOGRAMMES.

Matin :

Pont de Sèvres-Pont Alexandre III...	7,75 km	32,15 km
Boucle A	24,40	

Soir :

Boucle B........................	21,60	29,35 km
Pont Alexandre III-Pont de Sèvres...	7,75	
Total.....		61,50 km

TROISIÈME CATÉGORIE : CHARGE UTILE AU-DESSUS DE 2 000 KILOGRAMMES.

Matin :

Pont de Sèvres-Pont Alexandre III....	7,75 km	18,65 km
Boucle C	10,90	

Soir :

Boucle C	10,90	18,65 km
Pont Alexandre III-Pont de Sèvres...	7,75	
Total.....		37,30 km

Les essais spéciaux comportaient :

1° Essai de consommation en palier à différentes vitesses, effectué sur les quais de la rive droite de la Seine, entre le pont de Billancourt et le pont de Saint-Cloud ;

2° Essai de consommation en rampe sur la côte de Bellevue, entre deux repères bien précisés, placés à une distance de 715 m, la rampe étant de 63 mm par mètre; cet essai comportait également la mesure de l'énergie récupérée sur le même parcours à la descente.

3° Sur la demande des constructeurs, essais d'épuisement des batteries, non prévus au règlement, et qui ne présentent qu'un intérêt documentaire, les parcours correspondants ayant été réalisés dans des conditions très spéciales : sol excellent, terrain plat, pas de circulation; leurs résultats ne pourraient pas être reproduits dans la pratique courante.

III. **Véhicules engagés.** — Dix véhicules prirent part aux essais; chaque constructeur ne pouvant engager plus de trois véhicules dans chaque catégorie, la répartition entre les diverses catégories était la suivante :

1re CATÉGORIE : 3 voitures de la Société anonyme des Véhicules automobiles électriques (S. A. V. A. E.) licence Krieger (1 taxi, 2 voitures à conduite intérieure);

2 voitures de la Société d'Applications électromécaniques (A. E. M.) (1 voiture de livraison, 1 voiture à conduite intérieure);

1 camionnette Repusseau.

2e CATÉGORIE : 1 camionnette S. A. V. A. E. (licence Krieger);

1 camionnette Renault. — Société alsacienne de Constructions mécaniques, type O. A.

3e CATÉGORIE : 1 camion de la Société des Véhicules électriques industriels (S. O. V. E. L.).

HORS CATÉGORIE : 1 autobus Renault. — Société alsacienne de Constructions mécaniques, type O. U. Cet autobus, à classer en 3e catégorie par sa charge utile, a été placé hors catégorie, car il a effectué les parcours des véhicules de première catégorie.

Les caractéristiques essentielles des véhicules sont données dans le tableau I de la page 357.

IV. **Description des véhicules et résultats des essais.** — Les divers véhicules sont décrits dans l'ordre adopté pour le tableau I.

A. **Taxi S. A. V. A. E., licence Krieger (n° 1).** — Les dispositions adoptées pour ce véhicule représenté sur la figure 1, sont également celles des autres véhicules engagés par cette société sous les nos 2, 3 et 4.



Fig. 1. — Taxi de la Société anonyme des Véhicules automobiles électriques, licence Krieger.

Elles ne présentent pas de différences essentielles avec celles des modèles présentés au concours de 1924 par la Société des Automobiles Krieger. Nous les rappellerons ci-après.

1. CHASSIS ET ORGANES MÉCANIQUES. — La disposition, que nous avons déjà décrite [1], comporte un cadre formé par deux longerons emboutis parallèles, entretoisés par des traverses sur lesquelles viennent se fixer les ressorts, la direction et les appareils de manœuvre; la partie inférieure du cadre est horizontale vers l'avant, sur une longueur de 1,80 m, ce qui permet d'y placer l'ensemble de la batterie d'accumulateurs.

Le dispositif de suspension, tout à fait particulier, est formé, à l'avant, de deux ressorts transversaux placés dans un même plan horizontal et dont les rouleaux sont maintenus par un axe solidaire des pivots des roues. Le dévers des roues est maintenu par deux bielles articulées à la partie supérieure des pivots, d'une part, et sur les longerons du cadre, d'autre part.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 1er mars 1924, t. XV, p. 360-362 et 23 mai 1925, t. XVII, p. 802.

Tableau I. — *Caractéristiques principales des véhicules engagés.*

Numéro du véhicule	NOM du constructeur	Type de voiture	Poids total kilogrammes	Type de batterie d'accumulateurs	Poids de la batterie kilogrammes	Capacité de la batterie ampères-heures	Puissance du moteur chevaux	Charge utile kilogrammes	OBSERVATIONS
				Première catégorie : charge utile de 1 à 800 kg.					
1	S.A.V.A.E. (licence Krieger)	taxi	2475	fer-nickel S. A. F. T.	750	240	16	340	La puissance indiquée pour les moteurs est la puissance en service unihoraire.
2	S.A.V.A.E. (licence Krieger)	conduite intérieure	2485	id.	750	240	16	320	
3	S.A.V.A.E. (licence Krieger)	id.	2445	id.	750	240	16	305	
7	A.E.M.	livraison	3040	plomb T. E. M.				335	
8	A.E.M.	conduite intérieure	2580	plomb Tudor				82	
10	Repusseau	camionnette	2150	plomb S.L.E.M.	750			450	Voiture non carrossée.
				Deuxième catégorie : charge utile de 801 à 2 000 kg.					
4	S.A.V.A.E. (licence Krieger)	camionnette	3150	fer-nickel S.A.F.T.	750	240	11,5	1025	
5	Renault (Sté Alsacienne)	id.	3645	plomb Tudor	900	216	7,5	1030	
				Troisième catégorie : charge utile de plus de 2 000 kg.					
9	S.O.V.E.L.	camion	9100	plomb Exide ironclad	1500	323		4070	
				Hors catégorie :					
6	Renault (Sté Alsacienne)	autobus	9750	plomb Dinin	2000	400	30	2600	Cet autobus a été classé hors catégorie; par sa charge utile il entrait dans la 3me catégorie, mais il a effectué les parcours de la 1re catégorie.

Les pivots des roues sont dans le plan vertical du point d'appui de celles-ci sur le sol, mais le prolongement de leur axe coupe le sol un peu en avant de ce point d'appui.

Les traverses en forme de berceau placées à l'arrière du châssis reposent sur deux ressorts transversaux disposés dans un même plan horizontal. Le milieu de ces ressorts est fixé sur les traverses et leurs rouleaux garnis de métal antifriction oscillent dans deux supports boulonnés sur les boites de fusées. Ces dernières renferment les roulements à billes dans lesquels tournent les fusées. Sur celles-ci, qui servent en même emps de moyeux aux roues, sont clavetés rigidement les arbres transmettant le couple moteur à ces dernières.

L'arbre portant le volant actionne, par pignon et secteur, une bielle commandant le pivot gauche. Les barres d'accouplement montées sur les pivots sont réunies entre elles par un pivot fixé à la traverse avant. Toutes les articulations sont montées à rotules. La position des pivots rend la direction irréversible. Sa commande comporte une démultiplication dans le rapport de 4 à 1. Les freins mécaniques sont au nombre de deux, agissant à l'intérieur des tambours, à l'aide de sabots d'écartement, munis de ferodo. La commande d'un des freins est assurée par une pédale placée à droite de la direction. L'autre frein est actionné par un levier à cliquet d'arrêt qui entraîne, au début de sa course, un disjoncteur interrompant toute connexion entre la batterie et le moteur. La transmission entre la pédale et le levier et les freins correspondants est assurée par des palonniers et des câbles de longueur réglable.

2. Moteur et équipement électrique. — Le moteur électrique et les organes de transmission forment un ensemble dont une extrémité est fixée par un axe à la base d'une des traverses de ressorts, et dont l'autre extrémité est maintenue par des bielles aux longerons du châssis. Cet ensemble est dans l'axe longitudinal du châssis. Le collecteur se trouve tout à fait à l'arrière, ce qui rend sa visite facile.

Les caractéristiques du moteur sont les suivantes : 4 pôles; excitation composée; régime moyen, 4000 w, sous 80 v; variation de vitesse de 800 à 3 200 t: mn par variation de l'excitation indépendante prise sur la batterie d'accumulateurs.

Le changement de marche est effectué par inversion du courant dans l'induit, au moyen d'un appareil commandé par une manette dont le déplacement est de 180°; à la position intermédiaire, cette manette peut être retirée, ce qui empêche tout usage intempestif du véhicule.

L'arbre du moteur porte un pignon conique à denture hélicoïdale engrenant avec une roue calée sur le différentiel; le rapport de réduction est de 1 à 8. De chaque côté du différentiel sont clavetés les accouplements élastiques solidaires des arbres transmettant la puissance aux roues; ces accouplements sont composés chacun de quatre anneaux d'acier entre lesquels sont intercalées des entretoises rigides, successivement et alternativement rivées sur deux diamètres perpendiculaires des anneaux. Les disques extrêmes sont reliés, d'une part, au différentiel et, d'autre part, à l'arbre de transmission claveté rigidement sur la roue et supporté par une rotule.

Ces accouplements élastiques permettent des déplacements angulaires de l'arbre de 10° de part et d'autre de la position moyenne.

Le réglage de la vitesse du véhicule est fait entièrement par la variation du champ inducteur du moteur, au moyen d'un rhéostat commandé par une pédale actionnée par le pied gauche du conducteur; l'abandon de la pédale met le rhéostat en court-circuit et correspond ainsi à l'excitation maximum, donc à un couple maximum avec la vitesse minimum. L'abaissement progressif de la pédale donne l'augmentation de vitesse par réduction de l'excitation indépendante, jusqu'à la vitesse maximum obtenue avec la pédale à fond de course, c'est-à-dire avec l'excitation indépendante coupée, le moteur fonctionnant en moteur série.

Cette même pédale, suivant sa position et la valeur correspondante de l'excitation, permet le fonctionnement du moteur en génératrice chargeant les accumulateurs, autrement dit le freinage par récupération, soit d'une façon continue en descente, soit temporairement au ralentissement du véhicule, lorsque son énergie cinétique est suffisante.

Une troisième pédale, placée entre la précédente et celle du frein mécanique, commande le démarrage par son relèvement sous l'action d'un ressort; un encliquetage permet de la fixer dans sa position moyenne ou dans sa position de repos. Au démarrage le moteur est alimenté par deux demi-batteries couplées d'abord en parallèle, puis en série.

3. Batterie d'accumulateurs. — La batterie comprend 60 éléments de la Société des Accumulateurs fixes et de Traction, d'une capacité de décharge de 240 A-h au régime de cinq heures; ils sont groupés en un seul bloc pesant 750 kg, sur l'avant de la voiture; deux câbles mouflés, passant sur des poulies, fixées tant au châssis qu'aux caisses de groupement des éléments, permettent, au moyen d'un treuil à vis sans fin et manivelle, de soulever la batterie.

4. Résultats des essais. — Les parcours effectués du 7 au 18 juin, suivant les indications données plus haut pour les méthodes de première catégorie, ont comporté un total de 677,5 km, à une vitesse commerciale moyenne de 19,15 km : h, avec un maximum de 23,2 km : h.

Le poids total était de 2 475 kg, avec une charge utile de 340 kg; la consommation moyenne par tonne utile et par kilomètre s'est montée à 481 w-h, avec des valeurs maximum de 516 w-h et minimum de 428 w h pour les divers parcours considérés isolément.

Les essais spéciaux en palier sur 1 km ont donné les résultats suivants :

Vitesse, 34,7 km : h, consommation par kilomètre et tonne utile, 424 w-h ;

Vitesse, 21,7 km : h, consommation par kilomètre et tonne utile, 311 w-h.

Ceux en rampe, effectués sur une base de 715 m de la côte de Bellevue, sur route défoncée et sol caillouteux, ont conduit à :

A la montée, vitesse, 10,6 km : h : consommation par kilomètre et tonne utile, 2 155 w-h ;

A la descente, vitesse, 19,75 km : h : récupération par kilomètre et tonne utile, 480 w-h.

L'essai d'épuisement effectué à des vitesses variant de 22,05 km : h au début à 10,58 km : h à la fin avec un maximum de 23,30 km : h, a permis un parcours de 190,75 km, avec une consommation de 139,18 w-h par kilomètre.

B. Voiture S. A. V. A. E, licence Krieger, à conduite intérieure (n° 2). — Ce véhicule représenté par la figure 2, ayant, sauf pour la carrosserie, les mêmes



Fig. 2. — Voiturette de ville, à conduite intérieure, de la Société des Véhicules automobiles électriques, licence Krieger.

dispositions que le précédent, nous nous bornerons à donner les résultats des essais.

1. Résultats des essais. — Ce véhicule, classé en première catégorie, a effectué du 7 au 18 juin, sur les itinéraires de sa catégorie un parcours total de 790 km, à une vitesse commerciale moyenne de 20,88 km-h, avec un maximum de 22,8 km-h.

Le poids total était de 2 485 kg, avec une charge utile de 320 kg; la consommation moyenne par tonne utile et par kilomètre s'est montée à 469 w-h, avec des valeurs maximum de 497 w-h et minimum de 437 w-h pour les divers parcours considérés isolément.

Les essais spéciaux en palier, sur 1 km, ont donné les résultats suivants :

Vitesse, 38,65 km : h; consommation par kilomètre et par tonne utile, 428 w-h ;

Vitesse, 28,50 km : h; consommation par kilomètre et par tonne utile, 295 w-h.

Ceux en rampe, effectués sur une base de 715 m de la côte de Bellevue, sur route défoncée et sol caillouteux, ont conduit à :

A la montée, vitesse, 11,6 km : h; consommation par kilomètre et par tonne utile, 2 200 w-h ;

A la descente, vitesse, 19,8 km : h; récupération par kilomètre et par tonne, 582 w-h.

L'essai d'épuisement effectué à des vitesses variant de 23,45 km : h, au début à 23,46 km : h à la fin, avec un maximum de 26,31 km : h, a permis un parcours de 201,15 km, avec une consommmation de 125 w-h par kilomètre.

C. Voiture S. A. V. A. E., licence Krieger, à conduite intérieure (n° 3). — Les dispositions de ce véhicule étant semblables à celles des deux précédents, nous donnerons seulement les résultats de ses essais.

1. Résultats des essais. — Classé en première catégorie, comme les deux précédents, il a effectué du 7 au 18 juin, sur des itinéraires correspondants, un parcours total de 741 km, à une vitesse commerciale moyenne de 20,31 km : h, avec un maximum de 23,5 km : h.

Le poids total était de 2 445 kg, avec une charge utile de 305 kg; la consommation moyenne par tonne utile et par kilomètre s'est montée à 598 w-h, avec des valeurs maximum de 685 w-h et minimum de 556 w-h pour les divers parcours considérés isolément.

Les essais spéciaux en palier, sur 1 km, ont donné les résultats suivants :

Vitesse, 36,1 km : h; consommation par kilomètre et par tonne utile, 446 w-h ;

Vitesse, 23,5 km : h; consommation par kilomètre et par tonne utile, 314 w-h;

Ceux en rampe, effectués sur une base de 715 m de la côte de Bellevue, sur route défoncée et sol caillouteux, ont conduit à :

A la montée, vitesse : 13,8 km : h; consommation par kilomètre et par tonne utile, 2 615 w-h ;

A la descente, vitesse : 19,9 km : h ; récupération par kilomètre et par tonne utile, 657 w-h.

L'essai d'épuisement, effectué à des vitesses variant de 21,48 km : h au début à 20,51 km : h à la fin, avec un maximum de 26,30 km : h, a permis un parcours de 162,75 km, avec une consommation de 134,34 w-h par kilomètre.

D. Voiture de livraison A. E. M. (n° 7). — Cette voiture, à avant-train moteur, présente des dispositions très particulières, au sujet desquelles les renseignements que nous possédons sont assez succincts.

1. Chassis et partie mécanique. — Cette voiture est constituée par un châssis principal, entre les longerons duquel vient se loger une caisse métallique contenant la batterie d'accumulateurs, immobilisée par quatre verrous fixés au châssis; la nécessité de laisser libre l'arrière du châssis a conduit à la conception d'un avant-train moteur représenté sur la figure 3, dont le faux châssis vient se fixer au châssis principal au moyen de huit boulons.

Le moteur et la transmission du mouvement aux roues avant sont réunis en un bloc unique monté sur ce faux châssis. Le moteur, dont l'axe horizontal est disposé longitudinalement, entraine l'arbre du différentiel au moyen d'un accouplement élastique placé à l'intérieur d'un tambour qui sert en même temps de poulie de frein. La commande de ce frein est jumelée avec la commande du frein sur les roues arrière, qui dépend du châssis principal, de façon à réaliser le freinage simultané des quatre roues du véhicule.

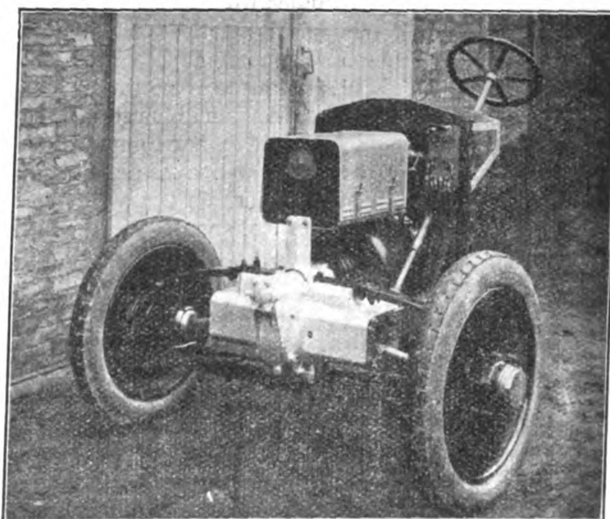


Fig. 3. — Avant-train moteur
de la Société d'Applications électromécaniques.

Le différentiel transmet le mouvement aux roues avant, seules motrices, au moyen de cardans ; l'essieu avant est supprimé et la liaison entre les roues, à mouvement indépendant, et le bloc de l'avant-train est assurée par ressorts à lames transversaux, fixés rigidement à une extrémité sur le carter du différentiel et articulés à l'autre extrémité sur des pivots solidaires des fusées des roues.

2. Moteur et équipement électrique. — Le moteur est à excitation en série, avec deux enroulements inducteurs pouvant être couplés entre eux en série ou en parallèle, et correspondant chacun respectivement à 70 pour 100 et 30 pour 100 du nombre total des ampères-tours.

La batterie pouvant fournir en outre deux tensions par couplage en série ou en parallèle de ses deux moitiés, on réalise ainsi quatre gammes de vitesses.

Le combinateur, placé sous le capot et visible sur la figure 3, fait corps avec le bloc moteur. Les différents

couplages sont effectués par des contacteurs commandés mécaniquement par un arbre à cames.

Il n'est pas prévu de dispositif de récupération sur cette voiture.

3. Batterie d'accumulateurs. — Cette batterie de quarante éléments au plomb (ou 60 au fer-nickel) est logée dans une caisse métallique mise en place au moyen d'un treuil entre les longerons du châssis, sous la carrosserie, et maintenus en place, comme nous l'avons indiqué plus haut, au moyen de quatre verrous.

4. Résultats des essais. — Cette voiture de livraison a effectué du 7 au 18 juin, sur les itinéraires de la première catégorie dont elle faisait partie, un parcours total de 566 km, à une vitesse commerciale moyenne de 18,3 km : h, avec un maximum de 21,15 km : h.

Son poids était de 3040 kg, avec une charge utile de 335 kg ; la consommation moyenne par tonne utile et par kilomètre s'est montée à 555 w-h, avec des valeurs maximum de 778 w-h et minimum de 497 w-h, pour les divers parcours considérés isolément.

Les essais spéciaux en palier, sur 1 km, ont donné les résultats suivants :

Vitesse, 29,9 km : h ; consommation par kilomètre et par tonne utile, 413 w-h ;

Vitesse, 24,3 km-h ; consommation par kilomètre et par tonne utile, 397 w-h ;

Vitesse, 12,5 km : h ; consommation par kilomètre et par tonne utile, 353 w-h.

Ceux en rampe, effectués sur une base de 715 m de la cote de Bellevue, sur une route défoncée et sol caillouteux, ont conduit à :

A la montée, vitesse, 4,9 km : h ; consommation par kilomètre et par tonne utile, 3770 w-h ; pas d'essai en récupération.

L'essai d'épuisement, effectué à des vitesses variant de 14,03 km : h au début à 12,83 km : h à la fin, avec un maximum de 20,23 km ; h a permis un parcours de 159,1 km, avec une consommation de 203,75 w-h par kilomètre.

E. Voiture A. E. M. à conduite intérieure (n° 8). — Nous donnerons pour cette voiture seulement les résultats obtenus aux essais.

Résultats des essais. — Du 7 au 18 juin, elle a effectué sur les itinéraires de la première catégorie un parcours total de 617,6 km, à une vitesse commerciale moyenne de 18,8 km : h, avec un maximum de 22,45 km : h.

Son poids était de 2580 kg, avec une charge utile de 82 kg ; la consommation moyenne par tonne utile et par kilomètre s'est montée à 2 000 w-h, avec des valeurs maximum de 2 483 w-h, et minimum de 1 680 w-h, pour les divers parcours considérés isolément.

Les essais spéciaux, en palier, sur 1 km, ont donné les résultats suivants :

Vitesse, 31,7 km : h ; consommation par kilomètre et par tonne utile, 1 190 w-h ;

Vitesse, 24,1 km : h ; consommation par kilomètre et par tonne utile, 884 w-h.

Ceux en rampe, effectués sur une base de 715 m de la côte de Bellevue, sur route défoncée et sol caillouteux, ont conduit à :

A la montée, vitesse, 7,85 km : h ; consommation par kilomètre et par tonne utile, 13 230 w-h ; pas d'essai en récupération.

L'essai d'épuisement, effectué à des vitesses variant de 21,82 km : h au début, à 18,66 km : h à la fin a permis un parcours de 129,4 km, avec une consommation de 248 w-h par kilomètre.

F. Camionnette Repusseau (n° 10). — Cette voiture a pris part aux essais non carrossée.

1. Chassis et partie mécanique. — Le châssis en tôle d'acier emboutie a une forme spéciale avec prolongement en dessous, dans le sens longitudinal, en forme de berceau pour loger la batterie d'accumulateurs. Le but de cette disposition est de faciliter la visite et le remplissage des éléments, de laisser le dessus du châssis libre pour l'installation de la carrosserie et de permettre le changement rapide de la batterie, en cas de nécessité.

Le pont arrière moteur est à deux vitesses réalisées mécaniquement. Il comporte un essieu tournant portant le différentiel sur le carter duquel est calée une roue à 74 dents engrenant avec un pignon à 14 dents ; au moyen d'un levier à cliquet, placé à la droite ou à la gauche du conducteur, et commandant par une fourchette en acier le déplacement d'un crabot solidaire de l'axe du pignon précédent, on peut embrayer avec celui-ci une des deux roues à 58 ou 51 dents qui sont montées folles sur cet axe et restent constamment en prise avec deux pignons ayant respectivement 21 et 28 dents, calés sur l'arbre entraîné par le moteur. L'accouplement avec ce dernier est réalisé au moyen d'un embrayage dit « tournevis ». Suivant la position du crabot, on obtient une réduction de 1 à 14,57 ou de 1 à 9,6.

Le corps de l'essieu avant, essieu directeur, est cintré suivant la coupe transversale du berceau, pour permettre, au-dessus de lui, le passage des batteries d'accumulateurs lors de leur montage ou démontage. Les roues commandées par une direction irréversible à vis et écrou sont munies de freins avant « Perrot » qui sont commandés par une pédale, en liaison avec les freins des roues arrière ; un levier à main commande indépendamment ces derniers seuls.

2. Moteur et équipement électrique. — Le moteur, d'une puissance nominale de 4,5 ch est à excitation en série, à 2 pôles et 2 inducteurs pouvant être groupés entre eux en série ou en parallèle ; sa vitesse est de 1 600 t : mn sous 88 volts.

Un combinateur placé à gauche du châssis et dans le prolongement de l'axe de la direction est fixé sur le berceau du châssis ; il est commandé par engrenages au moyen d'une manette située dans l'axe du volant de

direction et portant un index repérant sur un secteur fixe les positions de marche avant et arrière, 1re et 2e vitesses, point mort, freinage; il opère les couplages des inducteurs et du rhéostat intercalé dans le circuit au démarrage (inducteurs en série), au freinage et à la marche arrière. Ce rhéostat a sa valeur réglée par un commutateur à 5 plots commandé par une pédale au pied droit du conducteur.

Un contacteur électromécanique à soufflage magnétique commandé, d'une part, par la pédale des freins mécaniques et, d'autre part, par le combinateur effectue les coupures et rétablissements du courant dans le circuit du moteur.

Un ampèremètre et un voltmètre fixés sur le tablier de la voiture permettent un contrôle permanent de la batterie.

3. Batterie d'accumulateurs. — Elle comprend 44 éléments au plomb, d'une capacité de 180 A-h au régime de décharge en cinq heures; les éléments sont répartis en 2 caisses et toujours branchés en série.

4. Résultats des essais. — Cette voiture, appartenant à la 1re catégorie a effectué, du 17 au 18 juin, un parcours total de 431,75 km, à une vitessse commerciale moyenne de 20,50 km : h, avec un maximum de 24,5 km : h.

Son poids était de 2 150 kg, avec une charge utile de 450 kg; la consommation moyenne par tonne utile et par kilomètre s'est montée à 318 w-h, avec des valeurs maximum de 325 w-h et minimum de 273 w-h, pour les divers parcours considérés isolément.

Les essais spéciaux en palier, sur 1 km, ont donné les résultats suivants :

Vitesse, 29 km : h ; consommation par kilomètre et par tonne utile, 206,5 w-h;

Vitesse, 24,3 km : h; consommation par kilomètre et par tonne utile, 196 w-h.

Ceux en rampe, effectués sur une base de 715 m de la côte de Bellevue, sur route défoncée et sol caillouteux ont conduit à :

A la montée, vitesse, 8,9 km : h ; consommation par kilomètre et par tonne utile, 1 600 w-h; pas d'essai en récupération.

L'essai d'épuisement, effectué à des vitesses variant de 26,58 km : h au début à 24,74 km : h à la fin, a permis un parcours de 120,7 km avec une consommation de 99,83 w-h par kilomètre.

G. **Camionnette S. A. V. A. E., licence Krieger (n° 4).** — Les dispositions générales sont celles déjà indiquées pour les autres véhicules de cette société, au paragraphe A; les seules différences portent sur la variation de vitesse du moteur qui est de 625 à 2 400 t : mn, et sur le rapport de réduction de l'engrenage de transmission au différentiel qui est de 1 à 9,25. La figure 4 montre l'aspect d'ensemble de ce véhicule, dont nous donnerons seulement les résultats d'essais.

1. Résultats des essais. — Cette camionnette, classée dans la 2e catégorie (charge utile de 801 à 2000 kg), a suivi les itinéraires spécifiés au début de cet article et a effectué du 7 au 18 juin un parcours total de 648,25 km, à une vitesse commerciale moyenne de 18,85 km : h, avec un maximum de 20,75 km : h.

Son poids était de 3 150 kg, avec une charge utile de 1 025 kg; la consommation moyenne par tonne utile et par kilomètre s'est élevée à 157 w-h, avec des valeurs maximum de 168 w-h et minimum de 148 w-h, pour les divers parcours considérés isolément.

Les essais spéciaux en palier, sur 1 km, ont donné les résultats suivants :

Vitesse, 29,9 km : h; consommation par kilomètre et par tonne utile, 158,5 w-h;

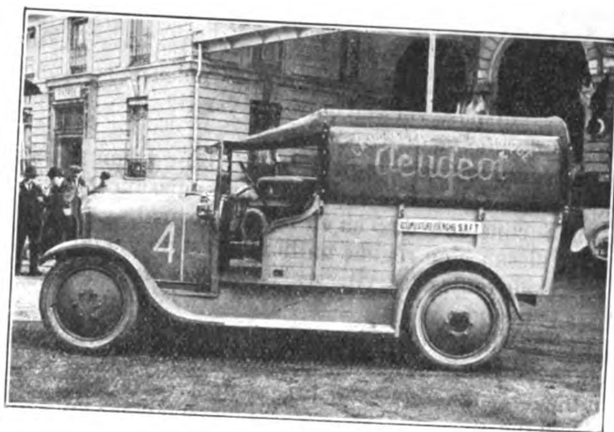


Fig. 4. — Camionnette de livraison, de la Société anonyme des Véhicules automobiles électriques, licence Krieger.

Vitesse, 19,8 km : h; consommation par kilomètre et par tonne utile, 104 w-h.

Ceux en rampe, effectués dans les mêmes conditions que pour les voitures de la première catégorie, ont conduit à :

A la montée, vitesse, 7,7 km : h; consommation par kilomètre et par tonne utile, 888 w-h;

A la descente, vitesse, 13,7 km : h; récupération par kilomètre et par tonne utile, 295 w-h.

L'essai d'épuisement, effectué à des vitesses variant de 17,21 km : h au début, à 14,88 km : h à la fin, avec un maximum de 17,95 km : h, a permis de réaliser un parcours de 211,750 km avec une consommation de 122,18 w-h par kilomètre.

H. **Camionnette Renault. — Société alsacienne de Constructions mécaniques, type O. A. (n° 5).** — Ce véhicule diffère de celui présenté aux précédents essais de 1924 par les mêmes constructeurs, et décrit dans notre revue (1), notamment en ce qui concerne l'emplacement du moteur; nous donnerons donc quelques renseignements sur ses dispositions essentielles.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 23 mai 1925, t. XVII, p. 806-808.

1. Châssis et partie mécanique. — Le châssis prévu pour une charge utile de 1 000 kg environ est monté sur roues avec pneumatiques simples à l'avant et jumelés à l'arrière.

Le moteur, disposé à l'aplomb de la première banquette, transmet son effort à l'essieu arrière au moyen d'un arbre en deux parties avec flecteur, joint à cardan et deux couples d'engrenages, l'un conique et l'autre droit, sans changement de vitesse ni embrayage mécaniques.

Les quatre roues comportent des tambours de freins à segments intérieurs extensibles; le freinage de l'ensemble est commandé par une pédale et une timonerie appropriée.

Un levier à main sert au freinage des roues arrière seules.

2. Moteur et équipement électrique. — Le moteur, du type blindé, à excitation composée et pôles de commutation, est disposé vers le centre du châssis; il comporte des trappes de visite du collecteur.

La régulation de vitesse de 750 à 3 350 t:mn se fait par la variation du champ, avec une puissance sensiblement constante de 5 ch en régime normal.

La puissance en régime unihoraire est de 7,5 ch sous 80 v, pour toutes les vitesses comprises entre 800 et 3000 t:mn.

L'appareillage électrique, logé sous le capot avant, comprend : Un disjoncteur à maximum, type traction à soufflage magnétique; un inverseur avec verrouillage mécanique spécial du coupleur de démarrage; un coupleur de démarrage; un jeu de résistances de démarrage; un relais à contact maximum; un rhéostat de champ; un coupe-circuit avec fusible cartouche; un relais à maximum; un compteur ampèreheuremètre; un ampèremètre et voltmètre jumelés; une lampe témoin; une douille fixe de prise de courant de charge; le démarrage est commandé par une pédale; une seconde pédale sert à la régulation de la vitesse ou du freinage par récupération, qui constitue le troisième freinage du véhicule. Le changement de marche est commandé par un levier à main à trois positions.

3. Batterie d'accumulateurs. — Elle comprend, en deux caisses disposées de part et d'autre du châssis, 40 éléments au plomb, d'une capacité de 216 A-h au régime de décharge en cinq heures. Son poids total est de 900 kg.

4. Résultats des essais. — Cette camionnette, ainsi que la précédente, appartient à la deuxième catégorie, qui a effectué du 7 au 18 juin un parcours total de 582,35 km, à une vitesse commerciale moyenne de 17,58 km : h, avec un maximum de 18,7 km : h.

Son poids total était de 3 645 kg, avec une charge utile de 1 030 kg; la consommation moyenne par tonne utile et par kilomètre s'est montée à 224 w-h, avec des valeurs maximum de 254 w-h et minimum de 204 w-h, pour les divers parcours considérés isolément.

Les essais spéciaux en palier, sur 1 km, ont donné les résultats suivants :

Vitesse, 20,7 km : h; consommation par kilomètre et par tonne utile, 186,5 w-h.

Vitesse, 16,3 km : h; consommation par kilomètre et par tonne utile, 169 w-h.

Ceux en rampe, effectués dans les mêmes conditions que pour les voitures de la première catégorie, ont conduit :

A la montée, vitesse, 7,4 km-h; consommation par kilomètre et par tonne utile, 927 w-h.

A la descente, vitesse, 10,7 km : h; récupération par kilomètre et par tonne utile, 312 w-h.

L'essai d'épuisement, effectué à des vitesses variant de 17,19 km : h au début à 17,07 km : h à la fin, avec un maximum de 17,50 km : h, a permis de réaliser un parcours de 99,75 km, avec une consommation de 192,08 w-h par kilomètre.

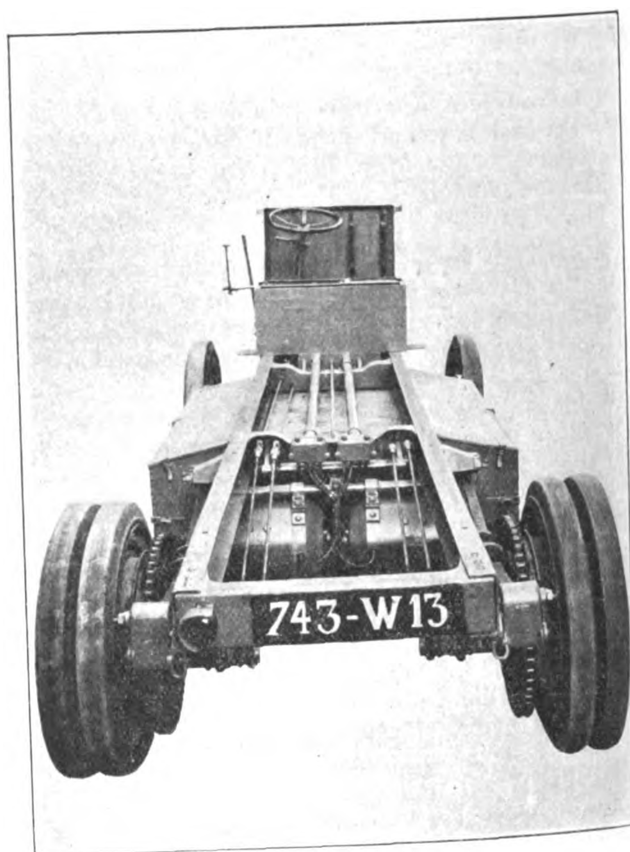


Fig. 5. — Vue de l'arrière du châssis du camion de la Société des Véhicules électriques industriels.

I. **Camion S. O. V. E. L. (n° 9).** — Ce camion fut le seul engagé dans la troisième catégorie (charge utile au-dessus de 2 000 kg). Ses dispositions sont sensiblement différentes de celles des autres véhicules.

1. Châssis et partie mécanique. — Le châssis, visible sur la figure 5, est en tôle d'acier emboutie, avec roues

à bandages pleins, simples à l'avant, jumelés à l'arrière. La suspension est assurée par des ressorts à lames minces multiples, de grande longueur.

La direction est du type Ross à levier et came hélicoïdale.

Les moteurs, au nombre de deux, visibles sur la figure 5, ont leurs axes disposés transversalement. Chacun d'eux attaque une des roues arrière par l'intermédiaire d'un premier train d'engrenages droits logés dans le flasque extérieur, puis d'un pignon et d'une chaîne de transmission. Cette disposition supprime le différentiel.

Des berceaux latéraux situés entre les deux essieux et disposés sous le châssis du camion servent à placer les deux moitiés de la batterie d'accumulateurs montées chacune sur un châssis en fers profilés qui repose à chaque extrémité sur des cornières légèrement graissées servant de guides. Le mouvement de glissement du bloc constitué par une demi-batterie est commandé par une manivelle visible sur la figure 6, ce qui permet de dégager les éléments pour faire le plein, vérifier les densités, etc.

En relevant la manivelle de manœuvre et sa vis, qui sert en même temps de dispositif de blocage, on peut enlever sur un petit chariot à plate-forme élévatrice tout le bloc d'une demi-batterie pour le remplacer par un autre; cette opération est représentée sur la figure 7.

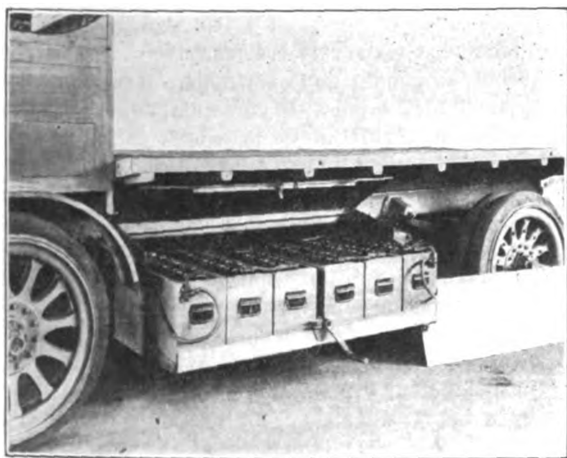


Fig. 6. — Vue de la demi-batterie latérale du camion S.O.V.E.L., placée latéralement et sortie pour la visite et l'entretien.

Les freins mécaniques sont au nombre de deux (au pied et à la main) agissant indépendamment à l'intérieur de larges tambours; les garnitures sont en ferodo.

2. Moteurs et équipement électrique. — Les deux moteurs blindés sont tétrapolaires, à excitation en série, construits sur les données techniques de la Société des Véhicules électriques industriels. Chacun a une puissance de 3,5 kw sous 85 v, et peut supporter une surcharge de 100 pour 100 pendant une heure, et de 300 pour 100 momentanément. Une large porte à fermeture hermétique permet la visite du collecteur et des balais.

Les différentes vitesses de marche sont obtenues au moyen d'un combinateur à tambour placé sous le siège du conducteur, et commandé par un levier latéral à gauche du siège; que l'on peut voir sur la figure 5. Il permet de réaliser cinq vitesses par couplage des moteurs en série ou en parallèle et intercalation de résistances de démarrage. Un dispositif breveté permet de faire pivoter le tambour de ce combinateur de 180°, de façon à rendre les segments et les doigts de contact entièrement accessibles pour l'entretien.

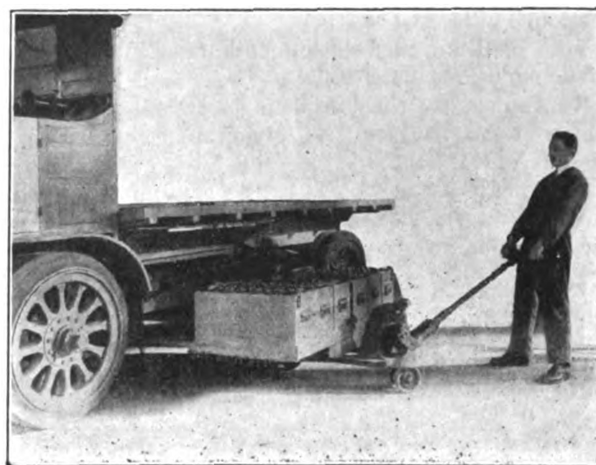


Fig. 7. — Enlèvement d'une demi-batterie du camion S.O.V.E.L. au moyen d'un chariot à plate-forme élévatrice.

Les changements de marche sont obtenus par la manœuvre d'un tambour auxiliaire disposé en-dessous de celui du combinateur, et commandé par un levier placé sous le volant de direction. Ce levier peut prendre quatre positions (marche avant, arrêt, charge, marche arrière).

Il n'y a pas de marche en récupération prévue sur ce camion.

3. Batterie d'accumulateurs. — La batterie comporte 44 éléments du type Tudor « ironclad », d'une capacité de 323 A-h, au régime de décharge en cinq heures.

Elle est partagée en deux demi-batteries constituées chacune par 22 éléments montés sur un châssis en fer profilé, constituant un bloc dont nous avons indiqué plus haut le mode de manutention.

4. Résultats des essais. — Ce camion, arrivé aux essais seulement le 10 juin, a dû être arrêté du 11 au 16 juin inclus, faute de personnel; il n'a donc pu faire que des essais très incomplets.

Sur les itinéraires de sa catégorie, il a effectué

total 111,90 km à une vitesse commerciale moyenne de 13,35 kw-h, avec un maximum de 14,55 km : h.

Son poids était de 9100 kg, avec une charge utile de 4070 kg ; la consommation moyenne par tonne utile et par kilomètre ressort à 119 w-h, avec des valeurs maximum de 152 w-h et minimum de 118,5 w-h, pour les divers parcours considérés isolément.

Les essais spéciaux en palier, sur 1 km, ont donné les résultats suivants :

Vitesse, 16,9 km : h ; consommation par kilomètre et par tonne utile, 104,8 w-h ;

Vitesse, 16,7 km : h ; consommation par kilomètre et par tonne utile, 83,4 w-h ;

Vitesse, 16 km : h ; consommation par kilomètre et par tonne utile, 88,2 w-h.

Ceux en rampe, effectués dans les mêmes conditions que pour les voitures de première catégorie ont conduit à :

A la montée, vitesse, 6,8 km : h ; consommation par kilomètre et par tonne utile, 714 w-h ; pas d'essais de récupération.

J. **Autobus Renault-Société alsacienne de Construction mécanique, type O. U. (n° 6).** — Ce véhicule, qui par la charge utile devrait se classer dans la troisième catégorie, a été, en fait, classé hors catégorie, car

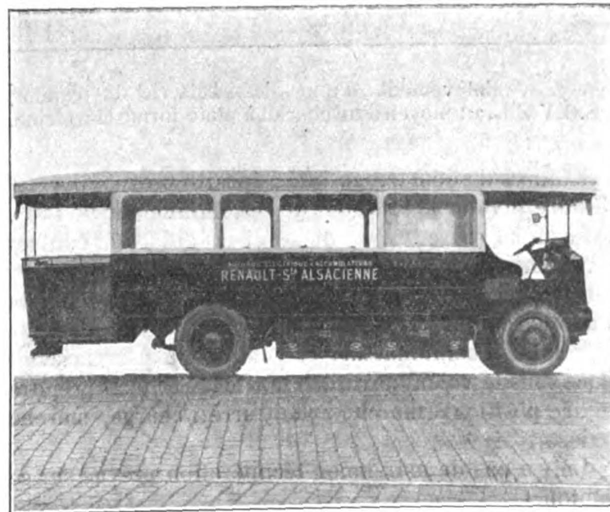


Fig. 8. — Vue d'ensemble de l'autobus Renault-Société alsacienne de Constructions mécaniques, type O. U., à 38 places.

il a effectué, pendant une partie des essais, les parcours définis pour la première catégorie des voitures légères.

Cet autobus est analogue à celui qui a été précédemment décrit dans cette revue (¹) ; son aspect général est donné sur la figure 8.

1. Chassis et organes mécaniques. — Le châssis est du type O. U. étudié et construit par la Société des Automobiles Renault. Il est monté sur roues et pneumatiques simples à l'avant, jumelés à l'arrière. La direction est à gauche, le poste du conducteur étant disposé au-dessus de l'appareillage électrique, ce qui offre un grand emplacement de carrosserie disponible avec un empattement réduit.

(¹) *Revue générale de l'Electricité*, 23 mai 1925, t. XVII, p. 813-814.

Les organes de conduite sont analogues à ceux des automobiles à moteur à essence et occupent sensiblement les mêmes positions relatives entre eux et par rapport au poste du conducteur. Ils comprennent :

Un levier à main pour freinage sur les roues arrière ; un levier à main à trois positions pour le changement de marche ; une pédale de démarrage ; une pédale de freinage sur les roues avant ; une pédale de réglage de la vitesse.

Le moteur situé au milieu du châssis transmet directement son effort à l'axe arrière au moyen d'un arbre de transmission et de deux joints de cardan.

L'essieu arrière possède ses organes de démultiplication composés d'un couple conique actionnant le différentiel et d'une série de pignons droits dans les roues motrices sous un carter étanche.

Le châssis ne comporte ni changement de vitesse, ni embrayage. Une pédale commande le freinage des deux roues avant munies de tambours avec segments intérieurs extensibles ; un levier à main commande un freinage analogue sur les roues arrière.

2. Moteur et équipement électrique. — Le moteur, de la Société alsacienne de Constructions mécaniques, est du type blindé, à pôles de commutation, et excitation composée ; la régulation de la vitesse se fait en agissant sur le champ entre 610 et 2700 t : mn, la puissance d'environ 20 ch étant sensiblement constante entre les vitesses extrêmes. La puissance en régime unihoraire est de 30 ch sous 150 v pour toutes les vitesses comprises entre 720 et 2400 t : mn.

Le moteur est prévu avec bout d'arbre nu pour accouplement par manchon avec l'arbre de transmission.

L'appareillage électrique comprend :

Un disjoncteur à maximum ;

Un inverseur bipolaire avec verrouillage mécanique spécial du coupleur de démarrage ;

Un coupleur de démarrage du type tambour à 8 positions, commandé par la pédale de démarrage et verrouillé mécaniquement avec l'inverseur de marche ;

Un jeu de contacteurs unipolaires à soufflage magnétique actionnés par le coupleur de démarrage. L'un de ces contacteurs (dit contacteur principal) est verrouillé par le couvercle du carter de la prise de charge, de telle sorte que le véhicule ne puisse être mis en route tant que la fiche de prise de charge est en place ;

Un jeu de résistances de démarrage ;

Un relais à contacts à maximum de courant ;

Un rhéostat de champ ;

Un jeu de coupe-circuits fusibles ;

Une boîte de jonction pour prise de courant de charge avec interrupteur de verrouillage du contacteur principal, commandé par le couvercle.

Un compteur ampèreheuremètre;
Un ampèremètre et voltmètre jumelés;
Une lampe témoin;
Deux douilles fixes de prises de courant pour la charge.

Un freinage électrique par récupération sur la batterie est obtenu automatiquement lorsqu'on abandonne la pédale de démarrage, le véhicule ayant une énergie cinétique suffisante.

3. Batterie d'accumulateurs. — Elle est composée de 80 éléments au plomb, répartis en quatre caisses de 20 éléments chacune, fixées latéralement de chaque côté du châssis de la voiture. L'enlèvement de ces caisses se fait au moyen d'un chariot spécial.

La capacité était de 400 A-h au régime de décharge en cinq heures.

Le poids total, celui des caisses compris, se monte à 2 200 kg.

4. Résultats des essais. — Les parcours effectués par cet autobus, en partie sur les itinéraires de la troisième catégorie et en partie sur ceux de la première catégorie, du 7 au 18 juin, ont correspondu à un total de 670,25 km, à une vitesse commerciale moyenne de 18, 1 km : h, avec un maximum de 20,15 km : h.

Le poids était de 9750 kg, avec une charge utile de 2 600 kg, correspondant à 38 voyageurs; la consommation moyenne, par tonne utile et par kilomètre, ressort à 205 w-h, avec des valeurs maximum de 226 w-h et minimum de 194 w-h, pour les divers parcours considérés isolément.

Les essais spéciaux en palier, sur 1 km, on donné les résultats suivants :

Vitesse, 25,8 km : h; consommation par kilomètre et par tonne utile, 203 w-h;

Vitesse, 16,7 km : h; consommation par kilomètre et par tonne utile, 165 w-h.

Ceux en rampe, effectués dans les mêmes conditions que pour les voitures de première catégorie, ont conduit à :

A la montée, vitesse, 7,3 km : h; consommation par kilomètre et par tonne utile, 1018 w-h;

A la descente, vitesse, 12,5 km : h; récupération par kilomètre et par tonne utile, 358 w-h.

L'essai d'épuisement, effectué à des vitesses variant de 17,08 km : h au début à 16,17 km : h à la fin, avec un maximum de 17,87 km : h, a permis de réaliser un parcours de 126,3 km, avec une consommation de 465 w-h par kilomètre.

F. Piot,
Ingénieur E.S.E.

Revues, analyses et informations

Moteurs asynchrones fonctionnant en cascade avec des machines à collecteur (1).

L'élément primaire de ce type de machines peut être à volonté le moteur asynchrone ou la machine à collecteur; l'auteur adopte la classification suivante : 1° moteur asynchrone combiné avec une machine polyphasée à collecteur, qui peut être un moteur ou une génératrice et, suivant le cas, du type shunt ou du type série; 2° moteur asynchrone combiné avec un convertisseur à collecteur.

1. La machine a collecteur est a caractéristique série. — On sait que le moteur polyphasé série à collecteur tournant à vitesse constante peut être réglé à volonté pour présenter une résistance ou réactance positive ou négative. Si la machine série est un moteur accouplé mécaniquement avec le moteur asynchrone. Il produit une force contre-électromotrice $e_1 = ir_0k$ opposée au courant et correspondant à une puissance $ie_1 = i^2 z_0 k$; elle est proportionnelle à la vitesse k. La puissance $i^2 r_0 k$ produit un couple utilisable $i^2 r_0$ dans un moteur tournant à la vitesse k, et qui s'ajoute à celui du moteur principal. On peut en conclure que, en connectant un moteur série à collecteur dans le circuit secondaire d'un moteur asynchrone, le glissement est augmenté, ainsi que le couple qui est proportionnel au carré du courant et indépendant de la vitesse.

2. La machine a collecteur est a caractéristique shunt. — Dans le cas de la machine à caractéristique shunt, la vitesse est indépendante de la tension aux bornes et le même rapport est maintenu entre les tensions du stator et du rotor; il est cependant proportionnel à la fréquence. Le groupe tourne à une vitesse intermédiaire, inférieure à celle du synchronisme. L'auteur en conclut que, dans ce cas, le champ de la machine à caractéristique shunt en cascade avec un moteur asynchrone est indépendant du glissement s.

La vitesse est proportionnelle à $(1 - s)$; si e est la tension secondaire du moteur asynchrone à l'arrêt, e_2, la force contre-électromotrice au synchronisme de la machine shunt, on a

$$(1 - s)\, e \pm (1 - s)\, e_2 = e \quad \text{et} \quad (1 - s) = \frac{e}{e \pm e_2};$$

par suite, la mise en cascade d'un moteur asynchrone avec une machine shunt à collecteur permet d'obtenir, à vide, une vitesse égale, supérieure ou inférieure à celle du synchronisme.

Si e et e_2, sont en quadrature, le moteur asynchrone peut être compensé et le déphasage du courant sur la tension, amené à zéro ou en avant. Si l'on multiplie par le courant i la relation donnée ci-dessus, on a, après modification

$$(1 - s)\, ei \pm (1 - s)\, e_2 i = ei;$$

ei correspond au couple du moteur dans la marche au synchronisme, et $(1 - s)\, ei$, à la puissance du moteur asynchrone; de même $(1 - s)\, e_2 i$ est la puissance du moteur shunt à collecteur, et la somme algébrique des deux éléments conduit bien au couple du moteur asynchrone au synchronisme. Par suite, le glissement est bien le rapport de la puissance de la machine shunt à celle de la machine asynchrone.

De l'équation

$$s = \frac{e_2}{e + e_2} = \frac{ie_2}{ie + ie_2},$$

(1) Creedy. *The Electrician*, 22 avril 1927, t. XCVIII, p. 430-433, 4500 mots, 11 figures.

on déduit donc que le glissement est le rapport du couple de la machine shunt au couple total. Les dimensions de la machine shunt intervenant pour la compensation de phase, dépendent entièrement de la résistance de l'enroulement secondaire ; elles peuvent être très réduites.

3. La machine a collecteur est du type commutatrice. — Le moteur asynchrone peut également être mis en cascade avec une machine à collecteur du type commutatrice ; le côté du collecteur agit alors comme dans les cas précédents ; les bagues sont reliées directement au réseau d'alimentation. Si f_1 est la fréquence du courant d'alimentation du moteur et f_2, celle du courant secondaire du moteur et primaire du convertisseur, la vitesse du moteur est

$$k = W(f_1 - f_2);$$

celle du convertisseur,

$$k_2 = W_2(f_1 - f_2)$$

d'où

$$\frac{W}{W_2} = \frac{k}{k_2};$$

la puissance secondaire du convertisseur est restituée à la ligne. Ce système de couplage offre certains avantages : le convertisseur en cascade avec un moteur à faible vitesse peut être établi pour un nombre quelconque de pôles et, par conséquent, peut tourner à grande vitesse ; pour une même puissance transformée, la machine du type commutatrice peut être de plus petites dimensions que toute autre machine.

Une autre disposition consiste à relier les bagues de la machine à collecteur au rotor du moteur asynchrone ; les balais du côté collecteur sont connectés au réseau ; l'accouplement des deux machines doit alors être rigide ; mais les remarques précédentes s'appliquent encore à ce cas particulier.

4. Diagramme de fonctionnement de ces groupes. — L'auteur établit ensuite le diagramme de fonctionnement de ces groupes ; on a

$$se = i\,[r + jsx + (1 - s)\,z],$$

où r est la résistance combinée de l'ensemble, sx, la réactance combinée à la fréquence du glissement, se, la tension

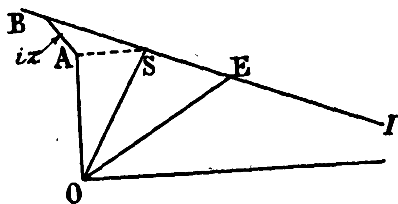


Fig. 1. — Diagramme des tensions d'une machine asynchrone en cascade avec une machine à collecteur.

induite par le primaire à la fréquence du glissement, $(1 - s)\,z$, l'impédance de la machine à collecteur, e, la tension primaire. L'équation ci-dessus peut s'écrire

$$e = i\left[\frac{r + z}{s} + (jx - z)\right].$$

Si $s = 1$, on a

$$e = i\,(r + jx) = \mathrm{OS},$$

sur le diagramme de la figure 1 ; ce vecteur représente la tension à l'arrêt ; si $s = \infty$, on a pour la tension de court-circuit

$$e = i\,(jx - z) = \mathrm{OA} + \mathrm{AB},$$

OA représente ijx ; SA, $\frac{ir}{s}$ et AB, iz ; cette grandeur peut être réglée en valeur absolue et en direction en agissant sur la machine à collecteur.

Lorsque s varie, le vecteur

$$\mathrm{SA} + \mathrm{AB} = \frac{i\,(r + z)}{s}$$

varie en grandeur, mais non en direction ; le point E se déplace donc sur une droite passant par SB ; en faisant varier Z, il peut être donné à cette droite une direction quelconque. On a aussi

$$\mathrm{OB} = i\,(jx - z)$$

et

$$\mathrm{OE} = i\left[\frac{r + z}{s} + (jx - z)\right]$$

d'où

$$\mathrm{OE} - \mathrm{OB} = \mathrm{EB} = i\,\frac{r + z}{s}.$$

La figure 2 montre que le rapport $\frac{\mathrm{EB}}{\mathrm{OB}}$ est proportionnel à $\frac{1}{s}$ et que l'on a

$$\frac{\mathrm{OB}}{\mathrm{SB}} = \frac{\mathrm{SD}}{\mathrm{OD}}$$

et

$$\frac{\mathrm{OB}}{\mathrm{EB}} = \frac{\mathrm{OC}}{\mathrm{CF}} = \frac{\mathrm{DF}}{\mathrm{OD}},$$

OD étant construit, DF, correspondant à un courant OI, détermine sur OB un segment de longueur proportionnelle au glissement à une échelle telle que DS = 1. Puisque le

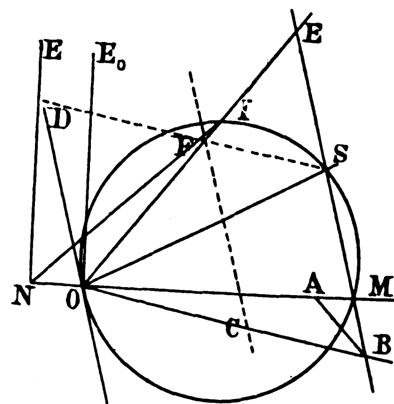


Fig. 2. — Diagramme du cercle des groupes formés d'un moteur asynchrone en cascade avec une machine à collecteur.

courant est égal à zéro lorsque $s = 0$ ou DF = 0, il s'ensuit que le vecteur OD est tangent au cercle à l'origine. Le diagramme est identique à celui d'une machine asynchrone ordinaire, mais le vecteur arbitraire AB est introduit par la machine à collecteur. L'auteur examine un certain nombre de diagrammes obtenus en faisant varier AB en grandeur et en direction et montre que l'ensemble peut posséder différentes caractéristiques ; il peut fonctionner comme moteur à caractéristique compound, à action additionnelle ou à action différentielle, ou comme moteur synchrone ou encore comme machine à réactance positive ou négative ; le réglage peut encore être effectué de telle sorte que la machine fonctionne à facteur de puissance constant. — E. B.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Electro-Exploitation.

Assemblée générale ordinaire du 26 juillet 1927.

Dans son rapport, cette société au capital de 1 000 000 fr et dont le siège est à Paris, 60, rue de Provence, signale que pendant l'année 1926, elle a continué, d'une part, à améliorer ses exploitations, d'autre part, à rechercher d'autres concessions pour augmenter son champ d'action, condition indispensable pour atteindre enfin la période des bénéfices.

Les divers pourparlers engagés en 1926 n'avaient pas abouti définitivement à la fin de l'exercice; mais, depuis cette date, le contrat de concession du Syndicat du Perche d'Eure-et-Loir a été définitivement approuvé le 15 mars 1927 et ce Syndicat comprend 35 communes dont 29 en exploitation, les six dernières devant l'être à la fin de l'année courante.

Depuis le début de l'année également, la société a obtenu la concession du Syndicat du Pays Dunois qui groupe 41 communes. La Société participe pour un cinquième dans le montant des travaux qui vont commencer prochainement; l'approbation définitive des conventions et cahier des charges, sera donnée dans un court délai et l'exploitation pourra commencer au début de l'année prochaine.

La société possède donc actuellement dans le département d'Eure-et-Loir, des concessions s'étendant à 119 communes, groupant environ 53000 habitants; l'ensemble sera en pleine exploitation dans quelques années et les résultats seront d'autant meilleurs que les deux dernières concessions ont été traitées à des conditions plus avantageuses que les premières; d'autre part, les réseaux sont établis dans des conditions meilleures, entrainant des frais d'exploitation moins élevés.

Dans le département du Cher, la société a poursuivi, d'accord avec la Société l'Electro-Entreprise, la mise au point des concessions obtenues par cette dernière et elle étudie en ce moment dans quelles conditions elle pourra être chargée d'assurer le service de l'exploitation qui commencera l'hiver prochain pour le Syndicat de Veaugues et au cours de l'année prochaine pour celui de Nerondes.

Ces deux syndicats comprennent 106 communes possédant 75000 habitants environ.

Les services des exploitations en cours ont fonctionné normalement; la vente de l'énergie électrique a augmenté et le nombre des kilowatts-heures vendus a atteint les chiffres suivants : Auneau-Maintenon, 672234.3 kw-h contre 508804,3 kw-h en 1925; Brou, 57532,9 kw-h contre 44272,8 kw-h en 1925; Vibraye, 25520.8 kw-h contre 19395.7 kw-h en 1925.

L'examen du bilan montre que le résultat de l'exercice 1926 est en déficit pour une valeur de 177252,73 fr. Cette somme, ajoutée au résultat déficitaire de l'exercice 1925, soit 170527,95 fr et à celui de 1924, dont le déficit s'élevait à 75845,11 fr, donne un total de 423625,79 fr, qui a été porté à un compte spécial à amortir au fur et à mesure des bénéfices d'exploitation à venir.

Bilan au 31 décembre 1926.

Actif.

	fr
Frais de constitution et de premier établissement	90 080,10
Prime et frais d'émission	253 510,15
Immobilisations	3 289 866,45
Marchandises en magasin	179 423,30
Débiteurs divers	1 824 615,38
Portefeuille	541 572 »
Espèces en caisse et dans les banques	234 664,64
Compte d'exploitation	423 625,79
	6 837 357,81

Passif.

	fr
Capital	1 000 000 »
Obligations	2 000 000 »
Avances sur consommation, subventions et garanties	297 981,10
Créditeurs divers	3 539 376,71
	6 837 357,81

Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force. (Anciens Etablissements Clémançon).

Assemblée générale ordinaire du 28 avril 1927.

D'après le rapport de cette compagnie au capital de 4 millions de francs et dont le siège est à Paris, 23, rue Lamartine, le volume des affaires réalisées au cours de l'exercice 1926 dans l'ensemble des trois branches de son activité a été sensiblement égal à celui de l'exercice précédent, malgré la concurrence qui devient de plus en plus âpre dans la branche installations électriques. Grâce à la diversité des travaux effectués par la compagnie, une compensation s'est établie qui lui a permis d'obtenir des bénéfices industriels se rapprochant de ceux de l'exercice précédent, bien qu'elle ait eu à supporter cette année des augmentations importantes dans les charges fiscales et autres.

Cette diversité qui est souvent considérée comme présentant des inconvénients pour la raison qu'elle ne répond pas au travail en série, peut, au contraire, présenter des avantages dans une affaire du genre de celle qui nous occupe, mais elle exige de plus grands efforts, des études constantes et une organisation particulière.

Les bénéfices industriels de l'exercice s'élèvent à 1 million 374 326,46 fr, en diminution de 53 642,99 fr sur ceux de l'exercice précédent.

Etant donné le report à nouveau de l'an dernier qui est de 6 721,40 fr, la somme à répartir s'élève à 1 381 047,86 fr. La répartition en est la suivante :

536 105,59 fr aux divers amortissements; 5 pour 100 à la réserve légale, soit 41 911,04 fr; 5 pour 100 au capital actions, soit 200 000 fr; 10 pour 100 du reste au conseil d'adminis-

tration, soit 59 630,98 fr; un dividende supplémentaire de 12 pour 100 aux actions, soit 480 000 fr; 50 000 fr à la réserve pour complément d'assurance contre l'incendie.

Il reste une somme de 13 400,25 fr qui est reportée à nouveau.

Le dividende est donc fixé à 12,50 fr, payable depuis le 2 mai 1927.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif.	fr
Fonds de commerce	1 »
Machines et tours	1 »
Outillage divers et modèles	1 »
Immeubles	300 865,76
Constructions et installations	656 353,48
Matières premières et marchandises en magasin	1 819 251,12
Matériel en location	1 411 446,77
Titres en portefeuille	156 457,02
Cautionnements et loyers d'avance	82 992,50
En caisses et en banques	1 800 685,28
Effets à recevoir	345 701,95
Débiteurs et travaux en cours	4 745 859,96
	11 319 616,84

Passif.	fr
Fonds social	4 000 000 »
Créditeurs divers et comptes d'ordre	3 294 462,74
Effets à payer	145 207,55
Coupons et dividendes à payer	59 131,79
Cautionnements à rembourser	66 388,60
Réserve légale	298 378,30
Réserve pour créances douteuses	100 000 »
Réserve pour complément d'assurances-incendie	975 000 »
Réserve de prévoyance	1 000 000 »
Solde de l'exercice 1926	1 381 047,86
	11 319 616,84

Compagnie Electro-Mécanique.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 21 JUIN 1927.

Du rapport annuel de cette compagnie au capital de 70 millions de francs, et dont le siège est à Paris, 12, rue Portalis, nous extrayons les renseignements suivants :

L'année dernière, nous avions exposé que les résultats peu favorables de l'exercice 1925 étaient dus, d'une part, aux prix insuffisants pratiqués et, d'autre part, au fait que cet exercice avait dû subir les conséquences d'affaires à long terme traitées antérieurement à des conditions peu avantageuses, aggravées encore par la baisse du franc (1).

Toutes ces affaires ont été liquidées, et malgré l'insuffisance persistante des prix pratiqués pour le gros matériel, l'exercice 1926 se présente dans des conditions plus favorables.

Le turboalternateur de 35 000 kw à trois cylindres, livré à la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, et celui de 50 000 kw, livré à l'Union d'Electricité, ont été mis en service et leurs consommations de vapeur sont pleinement satisfaisantes.

L'électrification des chemins de fer ayant été arrêtée, il n'y a pas eu de grosse commande de matériel de traction.

Le département des mines a de son côté enregistré d'importantes commandes de machines d'extraction, tant en courant triphasé qu'en courant continu avec groupes convertisseurs.

Plusieurs postes de transformation, pour des tensions comprises entre 90 000 et 150 000 V ont été mis en service sans compter un grand nombre de postes pour des tensions inférieures.

En ce qui concerne la marine, nous avions signalé, dans notre dernier compte rendu, que les trois croiseurs « Duguay-Trouin », « Primauguet » et « Lamotte-Picquet », munis de turbines Parsons, ainsi que les torpilleurs de 1 400 t du même programme naval, avaient commencé leurs essais. La puissance des turbines des croiseurs a dépassé 116 000 ch, alors que la puissance prévue n'était que de 102 000 ch et les consommations sont restées de près de 20 pour 100 inférieures à celles garanties.

Pour les torpilleurs, la puissance développée a atteint 34 500 ch au lieu de 31 000 ch avec des consommations de 22,5 pour 100 inférieures aux prévisions.

Le grand paquebot « l'Ile-de-France », construit par les Chantiers et Ateliers de Saint-Nazaire-Penhoët, d'après les licences de la Compagnie Electro-Mécanique, a été achevé dans les derniers mois de l'exercice 1926. Aux essais, les turbines ont développé 51 000 ch, alors que la puissance contractuelle n'était que de 44 000 ch.

Sur les quatre torpilleurs et les trois contre-torpilleurs faisant partie du programme 1926-1927, deux de ces torpilleurs et deux contre-torpilleurs seront munis de turbines licence Compagnie Electro-Mécanique qui seront construites par les Chantiers de la Méditerranée, les Chantiers et Ateliers de Saint-Nazaire-Penhoët et les Chantiers de la Loire; ceux-ci ont en outre reçu d'un gouvernement étranger la commande de deux torpilleurs de 31 000 ch chacun qui seront également munis de turbines Parsons.

Les sociétés filiales contrôlées par la Compagnie Electro-Mécanique ont également progressé d'une façon satisfaisante, s'adaptant de leur mieux aux modifications constantes du marché.

Le bilan de l'exercice 1926 se solde par un bénéfice brut de 7 245 138,16 fr, compte tenu du report de l'exercice précédent.

Sur cet excédent, il y a à prélever 2 300 942,50 fr pour le service des obligations.

Sur le surplus, le conseil a jugé nécessaire d'affecter une somme de 4 610 358,91 fr à des amortissements, et de reporter le solde, soit 333 836,75 fr, à nouveau sur l'exercice 1927.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif.	fr
Caisses, banques et valeurs à court terme	17 827 819,75
Effets à recevoir	5 358 747,80
Valeurs industrielles et participations	13 167 378,20
Débiteurs divers	45 874 360,35
Marchandises en magasins	32 133 979,75
Dépenses sur affaires en cours	37 935 785,15
Brevets d'invention	1 »
Terrains	7 127 444,90
Immeubles	19 697 000 »
Machines-outils	13 478 000 »
Outillage	1 »
Mobilier	1 »
Modèles	1 »
	192 600 519,90

Passif.	fr
Capital social	70 000 000 »
Compte obligations	38 870 500 »
Coupons restant à payer	117 912,45
Règlements anticipés des clients	41 726 081,05
Fournisseurs, comptes créditeurs et comptes d'ordre	33 000 943,80
Effets à payer et banques	4 674 201,45
Prime à l'émission	1 000 000 »
Réserve légale	1 126 984,40
Réserve spéciale	1 750 000 »
Solde disponible	333 836,75
	192 600 519,90

(1) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 11 septembre 1926, t. XX, p. 388.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 10. 10 SEPTEMBRE 1927.

Commission internationale de l'Eclairage : Réunion de Bellagio (Italie). — Comme nous l'avons annoncé dans un précédent numéro (1), la Commission internationale de l'Eclairage s'est réunie à Bellagio (Italie), du mercredi 31 août au dimanche 4 septembre 1927.

On sait que sous son nom actuel cette commission a été constituée en 1913, à Berlin, pour continuer et étendre les travaux du ressort de la Commission internationale de Photométrie, créée en 1900 sur la proposition de M. Th. Vautier, dans la séance de clôture du Congrès international de l'Industrie du Gaz qui se tint à Paris à l'occasion de l'Exposition universelle (2).

Les événements qui se déroulèrent de 1914 à 1918 empêchèrent pendant huit ans la Commission internationale de l'Eclairage de se réunir. Ce ne fut, en effet, qu'en juillet 1921 qu'elle tint, à Paris, sa première session, sous la présidence de M. Th. Vautier (3).

Dans cette session il avait été décidé que la session suivante aurait lieu aux Etats-Unis en 1924. Par suite des conditions économiques, cette décision ne put être mise à exécution et ce fut à Genève que la Commission se réunit en 1924 (1) sous la présidence de M. Hyde, nommé président en 1921 : il était d'ailleurs convenu que ce serait à New-York que se tiendrait, en 1927, la troisième session.

Mais au début de cette année il apparut que les divers travaux entrepris depuis 1924 par la Commission n'étaient pas assez avancés pour qu'une assemblée plénière puisse prendre des résolutions définitives sur les résultats de ces travaux. Il fut dès lors décidé qu'une réunion préparatoire aurait lieu avant la session de New-York ; la Commission électrotechnique internationale devant tenir à Bellagio, du 4 au 14 septembre, sa session de 1927, il fut décidé que la Commission internationale de l'Eclairage se réunirait également dans cette ville afin d'éviter deux déplacements aux personnes appartenant à l'une et l'autre commission.

Nous remettons à plus tard la publication d'un compte rendu des travaux de cette réunion préparatoire de la Commission internationale de l'Eclairage. Disons seulement aujourd'hui que les travaux techniques qui y ont été présentés et discutés sont nombreux et que le peu de temps dont on disposait a été des mieux employé.

Onze nations, représentées par 66 délégués, ont pris

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 521.

(2) *Revue générale de l'Electricité*, 2 juillet 1921, t. X, p. 10-13.

(3) *Revue générale de l'Electricité*, 16 juillet 1921, t. X, p. 81-83.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 2 août et 4 octobre 1924, t. XVI, p. 185 et 529.

part à cette manifestation. Ces nations sont : Italie (15 délégués), France (14) (1), Grande-Bretagne (12), Suisse (7), Allemagne (7), Etats-Unis d'Amérique (6), Autriche (2), Hollande (2), Belgique (1), Japon (1), Russie (1).

Les matinées et après-midi des 31 août, 1er et 2 septembre et la matinée du samedi 3 septembre furent consacrées à des séances techniques ainsi qu'à quelques séances administratives. Deux banquets, l'un offert par le Comité italien aux délégués étrangers, l'autre offert par ces derniers à leurs hôtes italiens, occupèrent deux des soirées. Une garden-party et une excursion à Erba, où les membres de la Commission furent reçus par M. Clerici dans sa villa, s'intercalèrent entre les séances.

Dans sa séance de clôture, la Commission adopta plusieurs résolutions concernant l'organisation des travaux et la nature des questions qu'il convient qu'elle étudie. Au cours de cette séance, M. Hyde fit part à l'assemblée de l'impossibilité où il se trouvait d'assumer plus longtemps les fonctions de président et que, d'accord en cela avec le Comité exécutif, il proposait comme nouveau président, M. Paterson, qui, depuis de nombreuses années, est à la fois secrétaire et trésorier de la Commission; cette dernière proposition fut adoptée à l'unanimité. Il convenait dès lors de nommer un successeur à M. Paterson comme secrétaire et comme trésorier; il fut décidé que le président et le secrétaire général, M. Walsh, assumeraient en commun les charges du secrétariat ; les fonctions de trésorier furent attribuées à M. Filliol, président du Comité national suisse. Sur la proposition de M. Paterson, M. Hyde reçut le titre de membre perpétuel de la Commission pour le remercier de la contribution importante qu'il apporta durant les six années de sa présidence au développement de la Commission.

En terminant, qu'il nous soit permis de renouveler ici les remerciements qui furent adressés au Comité national italien, en particulier à son président, M. Bordoni, et en général à tous nos collègues italiens pour la cordialité de leur accueil et pour le soin qu'ils ont apporté à l'organisation matérielle de la réunion de Bellagio. — J. B.

(1) La délégation devait comprendre 16 membres :
M. Rouland, président du Comité français de l'Eclairage et du Chauffage.
MM. Janet et Cellerier, vice-présidents :
MM. J. Blondin et Maurice Leblanc, secrétaires.
MM. James Chapuis, Imbs, Jouaust, Laurain, de Valbreuze, membres.
MM. Bailly, Fleury, Gouffé, Maisonneuve, Sartre et Wetzel, représentant de membres du Comité français empêchés de se rendre à Bellagio.
Au dernier moment MM. Rouland et Laurain firent connaître l'impossibilité où ils se trouvaient de prendre part à la réunion.

Union internationale de Tramways, de Chemins de fer d'intérêt local et de Transports publics automobiles : Congrès de 1928. — On sait que ce groupement, dont le siège est à Bruxelles, 112, rue du Trône, organise tous les deux ans un congrès international dans lequel sont traités les divers sujets à l'ordre du jour en matière de traction. Deux d'entre eux eurent lieu à Paris, le premier en septembre 1900 (1), le second en juin 1924 (2). Le dernier, le vingtième depuis la fondation du groupement, a eu lieu à Barcelone en octobre dernier (3) et il a été donné dans ces colonnes une analyse de ceux des rapports présentés qui intéressent plus particulièrement les ingénieurs électriciens (4).

En réponse à l'invitation qui lui a été adressée par le gouvernement italien, le Comité de direction de l'Union internationale de Tramways, de Chemins de fer d'intérêt local et de Transports publics automobiles a récemment décidé que le prochain congrès, le vingt et unième, se tiendrait à Rome du 6 au 12 mai 1928.

Huit rapports et trois communications sont portés au programme, lequel est reproduit page 73 B du « Bulletin R. G. E. », annexé à ce numéro. Parmi les questions envisagées, nous signalerons ici les suivantes qui se rattachent plus particulièrement au domaine de l'électricité : Progrès réalisés dans le freinage des tramways ; Agent de force motrice pour les transports automobiles ; Normalisation des moteurs de traction.

Bibliographie : Carte des liaisons électriques de l'Est de la France, établie par la Société de Documentation industrielle (5). — Cette carte publiée par la Société de Documentation industrielle, en liaison avec le Groupement des Producteurs et des Distributeurs d'Energie électrique d'Alsace et de Lorraine, indique l'emplacement des usines génératrices, des lignes à haute tension et des réseaux de distribution jusqu'à 3000 v relativement à la région s'étendant ntre Sedan, Chalon-sur-Saône, Manheim et Berne.

Les artères principales et secondaires sont indiquées d'une manière très apparente malgré la grande densité des lignes qui existe en certaines régions. Les divers secteurs de distribution sont délimitées clairement et les zones d'action de chacune d'elles portent les noms des sociétés exploitantes.

Cette carte a été établie à l'échelle de 1/320000 sur un fond tiré en gris et constitue un panneau de 120 cm × 95 cm.

Ce document très détaillé sera certainement accueilli avec intérêt par toutes les personnes intéressées au développement des réseaux électriques français.

(1) Un compte rendu détaillé de ce congrès a été donné dans l'*Eclairage électrique*, 15, 22 et 29 septembre 1900, t. XXIV, p. 407-413, 447-457, 483-485 et 3 novembre 1900, t. XXV, p. 193-204.

(2) XIXe Congrès international de l'Union internationale de Tramways, de Chemins de fer d'Intérêt local et de Transports publics automobiles. *Bulletin R. G. E.*, 15 mars 1924, t. XV, p. 84 B-85 B.
Bibliographie. *Revue générale de l'Electricité*, 23 mai 1925, t. XVII, p. 788.

(3) *Revue générale de l'Electricité*, 30 octobre 1926, t. XX, p. 609-610.

(4) *Revue générale de l'Electricité*, 30 octobre, 6 et 27 novembre, 11 décembre 1926, t. XX, p. 641-644, 679-681, 802-807 et 901-903.

(5) Carte, format 120 cm × 95 cm, éditée par la Société de Documentation industrielle, 20, rue de Lisbonne, à Paris (8e) et 24, rue du 22 novembre, à Strasbourg. Prix : 150 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

L'emploi des écrans colorés en photométrie hétérochrome

Dans un rapport présenté à la 6e session de la Commission internationale de l'Eclairage tenue à Genève en juillet 1924, M. Jouaust (*) a montré l'intérêt pratique que présente l'étude des écrans absorbants pour la détermination des intensités lumineuses des sources de lumière communément employées aujourd'hui. C'est que, en effet, les étalons primaires de lumière sont des lampes à filament de charbon alors que, pratiquement, les mesures photométriques se font par comparaison des sources usuelles à des étalons secondaires à filament de tungstène, lesquels doivent à leur tour être comparés avec les étalons primaires; ces comparaisons, surtout celles des étalons primaires et des étalons secondaires, sont nécessairement entachées des erreurs inhérentes à la photométrie hétérochrome, la lumière émise par les sources comparées n'ayant pas la même coloration. Pour éliminer ces erreurs, on n'a jusqu'ici d'autre moyen que de faire effectuer les comparaisons par un grand nombre d'opérateurs et de prendre la moyenne de leurs résultats. Mais ce procédé est long et coûteux et il est pratiquement inutilisable dans les mesures courantes. — On a vu dans le rapport mentionné plus haut que M. Jouaust a cherché une solution au problème en remplaçant la comparaison en lumière hétérochrome par une comparaison en lumière à peu près monochromatique par l'interposition entre l'œil et le photomètre d'un écran coloré, écran devant répondre aux conditions suivantes : faire disparaître les divergences qui existent entre les résultats des mesures des observateurs employant le procédé usuel; fournir un résultat concordant avec la moyenne de ceux obtenus avec ce procédé. Depuis 1924, la recherche d'un tel écran a été poursuivie au Laboratoire central d'Électricité; c'est le compte rendu des travaux effectués dans ce but qui est donné dans l'article ci-dessous, publié antérieurement dans la « Revue d'Optique théorique et instrumentale (**) » et qui a été présenté à la Commission internationale de l'Eclairage dans la réunion qui a eu lieu à Bellagio (Italie) du 30 août au 4 septembre 1927. On y verra que ces travaux ont conduit à la réalisation d'un écran qui semble répondre aux desiderata indiqués, écran constitué par une solution en proportions convenables de bichromate de potassium et de chlorure de cuivre.

I. **Position de la question.** — Les recherches que nous avons entreprises au Laboratoire central d'Electricité n'avaient pas pour but de résoudre dans toute son ampleur le problème de la photométrie hétérochrome. A ce point de vue la meilleure solution semble être celle indiquée par M. Blondel (1). Une courbe de visibilité type étant choisie, la solution de M. Blondel est susceptible de fournir des résultats complètement indépendants des facultés visuelles de l'opérateur et a l'avantage de convenir pour toutes les sources lumineuses. Mais ce n'est que lorsqu'elle aura été complètement mise au point qu'il sera possible d'apprécier la précision qu'elle comporte et de savoir si son emploi n'est pas trop compliqué pour les nécessités de la photométrie industrielle.

Il importe de ne pas perdre de vue que les problèmes de photométrie hétérochrome qui se posent dans la pratique sont assez limités. Nous allons les passer en revue.

(*) R. Jouaust; Sur l'emploi des écrans absorbants en photométrie hétérochrome. *Revue générale de l'Electricité*, 11 octobre 1924, t. XVI, p. 571-574.

(**) R. Jouaust et P. Waguet; L'emploi des écrans colorés en photométrie hétérochrome. *Revue d'Optique théorique et instrumentale*, février 1927, t. VI, p. 59-67.

(1) A. Blondel. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 10 novembre 1919, t. CLXIX, p. 830-835.

L'étalon lumineux est représenté par la moyenne des intensités lumineuses d'un certain nombre de lampes à incandescence à filament de carbone fonctionnant au régime d'environ 4 watts par bougie. Ces lampes constituent en quelque sorte l'étalon primaire et, dans la pratique, on utilise des étalons secondaires à filament de tungstène fonctionnant à une température un peu moins élevée que les lampes d'éclairage dans le vide.

Donc, nous trouvons déjà deux problèmes de photométrie hétérochrome : 1° Comparaison des étalons secondaires à filament de tungstène aux étalons primaires à filament de carbone ; 2° Comparaison des étalons secondaires aux lampes usuelles (filament de tungstène dans le vide).

L'étude des propriétés des lampes à atmosphère gazeuse se présente sous une autre forme. Pour ces lampes, on détermine toujours maintenant le flux lumineux total au moyen du lumenmètre sphérique. La peinture blanche du lumenmètre présente toujours une certaine diffusion sélective et on peut dire qu'une lampe à atmosphère gazeuse placée dans un lumenmètre diffusant se comporte, au point de vue photométrique, comme ayant à peu près la même température de coloration qu'une lampe à filament de tungstène dans le vide. Du reste, pour des mesures de cette espèce, on opère toujours par substitution en remplaçant dans le

lumenmètre la lampe à étudier par une lampe de même espèce de flux lumineux connu. Dans ces conditions, l'équation personnelle des opérateurs s'élimine et nous avons toujours constaté que deux opérateurs, quoique trouvant des résultats différents dans les opérations intermédiaires, obtenaient le même résultat final.

Mais là où les questions de photométrie hétérochrome interviennent de nouveau, c'est dans la préparation de ces lampes étalons de flux lumineux connu. La détermination de ce flux lumineux se fait en traçant la courbe de répartition lumineuse de la lampe à atmosphère gazeuse en fonction de l'intensité lumineuse d'un étalon secondaire à filament de tungstène dans le vide. C'est le troisième problème de photométrie hétérochrome qu'on rencontre dans la pratique industrielle.

Disons tout de suite que le deuxième est de peu d'importance. Les différences de coloration observées sur les plages du photomètre ne sont susceptibles de produire dans les mesures que des écarts inappréciables à condition de ne pas utiliser, bien entendu, des opérateurs anormaux. Mais le premier et le troisième problèmes présentent de sérieuses difficultés. On peut les résoudre en utilisant de nombreux opérateurs et en prenant la moyenne des résultats obtenus, mais cette méthode est absolument inutilisable. De semblables opérations nécessiteraient pour des mesures devant être exécutées journellement un temps et un personnel qui les rendraient impraticables dans des laboratoires qui doivent répondre le plus vite possible aux besoins de l'industrie.

Pratiquement, au Laboratoire central d'Electricité, les opérations photométriques nécessitant des comparaisons de sources lumineuses de colorations différentes ont toujours été faites par un seul opérateur, toujours le même, cet opérateur ayant été choisi pour la raison que ses résultats étaient ceux qui se rapprochaient le plus de la moyenne de tous ceux obtenus par les différents opérateurs du laboratoire. Cette manière de faire présente des inconvénients trop évidents pour qu'il soit nécessaire d'insister. C'est ce qui nous a amenés à chercher une solution du problème de la photométrie hétérochrome applicable aux trois cas signalés plus haut. Cette solution, pour être utilisable, devait être simple pour les raisons que nous avons indiquées. Elle ne saurait, étant donné la nature du personnel employé dans les mesures photométriques courantes, comporter des organes nécessitant un réglage délicat.

C'est ainsi que nous avons été conduits à essayer de reprendre la solution préconisée il y a bien longtemps par Crova (1). Nous rappelons que celui-ci avait cru montrer que les résultats de comparaisons photométriques du Soleil et de la lampe Carcel étaient les mêmes, soient qu'elles fussent exécutées en lumière blanche, soit qu'on comparât uniquement les intensités lumineuses correspondant dans les deux sources à la radiation 582.

D'autre part, Luckiesh (1), par des considérations purement théoriques, était arrivé à montrer que la comparaison d'une lampe à filament de carbone et d'une lampe à tungstène dans le vide pouvait se faire pour la longueur d'onde 578, celle d'une lampe à filament de tungstène dans le vide et d'une lampe à atmosphère gazeuse pour la radiation 573. Il concluait que pour la plupart des sources lumineuses actuelles, une comparaison des intensités lumineuses correspondant à la longueur d'onde 575 m µ fournirait, en évitant les difficultés de la photométrie hétérochrome, les mêmes résultats que la moyenne de ceux obtenus en lumière totale par de nombreux expérimentateurs.

Mais comment opérer cette mesure photométrique en lumière monochromatique ? Outre que les spectrophotomètres sont des appareils délicats, il ne nous semble pas qu'on ait réalisé d'appareils de ce genre permettant des mesures précises. Aussi, avons-nous pensé à continuer à utiliser les photomètres ordinaires en nous bornant à intercaler entre l'oculaire de l'appareil et l'œil un écran ne laissant passer qu'une bande étroite de radiations.

II. Ecrans étudiés. — 1. Solution Crova. — Comme écran, on peut utiliser soit des plaques de gélatine colorée par un composé organique, soit au contraire des solutions de sels minéraux convenablement choisis, solutions contenues dans une cuve à faces parallèles. Crova, dans le mémoire auquel nous avons fait allusion, avait précisément indiqué l'emploi d'une cuve à faces parallèles de 7 mm d'épaisseur intérieure et contenant une solution dans l'eau distillée de perchlorure de fer anhydre et de chlorure de nickel. D'après Crova, cette solution ne laisserait passer que les radiations comprises entre 630 et 534 avec un maximum vers 580.

C'est ce mélange que nous avons cherché à utiliser tout d'abord. Les résultats de nos recherches ayant déjà été publiés, nous nous bornerons à les résumer sommairement ici (2).

Nous avons tout d'abord constaté que, quoique ayant exactement suivi dans la préparation de notre solution les prescriptions de Crova, le minimum d'absorption avait lieu non vers 580, mais vers 570. Enfin, fait plus surprenant, l'interposition de la cuve entre l'oculaire du photomètre et l'œil ne changeait nullement les résultats des divers opérateurs. Chacun d'eux obtenait les mêmes résultats qu'en lumière totale et, par suite, les écarts entre les divers opérateurs restaient les mêmes. L'emploi de la cuve de Crova n'améliorait donc nullement la précision des mesures photométriques.

(1) Crova. *Annales de Chimie et Physique*, 1885, 6e série t. VI, p. 528.

(1) Luckiesh. *The Journal of the Franklin Institute*, mai 1917, t. CLXXXIII, p. 633-634.

(2) R. Jouaust. *Recueil des Travaux et Compte rendu des Séances de la Commission internationale de l'Eclairage* (Genève, juillet 1924), p. 222-231. *Revue générale de l'Electricité*, 11 octobre 1924, t. XVI, p. 571-574.

Dans le mémoire présenté à la session de la Commission internationale de l'Eclairage à Genève, nous avions fait figurer une courbe donnant les coefficients d'absorption de la cuve de Crova pour diverses longueurs d'ondes, mais nos mesures ne présentaient de précision que dans les régions voisines du minimum d'absorption. Au contraire, dans les régions extrêmes du spectre visible, l'appareil dont nous nous servions ne nous avait fourni que peu de renseignements. Nous avons eu l'idée de produire purement et simplement un spectre au moyen d'un spectroscope, en plaçant la cuve de Crova de façon qu'elle obture la moitié de la fente du spectroscope. Dans ces conditions, nous avons pu constater que la cuve de Crova laissait encore passer des radiations rouges assez intenses. Ceci était à rapprocher des résultats obtenus avec un verre vert du commerce que nous avions étudié dans nos premières recherches. Nous avions constaté que l'interposition de ce verre entre le photomètre et l'œil, tout en modifiant les résultats des opérateurs, laissait subsister entre eux les mêmes écarts que ceux qui s'étaient manifestés en lumière totale. Or, l'examen de ce verre, effectué comme il est dit plus haut, nous a montré que cette substance, qui arrêtait complètement les radiations « orangé », laissait passer des radiations rouges.

On sait d'autre part, d'après les travaux de lord Rayleigh, que les différences d'appréciation des couleurs portent surtout sur la visibilité des radiations rouges. On est donc fondé à admettre que c'est à ces radiations que sont dus les écarts qui se manifestent en photométrie hétérochrome entre divers expérimentateurs et que, par suite, les résultats négatifs obtenus avec la cuve de Crova étaient dus à ce fait qu'elle laissait encore passer des rayons rouges. De même, on pouvait s'expliquer que le verre vert mentionné plus haut, ayant une bande de transmission dans le rouge, laissait également subsister des différences entre les opérateurs.

Le problème de la photométrie hétérochrome ne pouvait donc être résolu qu'avec des écrans colorés arrêtant complètement les rayons extrêmes de la région la moins réfrangible du spectre.

2. Gélatines colorées. — Nous avons tout d'abord cherché à utiliser comme écrans les gélatines colorées connues sous le nom d'écrans Wratten. Nous avons constaté immédiatement que l'écran désigné sous le nom d'écran δ répondait presque complètement à nos desiderata. Nous donnons dans le tableau I, à titre d'exemple, les résultats d'une expérience comparative dans laquelle on a déterminé l'intensité lumineuse d'une lampe à atmosphère gazeuse en fonction de celle d'une lampe à filament de carbone. La première partie comporte deux séries de mesures pour chaque opérateur; ces mesures ont été faites en lumière totale. Dans la deuxième, se trouvent des mesures faites en interposant l'écran δ Wraten auquel on avait adjoint un verre bleu de façon à rapprocher les résultats de ceux obtenus en lumière totale.

Tableau I. — *Résultats des mesures de comparaison d'une lampe à filament de tungstène et à atmosphère gazeuse et d'une lampe à filament de carbone, sans écran et avec écran.*

Opérateurs	Intensité lumineuse 1re mesure	2e mesure	Moyenne
1° sans écran			
A	45,8	46,2	46
B	46,1	47,7	46,4
C	45,8	46,2	46
D	49,7	49,5	49,6
2° avec écran			
A	45,6	45,8	45,7
B	45,5	45,7	45,5
C	45,5	45,5	45,5
D	45,8	45,9	45,9
Moyenne : 45,7			

Nous voyons que l'opérateur anormal D trouve, en utilisant l'écran, des résultats identiques à ceux des trois autres opérateurs et la moyenne des quatre résultats 45,7 diffère peu de la moyenne 46,1 obtenue par les trois opérateurs normaux en lumière directe. Pour chacun des cas particuliers qui peuvent se présenter, il eût été possible, soit de trouver un verre qui, adjoint à l'écran, aurait fourni les mêmes résultats que ceux obtenus en lumière directe par la moyenne des opérateurs normaux, soit de déterminer, une fois pour toutes, la correction à apporter aux résultats.

Nous avons cru néanmoins devoir renoncer à l'emploi des écrans en gélatine colorée pour la raison suivante : ces écrans absorbent une grande quantité de lumière. Avec les photomètres à écran diffusant, les mesures deviennent excessivement pénibles et fatigantes. C'est ce qui nous a conduits à chercher de nouveau une solution dans l'emploi des absorbants liquides.

3. Solution Ives. — Après plusieurs tentatives infructueuses, nous en sommes revenus à un mélange de solutions jadis employé par Ives.

Les corps employés par Ives étaient le chlorure cuivrique, le bichromate de potassium en solution dans de l'eau additionnée d'acide azotique. Nous avons repris systématiquement l'étude de ce mélange pour arriver du reste finalement au même résultat que Ives.

Le premier point était de réaliser un écran coloré supprimant les divergences entre les opérateurs. Comme nous l'avons vu, ces divergences proviennent d'inégalités dans l'appréciation des radiations les moins réfrangibles du spectre. On les supprimait en augmentant peu à peu dans la solution la proportion de chlorure cuivrique, la proportion de bichromate restant fixe. En opérant ainsi et en observant à travers l'écran le spectre continu d'une lampe à filament de tungstène, on voit disparaître peu à peu l'extrémité rouge du spectre. Il ne faut évidemment pas pousser

trop loin cette suppression, sinon on risque de réaliser un écran qui, dans la pratique, favoriserait les sources à haute température. L'augmentation de la proportion de chlorure cuivrique était arrêtée au moment où l'utilisation de l'écran coloré conduisait les opérateurs aux mêmes résultats.

Pour montrer cette influence de la suppression du rouge, nous signalerons les résultats d'une expérience faite en utilisant une quarantaine d'opérateurs. Cette expérience consistait dans la comparaison d'une lampe à filament de carbone et d'une lampe à atmosphère gazeuse soit en lumière totale, soit avec un écran coloré établi comme il a été dit ci-dessus.

En lumière totale, l'erreur par rapport à la moyenne générale était, pour 45 opérateurs,

inférieure à		1 pour 100 pour	9	opérateurs
comprise entre	1 et 2	id	10	id
id	2 et 3	id	2	id
id	3 et 4	id	2	id
id	4 et 5	id	7	id
id	5 et 6	id	2	id
id	6 et 7	id	2	id
id	7 et 8	id	0	id
id	8 et 9	id	6	id
id	9 et 10	id	1	id
id	10 et 11	id	0	id
id	11 et 12	id	1	id
id	12 et 13	id	1	id

Un opérateur s'écartait de 17 pour 100, un autre de 21 pour 100.

L'erreur moyenne était de 1,2 pour 100.

En opérant avec la cuve, les écarts par rapport à la moyenne étaient, pour 42 des opérateurs précédents,

inférieurs à		1 pour 100 pour	25	opérateurs
compris entre	1 et 2	id	8	id
id	2 et 3	id	5	id
id	3 et 4	id	3	id

Enfin l'opérateur ayant eu précédemment un écart de 21 pour 100 voyait cet écart réduit à 8 pour 100.

L'erreur moyenne était de 0,3 pour 100.

La proportion convenable de chlorure cuivrique déterminée comme il vient d'être dit, on a cherché par tâtonnement la proportion convenable de bichromate de potassium pour que l'interposition de l'écran entre l'œil et le photomètre conduisit à la mesure moyenne obtenue en lumière blanche par les opérateurs normaux. Du reste, la proportion de bichromate nécessaire pour obtenir ce résultat peut varier dans d'assez larges limites.

Finalement, nous sommes arrivés à la même conclusion que Ives. L'écran qui convenait le mieux était une cuve de 25 mm d'épaisseur contenant une solution dans l'eau distillée de chlorure cuivrique et de bichromate de potassium renfermant par litre :

NO^3H (densité = 1,05)	40 cm³
$CuCl^2$	90 g
$K^2Cr^2O^7$	30 g

L'emploi de cet écran coloré semble donner satisfaction pour tous les cas pratiques énumérés au début de cet article.

4. Résultats obtenus avec la solution Ives. — Nous citerons les résultats de quelques-unes des expériences effectuées à ce sujet.

a) La mesure de l'intensité lumineuse d'une lampe à filament de tungstène dans le vide en fonction d'un étalon à filament de carbone a donné les résultats suivants :

Opérateurs	Intensité lumineuse — lumière blanche	avec l'écran
A	48,6	48,7
B	49	48,6
C	48,7	48,8
E	48,8	48,8
Moyennes	48,8	48,8

(Les quatre opérateurs A, B, C, E sont quatre opérateurs très normaux.)

L'écran préconisé par Ives répond donc très bien à un des problèmes qui se posent dans les laboratoires de photométrie industrielle : réaliser un étalon à filament de tungstène en partant d'une lampe à filament de carbone.

b) Si, au contraire, on veut comparer une lampe à atmosphère gazeuse à une lampe à filament de tungstène dans le vide, une correction doit être apportée, correction qu'on peut déterminer une fois pour toutes, pour un type de lampe donnée. C'est, par exemple, ce que montre l'expérience suivante dans laquelle figure l'opérateur anormal D.

	Intensité lumineuse de la lampe à atmosphère gazeuse en fonction d'un étalon au tungstène — œil nu	avec cuve
A	69	67
B	68,1	67
C	68	67,5
D	72	67,2

La moyenne des trois opérateurs normaux en lumière totale est 68,3 ; avec la cuve, la moyenne des quatre opérateurs est 67,2. Il y aurait donc lieu dans ce cas d'apporter systématiquement à toutes les mesures relatives à des lampes à atmosphère gazeuze de cette espèce une correction de 1,5 pour 100.

c) Enfin, nous donnons encore des résultats de mesure de flux lumineux opérés au lumenmètre diffusant et par substitution comme il a été dit plus haut.

Opérateurs	Flux lumineux (unités arbitraires) — œil nu	cuve
A	77,6	76,9
B	76,4	76,4
C	76,8	76,8
E	75,8	76,2
Moyennes	76,6	76,5

d) Pour terminer, nous dirons quelques mots de la mesure de l'intensité lumineuse des manchons incandescents.

Ce genre de mesure sort du cadre de nos opérations habituelles, et il nous eût été difficile de faire une étude systématique de la question. Néanmoins, étant donné que nous avions retrouvé pour les sources lumineuses électriques les résultats de Ives, nous avons pensé à examiner la solution qu'il préconise pour l'étude des manchons incandescents. Ives recommande, pour comparer un manchon incandescent à une lampe à filament de carbone, d'utiliser un écran constitué par une cuve de 25 mm contenant la solution suivante :

$CuCl^2$	86 g
$K^2Cr^2O^7$	60 g
NO^3H (densité = 1,05)	40 cm³
Eau distillée pour faire 1 litre à 15° C.	

D'après Ives, l'évaluation de l'intensité lumineuse d'un manchon Auer en fonction d'une lampe à filament de carbone devait fournir des résultats trop élevés de 6 pour 100.

Grâce à l'amabilité de M. Chappuis, nous avons pu expérimenter cette cuve au laboratoire de la Compagnie du Gaz de Paris en comparant un manchon incandescent type Meker à une lampe à filament de tungstène, type des étalons du Laboratoire central d'Electricité.

Les résultats ont été les suivants :

Opérateurs	Intensités lumineuses — œil nu	Intensités lumineuses — cuve
A	63,8	62
B	59,7	62,8
C	65	64,3
E	66,2	62
Moyennes	63,7	62,8

Les quatre opérateurs A,B,C,E étaient les quatre opérateurs normaux du Laboratoire central d'Electricité.

Quoiqu'on ne puisse rien conclure d'une seule expérience, il semble bien que, pour la photométrie des manchons incandescents, la cuve de Ives puisse conduire à des résultats intéressants. Des recherches à ce sujet sont du reste continuées par le personnel de la Société du Gaz de Paris. Il est probable que ces recherches conduiront à l'adoption d'un facteur de correction pour un type de manchon donné.

R. Jouaust,
Sous-directeur du Laboratoire central d'Electricité.

P. Waguet,
Ingénieur au Laboratoire central d'Electricité.

A propos de l'accumulateur électrique « Almeida »

Dans la note qui suit, l'auteur étudie aux points de vue théorique et technique l'accumulateur électrique « Almeida » et, d'une manière plus générale, les accumulateurs électriques aux halogènes. Il en indique les possibilités théoriques et fait ressortir les importantes difficultés pratiques à surmonter avant que ces accumulateurs électriques soient réellement devenus des appareils industriels.

I. Théorie de l'accumulateur « Almeida » telle qu'elle est exposée dans le brevet. — Le brevet français, pris au nom de Manuel Loring Martinez [1] nous apprend que l'électrode négative du nouvel accumulateur est en zinc métallique et son électrode positive, en argent extrêmement divisé uni intimement à un conducteur inattaquable. Quant à son électrolyte, c'est un mélange de chlorure et de bromure de zinc. C'est donc en somme un accumulateur de la catégorie des accumulateurs aux halogènes, depuis longtemps connus et décrits en détail dans un de nos ouvrages [2].

La nouveauté ne pourrait donc résider que dans des détails de construction ; malheureusement, le brevet en question ne donne aucune précision sur la construction de l'électrode positive. Il ne parle même pas de l'emploi d'un vase poreux ou d'un diaphragme cependant indispensable dans ce type d'accumulateur pour séparer l'anolyte du catholyte et diminuer ainsi les actions locales très énergiques résultant de l'attaque directe du zinc par la solution des halogènes tels que le chlore ou le brome.

Nous croyons savoir, cependant, que dans les éléments essayés, l'électrode positive comprenait de la poudre de graphite artificiel dont les petits corpuscules avaient été préalablement recouverts d'un dépôt d'argent, cette poudre étant mise en contact avec un conducteur constitué par une plaque de graphite. Il existait, d'autre part, un diaphragme spécial faisant l'objet d'une demande de brevet allemand et constitué par un vase en verre poreux.

Si le brevet français est muet sur les détails de construction, il fournit les quelques renseignements suivants sur le fonctionnement de l'élément. Lors de la charge, il y a d'abord décomposition du bromure de zinc ; le brome s'unit à l'argent et le zinc se dépose sur l'électrode négative. La tension correspondante est

(1) *Brevet français n° 607 452*, demandé le 4 décembre 1925, délivré le 27 mars 1926, publié le 2 juillet 1926.

(2) L. Jumau ; *Les accumulateurs électriques*, 1904, p. 454, édité par la librairie Dunod, Paris.

voisine de 1 v. Quand l'argent est passé à l'état de bromure d'argent, le brome libéré reste en partie occlus dans la masse de l'anode, tandis qu'une autre partie se dissout dans l'électrolyte et ceci, jusqu'à disparition du bromure de zinc. Lorsque celui-ci commence à faire défaut, c'est le chlorure de zinc qui s'électrolyse avec dépôt de zinc sur l'électrode négative et libération de chlore à l'électrode positive. Ce chlore chasse d'abord le brome du bromure d'argent en formant du chlorure d'argent et du brome libre qui se dissout dans l'électrolyte. La tension correspondante est alors de 2 v. Quand tout l'argent est passé à l'état de chlorure d'argent, le chlore libéré par l'électrolyse ultérieure du chlorure de zinc s'unit au brome en formant un chlorure de brome qui reste dissous dans l'électrolyte. La tension s'élève à 2,2 v et se maintient à cette valeur lorsque, le brome étant saturé de chlore, celui-ci se dégage à l'état gazeux, indice de la fin de la charge.

Toujours d'après le brevet, les réactions de décharge se produisent en sens inverse : dans une première phase correspondant à une tension de 2,2 v, il se forme du chlorure de zinc. Lorsque tout le chlore du chlorure de brome a disparu, le chlore du chlorure d'argent entre en action et est remplacé par le brome, la tension s'abaissant à 2 v pendant cette seconde phase. Finalement, il y a formation de bromure de zinc par épuisement du brome de l'électrolyte et décomposition du bromure d'argent.

II. Discussion de cette théorie. — Les diverses phases indiquées pendant la charge sont bien conformes à la théorie. En revanche, celle-ci ne s'accorde pas avec les phases indiquées par le brevet, pour la décharge. Si la première phase de décharge est bien caractérisée par la combinaison du chlore et du zinc, la deuxième phase ne doit pas correspondre théoriquement à la formation de chlorure de zinc avec réduction du chlorure d'argent, mais à la combinaison du brome et du zinc. Ce n'est que dans une troisième phase que l'on doit obtenir à l'électrode positive la réduction du chlorure d'argent en argent métallique avec formation de chlorure de zinc à l'électrode négative.

Il ne faut pas oublier, en effet, que le couple zinc-chlorure de zinc-chlorure d'argent qui constitue l'ancienne pile de Gaiffe, n'a qu'une force électromotrice sensiblement égale à 1 v à cause de la chaleur relativement importante absorbée par la dépolarisation [1].

Remarquons que cette troisième phase de décharge n'offre que peu d'intérêt pratique à cause de la faiblesse de la tension, inférieure à 1 v, en décharge.

En ce qui concerne les deux premières phases de la décharge, nous estimons trop élevées les deux valeurs de 2,2 et 2 v indiquées pour la tension. Les forces électromotrices elles-mêmes n'atteignent pas ces valeurs.

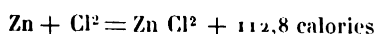
Pour le couple zinc-chlore dissous et pour le couple zinc-brome dissous, nos mesures de force électromotrice nous ont donné les deux valeurs respectives de 2,14 et 1,79 v [1].

Ces deux valeurs sont bien voisines de la force électromotrice initiale (2,10 à 2,11 v) et de la force électromotrice finale (1,80 v) trouvées par nous pendant la décharge du couple zinc-chlorure de brome, ce qui s'explique par la faible chaleur de formation du chlorure de brome.

La tension en décharge, d'autant plus faible évidemment que l'intensité du courant est plus grande, doit être sensiblement inférieure à la force électromotrice, car la résistance intérieure de l'élément est élevée non seulement par suite de la présence du vase poreux, mais encore par la résistivité relativement grande de l'électrolyte et d'autant plus grande que celui-ci renferme plus d'halogènes, de sorte que, bien que les forces électromotrices de charge et de décharge soient très voisines, ainsi que nous l'avons montré dans nos ouvrages, on ne peut pas croire que le rendement en énergie atteigne la valeur indiquée de 0,93. D'autant mieux que le rendement en quantité reste sensiblement inférieur à 1 à cause des actions locales, des pertes d'halogènes et des dépôts de zinc au fond du bac.

Si dans les essais des accumulateurs Almeida, essais mentionnés dans l' « Elektrotechnische Zeitschrift » [2], on n'a obtenu qu'une énergie massique inférieure à celle de l'accumulateur au plomb, on peut se demander néanmoins s'il n'est pas possible d'obtenir mieux. Nous rappellerons à ce sujet qu'avec des accumulateurs « extra-légers » au plomb, on a pu atteindre jusqu'à 50 w-h par kilogramme d'élément. Sans prendre cette

[1] L'application de la loi de Thomson donne les valeurs suivantes :


$$Zn + Cl^2 = Zn\,Cl^2 + 112,8 \text{ calories}$$


$$2\,Ag\,Cl = Ag^2 + Cl^2 - 58,4 \text{ calories.}$$

Chaleur totale dégagée

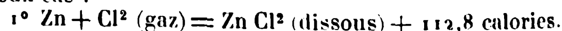
$$112,8 - 58,4 = 54,4 \text{ calories,}$$

correspondant à la force électromotrice calculée

$$E = \frac{54,4}{2 \times 23,07} = 1,18 \text{ v,}$$

la différence entre cette valeur calculée et la valeur mesurée, 1 v, provenant du terme correctif d'Helmholtz.

[1] En appliquant la loi de Thomson, on trouve dans les deux cas :


1° $Zn + Cl^2 \text{ (gaz)} = Zn\,Cl^2 \text{ (dissous)} + 112,8$ calories.

La chaleur de dissolution de Cl^2 (gaz) dans H^2O = 3 calories ; la chaleur totale dégagée, 112,8 — 3 = 109,8 calories, correspondant à la force électromotrice calculée

$$E = \frac{109,8}{2 \times 23,07} = 2,38 \text{ v.}$$


2° $Zn + Br^2 \text{ (gaz)} = Zn\,Br^2 \text{ (dissous)} + 101,2$ calories.

La chaleur de dissolution de Br^2 (gaz) dans H^2O est de 8,3 calories; la chaleur totale dégagée, 101,2 — 8,3 = 92,9 calories, correspondant à la force électromotrice calculée

$$E = \frac{92,9}{2 \times 23,07} = 2,01 \text{ v.}$$

La différence entre ces forces électromotrices calculées et celles mesurées soit 2,38 — 2,14 = 0,24 v dans le cas du chlore et 2,01 — 1,79 = 0,22 v dans le cas du brome est due au terme correctif d'Helmholtz.

[2] *Elektrotechnische Zeitschrift*, 30 juin 1927, t. XLVIII, p. 950.

limite comme base, une énergie massique de 20 à 30 w-h par kilogramme d'élément est courante pour l'accumulateur au plomb comme pour l'accumulateur au fer-nickel.

Penser que l'on puisse obtenir dix fois ces valeurs nous paraît une utopie.

Dans notre ouvrage précédemment cité ([1]), nous indiquons que si l'emploi du chlorure de brome comme dépolarisant est très supérieur à celui du chlore seul à cause de la faible solubilité de ce dernier, c'est encore l'emploi du brome qui, au point de vue de l'énergie massique, est le plus avantageux par suite de son énorme solubilité dans les solutions de bromure de zinc. Comme nous l'indiquons, nous avons obtenu 13 A-h par kilogramme de poids total d'élément, ce qui correspondait à environ 17 w-h par kilogramme à un régime de décharge lent. La concentration de l'anolyte en brome dissous était de l'ordre de grandeur de 150 g par litre. Or, d'autres essais nous ont montré la possibilité de dissoudre jusqu'à 516 g de brome par litre. Etant donné que notre vase poreux était relativement résistant, il ne nous paraît pas impossible, à priori, d'arriver à une énergie massique de 60 w-h par kilogramme d'élément, par l'utilisation, comme dépolarisant, d'un mélange de chlorure de brome et de brome, c'est-à-dire par l'emploi d'un électrolyte renfermant, en proportions convenables, du chorure de zinc et du bromure de zinc,

Mais outre que cette énergie massique ne dépasserait guère celle qu'on peut obtenir avec l'accumulateur au plomb, nous avons fait remarquer que des solutions aussi concentrées ne peuvent guère être employées pratiquement car elles sont trop peu conductrices et, de plus, perdent rapidement leur brome par évaporation.

En supposant qu'un tel résultat puisse être obtenu, nous pensons que ce ne serait qu'à la condition que l'élément débite seulement de très faibles courants, n'atteignant pas les intensités que nécessitent les applications à la traction.

III. **Difficultés de réalisation pratique.** — Si nous examinons la question non plus théoriquement, mais au point de vue pratique, nous voyons qu'outre la question de résistance intérieure du vase poreux ou du diaphragme, beaucoup d'autres difficultés sont à résoudre : question de la régularité du dépôt de zinc, question des actions locales, question de l'attaque de l'anode et d'une manière générale de la durée des électrodes, question du bac ([2]), question de la fermeture

([1]) L. JUMAU; *Les accumulateurs électriques*, p. 456 et 457. Dunod, éditeur.

([2]) Evidemment le bac en verre est à peu près inattaquable; mais ne serait-il pas imprudent de l'adopter dans les applications à la traction quand on songe aux conséquences du bris d'un bac avec des corps aussi dangereux et aussi toxiques que le chlore, le brome ou le chlorure de brome?

de l'élément ([1]) etc., sans parler de la question économique, le brome et l'argent étant des produits très coûteux, et de la question hygiénique étant donné la toxicité des corps mis en jeu.

A en juger par les résultats des essais effectués en Allemagne sur l'accumulateur Almeida, celui-ci serait encore extrêmement éloigné du but. Le meilleur jugement que l'on puisse logiquement porter sur lui est de le considérer comme un appareil en cours d'essais de laboratoire. Lorsque ces essais auront démontré qu'il peut approcher des limites que lui assigne la théorie, lorsque toutes les difficultés ci-dessus énoncées auront été résolues, alors seulement il pourra être question d'applications pratiques.

IV. **Conclusion.** — Pour celui qui a suivi la lente évolution des ancêtres, l'accumulateur au plomb et l'accumulateur au fer-nickel, qui connaît les déceptions que la pratique inflige si souvent dans ce domaine aux plus belles espérances de laboratoire, ce n'est pas être pessimiste que d'accorder pour sa mise au point un délai de plusieurs années au jeune élément.

Qu'on se rassure cependant et qu'on n'aille pas penser qu'il faudra attendre tout ce temps pour voir se développer les applications des accumulateurs. Même s'il faut de nombreuses années pour voir apparaître une batterie plus légère ou une batterie plus économique que les batteries actuelles d'accumulateurs électriques, il reste tant d'applications dès maintenant possibles qu'il y a de quoi remplir un programme considérable.

Nous doutons qu'on voie jamais des accumulateurs électriques (nous entendons par là uniquement les piles hydroélectriques réversibles) capables d'assurer à un véhicule sur route, comme l'annoncent les journaux espagnols à propos de l'accumulateur Almeida, un parcours de 1 000 km sans recharge. Mais avons-nous besoin de cela pour appliquer la traction par accumulateurs aux camions des villes, aux autobus et même aux taxis, aux chariots d'usines et de gares, aux tracteurs divers, aux locomotives de mines, aux locomotives de manœuvre, aux automotrices sur les réseaux secondaires de chemins de fer, etc., quand il est reconnu que les batteries actuelles sont capables d'assurer ces exploitations dans de meilleures conditions économiques que tous les autres modes de traction.

Le temps nécessaire pour réaliser un tel programme nous donnera certainement la patience d'attendre un accumulateur plus léger ou plus économique susceptible de conquérir des applications nouvelles.

L. JUMAU.

([1]) Cette fermeture devrait être hermétique pour éviter les pertes de brome, non seulement nocif, mais encore coûteux

Revues, analyses et informations

Mesures à effectuer sur les microphones et les téléphones (¹).

Mesurer, c'est comparer. Il n'a été permis de parler de mesures sur des microphones ou téléphones qu'à partir du jour où, renonçant aux méthodes anciennes purement subjectives, on est passé à la comparaison avec des étalons. On choisit à cet effet des microphones et des téléphones aussi stables que possible. L'intensité du son de l'appareil à essayer et de l'appareil normal était égalisée grâce à une ligne artificielle étalonnée. La valeur de l'amortissement, déterminée par le réglage, servait de mesure à l'intensité cherchée. Lorsqu'on avait affaire à des sons de même caractéristique, on pouvait atteindre une précision de $\pm$ 10 pour 100 dans l'évaluation de l'amplitude, quand on réglait les sons à égalité d'intensité. La détermination de la déformation des sons produite par les appareils eux-mêmes était encore affaire d'appréciation.

Cette méthode de mesure par comparaison avec un type, qui avait depuis longtemps fait ses preuves dans d'autres domaines de la technique téléphonique, n'avait qu'un point délicat : la nécessité de surveiller la constance des étalons de comparaison avec des appareils de même type qu'on ne met pas en service courant. Les appareils de comparaison étaient d'ailleurs différents suivant les pays, ce qui empêchait de comparer les résultats. Ce défaut est devenu de plus en plus sensible avec le progrès des télécommunications, qui s'amélioraient et étendaient le trafic au delà des frontières. C'est pourquoi l'on se trouva forcé d'imaginer des méthodes objectives pour mesurer et comparer les étalons de service. Il fallait en même temps créer un système international de comparaison pour servir de prototype.

On a fait un premier pas dans cette voie en développant une méthode pour la mesure de la force électromotrice et de la résistance intérieure d'un microphone pour les diverses fréquences dans des conditions acoustiques précises. Le microphone M (fig. 1) était actionné par un téléphone T,

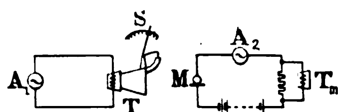


Fig. 1. — Montage pour la mesure de la force électromotrice dans un microphone.

placé à une distance déterminée et excité par une des armatures A_1 d'une machine Franke. Une capsule sonore de H. Sell (²) permettait un réglage à la même intensité de son pour la même fréquence de la source acoustique. On intercalait la seconde armature A_2 de la machine Franke dans le circuit du microphone. En réglant l'amplitude et la phase de sa tension, on amenait à zéro l'intensité du courant alternatif dans le microphone; le téléphone T_m en donnait le moyen. La force électromotrice du microphone était alors égale à la force électromotrice connue de la machine. En même temps, on mesurait le courant continu du microphone et la tension continue à ses bornes; on calculait ainsi sa résistance.

Ce procédé permettait bien de mesurer la puissance fournie par le microphone pour une fréquence donnée dans des conditions acoustiques faciles à reproduire et de comparer ainsi, pour ladite fréquence, divers microphones; mais la pression de l'onde sonore était inconnue et, par suite, il n'était pas possible de faire de comparaison, quand on changeait de fréquence.

Il ne fut possible d'atteindre ce but que lorsque le principe de compensation indiqué par E. Gerlach (¹) eût donné la possibilité de mesurer simplement la pression. Le procédé repose sur les phénomènes suivants : l'onde sonore émise par une source entretenue électriquement tombe sur un conducteur, en forme de lame mince, situé dans un champ magnétique uniforme connu. Si l'on envoie dans cette lame un courant provenant de la même génératrice que le courant d'entretien, on peut régler l'amplitude et le déphasage de manière à obtenir l'immobilité de la lame, ce dont on s'assure en écoutant au dos de cette lame. Sa pression p est alors égale aux forces électrodynamiques par centimètre carré ; on a

$$p = \frac{BI}{s}.$$

B étant le flux d'induction, I, le courant et s, la largeur de la lame. On peut aussi obtenir la compensation, non plus par le moyen d'un courant dans un champ magnétique, mais par une tension électrique dans un champ électrostatique.

Ce principe s'est montré extrêmement fécond aussi bien pour les mesures de téléphone que pour celles des microphones.

Pour mesurer la pression de l'air sur une membrane microphonique, on peut, par exemple, procéder comme il suit (fig 2) : on adapte le microphone M et la lame B du

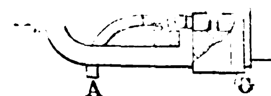


Fig. 2. — Coupe de l'appareil manométrique mesurant la pression sur le microphone.

manomètre D (lequel comporte l'aimant M_n) aux faces de la capsule cylindrique K.

En G est une rondelle de caoutchouc qui empêche le son de se transmettre par la paroi au microphone. Latéralement, en S, on introduit l'onde sonore; en A, on écoute le son à rendre minimum, qui se produit au dos de la lame. Quand les dimensions de la cavité H sont petites en comparaison de $\frac{\lambda}{2\pi}$, longueur de phase acoustique pour la fréquence de mesure, il règne une pression uniforme en tous les points de la cavité. Le manomètre D mesure alors la pression qui s'exerce en même temps sur la membrane du microphone.

Avec la pression de l'air, on mesure aussi les grandeurs

(¹) C.-A. Hartmann. Compte rendu de la 31ᵉ conférence annuelle du Verband deutscher Elektrotechniker, à Wiesbaden, 1926.

(²) *Zeitschrift für technische Physik*, 1924, t. v, p. 573.

(¹) *Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Semiens-Konzern*, 1923, t. III, p. 139.

électriques, par exemple comme on l'a décrit plus haut. Si l'on procède à ces mesures pour tout un domaine de fréquences, on peut finalement représenter par une courbe la tension produite dans le microphone par unité de pression, en fonction de la fréquence. Ces courbes permettent déjà une comparaison impersonnelle et très approfondie des microphones.

Dans ce procédé, il faut encore observer ceci. Par la liaison du microphone et de la capsule acoustique, on ajoute une résistance élastique supplémentaire pour la membrane microphonique et elle peut atteindre des valeurs importantes si l'on a une fermeture hermétique. Pour éviter un déplacement de la période propre d'oscillation de la membrane, il faut maintenir ces forces élastiques additionnelles à une intensité faible, en comparaison des forces électriques propres de la membrane. C'est ce qu'on obtient en laissant la cavité sonore en communication avec l'air extérieur, d'une façon judicieuse.

La disposition manométrique pour les téléphones est absolument semblable. La capsule acoustique est simplement remplacée par un conduit auditif artificiel, selon la proposition déjà faite par E. Gerlach [1]. Cette imitation du méat auriculaire est fermée à l'un des bouts par la lame représentant le tympan et à l'autre bout par le téléphone en essai. On détermine encore la pression de vibration, et les grandeurs correspondantes dans tout le domaine des fréquences et l'on réunit les résultats par une courbe qui représente la pression vibratoire, par unité de puissance électrique fournie au téléphone, en fonction de la fréquence.

On est naturellement à même de mesurer de cette façon un système complet servant à la transmission de la parole ou de la musique. Il suffit de mettre la pression derrière le téléphone en rapport avec la pression devant le microphone. Mais la reproduction ainsi obtenue de la déformation laisse à désirer. Il est vrai que le téléphone, étant mesuré dans des conditions qui imitent celles de l'exploitation courante, à savoir au moyen d'une oreille artificielle, subira une déformation mesurée très voisine de celle qu'il a en service, mais ce n'est pas le cas pour le microphone; car il opère un changement de la répartition de pression dans le domaine des fréquences, c'est-à-dire qu'il modifie les pressions vis-à-vis de celles qui se rencontrent dans l'onde libre, et cela autrement que ne le fait le crâne ou l'oreille quand on écoute directement. Cette transformation de pression dépend des dimensions extérieures et de la rigidité du microphone. Elle ne se trouve pas saisie sur le fait par le procédé décrit. On ne pourra donc comparer ainsi que des microphones de construction semblable, par exemple des microphones pour téléphonie à longue distance à membrane de carbone. Il faut réserver à des recherches ultérieures la détermination du degré de nécessité d'une reproduction des conditions acoustiques naturelles concernant la boite crânienne, la bouche, l'oreille et les alentours, pour avoir une mesure absolue de la déformation, y compris la transformation de pression qui vient d'être mentionnée.

Mais en tout cas, pour les besoins de la téléphonie, les procédés ci-dessus décrits sont provisoirement suffisants. Remarquons encore qu'on peut, dans le cas présent, définir pour les microphones et les téléphones, un amortissement comme on fait d'ordinaire pour les éléments de transmission qui sont purement électriques. On a la relation

$$e^{-2b} = \frac{P_2}{P_1},$$

[1] *Loc. cit.*

P_1 et P_2 étant les puissances à l'entrée et à la sortie ; c'est la définition de b. Ici les puissances acoustiques sont proportionnelles au carré des pressions vibratoires p_m et p_t. La puissance électrique du microphone, si l'on désigne par K la tension aux bornes, est la puissance $\frac{K^2}{Z_1}$ cédée à la charge de service normal correspondant à la résistance Z_1 ; et pour le téléphone, la puissance électrique est celle qui est cédée à un récepteur convenable par un générateur de force électromotrice E et de résistance intérieure Z_2 auquel il est relié. On arrive ainsi pour les amortissements aux expressions :

pour le microphone, $b_m = \log_e \frac{p_m}{K} \sqrt{Z_1}$,

et pour le téléphone, $b_t = \log_e \frac{E}{p_t \sqrt{Z_2}}$.

Les figures 3 et 4 montrent chacune pour un cas particulier la façon dont ces grandeurs varient avec la fréquence.

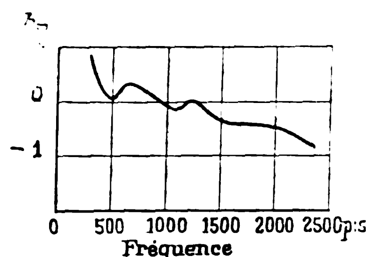


Fig. 3. — Courbe de l'amortissement d'un microphone en fonction de la fréquence.

Si la puissance acoustique et par suite le rendement n'ont pu être donnés en valeur absolue, cela n'a pas grande importance, puisqu'il suffit toujours de connaître les pressions vibratoires primaire et secondaire pour apprécier la qualité de transmission.

Les procédés décrits ont rendu de grands services dans la comparaison approfondie des microphones et des téléphones

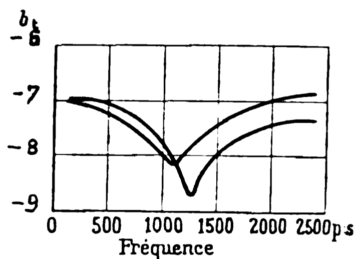


Fig. 4. — Courbe de l'amortissement d'un téléphone en fonction de la fréquence pour deux chambres de résonance différentes.

et pour leur perfectionnement. Ils fourniraient aussi des procédés de comparaison impersonnels dans les rapports internationaux ; seulement ils prendraient trop de temps pour l'essai en série. C'est ici qu'il y a lieu de faire appel au système de référence décrit en premier lieu. Il consiste en un microphone étalon, une ligne étalon, et un téléphone étalon, qui sont sans distorsion et dont on peut faire varier l'amortissement par degrés mesurables. Sa construction et ses propriétés seront fixées en détail d'une façon internationale. En même temps, seront proposées les méthodes de

mesure nécessaires avec les appareils, soit pour l'étalonnage soit pour son maintien identique à lui-même. On sera alors partout en état de construire un système normal de ce genre et on arrivera avec lui à des résultats de mesure faisant foi au point de vue international. — J.-B. P.

Spectrophotomètre pour l'étude des étalons lumineux

Voici le résumé de la communication que M. Jules Baillaud, astronome à l'Observatoire de Paris, a présenté, sous ce titre, à la séance du 1er juillet 1927 de la Société française de Physique (1).

La photométrie des sources lumineuses de couleurs différentes est un des problèmes pratiques les plus mal définis. Il en existe des solutions approchées qui s'améliorent continuellement mais il est curieux que le spectrophotomètre n'y soit guère utilisé.

Une des raisons principales en doit être cherchée probablement dans ce fait que les spectrophotomètres en usage ne permettent pas l'étude directe de la lumière globale d'une source. On projette une image de la source sur la fente du spectroscope, et c'est la petite région délimitée par la fente qui, seule, est photométrée, tandis que le problème pratique de la photométrie est de comparer les intensités lumineuses de deux sources, prises dans leur entier.

Sans doute, on peut tourner la difficulté en projetant sur la fente, non une image des sources, mais une image d'une lame translucide éclairée par les sources lumineuses à comparer. Malheureusement cette lame fait perdre beaucoup de lumière, et la précision des mesures s'en ressent. Le spectrophotomètre que l'auteur a combiné pour l'étude des étalons lumineux permet précisément l'étude globale d'une source sans interposition d'écran diffusant.

Une lentille L_1 projette en s une image rappetissée de l'une des sources à comparer S. La fente F du spectrographe est placée à quelque distance de s. Les dimensions de la lentille et de la fente et leur distance à s sont telles que la fente soit entièrement couverte par les flux lumineux divergeant de chacun des points de s; le système optique ne favorise pas certains points de l'image s plus que d'autres. Le flux global qui pénètre dans le spectroscope provient de tous les points de la source s, au même titre que celui qui éclaire la lentille L_1.

Une lentille convergente L_2, placée contre la fente donne de s une image sur l'objectif du collimateur du spectroscope. Les dimensions de cet objectif et celles des pièces optiques suivantes sont telles que le flux ayant pénétré par la fente, concourt tout entier à la formation du spectre. Le spectre a ainsi une radiance qui est proportionnelle à l'éclairement que reçoit la lentille L_1.

Par l'intermédiaire d'un prisme à réflexion totale recouvrant une partie de la fente, une seconde lentille L'_1 formant un système éclairant identique à celui qui vient d'être décrit, envoie dans le spectroscope la lumière émise par la seconde source S'.

Les deux spectres formés par S et par S', ont des radiances qui sont proportionnelles aux éclairements reçus par les lentilles L_1 et L'_1. On réalise l'égalité des radiances des spectres en modifiant les distances des sources aux lentilles L_1 et L'_1. On emploiera dans une mesure photométrique la méthode de la lampe tare. A une petite correction près, tenant à la variation des distances des lentilles L aux images s, le rapport des intensités des lampes successivement comparées à la lampe tare est l'inverse du rapport des carrés des distances des lampes à la lentille L_1. On applique donc avec cet appareil la loi photométrique la plus habituellement employée.

La comparaison des deux spectres peut se faire par l'observation visuelle ou par l'observation photographique. Dans l'observation visuelle, on doit comparer directement les spectres, et non pas, comme dans le spectrophotomètre Gouy, des plages d'une certaine pupille du faisceau (lorsqu'on met l'œil dans le spectre on voit la source lumineuse qui le forme). La comparaison des spectres peut se faire avec une précision satisfaisante en les recouvrant de diaphragmes dont les ouvertures sont, pour l'un, à droite et, pour l'autre, à gauche d'une radiation de longueur d'onde donnée. Un oculaire muni d'un prisme à double image superpose les images virtuelles qu'il donne des deux spectres, et juxtapose, le long de leur bord de même longueur d'onde, les ouvertures des deux diaphragmes.

Le système optique du spectrographe est celui qu'a combiné l'astronome Wright de l'Observatoire Lick. Il comprend successivement un miroir concave, une lentille divergente plan concave, le système dispersif, une lentille convergente plan convexe de rayon de courbure et d'indices égaux à ceux de la lentille divergente. La lentille divergente est placée de telle façon que son foyer, pour une certaine radiation, coïncide avec l'image que le miroir donne de la fente. Les aberrations chromatiques des deux lentilles étant approximativement égales, le spectre se développe dans un plan perpendiculaire à l'axe de la lentille convergente.

Il est commode que le spectrographe donne un spectre plan non incliné sur l'axe de la chambre. La mise au point de la chambre est alors indépendante de la dispersion. Dans la comparaison de sources lumineuses intenses on peut employer plusieurs prismes; dans la comparaison de sources faibles on n'emploiera qu'un prisme. On passe d'une dispersion à l'autre sans nouveau réglage; il suffit de mettre la chambre en position de réception du faisceau.

Cet appareil satisfait aux conditions qui peuvent donner à la photométrie photographique, la plus grande précision. Les spectres sont imbriqués les uns dans les autres, ce qui élimine, autant que possible, les défauts tenant aux irrégularités que présente la plaque d'un point à un autre. Les poses sont simultanées, ce qui élimine, d'une part, l'influence des variations de sensibilité de la plaque d'un moment à l'autre et tenant à des changements de température ou d'état hygrométrique, et, d'autre part, celle des variations que subit l'image latente entre la pose et le développement.

Les essais faits jusqu'ici paraissent montrer qu'avec cet instrument, on atteint la précision du demi-centième. Peut-être pourrait-on augmenter encore cette précision par l'artifice consistant à mesurer les densités, non du cliché photographique lui-même, mais d'une reproduction de ce cliché sur une plaque à grand contraste; on diminuerait ainsi l'influence des erreurs de mesures de densité sans avoir à craindre l'augmentation des causes d'erreurs tenant aux plaques photographiques.

Ce spectrophotomètre a été construit dans l'atelier du Laboratoire de Physique de la Société du Gaz de Paris en vue d'une étude de l'étalon à acétylène. M. Jules Baillaud tient à remercier M. Rouland, Président du Comité français de l'Éclairage, qui cherche par tous les moyens à favoriser les études photométriques en France et qui, en qualité d'administrateur-délégué de la Société du Gaz, l'a autorisé à travailler dans ce superbe laboratoire, M. le professeur Chappuis qui dirige le laboratoire, les ingénieurs Simonin et Pourcelle, et le constructeur-mécanicien Lablanche.

(1) *Bulletin de la Société française de Physique*, 1er juillet 1927, n° 250, p. 103-104 S.

SECTION INDUSTRIELLE

L'importance et l'utilisation de l'énergie du Rhin; les usines hydroélectriques de Kembs et du Grand Canal d'Alsace

Bien que cette question ait déjà été mentionnée à diverses reprises dans notre revue, il a paru intéressant, la loi accordant à la Société des Forces motrices du Haut-Rhin la concession des travaux de l'usine hydroélectrique de Kembs ayant été promulguée le 28 juillet 1927, de réunir tous ces renseignements ainsi que ceux provenant de diverses autres sources pour donner à nos lecteurs un aperçu d'ensemble du problème de l'utilisation de l'énergie hydraulique du Rhin. Après avoir appelé le régime juridique tout spécial de ce fleuve international, l'auteur fait l'historique des projets d'utilisation du Rhin entre Bâle et Strasbourg tout spécialement pour la période postérieure à 1902, date à partir de laquelle le problème initial de la navigation se trouva étroitement lié à l'utilisation des forces hydrauliques pour la production de l'énergie électrique, ce qui conduisit finalement à la conception du Grand Canal d'Alsace avec huit usines génératrices réparties sur son trajet. La suite de l'article donne des indications sur les dispositions générales de l'usine de Kembs, destinées à être reproduites dans les usines suivantes; il établit ensuite les puissances réalisables et la production possible pour l'ensemble des usines, pour terminer par un aperçu des besoins probables de la région en énergie hydraulique et par l'examen de la possibilité d'y satisfaire, grâce aux usines du Rhin et à des installations complémentaires, à vapeur ou autres. Les chiffres de cette dernière partie de l'article sont, faute de bases précises concernant des installations analogues, établis avec un certain nombre d'hypothèses théoriques, qui peuvent se trouver notablement modifiées lors de la réalisation; ils ne sont donc à considérer que comme des approximations cependant nécessaires pour conduire à sa conclusion : l'examen de la question d'utilisation de l'énergie du Rhin. En fin de l'article, ont été mentionnés les principaux des articles ou travaux publiés en ces dernières années sur la question et où il sera possible à nos lecteurs de trouver, le cas échéant, des renseignements plus complets sur certains points de détail.

I. **Introduction.** — Votée en seconde lecture le 12 juillet 1927 par la Chambre des Députés, après quelques modifications de détail apportées à son texte par le Sénat, la loi concédant à la Société des Forces motrices du Haut-Rhin les travaux d'aménagement de la chute de Kembs, sur le Rhin, a été promulguée le 28 juillet 1927. Elle présente une importance considérable pour notre pays, car elle correspond au premier échelon d'un vaste programme de travaux concernant à la fois l'utilisation de l'énergie hydraulique du Rhin, jusqu'alors inemployée, et la réalisation de la grande voie navigable entre Bâle et Strasbourg, projetée depuis 1892 sous le nom de Grand Canal d'Alsace. Si toutefois ces questions sont familières aux industriels d'Alsace et de la région limitrophe de l'est de la France, il peut ne pas en être de même pour nombre de techniciens non directement intéressés à leur réalisation ; c'est pourquoi nous croyons indispensable de donner d'abord quelques renseignements tant sur le régime juridique tout spécial du Rhin, que sur l'historique des projets du Grand Canal d'Alsace et de l'utilisation connexe de l'énergie hydraulique pour la production de l'électricité.

II. **Le régime juridique du Rhin.** — Ce fleuve, considéré d'abord comme voie d'accès à la mer pour les régions qu'il arrose, possède par sa situation géographique la caractéristique de servir de frontière à de nombreux pays et d'être, par là, essentiellement un fleuve international, ce qui pouvait donner lieu à de multiples difficultés pour la navigation, seul usage envisagé autrefois pour les cours d'eau.

La Révolution française, la première, a proclamé en 1792 le principe de la libre navigation, « le cours des fleuves étant la propriété commune et inaliénable de toutes les contrées arrosées par leurs eaux ». Il faut cependant arriver au Traité de Paris du 30 mai 1814 pour voir réglementer cette question pour le Rhin, et au Congrès de Vienne (acte de clôture du 9 juin 1815) pour voir créer des commissions de représentants des pays intéressés, ayant pour mission d'élaborer les règlements particuliers relatifs à la navigation du Rhin, du Neckar, du Mein, de la Moselle, de la Meuse et de l'Escaut. En 1816, la Commission rhénane se réunit à Mayence pour rédiger le règlement prévu, qui fut incorporé sous sa forme définitive dans la Convention du 31 mars 1831 ; cette commission continua depuis lors de siéger régulièrement tous les ans, sans toutefois que la Suisse, par une anomalie singulière, y fût convoquée. Les accords précédents furent revisés ultérieurement et remplacés par la Convention de Mannheim du 17 octobre 1868 qui constitua jusqu'en 1918 le code inter-

national rhénan ; le gouvernement helvétique ne se préoccupa pas à l'époque de donner son adhésion à cet acte, et la Suisse ne figurant pas sur la liste des puissances riveraines continua à ne pas être représentée à la Commission centrale du Rhin (1).

Les attributions de ladite commission, définies par la convention ci-dessous, consistaient à examiner les plaintes auxquelles pouvait donner lieu l'application des règlements, à délibérer sur les propositions des gouvernements riverains concernant la prospérité de la navigation sur le Rhin, et à rendre des décisions en appel sur les jugements des tribunaux de première instance pour la navigation du fleuve ; ses résolutions n'étaient toutefois obligatoires qu'après approbation des gouvernements représentés.

Dès l'année 1915, le Comité d'Etudes économiques et administratives relatives à l'Alsace-Lorraine (Comité Siegfried) avait soumis au gouvernement français un rapport et des vœux indiquant les conditions à insérer dans le traité de paix pour assurer à la France les avantages que pourrait lui procurer le Rhin redevenu sa frontière. Ces vœux ont servi de base à la rédaction des articles du traité de Versailles (28 juin 1919) relatifs au Rhin et notamment de l'article 358 qui institue au profit de la France :

1° *Le droit de prélever l'eau sur le débit du Rhin* pour l'alimentation des canaux de navigation construits ou à construire, ou pour tout autre but, ainsi que d'exécuter sur la rive allemande tous les travaux nécessaires pour l'exercice de ce droit ;

2° *Le droit exclusif à l'énergie produite par l'aménagement du fleuve*, sous réserve du paiement à l'Allemagne, soit en argent, soit en énergie, de la moitié de l'énergie effectivement produite. A cet effet, la France a seule le droit d'exécuter, dans la partie du Rhin comprise entre ses frontières, tous les travaux d'aménagement, de barrages ou autres qu'elle peut juger utiles pour la production de l'énergie.

La Convention de Mannheim de 1868 était en même temps maintenue provisoirement, mais la composition, ainsi que les attributions de la Commission centrale du Rhin, profondément modifiées. En effet, le nombre des membres de cette dernière, actuellement fixé à 19 comprend :

2 représentants des Pays-Bas ;
2 représentants de la Suisse ;
4 représentants des Etats allemands riverains du fleuve ;
4 représentants de la France, qui nommera en plus le président ;
2 représentants de la Grande-Bretagne ;
2 représentants de l'Italie ;
2 représentants de la Belgique.

On y voit paraître pour la première fois la Suisse, qui avait enfin pu faire valoir ses revendications, mais aussi la Grande-Bretagne et l'Italie, qui ne peuvent pas se prévaloir de la qualité de riverains, auparavant nécessaire.

D'autre part, la Commission centrale du Rhin, dont le siège est transféré à Strasbourg, voit son rôle, en ce qui concerne les projets qui lui sont présentés pour l'utilisation du Rhin par la France, réduit à une vérification des conditions imposées par le traité, à savoir que l'exercice des droits reconnus à notre pays ne doit ni nuire à la navigabilité, ni réduire les facilités de la navigation soit dans le lit du Rhin, soit dans les dérivations qui y seraient substituées, ni entraîner une augmentation des taxes fixées par la Convention de Mannheim.

Le traité de Versailles contient encore sur ce sujet nombre de stipulations fort intéressantes, mais qui nous entraîneraient trop loin pour que nous puissions les mentionner.

On se rend déjà facilement compte que le régime juridique spécial du Rhin se prêtait mal à la réalisation rapide de travaux d'aménagement pour la navigation, ou l'utilisation des forces hydrauliques, et que, sous la réglementation en vigueur jusqu'en 1918, l'obstruction systématique à certains projets ait pu se manifester efficacement.

Bien que, par exemple, pour la section en aval de Strasbourg, un trafic régulier fût réalisé dès 1860 jusqu'à Mannheim, c'est seulement en 1899 que furent terminés entre Bingen et Saint-Goar des travaux de dérochement ouvrant un chenal de 2 m de profondeur. Malgré des pourparlers engagés pour l'aménagement rationnel de la navigation jusqu'à Strasbourg, c'est seulement en 1875 que l'Alsace présenta un projet de canal latéral entre Strasbourg et Spire, élaboré avant 1870 par les ingénieurs français, et qui fut immédiatement combattu par le projet du gouvernement badois d'un canal latéral sur la rive droite. Adoptant une troisième solution, l'ingénieur Honsell soumit en 1890 un projet d'aménagement du lit même du fleuve, qui fut la base d'un accord, malgré les protestations de l'Alsace qui continuait à réclamer un canal latéral. Les travaux, commencés en 1904, furent terminés pour la plus grande partie en 1914, parachevés ensuite pour donner actuellement une amélioration notable des conditions de navigabilité en aval de Strasbourg et permettre un gros développement de ce port (trafic en 1906, 700 000 t ; en 1913, 2 millions de tonnes ; en 1926, 3 580 000 t).

III. Historique des projets d'aménagement de la section Strasbourg-Bâle. — Pour cette section qui fait l'objet de notre étude, les difficultés à surmonter furent encore plus grandes, pour des raisons analogues mais aussi par suite de conditions naturelles totalement différentes.

En effet, le cours du fleuve encaissé jusqu'à Bâle entre deux chaînes de montagnes se déroule en aval de cette ville, dans la plaine d'Alsace formée d'alluvions,

(1) Il est à remarquer qu'après 1870, l'Allemagne, en tant que confédération d'états germaniques, se trouvait avoir à cette commission une grosse majorité, qui lui permit, en 1903, d'opposer son veto à la demande d'admission formulée par la Suisse.

et serpente à son aise dans ces terrains meubles, en décrivant un grand nombre de méandres instables, avec une ligne de thalweg moyen dont le profil en long, à allure hyperbolique, met en évidence une pente décroissante de Bâle vers Strasbourg ; la navigation à la remontée à partir de cette dernière ville devient donc de plus en plus difficile à mesure qu'on se rapproche de Bâle, à cause de la vitesse croissante du courant. La situation fut d'ailleurs empirée par des travaux de protection des régions riveraines contre les inondations, exécutés de 1817 à 1876 entre la frontière hessoise et Bâle : le redressement du lit mineur du fleuve et sa fixation par deux berges perreyées conduisirent à une réduction de 23 pour 100 de la longueur du thalweg moyen dans la région considérée et à un accroissement correspondant de la vitesse du courant. En même temps apparut le phénomène d'érosion remontante du fleuve ; celui-ci, en raison de la vitesse des eaux, commença à partir de Brisach à approfondir son lit d'aval en amont en faisant émerger la bande transversale de rocher calcaire dénommée barre d'Istein, et inconnue à l'époque où fut effectuée la correction du Rhin. Cette barre tend à devenir un obstacle insurmontable à la navigation, l'approfondissement en aval étant, à hauteur de Kembs, de 8 cm par an, tandis qu'il est seulement de 1 à 2 cm par an en amont. La vitesse du courant qui est de 3,28 m : s à Huningue augmente d'abord jusqu'au maximum de 3,81 m : s pour arriver au minimum de 2,81 m : s à Strasbourg.

Malgré les difficultés évidentes de la navigation, avec de semblables vitesses de courant, sur un fleuve dont le chenal navigable varie constamment par les apports d'alluvions entre Brisach et Strasbourg, c'est pourtant au Rhin que songea la Suisse vers 1896 pour trouver la voie d'eau qui devait la relier à la mer ; le gouvernement allemand venait en effet de lui refuser l'autorisation d'entreprendre l'amélioration et l'agrandissement du canal de Huningue, qui aurait relié Bâle par le canal du Rhône au Rhin à notre réseau fluvial, en même temps qu'à Strasbourg. Des essais de navigation jusqu'à Bâle furent entrepris dès 1903, poursuivis avec un succès relatif jusqu'en 1914, et repris en 1917, l'Allemagne ayant interdit au cours des années 1915 et 1916 toute navigation sur le Rhin. Ce trafic fluvial ne put être réalisé que d'une façon fort irrégulière due au régime variable des eaux, et en utilisant sur le parcours Strasbourg-Bâle un matériel de chalands et de remorqueurs tout à fait spécial, mal approprié au trafic en aval de Strasbourg, ce qui rendait nécessaire une rupture de charge dans ce port. En outre, la consommation de charbon atteignait à la remontée 0,3 à 0,4 kg par tonne utile remorquée, alors que par chemin de fer, elle n'était que de 0,03 à 0,04 kg.

Pendant cette période, divers projets avaient été étudiés, en cherchant d'abord uniquement une solution au problème de la navigation ; les uns prévoyaient une régularisation du cours du fleuve, les autres, une canalisation de ce même cours, et d'autres enfin traçaient le programme du canal latéral dit « Grand Canal d'Alsace ».

C'est seulement vers 1900 que les progrès réalisés dans l'utilisation de l'électricité attirèrent l'attention des ingénieurs sur le fait que la différence de niveau de 107 m entre Bâle et Strasbourg avec le débit du Rhin en eaux moyennes correspondait à une puissance disponible d'environ 800 000 ch., dont la captation se trouverait facilitée par la création des écluses du fleuve canalisé, ou du canal latéral envisagé. C'est pourquoi en 1902, M. Kœchlin qui avait étudié depuis 1892 la question du canal latéral put présenter à la Société industrielle de Mulhouse le projet complet d'une usine productrice d'électricité d'une puissance de 23 000 ch, prévue près de Hombourg, et qui fit l'objet d'une demande en concession déposée auprès des gouvernements d'Alsace-Lorraine et du Grand-Duché de Bade. Modifié en 1904, ce premier projet fut remplacé par celui de deux usines, l'une de 32 000 ch située près de Kembs et l'autre de 30 000 ch à établir à la suite de la première près de Petit-Landau, qui fut présenté en 1906 à la Commission centrale du Rhin, et mis à l'enquête en 1910 en Alsace, et au début de 1911 dans le Grand-Duché de Bade. Entre temps, la Société des Forces motrices du Haut-Rhin, représentant des intérêts alsaciens, s'était constituée en 1910 à Mulhouse, en se proposant, outre la distribution d'énergie électrique dans cette ville et le Haut-Rhin, la poursuite de la demande en concession de l'usine de Kembs, intimement liée à la réalisation du Grand Canal d'Alsace.

Il ne faut pas croire que les partisans des autres projets soient restés inactifs pendant cette période ; on en trouve la preuve dans l'attitude du gouvernement badois qui, en 1912, remit tout le projet en question, sans qu'une objection sérieuse ait pu être formulée. Jusqu'en 1914 aucune solution n'intervint.

D'ailleurs la Suisse, malgré le non-sens économique d'une utilisation du Rhin seulement pour la navigation, s'obstinait à soutenir le projet de simple régularisation du fleuve, sous l'influence d'une campagne ardente en faveur du « Rhin libre » qui se poursuivit jusqu'en 1922, pour reprendre ensuite et se continuer encore aujourd'hui.

La nouvelle situation créée par le Traité de Versailles permit à la Société des Forces motrices du Haut-Rhin de reprendre le projet de Kembs sur des bases plus étendues, en le complétant par un avant-projet d'ensemble du Grand Canal d'Alsace. Après approbation du Conseil supérieur des Travaux publics et du Comité consultatif des Forces hydrauliques, ce projet put être présenté en janvier 1921 à l'examen de la Commission centrale du Rhin ; celle-ci, dès l'origine, retint pour examen le seul projet de Kembs étudié en détail et disjoignit l'avant-projet du canal d'Alsace. Après de longues discussions concernant la capacité du trafic de la voie d'eau et des modifications importantes acceptées pour les écluses, la Commission centrale du Rhin approuva le 10 mai 1922 le projet français de Kembs, et en même

temps, le principe d'une régularisation du Rhin entre Bâle et Strasbourg demandée par la Suisse qui devait en présenter ultérieurement les projets d'exécution.

C'est à cette époque que fut fondé un organisme nouveau, la Société régionale d'Etudes du Rhin qui groupait les chambres de commerce des régions intéressées, la Société des Forces motrices du Haut-Rhin, la Ville de Strasbourg et la Société d'Etudes pour la Navigation du Rhin. Son but, en raison des études entreprises par le gouvernement, fut limité à la préparation de la réalisation du projet complet du Grand Canal d'Alsace et des usines hydroélectriques correspondantes, ainsi qu'à une enquête économique sur les besoins de la région en énergie.

Les travaux d'études effectués par le Consortium des Canaux d'Alsace et de Lorraine sur la demande du Ministère des Travaux publics, en accord avec le Comité technique de la Société régionale, aboutirent à la présentation à la session de décembre 1924 de la Commission centrale du Rhin, du projet du Grand Canal d'Alsace à l'aval de Kembs, qui, après quelques modifications des ouvrages de navigation, fut accepté le 19 avril 1925.

La Suisse insistant à nouveau fut autorisée à entreprendre, au moins à titre provisoire, entre Bâle et Strasbourg les travaux de régularisation du Rhin par épis, enrochements et fascinages, dont elle présentait le projet d'exécution à la même session. Il est certain que ces travaux seront insuffisants pour assurer à la navigation une voie à trafic régulier et économique sur le fleuve.

Quoi qu'il en soit, notre pays est sorti de l'ère difficile des pourparlers internationaux et a aujourd'hui les mains libres pour l'exécution aussi bien de Kembs que du reste du Canal d'Alsace avec les sept autres usines hydroélectriques.

IV. **Du choix de l'aménagement.** — Nous avons vu précédemment que trois genres d'aménagement du Rhin pour la navigation avaient été d'abord envisagés.

Il est évident que, dans les circonstances économiques actuelles, le projet de simple régularisation du Rhin, négligeant délibérément la possibilité d'utilisation d'une puissance hydraulique d'environ 800 000 ch doit être rejeté sans discussion. D'ailleurs, il donne lieu à de sérieuses objections, même en se plaçant au seul point de vue de la navigation, car il ne permet pas la réduction de la vitesse du courant et laisse subsister la difficulté de franchissement de la barre d'Istein, sur laquelle il est impossible de ménager une passe sans faire surgir de nouveaux fonds; en outre, il ne remédie qu'imparfaitement à l'irrégularité du régime des eaux.

Pour réaliser l'augmentation de profondeur de la voie d'eau, la diminution de la vitesse du courant et l'obtention d'un chenal de navigation stable pour toute la durée de l'année, une seule solution s'offre aux techniciens, celle de la canalisation qui consiste à réduire la pente en concentrant la chute en certains points, au moyen de biefs et d'écluses: l'aménagement hydroélectrique en résulte logiquement sous forme de l'installation d'une usine génératrice à chaque écluse.

Il reste toutefois à choisir entre la canalisation du fleuve lui-même et la création d'un canal latéral. Dans le cas de la section Bâle-Strasbourg dont il s'agit, la constitution des rives ne permettrait, en canalisant le lit du Rhin, que des différences de niveau assez réduites entre biefs ; le projet correspondant prévoyait quatorze écluses ; à cela il faut ajouter que les barrages des écluses devraient être prolongés des deux côtés jusqu'aux digues de hautes eaux pour être efficaces.

Par contre, le projet du canal latéral ne prévoit qu'un seul barrage sur le Rhin et huit écluses; il présente par conséquent une solution plus économique de l'utilisation de l'énergie hydroélectrique, puisqu'il réduit le nombre des usines, en même temps qu'il offre pour la navigation l'intérêt de réduire le nombre des manœuvres d'éclusage des trains de chalands.

La solution la plus avantageuse à tous points de vue correspond bien à celle qui, depuis 1892, fut présentée sous le nom de « Grand Canal d'Alsace » et qui, préconisée dans les régions de l'est de la France, a enfin triomphé des résistances qu'on lui opposait.

V. **Le Grand Canal d'Alsace ; l'usine de Kembs.** — L'ensemble du Grand Canal d'Alsace dont le tracé général est donné par la figure 1, comporte une dérivation sur le Rhin au moyen d'un barrage mobile, pour un débit maximum de 850 m³ : s réalisé pendant sept mois dans le canal.

La chute totale sera répartie sur huit écluses, avec chacune une usine génératrice correspondante ; ces usines seront, d'amont en aval, celles de Kembs, Ottmarsheim, Fessenheim, Vogelgrün, Marckolsheim, Sundhouse et Gerstheim ; le dernier bief suivra le tracé de la ligne de crues jusqu'au fort Hoche, qu'il contournera pour aboutir à l'usine de Strasbourg.

La rentrée d'eau au Rhin se fera par le chenal d'accès aux darses du nouveau port de Strasbourg, avec une largeur du canal telle que la vitesse du courant ne dépasse pas 0,80 m : s; la vitesse à l'origine du canal est prévue de 0,70 m : s et ne doit pas dépasser 1,20 m : s dans les biefs suivants. Ces vitesses de courant sont très acceptables, puisqu'on effectue un trafic régulier par exemple entre Lauterbourg et Strasbourg avec des vitesses de 2 m à 2,80 m : s.

La longueur totale du canal sera de 110,930 km, tandis que le développement du chenal actuellement utilisé sur le Rhin pour la navigation est d'environ 125 km.

Il en résulte que le trajet à la remonte de Strasbourg à Bâle est prévu d'une durée de 26 heures, alors que cette durée ne peut être inférieure à 34 heures sur le Rhin même, aux époques les plus favorables. Le prix du fret doit être environ trois fois plus faible sur le canal que sur le Rhin, en raison de la possibilité d'utiliser à pleine charge les grands chalands de 1 200 t employés en aval de Strasbourg qu'on devait auparavant alléger à 400 ou 500 t, maximum possible en été par eaux favorables sur le fleuve, entre Strasbourg et Bâle.

L'exécution de travaux d'une pareille importance ne

peut pas être envisagée d'un seul tenant ; c'est pourquoi on a prévu la construction par biefs successifs, chaque bief construit comportant un canal de fuite provisoire se raccordant au Rhin pour l'évacuation des eaux, tant que le bief suivant ne sera pas réalisé. Il y aura donc lieu, pour chaque usine, de considérer, d'une part, la puissance provisoire obtenue dans le cas du raccordement au Rhin par le canal de fuite provisoire, avec une hauteur de chute dépendant directement du niveau du fleuve au débouché de ce canal d'évacuation, et, d'autre part, la puissance définitive réalisable dès que l'usine sera raccordée au bief suivant, c'est-à-dire avec une hauteur de chute sensiblement constante ne dépendant que du débit dans le canal.

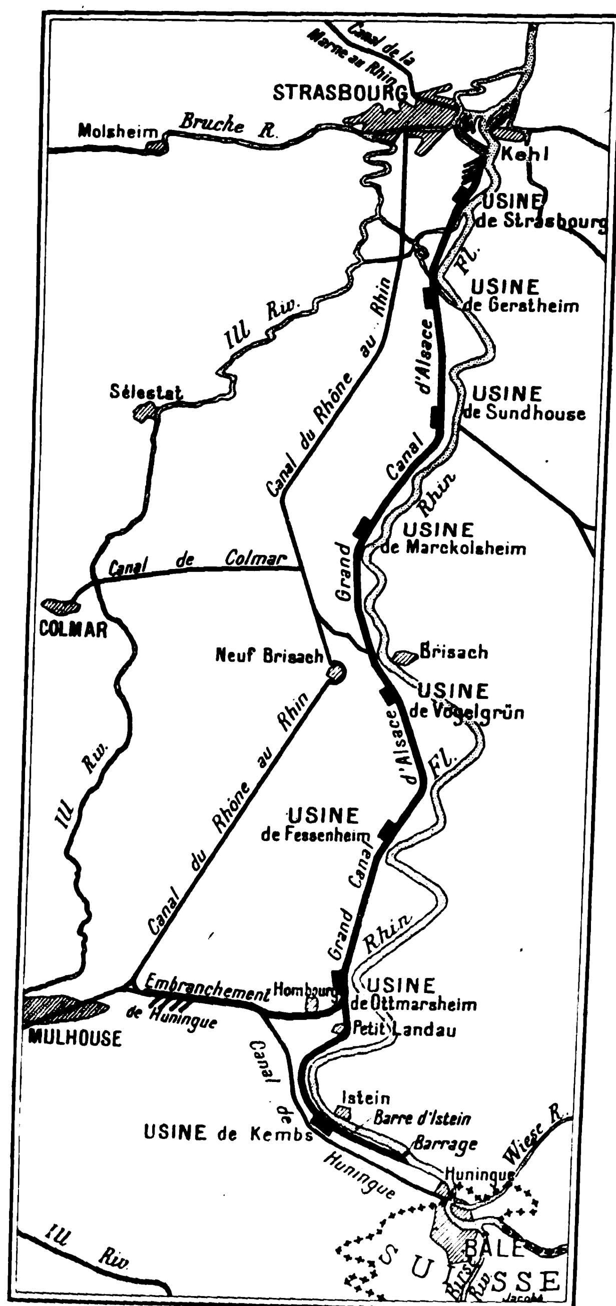


Fig. 1. — Tracé général du Grand Canal d'Alsace.

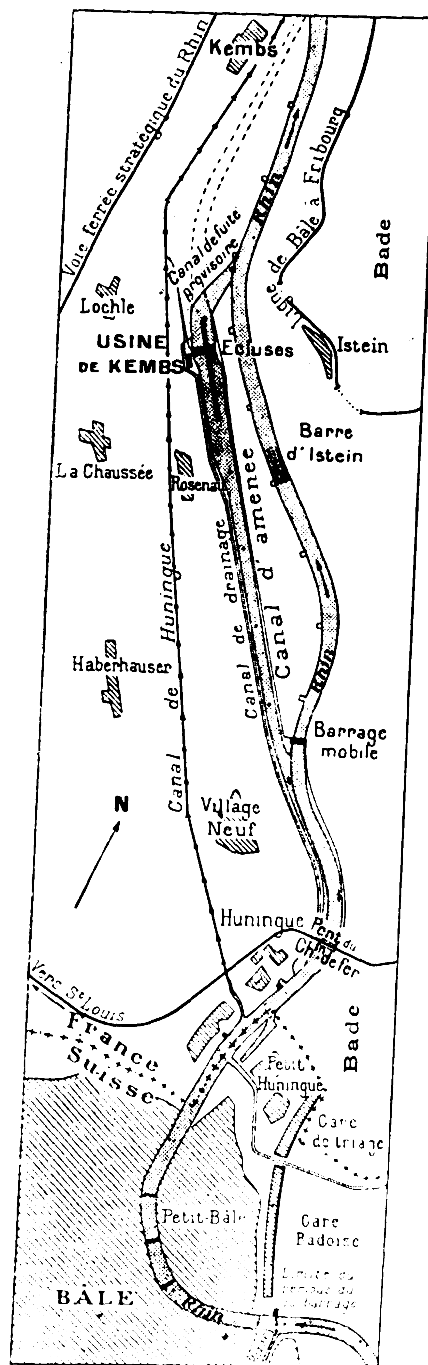


Fig. 2. — Plan d'ensemble du barrage sur le Rhin et de l'usine de Kembs avec ses canaux d'amenée et d'évacuation.

Les dispositions de principe des diverses usines res-

tant sensiblement les mêmes, nous nous contenterons de décrire brièvement le barrage commun et l'usine de Kembs qui constituent le premier lot de travaux actuellement envisagé. La figure 2 en donne le plan d'ensemble.

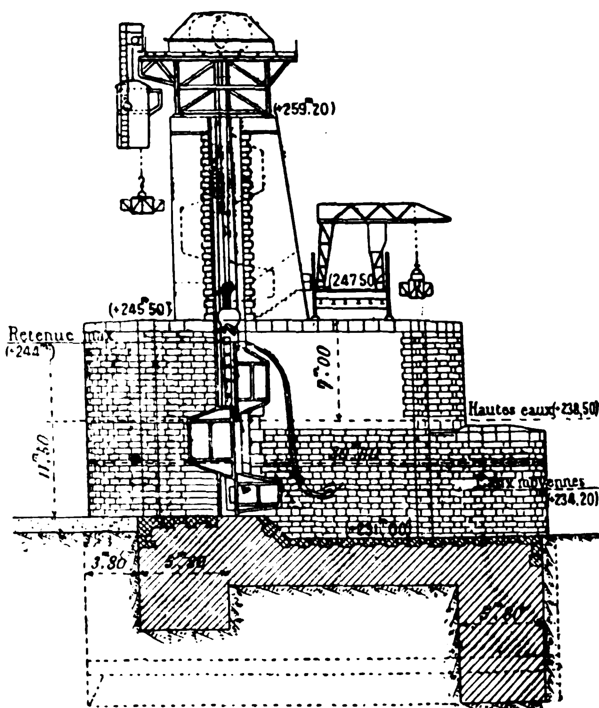
1. Le barrage mobile. — Ce barrage, situé sur le Rhin, à 5,5 km en aval de la frontière suisse, doit servir à alimenter les huit usines prévues ; sa construction sera en conséquence assurée par le Gouvernement français, qui en répartira la charge entre les concessionnaires des diverses usines au fur et à mesure de leur établissement.

L'obligation imposée, conformément au Traité de Versailles par la Commission centrale du Rhin de ne pas modifier les conditions d'écoulement du Rhin lors des grandes crues, et de laisser subsister la possibilité de navigation, a conduit à prévoir ce barrage à six travées, dont les trois travées centrales seront pourvues de vannes doubles Stoney (voir fig. 3 et 4), complètement levées aux hautes eaux de façon à laisser un tirant d'air de 7 m.

Le seuil du barrage sera établi à la cote 232,50 m, niveau moyen du lit du Rhin ; les fondations pourront être descendues pneumatiquement dans la couche d'argile bleue compacte qu'on trouve à peu de profondeur au-dessous du gravier, et qui formera une assise résistante en assurant l'étanchement d'une façon parfaite. Le radier sera établi au-dessous du niveau des plus basses eaux, de façon à laisser au-dessus de lui dans tous les cas une épaisseur d'eau suffisante pour amortir le choc de la vague déferlante lorsqu'on abaissera la vanne supérieure. Dans les piles de chaque travée, des rainures verticales seront ménagées à l'amont et à l'aval, pour pouvoir y empiler des poutres formant batardeaux et réservant entre elles une chambre étanche où pourront être effectuées les réparations de vannes.

Aux basses eaux, le niveau du Rhin sera surélevé de 8 m environ, ce qui porte le remous de barrage à l'embouchure de la Birse, en amont de Bâle ; ce report du reflux du Rhin jusque sur territoire suisse a fait l'objet d'un accord conclu au début de 1925 entre la Ville de Bâle et la Société des Forces motrices du Haut-Rhin, concessionnaire désigné par le Gouvernement français pour la première chute à équiper. La surélévation du plan d'eau au barrage sera réglée de façon à diminuer au fur et à mesure de l'augmentation du débit du Rhin pour se réduire à zéro pendant la période des grandes eaux d'été ; il en résulte que la chute disponible aux usines diminuera quand le débit du fleuve augmentera. D'autre part, le volume d'eau utilisé dans le canal variera dans le même sens que le volume débité par le Rhin, jusqu'à concurrence de 850 m³ : s, pour lesquels le canal sera construit ; le débit réalisable ne descend d'ailleurs au-dessous de cette valeur que pendant cinq mois de l'année, correspondant à la période d'hiver.

On se trouve donc en face d'un régime assez particulier en raison des conditions restrictives imposées à l'utilisation de l'énergie hydraulique du Rhin, par le Traité de Versailles.



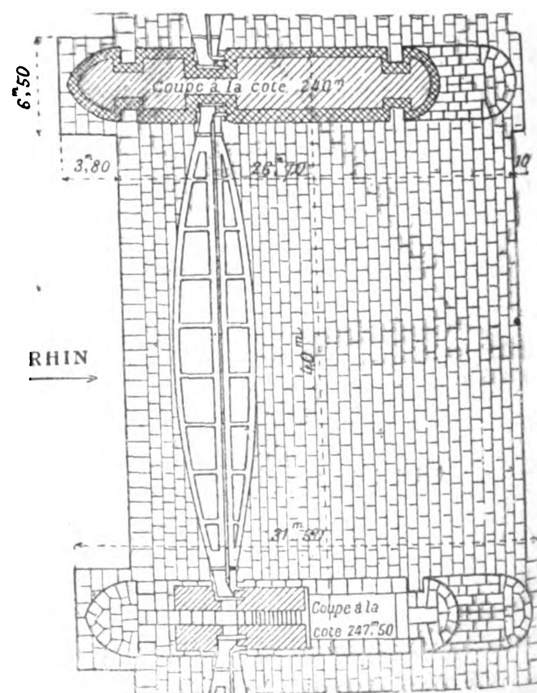


Fig. 3 et 4. — Coupes verticale et horizontale de la partie mobile du barrage.

2. Bief et usine de Kembs. — Les travaux incombant au concessionnaire sont énumérés ci-après.

Canal d'amenée. — Le canal d'amenée, de 5,6 km,

qui constitue en même temps le premier tronçon du grand canal d'Alsace, partira d'un point situé à 500 m en amont du barrage. Il aura une largeur au plafond d'environ 80 m; les digues auront des talus établis avec une pente de un tiers, et une largeur de couronnement de 15 m; les couronnements seront à la cote de 245,50 m, c'est-à-dire à 1,50 m au-dessus de la ligne d'eau de la plus haute crue connue. Le niveau d'eau, réglé, d'une part, par les vannes du barrage et, d'autre part, par le débit à travers le bâtiment des turbines, donnera une profondeur variant de 11 à 12 m suivant les débits, et une largeur au plan d'eau atteignant 150 m au maximum.

Usine-barrage. — L'usine-barrage, placée à l'extrémité aval du canal d'amenée, aura la disposition indiquée sur la figure 5; ses fondations pourront être établies sur l'argile bleue compacte, dont l'existence à cet endroit a été repérée par les sondages effectués antérieurement sur le tracé du canal projeté. Le bâtiment comprendra deux étages. Celui de la partie inférieure, divisé en chambres indépendantes, sera réservé aux turbines du type Francis, à axe vertical, suspendues, d'une puissance unitaire de 10 000 à 12 000 ch, ayant une vitesse normale de 93,8 t : mn; chaque turbine, isolée dans une chambre étanche, pourra être mise en service indépendamment des autres. L'étage supérieur sera réservé à l'installation des alternateurs à axe vertical, correspondant à chaque turbine et munis d'excitatrices en bout d'arbre. Sur la rive gauche du canal, la digue élargie en conséquence recevra les postes de transformation et de distribution.

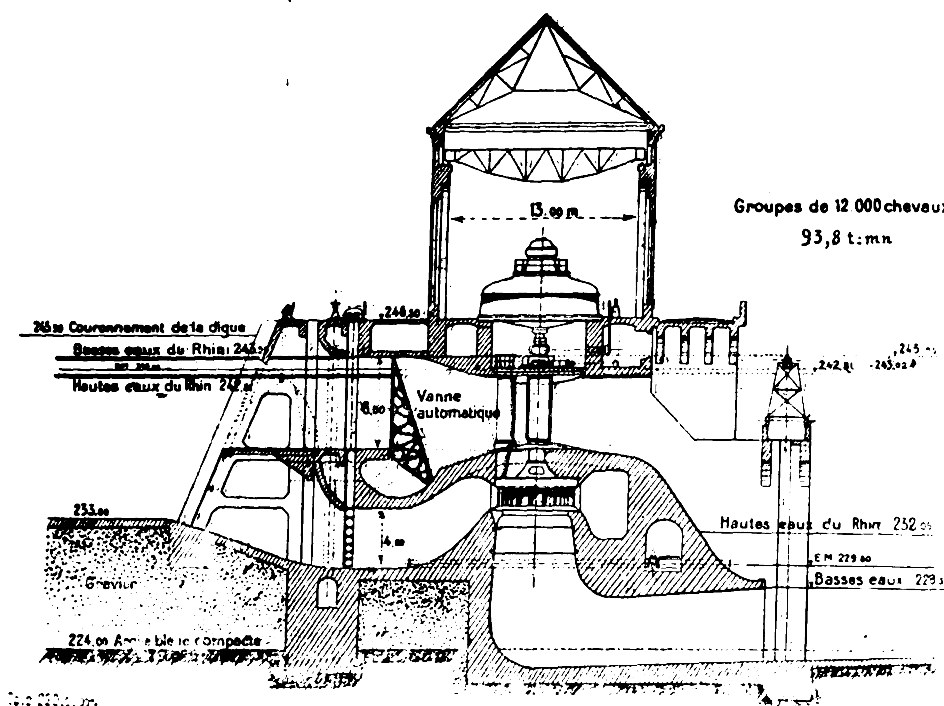


Fig. 5. — Coupe transversale de l'usine-barrage de Kembs (bâtiment des turbines et alternateurs).

Comme dispositif particulier, il y a lieu de signaler celui prévu pour laisser, en cas d'arrêt d'une ou plusieurs turbines, le libre passage au volume d'eau correspondant au débit des turbines arrêtées, de telle sorte que les différentes usines prévues en chapelet sur le canal reste indépendantes l'une de l'autre. Il est constitué par une vanne automatique de fermeture (brevet R. Koechlin et Löcher et Cie) prévue dans chaque chambre entre l'alternateur et la turbine; cette vanne, dont le fonctionnement est évident d'après la figure 5, dispense de l'établissement d'un déversoir spécial et permet d'évacuer, en pleine marche des groupes, la tranche supérieure de l'eau avec les corps flottants (glaces ou branchages, par exemple).

La chute utilisable à Kembs varie de 10,76 m en hautes eaux à 15,68 m, en basses eaux, avec 13,32 m en eaux moyennes.

Écluse de grande navigation. — L'écluse de grande navigation, accolée au bâtiment des turbines, doit avoir une largeur de 25 m et une longueur de 185 m, pour permettre de faire franchir la chute à un train de bateaux composé d'un remorqueur à roues du type actuellement en service, et de deux grands chalands rhénans; l'emplacement d'une seconde écluse également de 25 m de largeur, mais de 100 m seulement de longueur, est réservé pour le cas où la première deviendrait insuffisante.

A l'amont des écluses est prévu un élargissement du

canal à 75 m et un guideau qui sépare le canal d'amenée de l'usine du chenal d'accès de l'écluse, de façon à constituer un garage de 1 000 m de longueur, en eaux mortes. Un dispositif analogue doit constituer à l'aval un garage de 75 m de largeur sur 500 m de longueur.

La rapidité de manœuvre a été particulièrement étudiée, et on compte réaliser le passage d'un convoi d'un bief à l'autre en moins de trente minutes, grâce en particulier à la commande électrique des cabestans pour l'entrée des bateaux et des vannes levantes équilibrées fermant le sas.

Canal de fuite. — Le canal de fuite, à établir à la suite de l'usine-barrage, ramènera les eaux utilisées au niveau du Rhin, en un point situé à 11,8 km de la frontière suisse. Ce canal provisoire, aussi court que possible tout en restant navigable, sera profondément encaissé et nécessitera un minimum de déblais.

VI. Les besoins d'énergie électrique dans la région de l'est de la France. — Il est certain, d'après les statistiques, que la région de l'est de la France voit croître ses besoins en énergie électrique de façon assez rapide, et que les usines actuellement existantes sont insuffisantes, puisque les usines hydroélectriques de Suisse ont pu exporter dans cette région 130 millions de kilowatts-heures en 1922, et 293 millions de kilowatts-heures en 1924.

Il semble donc que si l'on considère la seule usine de Kembs, dont l'achèvement est prévu dans quatre à cinq ans, l'énergie qu'elle pourra produire et qui est évaluée à 600 millions de kilowatts-heures par an sera facilement absorbée dans la région, tant en remplacement de l'énergie achetée en Suisse que pour satisfaire à l'accroissement des besoins à prévoir pour cette époque.

Mais si l'on considère que les sept autres usines prévues auront des puissances de même ordre, et que l'ensemble des huit usines du Rhin pourrait fournir annuellement 4515 millions de kilowatts-heures, on est en droit de se demander si de pareilles quantités d'énergie électrique trouveront leur emploi. Il devient donc indispensable d'examiner de plus près les besoins futurs de la région de l'Est et même des régions voisines qui sont appelées à intervenir grâce au développement des grands réseaux d'interconnexion.

Les statistiques des différents pays d'Europe et d'Amérique font ressortir un accroissement régulier de consommation d'énergie électrique jusqu'à un point de saturation, dont nous sommes en France assez éloignés, puisque la consommation annuelle par habitant ressort à 175 kw-h, alors qu'on a relevé en Norvège 464 kw-h, au Canada 612 kw-h et en Suisse 700 kw-h; cet accroissement se fait à une cadence qui ne correspond pas à moins de 8 à 10 pour 100 par an, c'est-à-dire approximativement au doublement de la consommation en 10 ans.

En France, les statistiques du Ministère des Travaux publics, ainsi que les enquêtes entreprises en 1922 et 1926 par la Société régionale d'Études du Rhin dans la région de l'est, mettent en évidence un accroissement de consommation d'énergie électrique également de 8 pour 100 par an au minimum. Nous sommes donc fondés à admettre le doublement en 10 ans, ce qui conduit, avec 1925 comme point de départ, à prévoir pour 1935 la possibilité d'avoir une demande d'énergie double de celle de 1925. On arrive ainsi, pour la région de l'est proprement dite (Ardennes, Aube, Côte-d'Or, Doubs, Marne, Haute-Marne, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Haute-Saône, Vosges, Belfort, Haut-Rhin, Bas-Rhin, Moselle), à tabler sur des besoins correspondants, pour l'année 1935, à :

Energie totale émise aux usines	2 020 000 000 kw-h
Energie distribuée à la clientèle	1 620 000 000 kw-h
Puissance maximum de jour	600 000 kw
Puissance moyenne de jour	295 000 kw

Si l'on considère, d'autre part, les usines métallurgiques comme une clientèle possible, une évaluation des besoins du seul département de Meurthe-et-Moselle donne une prévision de 250 millions de kilowatts-heures. Il reste une incertitude sur la possibilité de cette clientèle, du fait de la multiplication du nombre des hauts fourneaux et de l'amélioration de l'interconnexion entre les usines du bassin lorrain, faits qui permettent à la Société de Distribution de la Sidérurgie lorraine de prévoir que l'ensemble des usines métallurgiques de la région non seulement suffira à ses propres besoins, mais encore disposera d'excédents d'énergie [1]. Pour tenir compte de l'incertitude, on admettra pour toute la région de l'est le chiffre de prévision indiqué plus haut pour le seul département de Meurthe-et-Moselle.

Enfin, on peut penser que l'électrification des réseaux de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est et de la Compagnie des Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine pourra donner lieu à un supplément de besoins, évalué à 200 millions de kilowatts-heures pour 1 000 km de lignes électrifiées. Bien qu'il soit improbable que cette électrification soit commencée en 1935, on en tiendra également compte pour arriver aux chiffres maxima suivants :

Energie totale émise aux usines	2 520 000 000 kw-h
Energie distribuée à la clientèle . .	2 000 000 000 kw-h
Puissance maximum de jour	775 000 kw
Puissance moyenne de jour	387 000 kw

Une évaluation du développement possible de la consommation d'énergie électrique en France a conduit MM. Arbelot et Maroger [2] à conclure que cette consommation atteignant 9 milliards de kilowatts-heures en 1925 sera certainement doublée en 1935. Les statistiques ont d'autre part établi que la région de l'est considérée représentait en 1923, environ 12 pour 100 de la population française, et 17,8 pour 100 de la con-

[1] Eugène-Victor Roy; Les disponibilités en énergie des usines sidérurgiques et plus particulièrement de celles de l'est de la France. *Revue générale de l'Électricité*, 21 mai 1927, t. XXI, p. 835.

[2] Arbelot et Maroger. Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique (février 1926).

sommation totale d'énergie électrique. En admettant les mêmes proportions pour 1935, on en déduit la possibilité, pour cette époque, de besoins pour la région de l'est se montant à 3 200 000 000 kw-h.

Ce chiffre indique bien la modération des évaluations obtenues précédemment en partant des enquêtes faites dans la seule région de l'est, et montre en particulier que même le chiffre de consommation donné comme un maximum doit être considéré comme une évaluation très prudente.

VII. **Production et prix de revient de l'énergie électrique des usines du Rhin.** — Les graphiques établis en 1923 par le Consortium des Canaux d'Alsace et de Lorraine permettent de déterminer, pour chacune des huit chutes et pour leur ensemble, la valeur de la puissance moyenne mensuelle (en année moyenne) pendant le mois de l'année où elle atteint son maximum, ainsi que l'énergie annuelle susceptible d'être produite au fil de l'eau en année moyenne. Les valeurs correspondantes exprimées en kilowatts ou kilowatts-heures aux bornes des usines du côté de la haute tension, sont données par le tableau I pour l'installation provisoire (canal de fuite relié directement au Rhin) et pour l'installation définitive (après mise en service de l'usine suivante en aval, sauf pour Strasbourg) ; elles ont été

TABLEAU I. — *Caractéristiques des huit usines du Rhin en année moyenne (moyenne de 1904 à 1920)*

DÉSIGNATION DES USINES	Puissance moyenne mensuelle maximum en kilowatts aux bornes haute tension.		Energie annuelle réalisable en millions de kilowatts-heures aux bornes haute tension.	
	Installation provisoire.	Installation définitive.	Installation provisoire.	Installation définitive.
N° 1 Kembs	76 000 (avril)	80 100 (juin-juillet)	607,1	623,7
N° 2 Ottmarsheim	76 00 (avril)	81 100 (id.)	607,1	623,7
N° 3 Fessenheim	80 400 (août)	84 700 (id.)	629,8	647,4
N° 4 Vogelgrün	66 000 (avril)	70 000 (id.)	520,3	537,9
N° 5 Marckolsheim	67 100 id.	71 300 (id.)	529,1	549,3
N° 6 Sundhouse	67 000 id.	71 300 (id.)	531,77	549,3
N° 7 Gerstheim	61 600 id.	65 700 (id.)	482,8	503,7
N° 8 Strasbourg		60 800 (avril) 57 300 (juillet)		480
Total des 8 usines		581 500 (juillet)		4 515

calculées en admettant les rendements moyens suivants :

Turbines	80 pour 100
Alternateurs	92 pour 100
Transformateurs	97 pour 100

On remarquera à ce propos que le Rhin étant un fleuve à régime glaciaire, la puissance maximum est réalisable pendant les mois d'été, tandis que la période d'hiver est celle des basses eaux. La loi de variation de la puissance étant inverse de celle de la demande d'énergie par les consommateurs, on conçoit la nécessité d'une compensation soit par des usines thermiques, soit par des usines hydrauliques à régime complémentaire comme celles du Massif central.

Le tableau II donne les dépenses de premier établissement en millions de francs, calculées avec un coefficient de majoration de 4,5 par rapport aux prix de 1914. En tablant sur 13 pour 100 de charges annuelles (charges financières, intérêt, amortissement, dépenses d'exploitation), il permet de passer au tableau III qui donne le prix de revient approximatif du kilowatt-heure aux bornes des diverses usines, en haute tension avec des utilisations annuelles de 3 000, 4 000 et 5 000 heures.

TABLEAU II. — *Evaluation des dépenses de premier établissement et des charges annuelles des usines du Rhin.*

DÉSIGNATION DES USINES	Dépenses de premier établissement, valeur actuelle en millions de francs.	Charges annuelles, valeur actuelle en millions de francs.
N° 1 Kembs	415,40	53,95
N° 2 Ottmarsheim	404,55	52,59
N° 3 Fessenheim	428,40	55,69
N° 4 Vogelgrün	346,50	45,04
N° 5 Marckolsheim	327,60	42,59
N° 6 Sundhouse	332,10	43,17
N° 7 Gerstheim	317,70	41,30
N° 8 Strasbourg	346,50	45,04
Totaux pour les 8 chutes	2 918,75	379,37

VIII. **Possibilités d'utilisation de l'énergie électrique des usines du Rhin.** — Il reste à examiner de quelle façon pourront être utilisées les diverses usines pour répondre aux besoins de la région de l'est de la France évalués précédemment pour 1935 dans deux

TABLEAU III. — *Prix de revient approximatif du kilowatt-heure, valeur actuelle.*
(y compris redevance de 0,002 fr pour utilisation du barrage) pour diverses utilisations annuelles de la puissance maximum.

DÉSIGNATION DES USINES	UTILISATION ANNUELLE DE 3 000 HEURES		4 000 HEURES		5 000 HEURES	
	Energie produite en millions de kilowatts-heures	Prix de revient du kilowatt-heure en francs.	Energie produite en millions de kilowatts-heures	Prix de revient du kilowatt-heure en francs.	Energie produite en millions de kilowatts-heures	Prix de revient du kilowatt-heure en francs.
N° 1 Kembs	240,3	0,2265	320,4	0,1703	400,5	0,1367
N° 2 Ottmarsheim	243,3	0,2180	324,4	0,1640	405,5	0,1316
N° 3 Fessenheim	254,1	0,2311	338,8	0,1662	423,5	0,1334
N° 4 Vogelgrün	210	0,2166	280	0,1632	350	0,1307
N° 5 Marckolsheim	213,9	0,2090	285,2	0,1508	356,5	0,1212
N° 6 Sundhouse	213,9	0,2036	285,2	0,1532	356,5	0,1230
N° 7 Gerstheim	197,1	0,2112	262,8	0,1590	328,5	0,1275
N° 8 Strasbourg	182,4	0,2490	243,2	0,1874	304	0,1500
Pour l'ensemble	1 755,0	0,2067	2 340,0	0,1555	2 925,0	0,1248

cas, avec et sans la clientèle des usines métallurgiques et des chemins de fer. La première hypothèse sera seule étudiée avec quelques détails; les résultats correspondants dans le second cas seront simplement indiqués.

1. CAS OÙ LA MÉTALLURGIE ET LES CHEMINS DE FER SONT CLIENTS. — La consommation d'énergie électrique prévue pour 1935 serait alors de 2520 millions de kilowatts-heures, pour une puissance maximum de 775 000 kw, ce qui correspondrait à une utilisation de 3250 heures environ de cette puissance maximum.

On supposera que les besoins de la région seront d'abord satisfaits par les usines du Rhin pour tous les cas où la demande de puissance n'excède pas leurs disponibilités; l'appoint serait assuré par des usines thermiques. En outre il sera admis que la fourniture d'énergie se répartit entre les diverses usines au prorata de leur puissance.

L'étude, pour les cas de l'équipement de 1 à 8 usines, a été faite d'après les diagrammes journaliers de charge de la Société des Forces motrices du Haut-Rhin, présentant une utilisation de la puissance maximum de l'ordre de la valeur indiquée plus haut; en 1924 cette société a en effet fourni 164 millions de kilowatts-heures pour une puissance maximum de 50 000 kw, soit une utilisation de 3280 heures. Pour chaque mois de cette année, on établira d'abord, selon la méthode de cette société ([1]), la « courbe de durée des puissances rapportées au jour théorique » (fig. 6); cette courbe s'obtient à partir des trois diagrammes de charge journaliers moyens du mois établis pour un jour ouvrable, un samedi et un dimanche ou jour de fête; pour avoir la durée d'une charge donnée, on ajoute les durées correspondant à cette charge lues sur chacun des trois diagrammes moyens précédents, et multipliées par les coefficients suivants :

4,75/7 pour le cas du jour ouvrable;
1/7 pour le cas du samedi;
1,25/7 pour le cas du dimanche ou jour férié.

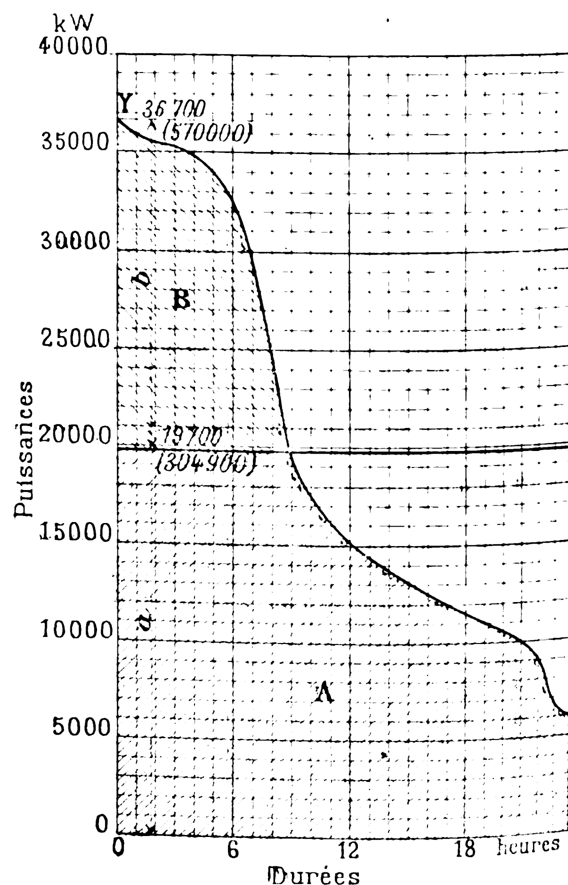


Fig. 6. — Courbe de durée des puissances rapportées au jour théorique du mois de janvier 1924, d'après les graphiques de la Société des Forces motrices du Haut-Rhin.

([1]) René KOECHLIN. *Mécanisme de l'eau et principes généraux pour l'établissement d'usines hydroélectriques*, t. III, Librairie polytechnique Ch. Béranger (Paris).

Le total des trois résultats donne la durée moyenne de la charge considérée pendant le jour théorique du mois correspondant. La figure 6 donne comme exemple

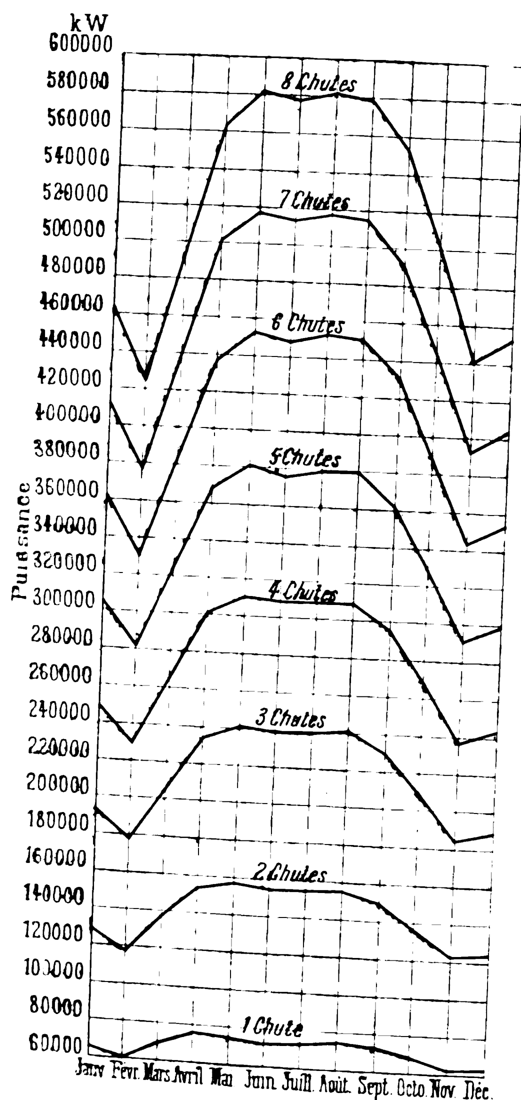


Fig. 7. — Courbes des puissances moyennes mensuelles disponibles aux bornes à haute tension des usines, suivant le nombre de chutes équipées.

la courbe de durée des puissances pour le jour théorique du mois de janvier 1924.

A partir des courbes analogues établies pour les douze mois de l'année, on passera aux courbes relatives aux besoins de la région de l'est de la France en 1935 en admettant que les ordonnées qui donnent les valeurs des puissances nécessaires resteront dans le rapport des puissances maxima de la région (775 000 kw) et du secteur considéré (50 000 kw), soit 15,5. La surface comprise entre la courbe et les axes de coordonnées, évaluée en kilowatts-heures, représente l'énergie à fournir par jour théorique du mois correspondant, tandis que l'ordonnée maximum donne la puissance moyenne des puissances maxima journalières pendant ce mois, la puissance maximum réelle étant donnée par les diagrammes journaliers. Si l'on trace, en outre, comme cela a été fait sur la figure 6, une horizontale dont l'ordonnée (réduite à l'échelle convenable) correspond à la puissance moyenne disponible aux bornes des usines du Rhin pendant le mois considéré, la partie hachurée A située au-dessous de cette horizontale donnera l'énergie pouvant être fournie par ces usines, et la partie hachurée B située au-dessus donnera l'énergie dont la fourniture devra être assurée par le secours d'usines thermiques ou autres. Les puissances moyennes mensuelles disponibles aux bornes des usines du Rhin sont données par les graphiques de la

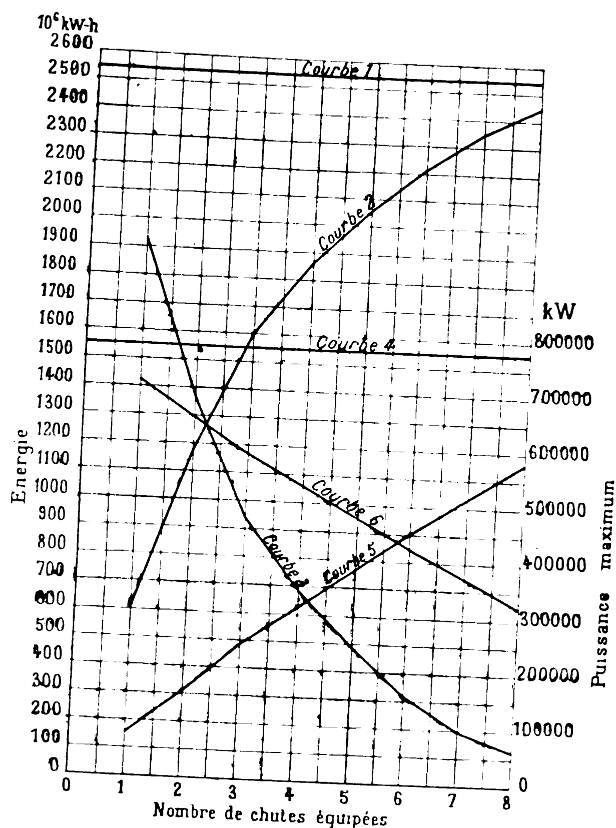


Fig. 8. — Possibilité d'utilisation des usines du Rhin en fonction du nombre de chutes équipées. Courbe 1, énergie totale demandée par la région de l'est de la France, en millions de kilowatts-heures; courbe 2, énergie hydraulique utilisée par la région de l'est, en millions de kilowatts-heures; courbe 3, énergie thermique complémentaire, demandée par la région de l'est, en millions de kilowatts-heures; courbe 4, puissance maximum nécessaire pour la région de l'est, en kilowatts; courbe 5, puissance maximum hydraulique réalisable, nécessaire pour la région de l'est, en kilowatts; courbe 6, puissance maximum thermique complémentaire, nécessaire pour la région de l'est, en kilowatts.

figure 7, en fonction des mois et du nombre de chutes équipées, d'après l'étude faite par le Consortium des Canaux d'Alsace et de Lorraine.

En appliquant la méthode qui vient d'être indiquée, aux douze mois de l'année, et au cas de 1 à 8 chutes équipées, on obtiendra toutes les bases nécessaires à l'examen des possibilités d'utilisation des usines du Rhin. Ces résultats sont résumés par les graphiques des figures 8 et 9.

L'examen des courbes 1, 2 et 3 montre la nécessité, dans tous les cas, d'un appoint assez important d'énergie thermique, ce qui oblige à prévoir, d'après les courbes 4, 5 et 6, pour satisfaire complètement aux besoins de la région de l'Est de la France, une puissance thermique de plus de 700 000 kw si l'on suppose la seule usine de Kembs aménagée en 1935 et d'environ 320 000 kw dans l'hypothèse des huit usines terminées à la même époque. La puissance maximum actuelle des usines à vapeur existantes étant d'environ 200 000 kw, on voit que, dès maintenant, la puissance d'origine thermique doit être augmentées, augmentation allant de 120 000 kw à 500 000 kw suivant l'avancement de l'aménagement des usines du Rhin.

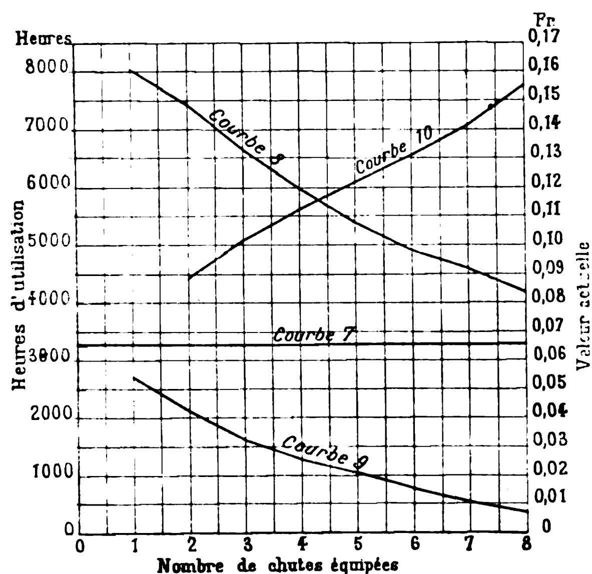


Fig. 9. — Possibilité d'utilisation des usines du Rhin en fonction du nombre de chutes équipées. Courbe 7, utilisation annuelle, en heures, de la puissance maximum nécessaire pour la région; courbe 8, utilisation annuelle, en heures, de la puissance maximum hydraulique nécessaire pour la région; courbe 9, utilisation annuelle, en heures, de la puissance maximum thermique, nécessaire pour la région; courbe 10, prix de revient du kilowatt-heure aux bornes à haute tension, évalué en francs (valeur actuelle).

Les courbes 7 à 10 de la figure 9 montrent, en outre, que pour plus de 5 chutes équipées, l'utilisation de la puissance hydraulique maximum tombe au-dessous de 5 000 heures par an, et que le prix de revient du kilowatt-heure augmente assez rapidement pour atteindre 0,155 fr dans le cas des huit chutes équipées, ce qui est approximativement de l'ordre du prix réalisable par une usine à vapeur moyenne située dans la région, et ayant une utilisation de plus de 3 000 heures par an. Nous tablerons donc sur un prix de revient actuel du kilowatt-heure de 0,16 fr pour une telle usine et nous admettrons qu'il peut s'abaisser de 1 à 2 centimes pour des usines établies sur le carreau des mines, ou très importantes; il faut aussi tenir compte, dans ces derniers cas, de l'élévation à haute tension d'une partie de l'énergie pour sa transmission à grande distance, ce qui ramène le prix du kilowatt-heure aux bornes à haute tension sensiblement à la même valeur que dans le cas, d'abord envisagé, d'une usine moyenne située dans la région qu'elle dessert.

D'autre part, le prix de la transmission de l'énergie à haute tension (120 000 à 150 000 v), pour des quantités de l'ordre de celles envisagées, et avec une utilisation annuelle de l'ordre de 5 000 h s'établirait environ à 0,014 fr par kilowatt-heure et par 100 km. Cette transmission étant obligatoire pour la majeure partie de la production des usines du Rhin, si l'on admet un rayon d'action maximum de 300 km, on voit aussitôt que pour pouvoir concurrencer les usines thermiques situées dans les centres de consommation, il faudrait que les usines hydrauliques du Rhin permissent de ne pas dépasser le prix de 0,13 fr par kilowatt-heure aux bornes à haute tension des usines, correspondant au prix admis pour la production des usines à vapeur, diminué du transport à une distance moyenne supposée de 200 km. En se reportant à la figure 9, on voit immédiatement sur la courbe 10 que ce prix correspond à l'installation des cinq premières usines du Rhin.

On peut donc déjà conclure que, dans les hypothèses admises à la base du calcul, si les besoins probables de la région de l'est doivent permettre en 1935 l'utilisation des huit usines du Rhin, on est limité dans l'aménagement réalisable à cinq usines par le prix du kilowatt-heure qui, au delà, deviendrait prohibitif, en raison de l'utilisation annuelle insuffisante. Il est évident que cette conclusion peut se trouver profondément modifiée par un changement de la situation économique générale, par des variations du prix des travaux à répartir sur une longue période, et enfin par l'accroissement d'emplois encore peu répandus de l'énergie électrique (chauffage par accumulation, séchage industriel, véhicules à accumulateurs) ou même la création d'utilisations nouvelles qui peuvent avoir une influence favorable sur le prix du kilowatt-heure.

Mais il est un autre facteur de limitation du nombre des usines, c'est la possibilité de l'effort financier et industriel à réaliser dans un espace de temps aussi court. En effet, on peut considérer qu'un programme rationnel d'établissement des cinq premières usines devrait échelonner les travaux à peu près comme suit :

1927-1931 Usine de Kembs achevée ;
1929-1933 — n° 2 achevée ;
1931-1935 — n° 3 achevée ;
1934-1938 — n° 4 achevée ;
1936-1940 — n° 5 achevée ;

Ce programme est établi en tenant compte de la possibilité d'utiliser l'outillage des premières usines et le

personnel se trouvant disponible pour les travaux des usines suivantes. Il représente déjà un effort financier et industriel très important et il est douteux qu'il ne puisse être poursuivi dans les circonstances actuelles avec autant de rapidité.

On voit que le nombre d'usines réalisables pour 1935 sera pratiquement limité à 3, d'après ce qui précède, alors que les besoins probables permettraient d'en utiliser cinq dans de bonnes conditions. Il sera donc nécessaire, tout en poussant activement l'aménagement des usines du Rhin, de s'inquiéter de la puissance d'appoint obtenue soit par des extensions des usines à vapeur existantes, soit par l'interconnexion par un réseau à très haute tension avec des usines génératrices prévues ou existantes sur les carreaux des mines ou avec des usines hydrauliques à régime complémentaire.

2. Cas où la métallurgie et les chemins de fer ne sont pas clients. — Il reste à examiner ce cas, qui correspond, comme indiqué précédemment, à une consommation annuelle d'énergie électrique de 2020 millions de kilowatts-heures en 1935, pour une puissance maximum de 600 000 kw, soit à une utilisation de 3350 heures environ de cette puissance maximum.

L'étude serait établie comme dans le premier cas à partir des courbes de durée des puissances rapportées au jour théorique (voir fig. 6) mais en multipliant les ordonnées par le facteur 12 (au lieu de 15,5), qui est le rapport des puissances maxima de la région (600 000 kw) et du secteur des Forces motrices du Haut-Rhin (50 000 kw). On obtiendrait en définitive des graphiques analogues à ceux des figures 8 et 9, mais avec des prix de revient du kilowatt-heure un peu plus élevés.

La conclusion serait qu'il faudrait approximativement limiter à quatre le nombre des usines rationnellement utilisables en 1935 ; ce nombre est encore supérieur à celui que donne le programme optimum de réalisation, et ne modifie pas la nécessité de pousser parallèlement l'aménagement des ressources hydrauliques du Rhin et des secours thermiques ou hydrauliques de régime complémentaire.

IX. Conclusions. — Il semble donc que l'on puisse envisager dès maintenant la construction progressive des cinq premières usines du Rhin, programme de travaux qui s'étend sur une période de quinze ans environ, sans risquer de voir la production dépasser les besoins probables de la consommation dans la région considérée.

Au contraire, ces besoins semblent devoir être tels qu'il faudra en même temps songer à accroître très notablement les sources d'énergie d'appoint d'origine thermique ou autre.

Cette seconde condition peut sembler désavantageuse ; mais il ne faut pas oublier que tout l'effort à faire pour l'aménagement des ressources hydrauliques du Rhin aurait dû, à défaut de celles-ci, être porté sur l'installation de vastes usines génératrices à vapeur. Si l'on songe que la France importe déjà chaque année une quantité de charbon correspondant à un prix d'environ trois milliards de francs, et que la consommation de charbon croît plus vite que la production de nos mines reconstituées, on conviendra qu'il n'est pas sans intérêt pour notre pays de ne pas aggraver délibérément cette lourde charge en négligeant la mise en valeur de ses ressources hydrauliques.

Leur utilisation rationnelle dépend, comme il a été mentionné au cours de cette étude, des possibilités de liaison entre usines de différentes natures, ce qui nous conduit à la réalisation d'un vaste réseau d'interconnexion, question essentielle pour la solution du problème général de la distribution de l'énergie produite, mais dont l'examen sort du cadre que nous nous sommes imposé.

Il est enfin évident que le choix arbitraire de l'année 1935, pour avoir une base stable d'évaluation, ne fixe pas le terme de l'accroissement des besoins en énergie de la région considérée ou des régions limitrophes. La construction de l'usine de Kembs et des autres usines du Rhin répond donc bien à un besoin réel. En outre, il y a lieu de remarquer que le vaste programme d'ensemble envisagé se prête d'une façon particulièrement avantageuse au morcellement des travaux, ce qui permet de les adapter très facilement aux modifications que pourraient nécessiter les circonstances futures.

F. Piot,
Ingénieur E. S. E.

Bibliographie

1. H. Albert ; Le problème de la navigation en amont de Strasbourg. *Cahiers alsaciens*, juillet 1914.

2. Sur un projet d'utilisation des forces motrices du Haut-Rhin. *Revue générale de l'Electricité*, 11 janvier 1919, t. v, p. 1 B.

3. A propos des forces motrices du Rhin. *Revue générale de l'Electricité*, 27 décembre 1919, t. vi, p. 181 B.

4. *Le Rhin français* (Projets d'aménagement du fleuve ; force motrice ; navigation), 1920, 1 volume broché ; librairie Berger-Levrault, Paris.

5. Une opinion suisse sur les projets d'aménagement du Rhin. *Revue générale de l'Electricité*, 10 avril 1920, t. vii, p. 85 B.

6. Ein neues Projekt für einen Wasserkraftausnützungs- und Schiffahrts-Kanal Basel-Strassburg. (Nouveau projet de canal navigable avec utilisation des forces hydrauliques entre Bâle et Strasbourg), *Schweizerische Bauzeitung*, 10 janvier 1920, t. lxxv, p. 18. Analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 1er mai 1920, t. vii, p. 144 D.

7. L'aménagement du Rhin de Huningue à Strasbourg. *Journal des Forces hydrauliques*, septembre 1920, n° 44, p. 9. Analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 23 octobre 1920, t. viii, p. 132 D.

8. Fernand-Jacq ; Le captage des forces hydrauliques du Rhin. *Revue générale de l'Electricité*, 4 juin 1921, t. ix, p. 813.

9. L'aménagement des forces hydrauliques du Haut-Rhin, *Revue générale de l'Electricité*, 17 décembre 1921, t. x, p. 190 B.

10. Technische Grundlagen zur Beurteilung schwei-

zenischer Schiffahrtsfragen (Bases techniques d'appréciation des questions de grande navigation fluviale pour la Suisse) *Schweizerische Bauzeitung*, 14, 21, 28 mai, 4, 11, 18 et 25 juin 1921, t. LXXVII, p. 217, 234, 243, 259, 271, 292 et 304.

11. Die Rhein-Regulierung Strassburg-Basel nach dem schweizerischen Projekt vom September 1921. La régularisation du Rhin entre Strasbourg et Bâle d'après le projet suisse de septembre 1921). *Schweizerische Bauzeitung*, 12 et 19 août 1922, t. LXXX, p. 71 et 84. Analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 7 avril 1923, t. XIII, p. 110 D.

12. Zur Lösung der Rheinfrage (La solution de la question du Rhin). *Schweizerische Bauzeitung*, 4 novembre 1922, t. LXXX, p. 217. Analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 18 août 1923, t. XIV, p. 235.

13. ANTOINE; *L'aménagement du Rhin de Bâle à Strasbourg*; *Le Grand Canal d'Alsace*, 1922, 1 volume broché, librairie Berger-Levrault, Paris.

14. K. KUPFERSCHMID; Die Ausnützung der Wasserkräfte des Rheins oberhalb Strassburg (L'exploitation de la puissance du Rhin en amont de Strasbourg). *Elektrotechnische Zeitschrift*, 14 décembre 1922, t. XLIII, p. 1483. Analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 5 mai 1923, t. XIII, p. 143 D.

15. A. TENOT; Historique du Grand Canal d'Alsace et en particulier du projet hydroélectrique de Kembs sur le Rhin. *La Houille blanche*, septembre-octobre 1923, t. XXII, p. 161.

16. L. GROSCHUPF; Die Entwicklung der Rheinschiffahrt nach Basel (Le développement de la navigation rhénane vers Bâle). *Schweizerische Bauzeitung*, 10, 17 et 24 novembre 1923, t. LXXXII, p. 243, 258 et 272.

17. A. LIBAULT; *Le Rhin et le Grand Canal d'Alsace*, 1924, 1 volume broché, 105 pages; librairie Berger-Levrault, Paris.

18. A. TENOT; L'aménagement du Rhin entre Bâle et Strasbourg pour la grande navigation internationale et pour l'utilisation de son énergie. *Arts et Métiers*, novembre 1924, t. LXXVII, p. 403. Analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 4 avril 1925, t. XVII, p. 182 D.

19. Zur Rheinschiffahrt Strassburg-Basel (La navigation du Rhin entre Strasbourg et Bâle). *Schweizerische Bauzeitung*, 14 mars 1925, t. LXXXV, p. 137. Analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 30 mai 1925, t. XVII, p. 214 D.

20. H. BERTSCHINGER; Die Niederwasser-Regulierung des Rheins zwischen Strassburg und Basel nach dem Ausführungs-Entwurf 1924 (Régulation du Rhin entre Bâle et Strasbourg d'après le projet suisse de 1924). *Schweizerische Bauzeitung*, 4 et 11 avril 1925, t. LXXXV, p. 179 et 194. Analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 11 juillet 1925, t. XVIII, p. 11 D.

21. Aménagement des forces motrices du Rhin. *Revue générale de l'Electricité*, 3 janvier 1925, t. XVII, p. 4 B.

22. L'aménagement du Rhin en aval de Bâle. *Revue générale de l'Electricité*, 14 février 1925, t. XVII, p. 51 B.

23. CH. DANTIN; L'aménagement du Rhin entre Bâle et Strasbourg. Le Grand Canal d'Alsace. *Le Génie civil*, 26 décembre 1925, t. LXXXVII, p. 555. Analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 17 avril 1926, t. XIX, p. 145 D.

24. Aménagement des forces motrices du Rhin. *Revue générale de l'Electricité*, 11 décembre 1926, t. XX, p. 187 B.

25. GENISSIEU; *La Navigation du Rhin*, numéro spécial 15 août 1926.

26. ARBELOT et MAROGER; Rapport présenté à l'Association nationale d'Expansion économique, février 1926.

27. Rapports présentés au Conseil national économique, session du 7-9 février 1927 :

H. CAHEN; Sur la production hydraulique et la distribution de l'électricité et sur la production de l'électricité au moyen des gaz de hauts fourneaux. *Revue générale de l'Electricité*, 23 avril 1927, t. XXI, p. 671.

G. TOCHON; L'aménagement des chutes d'eau et la crise actuelle. *Revue générale de l'Electricité*, 7 mai 1927, t. XXI, p. 753.

E.-V. ROY; Les disponibilités en énergie des usines sidérurgiques et plus particulièrement de celles de l'est de la France. *Revue générale de l'Electricité*, 21 mai 1927, t. XXI, p. 835.

Revues, analyses et informations

Nouveau joint pour câble à un seul conducteur à la tension de 132 000 v (1).

I. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LE PROBLÈME A RÉSOUDRE. — Le raccordement de deux câbles à un seul conducteur peut être réalisé à l'aide d'un joint tel que celui représenté schématiquement sur la figure 1. En 1, on voit le manchon; l'espace 2 doit être garni d'isolant jusqu'au diamètre primitif. La méthode de préparation des extrémités des câbles consiste à tailler l'isolant en biseau ou en gradins. Ce premier travail une fois exécuté, il faut ajouter en 3 un supplément d'isolant sous forme de ruban; on peut aussi employer des tubes ou une combinaison de tubes et de ruban. On passe sur le tout un manchon métallique dont les deux extrémités sont rabattus sur l'enveloppe de plomb et on garnit l'intérieur avec du compound. Cette opération est suffisante pour les plus basses tensions.

Cependant, quand les tensions s'élèvent, il apparaît un nouveau point faible, dû à une concentration des contraintes là où l'électrode extérieure change de diamètre, c'est-à-dire sous la partie inclinée A B de la figure 1. Pour les tensions

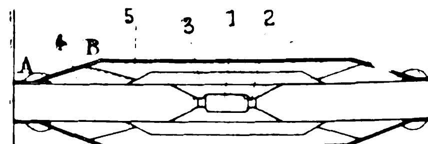


Fig. 1. — Coupe schématique d'un joint de câble à un seul conducteur.

moyennes, il faut élargir la chemise de plomb de façon à réduire la contrainte électrique dans cette région et, en fait, on a créé des boites de jonction qui sont, pratiquement, le prolongement de l'enveloppe de plomb et se comportent comme celle-ci. Toutes les difficultés ne sont pourtant pas

(1) Donald-M. SIMONS. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, mars 1927, t. XLVI, p. 252-257, 4200 mots, 6 fig.

éliminées par ce moyen, car, si la tension est encore plus élevée, on constate que, dans la région conique A B où le raccord en plomb peut être soumis à un excès de contrainte, il y a disruption de l'huile ou du compound, ce qui peut entraîner la perforation du câble ou un arc de contournement amorcé sur le manchon 1.

Le processus de ce phénomène intéressant paraît être le suivant : tout liquide isolant est caractérisé par une diminution de sa rigidité diélectrique quand son épaisseur augmente; or, on applique une certaine tension entre le conducteur et l'électrode extérieure qui est constituée, dans le câble, par son enveloppe de plomb et, dans la plus grande partie du joint, par le manchon de raccordement. Toutefois, la région A B est de forme conique et, si l'on progresse de A vers B, il se trouve que la tension supportée par l'huile ou le compound est de plus en plus élevée, tandis qu'elle est de plus en plus faible pour l'isolant du câble réalisé en usine; en même temps, l'épaisseur de l'huile ou du compound croît progressivement dans ce même sens, mais, d'après la remarque ci-dessus, sa contrainte de disruption diminue progressivement et, à un moment donné, il se produit une perforation qui provoque un défaut dans le câble. L'auteur a eu une démonstration frappante de la justesse de ce principe en préparant des bornes pour des câbles à très haute tension. Le cas est schématisé en figure 2 qui représente la

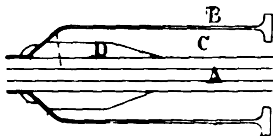


Fig. 2. — Dessin schématique d'une borne pour câble à très haute tension.

cosse métallique montée à l'extrémité de la borne. A est le conducteur; B, la cosse dont l'intérieur était rempli d'huile : naturellement, il y aurait eu perforation dans la région où la partie conique de la cosse se rapproche du câble, si l'on n'avait pas pris la précaution de l'enrober, de la façon indiquée en D, dans un matériau fibreux saturé. Le diamètre de cette garniture n'a pas pu être augmenté autant que l'auteur l'aurait désiré à cause du collet que l'on voit à la droite de B, mais il espérait en avoir assez fait pour améliorer les conditions. A peine la tension fut-elle appliquée qu'une perforation se produisit suivant le trajet tracé en pointillé sur la figure 2, c'est-à-dire que la disruption a traversé plus facilement la couche d'isolant du câble de 2,54 cm d'épaisseur, la fibre saturée de 4 cm d'épaisseur et, enfin, une épaisseur d'huile d'environ 2,54 cm plutôt que l'isolant seul du câble qui n'avait que 2,54 cm d'épaisseur.

On empêchera la disruption de l'huile sous la partie conique du manchon en garnissant cette région d'un matériau solide tel que du papier en ruban, de la toile vernissée ou de la mèche imprégnée, comme on le voit en 4 sur la figure 1. L'efficacité de ces matériaux est due à deux causes : d'abord, ils ont un pouvoir inducteur spécifique supérieur à celui de l'huile liquide, ce qui a pour conséquence de diminuer la tension à laquelle ils doivent résister; en second lieu, leur insertion a pour effet de partager l'huile en couches minces, et on évite ainsi le danger de l'abaissement de la rigidité diélectrique signalé plus haut pour les tranches d'huile épaisses.

La question qui se pose ensuite est de savoir comment appliquer ce principe. Dans un joint bien connu employé avec succès pour les hautes tensions, on a résolu la difficulté en formant un cône avec de la mèche de chandelle à chaque extrémité du joint; le manchon était coupé en deux parties égales perpendiculairement à l'axe du tube et chaque moitié était appuyée sur la masse plus ou moins flexible de la mèche qui prenait alors la forme conique A B.

On peut faire deux objections à cette méthode excellente en soi et qui a parfaitement rempli le but pour lequel elle avait été imaginée; d'abord, son application exige un temps considérable; ensuite, elle ne permet pas l'emploi du papier en ruban ou de la toile vernissée, doués cependant d'une bien plus grande rigidité diélectrique, mais d'une manipulation encore plus compliquée; ainsi, il est pratiquement impossible de donner aux extrémités du papier un profil qui épouse exactement la surface AB laquelle peut être quelconque d'ailleurs; dans le cas où la matière employée est enroulée en cône, il faut prévoir, suivant l'auteur, sa métallisation jusqu'à une certaine distance et ces opérations sont difficiles à effectuer sur le terrain.

Donc, dans un joint à très haute tension, il n'y a pas seulement à veiller à l'isolement des régions 2 et 3 de la figure 1, mais on doit s'arranger pour assurer aussi celui des deux régions 4 situées à l'intérieur du cône A B. On se rend compte que tout ce travail, s'il doit être exécuté à la main, requiert un temps considérable.

II. Nouveau joint. — Dans le nouveau joint, l'isolement des régions 2, 3 et 4 et la métallisation sont obtenus en appliquant, à la machine, l'isolant préparé en feuilles. Le joint est représenté schématiquement sur la figure 3; il a environ 101 cm de longueur, la distance comptée entre les bords de la chemise de plomb étant de 96 cm; le diamètre intérieur du manchon en plomb enfilé sur l'isolant du joint est de 5 cm, l'isolant est appliqué sur une longueur de 90 cm et une épaisseur de 2,54 cm; le diamètre du conducteur de la couche de l'isolant original du câble mesure 2,54 cm.

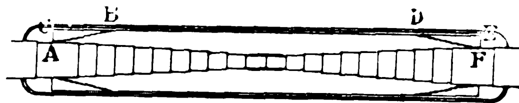


Fig. 3. — Représentation schématique d'un joint pour câble à très haute tension (132000 V).

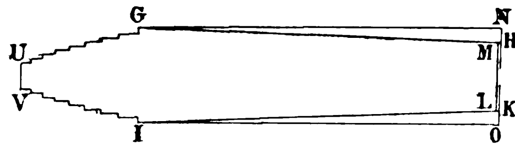


Fig. 4. — Schéma d'une feuille de papier imprégné TGNOV, déroulée et telle qu'on l'emploie pour l'isolement du joint de la figure 3. La partie de gauche est découpée en gradins qui s'adaptent exactement aux gradins du joint quand on enroule la feuille autour de ce dernier. Les lignes GH et IK sont constituées par de minces rubans d'étain collés au papier. La région HKLM est recouverte d'étain en feuilles.

Le raccord est d'un type courant; sur les extrémités biseautées du joint, on applique tout d'abord, à la main, quelques couches de papier ordinaire et du jute saturé, de façon à réaliser un cylindre uni jusqu'au premier gradin. A partir de ce joint et jusqu'à la surface CE (fig. 3), on enroule, sur toute la largeur du joint, un long rouleau de papier imprégné d'une seule pièce et, comme le montre le schéma de la figure 4 qui n'est pas à l'échelle, découpé en

gradins qui s'adaptent à ceux de la figure 3. Le rouleau a 4950 cm de longueur et 90 cm de largeur ; en pratique, on le découpe à la machine au moment de la pose, ce qui permet de réaliser un ajustement parfait ; après l'enroulement, on obtient un solide tube de papier muni de capots métalliques représentés en AB et DF sur la figure 3; la surface extérieure BD se trouve également métallisée du fait qu'elle est formée par la région HKLM de la figure 4. Une fois que tout le rouleau a été appliqué, on fait glisser sur le tout un manchon métallique de construction courante et d'un diamètre suffisant pour laisser contre CE un certain jeu qui est alors comblé avec un compound à faibles pertes diélectriques. Ce compound peut être dur si on le désire; le joint ne demande alors aucun entretien le compound étant complètement à l'abri de la contrainte appliquée au joint. La question d'un compound approprié ne se pose pas pour ce joint.

L'auteur donne alors une description complète de la machine automatique et de son mode de fonctionnement ;

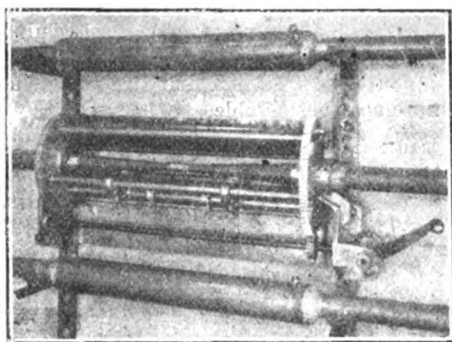


Fig. 5. — Photographie montrant une machine à enrouler automatiquement du papier autour des joints, installée dans un trou d'homme.

nous lui empruntons seulement la photographie de la figure 5 qui représente l'appareil installé à pied d'œuvre dans un trou d'homme. — B. C.

Essais de disjoncteurs ultrarapides (¹).

1. Description d'un modèle de disjoncteur ultrarapide. — L'appareil dont il est question dans l'article qui nous occupe est un modèle établi par l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft dont une description détaillée a été publiée l'an dernier dans « Elektrotechnische Zeitschrift » (²). Nous en rappelons le principe ici. Le levier de l'interrupteur proprement dit, dont les contacts sont en K (fig. 1), est maintenu fermé par un électroaimant dont la bobine H est parcourue par du courant continu. L'effort de rappel dudit levier dans la position d'ouverture est dû au ressort Z, qu'équilibre donc la force attractive de l'électroaimant. Le courant principal passe aux contacts K, puis dans la bobine de soufflage B et dans la bobine S ; le flux créé par cette dernière bobine s'oppose à celui dû à la bobine H du côté de l'armature mobile de l'électroaimant et s'ajoute au contraire à ce flux à l'intérieur de la bobine H, de telle façon que toute augmentation brusque du courant dans S crée par induction dans la bobine H un courant de sens inverse à celui du courant continu qui la parcourt. Ainsi se trouve réalisée la relation qui doit exister entre la rapidité de l'augmentation du courant dans le circuit principal et la force qui provoque le déclenchement. La bobine P, en dérivation sur la bobine S, contribue à accroître encore l'influence de la durée de l'établissement du courant de rupture sur cette force.

(¹) Alfred Cohn. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 24 février 1927, t. XLVIII, p. 233-237, 5 000 mots, 13 fig.

(²) Georg Graf. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 25 février 1926, t. XLVII, p. 228-231 ; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 8 mai 1926, t. XIX, p. 175-176 D.

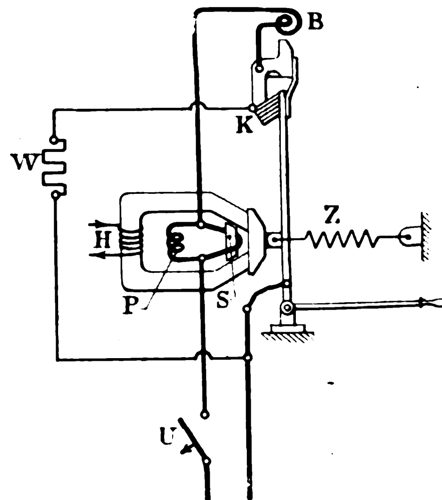


Fig. 1. — Schéma du disjoncteur ultrarapide de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.

En W est figurée une résistance de choc et en U, un deuxième interrupteur, commandé par le dispositif de disjonction et dont le rôle est de couper le courant qui s'est établi dans la résistance de choc après la rupture de l'interrupteur principal.

2. Résultats d'essais. — Tout disjoncteur ultrarapide est défini par la durée de rupture du courant. A ce propos, il convient de remarquer que cette durée comprend en fait deux stades : le premier est le temps qui s'écoule depuis l'instant où le courant commence à augmenter jusqu'à celui où les contacts sont rompus; le deuxième, le temps nécessaire à l'extinction de l'arc de rupture. L'auteur désigne sous les noms de « durée de rupture mécanique » et de « durée de l'arc » ces deux stades et déduit d'oscillogrammes relevés au cours d'essais les valeurs de l'un et l'autre de ces temps. C'est ainsi qu'il trouve pour un appareil du type de 1 000 A, qui a été essayé avec deux commutatrices en série, de 375 kw chacune, 800 v, 42 p : s, une durée de rupture mécanique de 6,1 ms et une durée de l'arc de 16,7 ms; la tension maximum atteinte a été de 1 900 v et le courant maximum de court-circuit, de 16 000 A.

Le modèle de disjoncteur que nous venons de décrire est tout indiqué pour la protection des redresseurs à vapeur de mercure couplés en parallèle. L'appareil est intercalé en série entre le point neutre du transformateur qui alimente le redresseur considéré et la barre négative du côté du courant continu; il déclenche s'il se produit un retour d'énergie par suite d'un défaut de fonctionnement du redresseur résultant de ce que le vide à l'intérieur du redresseur est imparfaitement assuré. On constate sur un oscillogramme reproduit dans l'article qui nous occupe que la durée de rupture mécanique est de 5,1 ms, celle de l'arc, de 6,3 ms. Si l'on tient compte du temps qui s'écoule entre le moment où le courant de retour s'établit et celui où il atteint l'intensité de déclenchement, on trouve pour la durée totale du phénomène jusqu'à l'extinction de l'arc 32,8 ms.

D'après un autre oscillogramme, cette durée n'a été que de 11,9 ms; les contacts se sont rompus après 4,1 ms. — A. C.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Société avignonaise d'Electricité.

Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1927.

D'après le rapport annuel de cette société, au capital de 4 800 000 fr et dont le siège social est à Avignon, 15, place de la Principale, l'exploitation du réseau a été assurée au cours de l'exercice 1926 dans des conditions satisfaisantes. Le développement de la clientèle a pris des proportions très importantes : le nombre des abonnés étant passé de 7 416 au 31 décembre 1925 à 8 543 au 31 décembre 1926, soit une augmentation de 1 127 abonnés en 1926.

L'éclairage municipal s'est aussi développé et le nombre des lampes installées a été porté à 1 150.

Afin d'accroître la sécurité de la distribution, un nouveau câble a été installé entre la porte Saint-Lazare et la sous-station de la Principale, doublant celui déjà existant. Une nouvelle batterie d'accumulateurs a été également installée dans deux immeubles, achetés dans ce but et situés en face de la sous-station de la Principale.

Au cours de l'exercice a eu lieu une augmentation de capital, pour une valeur de 2 400 000 fr. Cette souscription a eu lieu avec un plein succès, de sorte que le capital de la société est, ainsi que nous l'avons mentionné plus haut, de 4 800 000 fr, divisé en 48 000 actions de 100 fr.

L'examen du compte de profits et pertes montre que les recettes de l'exercice se sont élevées à 3 704 737,90 fr et les dépenses, y compris les frais généraux, provisions et amortissements, à 2 919 092,87 fr, laissant un solde créditeur de 785 645,03 fr, contre 638 209,04 fr pour l'exercice précédent (1).

Sur ce solde il y a lieu de prélever : 11 652,30 fr pour intérêt des obligations; 16 500 fr pour amortissements de 33 obligations; 13 660,59 fr pour solde du compte intérêt et divers; 100 000 fr pour le fonds d'amortissement et 100 000 fr à la réserve pour amortissement des actions, de sorte qu'il reste un bénéfice s'élevant à 543 832,14 fr.

Après prélèvement de 5 pour 100, soit 27 191,60 fr pour la réserve légale, le solde, auquel s'ajoute le report de l'exercice précédent, de 8 487,78 fr, donne un total disponible de 525 128,32 fr.

La répartition en est la suivante : un premier dividende de 6 pour 100 aux actions, soit 144 000 fr; 10 pour 100 du reste au conseil, soit 37 264,05 fr; 125 000 fr affectés à la réserve spéciale; un dividende supplémentaire de 6 pour 100 aux actions et prise en charge de l'impôt sur le revenu, soit 207 219,51 fr.

Il reste une somme de 11 644,76 fr qui est reportée à nouveau.

Le dividende s'élève donc à 12 fr par action, mis en paiement depuis le 30 juin 1927 sous déduction de la taxe de transmission pour les titres au porteur.

(1) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 28 août 1926, t. XX, p. 325.

Bilan au 31 décembre 1926.

Actif.

	fr
Frais de constitution, de premier établissement et apports	1 »
Mobilier et outillage	1 »
Installations de la concession	5 546 151,13
Approvisionnements	164 788 »
Matériel en location	353 783,11
Caisse et banques	92 838,95
Débiteurs divers	621 068,63
Comptes divers et d'ordre	54 661,22
	6 833 293,04

Passif.

	fr
Capital	2 400 000 »
Obligations (1re série)	92 500 »
Obligations (2e série)	149 500 »
Réserve légale	126 636,59
Fonds d'amortissement	383 000 »
Réserve pour amortissement des actions	100 000 »
Réserve spéciale	575 000 »
Réserve immobilisée	944 298,35
Créditeurs divers	1 510 038,18
Profits et pertes :	
Exercice 1926	543 832,14
Report exercice 1925	8 487,78
	6 833 293,04

Compagnie d'Entreprises électromécaniques.

Assemblée générale ordinaire du 3 mai 1927.

Dans son rapport annuel, cette compagnie, au capital de 10 millions de francs et dont le siège est à Paris, 12, rue Portalis, signale que, au cours de l'exercice 1926, la plus grande partie de son activité a été consacrée à la construction de lignes de transmission d'énergie et de réseaux de distribution.

La compagnie a continué les travaux de montage et de construction de postes de transformation qui lui avaient été confiés par la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans. Cette compagnie lui a confié, au cours de l'exercice, de nouvelles commandes, notamment pour les sous-stations de traction situées entre Etampes et Vierzon.

Elle a reçu également des commandes importantes de travaux de génie civil et a été, en particulier, chargée par le Service spécial d'Aménagement de la Haute-Dordogne, de la construction d'un barrage de compensation en aval de l'usine de Coindre. Les travaux ont été interrompus par la mauvaise saison.

La Société des Etains et Wolfram du Tonkin lui a confié l'équipement d'une usine hydroélectrique sur le Song-Niao, dans le Haut-Tonkin, conformément au projet qui avait été établi.

En Algérie, la compagnie a poursuivi l'établissement de 250 km de lignes de transmission d'énergie électrique sur poteaux en ciment armé, dont elle a été chargée par MM. Lebon et Cie.

En Espagne, la Société Aluminio Espanol lui a confié la construction des bâtiments de son usine de Sabinanigo et la compagnie a entrepris la construction de deux usines hydroélectriques dans la province de Ségovie, dont l'une comporte un barrage à contreforts de 35 m de hauteur.

L'examen du bilan montre que l'exercice 1926 se solde par un bénéfice d'exploitation de 579 217,46 fr contre une perte de 426 230,45 fr pour l'exercice précédent [1]. Après amortissement de cette perte, 152 158,80 fr ont été portés aux amortissements, de sorte qu'il ne reste qu'un solde de 828,21 fr qui a été reporté à nouveau.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif

	fr
Actif liquide	688 100,68
Effets en portefeuille	513 583,55
Portefeuille titres	2 650 107,92
Débiteurs divers	5 410 693,53
Dépenses sur affaires en cours	4 821 664,96
Marchandises en magasin	87 888,54
Immobilisations	1 203 649,70
	15 375 688,88

Passif

	fr
Capital social	10 000 000 »
Effets à payer	918 073,15
Créditeurs divers et comptes d'ordre	4 434 979,93
Réserve légale	21 807,59
Profits et pertes	828,21
	15 375 688,88

Société roubaisienne d'Eclairage par le Gaz et l'Electricité.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 17 JUIN 1927.

Du rapport concernant l'exercice 1926 de cette société au capital de 4 millions de francs, et dont le siège est à Paris, 12, rue d'Aguesseau, nous extrayons les renseignements qui suivent :

En raison des hauts prix de vente des sous-produits en 1926, les résultats de l'exploitation du gaz d'éclairage sont supérieurs à ceux de l'an dernier [2], malgré une très légère diminution des besoins en gaz de la clientèle.

Le nombre de mètres cubes de gaz vendus en 1926 s'est élevé à 10 698 223 contre 10 981 419 en 1925.

Pour ce qui concerne l'exploitation électrique, l'énergie vendue au cours de l'année 1926 s'est élevée à 7 365 500 kw-h, contre 6 489 562 kw-h en 1925, soit 13,5 pour 100 d'augmentation.

Ce développement des ventes nécessite chaque année l'exécution d'importants travaux qui obligent à faire des immobilisations auxquelles l'aisance de la trésorerie permet heureusement de faire face.

Bien que cela n'intéresse pas l'exercice 1926, il y a cependant lieu de signaler que le Comité central de Préconciliation a examiné au début de 1927 le dossier de demande d'indemnité pour dommages de guerre. Le montant de l'indemnité semble devoir atteindre sensiblement les chiffres prévus et le conseil espère pouvoir liquider ces comptes en 1927.

Les produits de l'exercice 1926 ressortent à 2 609 720,13 fr qui se répartissent comme il suit : 50 000 fr au fonds d'amortissement; 5 pour 100 à la réserve légale, soit 127 985 fr; un premier dividende de 5 pour 100 aux actions, soit 200 000 fr.

Sur le solde, 15 pour 100 sont prélevés en faveur du conseil d'administration, soit 334 760,12 fr.

Il reste un montant de 1 896 974 fr qui, joint au solde disponible des exercices antérieurs, soit 489 858,66 fr, forme un total de 2 386 832,66 fr sur lequel il est prélevé la somme nécessaire pour distribuer un premier dividende complémentaire de 3 pour 100, soit 120 000 fr et pour payer l'impôt sur le dividende correspondant aux 8 pour 100 net prévus par l'article 54, soit 43 636,26 fr.

Il reste un solde de 2 223 196,30 fr sur lequel 440 000 fr sont portés à une réserve spéciale pour régularisation du dividende; 600 000 fr sont distribués aux actionnaires comme dividende supplémentaire et 600 000 fr sont versés à la Ville suivant les conventions de l'avenant.

Il reste une somme de 583 196,30 fr qui est reportée à nouveau.

Un acompte de 8 pour 100 net ayant été mis en paiement au mois de décembre dernier, sous déduction de la totalité de la taxe de transmission, il reviendra à chaque action, par suite du dividende complémentaire de 600 000 fr, une somme de 30,75 fr net par action nominative ou au porteur.

Ce solde est payable depuis la date du 20 juin 1927, contre remise du coupon n° 22.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif.

	fr
Terrains et immeubles	75 417 »
Electricité	8 064 825,84
Gaz	5 030 038,93
Mobilier et outillage	1 »
Frais de premier établissement et de constitution de la société	1 »
Redevance initiale à la ville de Roubaix	1 »
Frais d'émission et prime de remboursement des obligations	428 912,09
Cautionnement à la ville de Roubaix	526 500 »
Portefeuille	248 806,95
Caisses et banques	2 213 358,09
Abonnés	3 609 114,40
Clients divers	676 865,63
Débiteurs divers	870 530,08
Impôts sur titres	74 817,09
Magasins et approvisionnements	1 044 406,29
Travaux de reconstitution	2 726 186,31
Réquisitions de l'autorité allemande	1 717 058,15
Dommages de guerre	45 337 »
	27 352 236,85

Passif.

	fr
Capital actions	4 000 000 »
Obligations en circulation	3 519 500 »
Obligations remises à la ville de Roubaix pour cautionnement	526 500 »
Réserve légale	313 210,14
Fonds d'amortissement général actions	1 241 611,48
Fonds d'amortissement général obligations	1 426 000 »
Fonds de renouvellement du matériel	4 613 271,37
Fonds spécial de prévoyance	882 620,86
Réserve pour régularisation du dividende	200 000 »
Fournisseurs	606 394,36
Cautionnements	371 712,10
Coupons d'obligations	51 841,46
Coupons d'actions	45 984,98
Créditeurs divers	2 098 380,01
Acomptes sur dommages de guerre	3 398 746,23
Profits et pertes (compte indisponible)	956 885,08
Bénéfices reportés	489 858,66
Résultats de l'exercice	2 609 720,12
	27 352 236,85

[1] Voir *Revue générale de l'Electricité*, 30 octobre 1926, t. XX, p. 646.

[2] Voir *Revue générale de l'Electricité*, 11 septembre 1926, t. XX, p. 387.

SECTION DE LÉGISLATION

Législation, jurisprudence, réglementation

Décret portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et abrogeant les décrets des 3 avril 1908, 24 avril 1923 et 14 octobre 1924.

Voici le texte de ce décret, en date du 29 juillet 1927 et publié au « Journal officiel » du 17 août 1927, pages 8757 à 8766.

Le Président de la République française,

Sur le rapport des ministres des Travaux publics, de l'Intérieur, de l'Agriculture, du Commerce et de l'Industrie,

Vu la loi du 15 juin 1906 (complétée et modifiée par les lois des 19 juillet 1922, 27 février 1925 et 13 juillet 1925, art. 298), sur les distributions d'énergie, et notamment l'article 18, paragraphes 1er, 2°, 4°, 5°, 6° et 8°;

Vu le règlement d'administration publique en date du 3 avril 1908 (1), rendu pour l'application de ladite loi, ensemble le décret du 27 septembre 1926 (art. 1er) en modifiant l'article 4;

Vu le règlement d'administration publique en date du 24 avril 1923 (modifié par le décret du 14 octobre 1924), rendu pour l'application de la loi susvisée en ce qui concerne les concessions de transport d'énergie électrique à haute tension accordées par l'Etat;

Vu la loi de finances du 3 août 1926, et notamment l'article 1er;

Vu le décret du 5 novembre 1926, pris par application de la loi précitée, et notamment les articles 58 et 63 (2);

Vu l'avis du Comité d'Electricité en date du 15 octobre 1926;

Le Conseil d'Etat entendu,

(1) Règlement d'administration publique en date du 3 avril 1908. Voir P. Bougault: *Manuel des autorisations de voirie*, p. 307.

(2) Nous rappelons que les différents textes des lois qui viennent d'être cités ont été publiés dans ces colonnes. Voir à ce sujet :

P. Bougault: Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie avec les modifications contenues dans les lois subséquentes. *Revue generale de l'Electricite*, 22 août 1925, t. xviii, p. 322-328.

Loi du 19 juillet 1922 autorisant la création de réseaux de transmission d'énergie à haute tension et modifiant la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie. *Revue generale de l'Electricite*, 16 septembre 1922, t. xii, p. 414.

Loi du 27 février 1925 ayant pour objet de modifier et de compléter la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie. *Revue generale de l'Electricite*, 14 mars 1925, t. xvii, p. 430-432.

Loi de finances du 13 juillet 1925, art. 298. *Revue generale de l'Electricite*, 19 septembre 1925, t. xviii, p. 503.

Décret du 27 septembre 1926 portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 27 février 1925. *Revue generale de l'Electricité*, 23 octobre 1926, t. xx, p. 605.

Décret du 14 octobre 1924 modifiant le décret du 24 avril 1923, portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 en ce qui concerne les concessions de transport d'énergie. *Revue generale de l'Electricite*, 15 novembre 1924, t. xvi, p. 807.

Le décret du 5 novembre 1926 dit de décentralisation administrative et les distributions d'énergie. *Revue generale de l'Electricite*, 22 janvier 1927, t. xxi, p. 157-159.

Décrète :

CHAPITRE I. — AUTORISATIONS POUR LES LIGNES ÉTABLIES EXCLUSIVEMENT SUR TERRAINS PRIVÉS.

Forme et présentation de la demande.

ART. 1er. — Toute demande en autorisation pour les ouvrages de distribution d'énergie électrique à établir exclusivement sur des terrains privés, mais à moins de 10 m de distance horizontale d'une ligne télégraphique ou téléphonique préexistante est adressée en double expédition au préfet qui la transmet immédiatement à l'ingénieur en chef du Contrôle.

Elle est accompagnée d'un plan indiquant le tracé de la ligne et d'un état de renseignements, conforme au modèle arrêté par l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones, après avis du Comité d'Electricité.

Instruction de la demande.

ART. 2. — L'ingénieur en chef du Contrôle, après avoir constaté que les ouvrages projetés rentrent dans la catégorie prévue, par le titre II de la loi du 15 juin 1906 transmet le dossier à l'ingénieur en chef des télégraphes; celui-ci formule son avis sur les conditions techniques auxquelles doit satisfaire l'installation en vue d'éviter les troubles dans le fonctionnement des lignes télégraphiques ou téléphoniques préexistantes; il indique, s'il y a lieu, les travaux à exécuter à cet effet, fait signer au demandeur les engagements nécessaires et adresse le dossier au préfet.

Le préfet, en conformité de l'avis de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones, accorde l'autorisation demandée.

CHAPITRE II. — PERMISSIONS DE VOIRIE.

Forme et présentation de la demande.

ART. 3. — Toute demande de permission de voirie pour une distribution d'énergie électrique ne s'étendant que sur un département, est adressée au préfet, qui en donne récépissé et la transmet immédiatement à l'ingénieur en chef du contrôle.

Si la distribution doit s'étendre sur plus d'un département la demande est adressée au ministre des Travaux publics qui désigne le service chargé de l'instruction transmet le dossier à ce service et en avise les préfets des départements intéressés et le demandeur.

Pièces à fournir.

ART. 4. — La demande indique le lieu où le pétitionnaire élit domicile et où lui seront valablement faites par l'administration toutes notifications utiles.

Elle est accompagnée d'un avant-projet comprenant :

1° Une carte;

2° Un plan général et une nomenclature des voies publiques à emprunter :

3° Un mémoire descriptif indiquant :

a) La durée pour laquelle la permission de voirie est demandée, dans la limite d'un maximum de trente années;

b) La destination et l'importance de la distribution, l'emplacement et la nature des ouvrages projetés;

4° Des dessins donnant les types des installations à établir.

Si la distribution a pour objet de fournir directement ou indirectement de l'énergie au public, le mémoire descriptif, susvisé indique, en outre :

a) La puissance totale à distribuer.

b) Les conditions dans lesquelles, s'il y a lieu, le permissionnaire fournira l'énergie sur le parcours de la distribution.

De plus, l'avant-projet accompagnant la demande comprend un projet de tarif maximum pour la vente de l'énergie électrique.

Le pétitionnaire fournit, sur la demande du service du contrôle, des exemplaires du dossier en nombre suffisant pour l'instruction.

Instruction de la demande pour les lignes qui empruntent la grande voirie des chemins de grande communication ou d'intérêt commun.

ART. 5. — Lorsque la distribution doit emprunter, en tout ou en partie, des voies dépendant de la grande voirie, des chemins vicinaux de grande communication ou des chemins d'intérêt commun, l'ingénieur en chef consulte les ingénieurs et agents voyers préposés à l'administration de ces voies.

Il communique à chacun des maires des communes traversées l'extrait du dossier concernant sa commune. Dans le délai de quinze jours, les maires renvoient à l'ingénieur en chef les pièces communiquées en formulant leurs observations sur les permissions qui sont de la compétence du préfet et en joignant à leur envoi les arrêtés portant la délivrance des permissions de voirie pour les voies qui sont de leur compétence ou, à défaut, en indiquant les motifs qui s'opposent à la délivrance de ces permissions.

Si la demande prévoit une distribution d'éclairage, le délai imparti aux maires est porté à un mois pour les communes où doit être distribuée la lumière, les maires de ces communes provoquent l'avis du conseil municipal et le joignent au dossier.

Si la demande vise une ou plusieurs communes où existent déjà des concessions de distribution d'énergie, l'ingénieur en chef invite les concessionnaires antérieurs à fournir leurs observations dans le délai de quinze jours. Faute par eux d'avoir présenté ces observations dans ce délai, ils sont réputés n'en avoir aucune à formuler.

L'instruction terminée, l'ingénieur en chef transmet avec son rapport, un exemplaire du dossier au préfet de chaque département.

ART. 6. — S'il y a accord entre les services intéressés et si, en cas de distribution d'éclairage, aucun conseil municipal n'a fait d'opposition, le préfet délivre les permissions qui sont de sa compétence en raison de la nature des voies publiques à emprunter et remet au demandeur les permissions délivrées par les maires pour les chemins vicinaux ordinaires, les chemins ruraux et les voies urbaines, ou les délivre lui-même en vertu des pouvoirs qui lui sont conférés par l'article 98 de la loi municipale du 5 avril 1884 et en avise les maires.

ART. 7. — En cas de désaccord entre les services intéressés ou d'opposition d'un conseil municipal à une distribution d'éclairage, le dossier est transmis au ministre des Travaux publics qui, après avis du ministre de l'Intérieur, renvoie ce dossier au préfet avec ses instructions.

ART. 8. — Lorsque la demande vise plusieurs départements, chaque préfet transmet le dossier, avec son avis, au ministre des Travaux publics qui, après examen, lui renvoie ce dossier en lui faisant connaître dans quelles conditions les permissions de voirie doivent être accordées. S'il y a désaccord entre les services intéressés ou s'il y a opposition d'une commune en cas de distribution d'éclairage, le ministre des Travaux publics prend, au préalable, l'avis du ministre de l'Intérieur.

Instruction de la demande pour les lignes qui empruntent exclusivement des chemins vicinaux ordinaires ou ruraux ou des voies urbaines.

ART. 9. — Pour les distributions qui empruntent exclusivement des chemins vicinaux ordinaires, des voies rurales ou des voies urbaines, l'ingénieur en chef adresse le dossier au maire de chaque commune avec son avis sommaire.

Les maires des communes où existe déjà une distribution publique concédée invitent le concessionnaire antérieur à fournir ses observations dans un délai maximum de dix jours à l'expiration duquel il est passé outre.

Aussitôt après avoir statué, les maires en avisent l'ingénieur en chef et lui envoient un duplicatum des permissions délivrées.

Branchements nouveaux.

ART. 10. — Sauf disposition contraire de la permission initiale, tout branchement nouveau doit faire l'objet d'une permission spéciale.

Révocation, revisions et rachat.

ART. 11. — Les permissions de voirie peuvent être révoquées dans l'intérêt de la voirie ou lorsque la sécurité publique l'exige, sans préjudice des mesures d'urgence en vue de faire cesser le danger.

Elles peuvent également être révoquées après mise en demeure, si le permissionnaire n'a fait aucun usage de sa permission, dans le délai d'un an, si la distribution cesse d'être affectée à la destination qui avait motivé l'autorisation ou si le permissionnaire ne se conforme pas aux obligations qui lui sont imposées par sa permission ou par les lois et règlements.

Les permissions peuvent donner lieu à revision ou à rachat dans les conditions prévues par la loi du 27 février 1925 et le règlement d'administration publique du 27 septembre 1926.

CHAPITRE III. — CONCESSIONS SIMPLES CONFORMES A UN CAHIER DES CHARGES TYPE.

SECTION I. — DISTRIBUTIONS PUBLIQUES CONCÉDÉES PAR UNE COMMUNE OU UN SYNDICAT DE COMMUNES.

Forme et présentation de la demande.

ART. 12. — La demande est adressée au maire ou au président du syndicat ; elle est accompagnée d'un dossier comprenant ;

1° Une carte ;

2° Un mémoire descriptif indiquant la destination et l'importance de l'entreprise, les conditions générales et les dispositions principales de la distribution ;

3° Les clauses essentielles du cahier des charges intéressant le public et notamment un projet de tarif maximum pour la vente de l'énergie électrique.

Mise à l'enquête.

ART. 13. — Le maire où le président du syndicat, après avis sommaire de l'ingénieur en chef du Contrôle, soumet le dossier au conseil municipal ou aux conseils municipaux intéressés qui délibèrent sur l'utilité et la convenance de l'entreprise.

Dans le cas où il est décidé de donner suite au projet, il est procédé à l'enquête dans les conditions ci-après :

Arrêté d'enquête.

ART. 14. — Un arrêté du préfet de chacun des départements où s'étend la distribution, mentionne l'objet de la demande, fixe la date de l'ouverture de l'enquête, indique les localités où elle est ouverte, et désigne un commissaire enquêteur et la commune où le commissaire enquêteur recevra les observations.

Cet arrêté est affiché dans toutes les communes qui doivent être desservies ou traversées par la distribution dont la concession est demandée. Il est justifié de cette formalité par un certificat du maire.

Conditions de l'enquête.

ART. 15. — Le projet de la concession, ainsi que les registres destinés à recevoir les observations auxquelles

peut donner lieu l'entreprise projetée, reste déposé pendant huit jours à la mairie de chaque commune desservie ou traversée. Les pièces et extraits du dossier nécessaires sont fournis par le demandeur et à ses frais.

Rôle du commissaire enquêteur.

Art. 16. — A l'expiration du délai de huit jours ci-dessus fixé, le commissaire enquêteur examine les observations formulées au cours de l'enquête, entend toute personne qu'il juge à propos de consulter et donne son avis motivé, tant sur l'utilité de l'entreprise que sur les diverses questions qui ont été posées par l'administration ou soulevées au cours de l'enquête.

Ces diverses opérations, dont il est dressé procès-verbal, doivent être terminées dans un délai de trois jours et ce procès-verbal doit être adressé, avec les registres et autres pièces de l'enquête, au préfet, qui transmet immédiatement le dossier à l'ingénieur en chef du Contrôle.

Si le commissaire enquêteur ne se conforme pas au délai ci-dessus indiqué, il est, après un nouveau délai de trois jours, passé outre.

Instruction de la demande.

Art. 17. — L'ingénieur en chef du Contrôle, sur le vu du dossier d'enquête, entend les concessionnaires antérieurs, provoque, s'il y a lieu, une conférence entre les services intéressés, dont les avis doivent lui parvenir dans le délai d'un mois, puis transmet le dossier, avec ses observations ou propositions au maire ou au président du syndicat.

Acte de concession.

Art. 18. — Si une entente s'établit entre la commune ou le syndicat de communes et le demandeur, et si les conditions de l'entente sont conformes à l'avis des services intéressés, l'acte de concession est passé.

Par le maire, en exécution d'une délibération du conseil municipal, si la concession est de la compétence d'une commune;

Par le président du comité du syndicat, en exécution d'une délibération de ce comité, en accord avec des délibérations des conseils municipaux de toutes les communes syndiquées, si la concession est de la compétence d'un syndicat de communes.

L'acte de concession est transmis à l'ingénieur en chef du contrôle qui, après vérification, le soumet à l'approbation du préfet. Pour les syndicats comprenant des communes situées dans des départements différents, l'acte de concession est soumis à l'approbation du préfet du département auquel appartient la commune, siège de l'association.

S'il y a désaccord entre les services intéressés ou si une entente s'établit entre la commune ou le syndicat de communes et le demandeur, contrairement à l'avis desdits services, le maire ou le président du syndicat transmet le dossier au préfet, qui l'adresse au ministre des Travaux publics; le ministre consulte le Comité d'Électricité, prend l'avis du ministre de l'Intérieur et renvoie le dossier au préfet avec ses instructions. Le préfet notifie la décision du ministre au maire ou au président du syndicat, qui passe l'avis de concession dans les mêmes conditions que ci-dessus et l'envoie à l'ingénieur en chef du contrôle pour être soumis, après vérification, à l'approbation du préfet.

Section II. — Distributions publiques concédées par l'État.

Forme et présentation de la demande.

Art. 19. — La demande est adressée au ministre des Travaux publics, si la concession s'étend sur plusieurs départements, au préfet, si la concession ne s'étend que sur un département.

Elle est accompagnée d'un dossier comprenant :

1° Une carte;

2° Un mémoire descriptif indiquant la destination et l'importance de l'entreprise, les conditions générales et les dispositions principales de la distribution;

3° Les clauses essentielles du cahier des charges intéressant le public, notamment un projet de tarif maximum pour la vente de l'énergie électrique.

Mise à l'enquête.

Art. 20. — Si la concession s'étend sur un seul département, le préfet statue sur la mise à l'enquête, après avis sommaire de l'ingénieur en chef du contrôle. Si la concession s'étend sur plusieurs départements, le ministre charge un ingénieur en chef de centraliser l'instruction administrative de l'affaire et statue sur la mise à l'enquête. Quand l'enquête a été décidée par l'autorité compétente, il y est procédé dans les conditions ci-après :

Arrêté d'enquête.

Art. 21. — Un arrêté du préfet de chacun des départements où s'étend la distribution, mentionne l'objet de la demande, fixe la date de l'ouverture de l'enquête, indique les localités où elle est ouverte, invite les conseils municipaux à délibérer sur l'utilité et la convenance de l'entreprise et désigne un commissaire enquêteur et la commune où le commissaire enquêteur recevra les observations.

Cet arrêté est affiché dans toutes les communes qui doivent être desservies ou traversées par la distribution dont la concession est demandée. Il est justifié de cette formalité par un certificat du maire.

Conditions de l'enquête.

Art. 22. — Le projet de la concession, ainsi que les registres destinés à recevoir les observations auxquelles peut donner lieu l'entreprise projetée, reste déposé pendant huit jours à la mairie de chaque commune desservie ou traversée. Les pièces et extraits de dossiers nécessaires sont fournis par le demandeur et à ses frais.

Rôle du commissaire enquêteur.

Art. 23. — A l'expiration du délai de huit jours ci-dessus fixé, le commissaire enquêteur examine les observations formulées au cours de l'enquête, entend toute personne qu'il juge à propos de consulter et donne son avis motivé, tant sur l'utilité de l'entreprise que sur les diverses questions qui ont été posées par l'administration ou soulevées à l'enquête.

Ces diverses opérations dont il est dressé procès-verbal doivent être terminées dans un délai de trois jours et le procès-verbal doit être adressé avec les registres et autres pièces de l'enquête au préfet qui transmet immédiatement le dossier à l'ingénieur en chef du Contrôle.

Avis des conseils municipaux.

Art. 24. — Les procès-verbaux des délibérations des conseils municipaux pris en exécution de l'arrêté d'enquête, doivent être adressés à l'ingénieur en chef du Contrôle du département dans le délai d'un mois à dater de la communication du dossier; faute de quoi il est passé outre. Les procès-verbaux reçus par l'ingénieur en chef sont joints au dossier d'enquête.

Instruction de la demande.

Art. 25. — Lorsque la concession s'étend sur un seul département, l'ingénieur en chef du Contrôle, sur le vu du dossier d'enquête, entend les concessionnaires antérieurs, provoque, s'il y a lieu, une conférence entre les services intéressés, invite le demandeur à faire connaître ses propositions dans le cas où des objections auraient été formulées au cours de l'instruction et transmet le dossier au préfet avec son rapport, accompagné des projets de convention et de cahier des charges.

Lorsque la concession s'étend sur plusieurs départements, l'ingénieur en chef du contrôle de chaque département transmet, avec son rapport, le dossier d'enquête au préfet qui l'adresse avec son avis, à l'ingénieur en chef chargé de

centraliser l'instruction administrative de l'affaire; ce dernier entend les concessionnaires antérieurs, provoque, s'il y a lieu, une conférence entre les services intéressés, dont les avis doivent lui parvenir dans le délai d'un mois, invite le demandeur à faire connaître ses propositions dans le cas où des objections auraient été formulées au cours de l'instruction et transmet le dossier au ministre des Travaux publics avec son rapport accompagné des projets de convention et de cahier des charges.

Acte de concession.

ART. 26. — Lorsque la concession projetée ne doit s'étendre que dans un département, et s'il y a accord entre les divers services et communes intéressés, le préfet signe l'acte de concession au nom de l'Etat.

S'il y a désaccord entre les services et communes intéressés le préfet transmet le dossier avec son avis au ministre des Travaux publics. Le ministre, après avoir consulté le Comité d'Electricité, renvoie le dossier au préfet, avec ses instructions. Le préfet notifie la décision au demandeur et signe l'acte de concession.

Lorsque la concession doit s'étendre sur plusieurs départements, le ministre des Travaux publics consulte le Comité d'Electricité, en cas de désaccord entre les services et les communes intéressés. Il prend l'avis du ministre de l'Intérieur, statue sur les conditions auxquelles la concession peut être accordée, les notifie au demandeur et passe l'acte de concession au nom de l'Etat.

SECTION III. — DISTRIBUTION AUX SERVICES PUBLICS.

Forme et présentation de la demande.

ART. 27. — La demande est adressée au ministre des Travaux publics si la concession s'étend sur plusieurs départements; au préfet, si la concession ne s'étend que sur un département.

Elle est accompagnée d'un dossier comprenant :

1° Une carte;

2° Un mémoire descriptif indiquant la destination et l'importance de l'entreprise, les conditions générales et les dispositions principales de la distribution;

3° Les clauses essentielles du cahier des charges intéressant le public, notamment un projet de tarif maximum pour la vente de l'énergie électrique.

Mise à l'enquête.

ART. 28. — Si la concession s'étend sur un seul département, le préfet statue sur la mise à l'enquête, après avis sommaire de l'ingénieur en chef du Contrôle. Si la concession s'étend sur plusieurs départements, le ministre charge un ingénieur en chef de centraliser l'instruction administrative de l'affaire et statue sur la mise à l'enquête. Quand l'enquête a été décidée par l'autorité compétente, il y est procédé dans les conditions ci-après :

Arrêté d'enquête.

ART. 29. — Un arrêté du préfet de chacun des départements où s'étend la distribution, fixe la date de l'ouverture de l'enquête, indique les localités où elle est ouverte, nomme les membres de la commission d'enquête, en désigne le président et fixe le lieu et la date de la première réunion.

Cet arrêté énonce l'objet de la demande de concession et invite les conseils municipaux des communes intéressées à faire connaître leur avis s'ils le jugent utile; il est affiché dans toutes ces communes. Il est justifié de cette formalité par un certificat du maire.

Composition de la commission d'enquête.

ART. 30. — Chaque commission d'enquête se compose de trois membres au moins et de sept au plus. Pour une affaire de moindre importance, le préfet peut désigner, au lieu de la commission d'enquête, un commissaire enquêteur chargé de procéder à l'enquête dans les mêmes formes que la commission.

Conditions de l'enquête.

ART. 31. — Le projet de la concession ainsi que les registres destinés à recevoir les observations auxquelles peut donner lieu l'entreprise projetée restent déposés pendant quinze jours soit à la préfecture de chacun des départements intéressés, soit à tout autre endroit que l'arrêté préfectoral prévu à l'article 30 spécifierait.

Les pièces et extraits de dossiers nécessaires sont fournis par le demandeur et à ses frais.

Rôle de la commission d'enquête.

ART. 32. — La commission d'enquête examine les observations formulées au cours de l'enquête, entend toute personne qu'elle juge à propos de consulter et donne son avis motivé, tant sur l'utilité de l'entreprise que sur les diverses questions qui ont été posées par l'administration ou soulevées pendant l'enquête.

Ces diverses opérations, dont il est dressé procès-verbal, doivent être terminées dans un délai de huit jours. Exceptionnellement, si la commission d'enquête estime nécessaire un complément d'instruction, un nouveau délai de huit jours est ajouté au précédent.

Aussitôt que le procès-verbal de la commission d'enquête est clos et, au plus tard, à l'expiration des délais ci-dessus fixés, le président de la commission adresse ce procès-verbal, avec les registres et les autres pièces de l'enquête, au préfet qui transmet immédiatement le dossier à l'ingénieur en chef du Contrôle du département,

Faute par la commission d'enquête de faire connaître son avis dans les délais ci-dessus impartis, il est passé outre.

Avis des conseils municipaux.

ART. 33. — Dans le délai d'un mois, à dater de l'ouverture de l'enquête, les délibérations des conseils municipaux prises en exécution de l'arrêté d'enquête doivent être adressées à l'ingénieur en chef du Contrôle du département, faute de quoi il est passé outre.

Les délibérations reçues par l'ingénieur en chef sont jointes au dossier de l'enquête.

Instruction de la demande.

ART. 34. — Lorsque la concession s'étend sur un seul département, l'ingénieur en chef du contrôle, sur le vu du dossier d'enquête, entend les concessionnaires antérieurs, provoque, s'il y a lieu, une conférence entre les services intéressés, invite le demandeur à faire connaître ses propositions dans le cas où des objections auraient été formulées au cours de l'instruction et transmet le dossier au préfet avec son rapport accompagné des projets de convention et de cahier des charges.

Lorsque la concession s'étend sur plusieurs départements, l'ingénieur en chef du Contrôle de chaque département transmet, avec son rapport, le dossier d'enquête au préfet qui l'adresse, avec son avis, à l'ingénieur en chef chargé de centraliser l'instruction administrative. Ce dernier entend les concessionnaires antérieurs, qui le demandent, provoque, s'il y a lieu, une conférence entre les services intéressés, dont les avis doivent lui parvenir dans le délai d'un mois, invite le demandeur à faire connaître ses propositions dans le cas où des objections auraient été formulées au cours de l'instruction et transmet le dossier au ministre des Travaux publics avec son rapport accompagné des projets de convention et de cahier des charges.

Acte de concession.

ART. 35. — Lorsque la concession projetée ne doit s'étendre que dans un département, et s'il y a accord entre les divers services intéressés, le préfet signe l'acte de concession au nom de l'Etat.

S'il y a désaccord entre les services intéressés, le préfet transmet le dossier avec son avis au ministre des Travaux publics, le ministre, après avoir consulté le Comité d'Electricité renvoie le dossier au préfet avec ses instructions, le préfet notifie la décision au demandeur et signe l'acte de concession.

Lorsque la concession doit s'étendre sur plusieurs départements, le ministre des Travaux publics consulte le Comité d'Electricité, en cas de désaccord entre les services intéressés. Il prend l'avis du ministre de l'Intérieur, statue sur les conditions auxquelles la concession peut être accordée, les notifie au demandeur et passe l'acte de concession au nom de l'Etat.

Section IV. — Transports d'énergie concédés par l'Etat

Forme et présentation de la demande.

Art. 36. — Les concessions de transport ont pour objet l'établissement et l'exploitation d'une ligne ou d'un réseau de lignes reliant des usines productrices entre elles ou avec des postes de transformation ou de sectionnement ou encore reliant des postes entre eux. Elles peuvent comprendre éventuellement la transformation de l'énergie, mais ne comportent pas la vente de cette énergie.

La demande d'une concession d'Etat pour le transport de l'énergie est adressée au ministre des Travaux publics. Elle est accompagnée d'un dossier comprenant :

1° Une carte ;

2° Un mémoire descriptif indiquant la destination et l'importance de l'entreprise, les conditions générales et les dispositions principales du transport, les types d'ouvrages courants, les postes faisant partie de la concession demandée.

3° Les clauses essentielles du cahier des charges intéressant le public, notamment :

Un projet de tarif maximum de péage pour le transport de l'énergie électrique et, s'il y a lieu, pour sa transformation.

Mise à l'enquête.

Art. 37. — Si le ministre décide de donner suite à la demande, il ordonne la mise à l'enquête et désigne un ingénieur en chef pour centraliser l'instruction administrative de l'affaire et effectuer la vérification technique des projets.

Il est procédé à l'enquête dans les conditions déterminées ci-après :

Arrêté d'enquête.

Art. 38. — Un arrêté du préfet de chacun des départements sur lesquels s'étendent les installations de transport fixe, sur la proposition de l'ingénieur en chef désigné en exécution de l'article 37, la date de l'ouverture de l'enquête, indique les localités où elle est ouverte, nomme le président et les membres de la commission d'enquête, désigne le lieu et la date de la première réunion.

Cet arrêté énonce l'objet du projet et invite les conseils municipaux des communes intéressées à faire connaître leur avis s'ils le jugent utile. Il est affiché dans toutes les communes susceptibles d'être traversées par le transport dont la concession est demandée. Il est justifié de cette formalité par un certificat du maire.

Composition de la commission d'enquête.

Art. 39. — Chaque commission d'enquête se compose de trois membres au moins et de sept au plus.

Conditions de l'enquête.

Art. 40. — Le projet de la concession et les registres destinés à recevoir les observations auxquelles peut donner lieu l'entreprise projetée restent déposés pendant quinze jours soit à la préfecture de chacun des départements traversés, soit en tout autre lieu spécifié par l'arrêté préfectoral prévu à l'article 38.

Ces pièces et extraits de dossiers nécessaires sont fournis par le demandeur en concession et à ses frais.

Rôle de la commission d'enquête.

Art. 41. — La commission d'enquête examine les observations formulées à l'enquête, entend toute personne qu'elle juge à propos de consulter et donne son avis motivé tant sur l'utilité de l'entreprise que sur les diverses questions qui ont été posées par l'administration et soulevées au cours de l'enquête.

Ces diverses opérations, dont il est dressé procès-verbal, doivent être terminées dans un délai de huit jours.

Exceptionnellement, si la commission d'enquête estime nécessaire un complément d'instruction, un nouveau délai de même durée est ajouté au précédent.

Aussitôt que le procès-verbal de la commission d'enquête est clos, au plus tard à l'expiration des délais ci-dessus fixés, le président de la commission adresse ce procès-verbal, avec le registre et les autres pièces de l'enquête, au préfet, qui transmet immédiatement le dossier à l'ingénieur en chef du Contrôle du département.

Faute par la commission d'enquête d'avoir fait connaître son avis dans les délais ci-dessus impartis, il est passé outre.

Avis des conseils municipaux.

Art. 42. — Dans le délai d'un mois à dater de l'ouverture de l'enquête, les procès-verbaux des délibérations des conseils municipaux, prises en exécution de l'arrêté d'enquête, doivent être adressés à l'ingénieur en chef du Contrôle du département, faute de quoi il est passé outre. Les procès-verbaux reçus par l'ingénieur en chef centralisateur sont joints au dossier de l'enquête.

Instruction de la demande.

Art. 43. — Le préfet de chaque département transmet le dossier de l'enquête, avec son avis, à l'ingénieur en chef désigné en exécution de l'article 37. Ce dossier est accompagné du rapport de l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique du département.

L'ingénieur en chef centralisateur, sur le vu du dossier de l'enquête, entend les concessionnaires antérieurs de distribution ou de transport d'énergie électrique qui le demandent, provoque une conférence entre les services intéressés, dont les avis doivent lui parvenir dans le délai d'un mois, sur le tracé général et les dispositions d'ensemble du projet, invite le demandeur à faire connaître ses observations et propositions dans le cas où des objections auraient été formulées, soit au cours de l'enquête, soit pendant l'instruction, et transmet le dossier au ministre des Travaux publics, avec son rapport, accompagné des projets de convention et de cahier des charges.

Acte de concession.

Art. 44. — Lorsque la concession projetée ne doit s'étendre que dans un département, le ministre des Travaux publics, après avoir consulté le comité d'électricité, s'il y a désaccord entre les services intéressés et le ministre de l'Intérieur, s'il y a désaccord entre le préfet et l'ingénieur en chef, renvoie le dossier, avec sa décision, au préfet, qui la notifie au demandeur, et signe, s'il y a lieu, l'acte de concession.

Lorsque la concession doit s'étendre sur plusieurs départements, le ministre, après avoir consulté le comité d'électricité s'il y a désaccord entre les services intéressés, prend l'avis du ministre de l'Intérieur, statue sur les conditions auxquelles la concession peut être accordée, les notifie au demandeur et passe, s'il y a lieu, l'acte de concession au nom de l'Etat.

Chapitre IV. — Dérogations aux cahiers des charges types des concessions.

Art. 45. — Dans tous les cas où le cahier des charges de la concession n'est pas conforme à l'un des cahiers des charges types arrêtés en exécution de l'article 6 de la loi du

15 juin 1906, le dossier de la concession, après l'instruction prévue aux chapitres ci-dessus, est transmis, par les soins du ministre des Travaux publics, au Conseil d'Etat, avec les avis du ministre de l'Intérieur, du ministre de l'Agriculture et de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones, si les intérêts de ces administrations sont en cause. L'approbation de la concession est prononcée par décret, conformément aux dispositions de l'article 7 de la loi du 15 juin 1906.

Chapitre V. — Concessions avec déclaration d'utilité publique.

Instruction.

Art. 46. — Les demandes de concession avec déclaration d'utilité publique sont présentées, instruites et soumises à l'enquête, et l'acte de concession est passé comme dans le cas des concessions simples.

Déclaration d'utilité publique des concessions par une commune ou un syndicat de communes.

Art. 47. — Lorsque le cahier des charges d'une demande de concession par une commune ou un syndicat de communes est conforme au cahier des charges type, qu'aucune déclaration contraire au projet n'a été produite à l'enquête et que l'avis du commissaire enquêteur est favorable, la déclaration d'utilité publique est prononcée et la concession est approuvée par arrêté motivé du préfet, en vertu de l'article 58 du décret du 5 novembre 1926. Pour les syndicats comprenant des communes situées dans des départements différents, la déclaration d'utilité publique est prononcée et la concession est approuvée par le préfet du département auquel appartient la commune, lieu du siège du syndicat.

Lorsque les conditions ci-dessus ne sont pas toutes remplies, le dossier est adressé au ministre des Travaux publics avec l'acte de concession passé par l'autorité locale compétente; la concession est approuvée et déclarée d'utilité publique par un décret délibéré en Conseil d'Etat sur le rapport des ministres des Travaux publics et de l'Intérieur, après avis du ministre de l'Agriculture et de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Déclaration d'utilité publique des concessions par l'Etat.

Art. — Le dossier d'une demande de concession par l'Etat avec déclaration d'utilité publique est adressé au ministre des Travaux publics avec l'acte de concession passé par le préfet ou avec le projet d'acte à passer par le ministre.

La concession est approuvée et déclarée d'utilité publique par un décret délibéré en Conseil d'Etat sur le rapport des ministres des Travaux publics et de l'Intérieur, après avis du ministre de l'Agriculture et de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Chapitre VI. — Approbation des projets d'exécution.

Obligation de l'approbation.

Art. 49. — Aucune installation ee distribution ou de transport ne peut être exécutée sur la voie publique sans que le projet d'exécution en ait été préalablement approuvé.

Toutefois, les travaux qui se bornent à la création d'un branchement peuvent être exécutés par le concessionnaire, sans approbation préalable du projet d'exécution, à charge par celui-ci de prévenir huit jours à l'avance le service du contrôle et les autres services intéressés et sous la condition expresse qu'aucune opposition ne soit formulée dans le délai ci-dessus fixé.

Pareille faculté peut être, sous les mêmes conditions, ouverte par les permissions de voirie, en ce qui concerne les branchemonts particuliers.

S'il y a opposition motivée, le projet de l'ouvrage doit être instruit dans les formes prévues ci-dessous.

Lignes placées sous le régime des permissions de voirie ou des concessions de distributions.

Art. 50. — Les projets sont adressés à l'ingénieur en chef du Contrôle, en cinq exemplaires au moins pour chaque département traversé et en plus grand nombre si l'ingénieur en chef le requiert pour accélérer l'instruction.

L'ingénieur en chef transmet les exemplaires du dossier aux divers services intéressés, en vue des conférences prévues à l'article 14 de la loi du 15 juin 1906.

Dans le cas de distributions dont le contrôle est de la compétence des communes, les services de contrôle organisés par les municipalités et leurs services de voirie sont appelés à participer aux conférences et à présenter leurs propositions.

L'ingénieur en chef notifie les propositions des services intéressés à l'entrepreneur de la distribution et provoque ses observations sur les objections et conditions formulées au cours de l'instruction.

S'il y a accord entre les services intéressés et si l'entrepreneur de la distribution a pris par écrit les engagements auxquels serait subordonnée l'exécution des travaux, l'ingénieur en chef autorise cette exécution.

S'il n'y a pas accord entre les services intéressés et le demandeur, l'ingénieur en chef adresse le dossier au ministre des Travaux publics, qui le soumet au Comité d'Electricité.

Si les ministres intéressés adhèrent à l'avis du Comité, le ministre des Travaux publics renvoie le dossier à l'ingénieur en chef avec ses instructions. Si les ministres intéressés n'adhèrent pas tous à l'avis du Comité, il est statué en conseil des ministres.

Lignes placées sous le régime des concessions de transport.

Art. 51. — Les projets sont adressés à l'ingénieur en chef désigné par le ministre des Travaux publics en exécution de l'article 37 en un nombre d'exemplaires fixé par cet ingénieur.

Cet ingénieur en chef transmet des exemplaires du dossier aux divers services intéressés en vue des conférences sur les projets d'exécution. Il leur fait connaître si les dispositions projetées sont conformes aux arrêtés réglementaires et, dans le cas de la négative, quelles sont les dérogations demandées par le concessionnaire; il provoque les observations de ce dernier sur les objections formulées au cours de l'instruction.

S'il y a accord entre les services intéressés et si le concessionnaire a pris par écrit les engagements auxquels serait subordonnée l'exécution des travaux, l'ingénieur en chef centralisateur approuve les projets et autorise leur exécution.

S'il n'y a pas accord entre les services intéressés et le concessionnaire, cet ingénieur en chef adresse le dossier au ministre des Travaux publics, qui le soumet au Comité d'Electricité.

Si les ministres intéressés adhèrent à l'avis du Comité, le ministre des Travaux publics renvoie le dossier à l'ingénieur en chef centralisateur, avec ses instructions. Si les ministres intéressés n'adhèrent pas tous à l'avis du Comité, il est statué en conseil des ministres.

Chapitre VII. — Servitudes.

Enquête relative aux servitudes.

Art. 52. — L'enquête pour l'établissement des servitudes d'appui, de passage ou d'ébranchage prévues à l'article 12 de la loi du 15 juin 1906, a lieu sur un plan parcellaire indiquant toutes les propriétés atteintes par les servitudes, avec les renseignements nécessaires pour faire connaître la nature et l'étendue des sujétions en résultant.

Le plan des propriétés frappées de servitudes, mentionnant les noms des propriétaires tels qu'ils sont inscrits sur les matrices des rôles, reste déposé pendant huit jours à la

mairie de la commune où sont situées les propriétés. Avertissement de l'ouverture de l'enquête est donné collectivement aux intéressés par voie d'affichage à la mairie. Notification directe des travaux projetés est, en outre, donnée par le maire aux intéressés. Le maire certifie les notifications et affiches; il mentionne sur un procès-verbal, qu'il ouvre à cet effet, les réclamations et déclarations qui lui ont été faites verbalement et y annexe celles qui lui sont adressées par écrit.

A l'expiration du délai de huitaine, un commissaire enquêteur nommé par le préfet reçoit les observations et appelle, s'il le juge convenable, les propriétaires intéressés. Le commissaire signe le procès-verbal d'enquête, y joint son avis motivé et remet immédiatement le dossier au maire qui le transmet sans délai à l'ingénieur en chef du Contrôle du département, s'il s'agit d'une concession de distribution et à l'ingénieur désigné en exécution de l'article 37, s'il s'agit d'une concession de transport.

Si l'exécution des travaux projetés comporte des expropriations, il est procédé à l'enquête pour l'établissement des servitudes en même temps qu'à l'enquête prévue par le titre II de la loi du 3 mai 1841.

Modifications éventuelles et approbation des projets de détail des tracés.

Art. 53. — L'ingénieur en chef communique au concessionnaire le dossier de l'enquête.

Le concessionnaire peut, s'il le juge utile, modifier le projet, en vue de tenir compte des observations faites à l'enquête.

Si les modifications ainsi apportées au projet frappent de servitudes des propriétés nouvelles ou aggravent des servitudes antérieurement prévues, notification directe en est donnée par le maire aux intéressés qui ont un délai de huit jours pour prendre connaissance à la mairie du plan rectifié et présenter leurs observations.

Le projet modifié ou non par le concessionnaire est adressé par l'ingénieur en chef du Contrôle, ou, dans le cas d'une concession de transport, par l'ingénieur en chef prévu par l'article 37, au préfet de chaque département intéressé qui approuve, s'il y a lieu, les projets de détail de tracé et notifie son approbation au concessionnaire.

Chapitre VIII. — Exécution et réception des travaux, mise en service.

Bonne exécution des ouvrages.

Art. 54. — Tous les ouvrages de la distribution ou du transport sont exécutés en matériaux de bonne qualité mis en œuvre suivant les règles de l'art.

Les dispositions techniques adoptées pour les ouvrages ainsi que les conditions de leur exécution doivent satisfaire aux prescriptions des arrêtés pris par le ministre des Travaux publics, en exécution de l'article 19 de la loi du 15 juin 1906.

En cas de désaccord entre le permissionnaire ou concessionnaire et les services intéressés sur l'application de ces arrêtés à des ouvrages antérieurement exécutés, il est statué par le ministre des Travaux publics après avis du Comité d'Électricité.

Avis à donner avant le commencement des travaux.

Art. 55. — Avant de commencer les travaux d'une distribution ou d'un transport, le permissionnaire ou concessionnaire doit en donner avis, quatre jours au moins à l'avance, au service du contrôle de chaque département intéressé et, de plus, dans le cas d'une concession de transport, à l'ingénieur en chef centralisateur.

Il doit, en outre, avant l'ouverture de tout chantier sur la voie publique, en aviser dans le même délai :

1° Les services de voirie intéressés ;

2° Le service des Postes, Télégraphes et Téléphones, si les lignes télégraphiques et téléphoniques sont intéressées ;

3° Les propriétaires de toutes canalisations touchées par les travaux.

Le permissionnaire ou concessionnaire est dispensé de se conformer au délai de quatre jours ci-dessus indiqué pour l'ouverture des chantiers sur la voie publique, en cas d'accident exigeant une réparation immédiate. Dans ce cas, il peut exécuter sans délai tous travaux nécessaires, à charge d'en aviser en même temps les services intéressés et de justifier l'urgence dans un délai maximum de vingt-quatre heures.

Réception des travaux et mise en exploitation.

Art. 56. — Avant la mise en service des ouvrages terminés, il est procédé à leur réception. L'ingénieur en chef du Contrôle ou, dans le cas des concessions de transport, l'ingénieur en chef prévu à l'article 37, fixe la date des essais et convoque les représentants des services intéressés, notamment le service du contrôle des distributions d'énergie électrique de chaque département.

Si les essais sont satisfaisants, tant au point de vue du fonctionnement des installations de distribution ou de transport elles-mêmes qu'à celui de la sécurité et du maintien de la circulation publique et des communications télégraphiques ou téléphoniques, la réception des ouvrages est prononcée.

Sur le vu du procès-verbal de réception, le préfet ou l'ingénieur en chef du Contrôle ou, pour les concessions de transport, l'ingénieur en chef centralisateur délégué à cet effet, délivre l'autorisation de circulation de courant prévue par l'article 15 de la loi du 15 juin 1906.

Les branchements établis conformément aux dispositions des 2e et 3e alinéas de l'article 49 ci-dessus, peuvent être mis en service sans essai de réception.

Dessins des ouvrages.

Art. 57. — Dans le délai de six mois après la mise en service de chaque distribution ou transport, le permissionnaire ou concessionnaire est tenu d'en remettre le plan à l'ingénieur en chef du contrôle ou, dans le cas des concessions de transport, à l'ingénieur en chef centralisateur. Au plan doivent être joints les dessins complets des ouvrages principaux, en plan, coupe et élévation, dressés à l'échelle prescrite par l'administration, et donnant tous les détails et renseignements utiles.

Des coupes détaillées, à l'échelle prescrite, font connaître les dispositions adoptées dans les traversées de chaussées et sur tous les points sur lesquels la production de ces documents a été requise par l'ingénieur en chef du Contrôle ou l'ingénieur en chef prévu à l'article 37.

Le nombre d'expéditions des plans et dessins à fournir est fixé par cet ingénieur; les extraits concernant les installations qui les intéressent sont remis, dans tous les cas, aux ingénieurs en chef des Postes et Télégraphes et aux ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Énergie électrique des départements.

Revision annuelle des plans et dessins.

Art. 58. — Une fois par an au moins, les plans et dessins des distributions et des transports sont revisés et mis au courant par le permissionnaire ou concessionnaire.

Établissement d'office des plans et dessins.

Art. 59. — Faute par le permissionnaire ou concessionnaire de fournir les plans et dessins ou de les tenir à jour, il y est pourvu d'office et à ses frais, par les soins de l'ingénieur en chef du Contrôle ou de l'ingénieur en chef prévu à l'article 37.

Il y est procédé de la même façon, si les dessins fournis sont reconnus inexacts ou incomplets.

Chapitre IX. — Police et sécurité de l'exploitation.

Entretien et exploitation.

Art. 60. — Les ouvrages destinés à assurer la distribution ou le transport de l'énergie électrique et toutes les instal-

lations qui en dépendent doivent être constamment entretenus en bon état.

Les permissionnaires ou concessionnaires sont tenus de prendre toutes les mesures nécessaires pour que l'exécution des travaux et l'exploitation de la distribution ou du transport n'apportent aucune gêne ni trouble aux services publics.

Télécommunication.

Art. 61. — Les entrepreneurs de distribution ou de transport sont tenus d'établir et d'entretenir, à leurs frais et en se conformant aux dispositions de l'article 25 de la loi du 30 juillet 1913, les lignes télégraphiques ou téléphoniques ou de signaux et, en se conformant aux dispositions du décret du 28 décembre 1926, les installations radioélectriques reconnues nécessaires par le service de contrôle pour assurer la sécurité de l'exploitation.

Les projets des installations établies en vertu du présent article sont soumis à l'approbation du directeur régional des Postes et Télégraphes qui prescrit toutes les dispositions nécessaires pour empêcher qu'aucune atteinte ne soit portée au monopole de l'Etat. En cas de désaccord ou faute de décision intervenue dans le délai de deux mois, il est statué par le ministre des Travaux publics, après avis de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones et du Comité d'Electricité.

Réquisitions prévues par l'article 17 de la loi du 15 juin 1909.

Art. 62. — En cas de troubles apportés aux services publics, les réquisitions visées à l'article 17 de la loi du 15 juin 1906 sont adressées, sous forme de lettres recommandées, à l'ingénieur en chef du Contrôle ou, dans le cas des concessions de transport, à l'ingénieur en chef centralisateur, soit par les ingénieurs des Postes et Télégraphes, soit par les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique, soit par les représentants des autres services intéressés.

Elles spécifient notamment :

1° La nature des perturbations qu'il s'agit de faire cesser ou de prévenir;

2° Les conditions dans lesquelles les perturbations ont été constatées, avec indication spéciale des procès-verbaux qui auraient été dressés en exécution du décret-loi du 27 décembre 1851 ou de tout autre acte législatif ;

3° Les mesures qu'il paraît nécessaire de prévoir dans l'intérêt de la sécurité publique ou de la sûreté et de la régularité des communications télégraphiques ou téléphoniques;

4° S'il y a lieu, l'injonction à adresser au permissionnaire ou concessionnaire d'avoir à couper le courant par application de l'article 64 du présent règlement.

Interruption du courant sur réquisition.

Art. 63. — Le permissionnaire ou concessionnaire est tenu de couper le courant sur l'injonction de l'ingénieur en chef du Contrôle et, dans le cas des concessions de transport, de l'ingénieur en chef centralisateur, lorsque le mauvais fonctionnement de la distribution ou du transport est de nature à compromettre la sécurité publique, ou lorsque la coupure est nécessaire pour permettre aux services publics d'effectuer dans l'intérêt de la sécurité, la visite, la réparation ou la modification de quelque ouvrage dépendant de ces services.

En cas d'accident de personne ou de danger grave, les agents du contrôle assistant l'ingénieur en chef centralisateur ou les ingénieurs en chef du Contrôle des distributions d'énergie électrique des départements et les fonctionnaires autorisés par l'article 17 de la loi du 15 juin 1906, à adresser les réquisitions au service du contrôle peuvent enjoindre, par les voies les plus rapides, au permissionnaire ou concessionnaire, de couper le courant. Avis de l'injonction est, dans tous les cas, donné immédiatement à l'ingénieur en chef du Contrôle ou à l'ingénieur en chef prévu à l'article 37, qui prend d'urgence les mesures nécessaires pour sauvegarder la sécurité et peut requérir à cet effet le concours des autorités locales.

Postes de secours en cas d'accident.

Art. 64. — Aux endroits désignés par le préfet de chaque département intéressé, le permissionnaire ou concessionnaire entretient les médicaments et moyens de secours nécessaires en cas d'accident et affiche les instructions relatives aux mesures à prendre dans ce cas, conformément aux prescriptions réglementairses édictées à ce sujet.

Protection des distributions et transports.

Art. 65. — Il est défendu à toute personne étrangère au service des distributions ou transports d'énergie et aux services publics intéressés :

1° De déranger, altérer, modifier ou manœuvrer sous quelque prétexte que ce soit les appareils et ouvrages qui dépendent de la distribution ou du transport.

2° De ne rien placer sur les supports, conducteurs et tous organes de la distribution ou transport, de les toucher ou de rien lancer qui puisse les atteindre;

3° De pénétrer, sans y être autorisé régulièrement, dans les immeubles dépendant de la distribution ou transport et d'y introduire ou d'y laisser introduire des animaux,

Vérifications et instruments de mesure.

Art. 66. — Le permissionnaire ou concessionnaire est tenu, toutes les fois qu'il en est requis, d'effectuer devant les agents du contrôle, toutes les mesures nécessaires à la vérification des conditions électriques de la distribution ou du transport ou de mettre à la disposition de ces agents les instruments de mesure nécessaires pour leur permettre d'effectuer eux-mêmes les vérifications qu'ils jugeraient utiles dans l'intérêt de la police et de la sécurité de l'exploitation.

Dans le cas où des troubles seraient constatés sur des lignes télégraphiques ou téléphoniques, les ingénieurs des Postes et Télégraphes peuvent exiger que les vérifications soient faites par eux-mêmes ou en leur présence.

Déclarations d'accidents.

Art. 67. — Toutes les fois qu'il arrive un accident entraînant mort d'homme ou blessure grave, le permissionnaire ou concessionnaire en fait immédiatement la déclaration, par la voie la plus rapide, à l'agent local du contrôle technique, cette déclaration est faite, soit verbalement, soit par exprès, soit par dépêche télégraphique ou téléphonique, et confirmée par lettre. Avis en est envoyé par la voie la plus rapide à l'ingénieur en chef du Contrôle du département et au procureur de la République, ainsi qu'à l'ingénieur en chef prévu à l'article 37, si l'accident concerne des installations sous le régime de concession de transport.

Avis doit également être donné, le cas échéant, à ce dernier ingénieur en chef dans le cas des concessions de transport. et, en tout cas, aux ingénieurs en chef du contrôle des départements intéressés et à l'agent du contrôle technique, des incendies graves ou troubles importants survenus dans le service de la distribution ou du transport.

Chapitre X. — Relations des entreprises de distributions et de transport avec la voirie, les concessions de travaux publics et les distributions ou transports voisins.

Modifications apportées aux installations dans un intérêt de voirie.

Art. 68. — Le permissionnaire ou concessionnaire doit, toutes les fois qu'il en est requis par l'autorité compétente pour un motif de sécurité publique ou dans l'intérêt de la voirie, opérer à ses frais, le déplacement des parties de canalisations qui lui sont désignées. Il ne résulte pour lui, de ce fait, aucun droit à indemnité.

Si des modifications sont faites par les riverains aux entrées et accès des immeubles et propriétés en bordure des routes et chemins empruntés, le permissionnaire ou

concessionnaire est tenu d'apporter à ses installations les modifications requises par l'administration.

Traversée de concessions préexistantes.

Art. 69. — Lorsqu'une ligne de distribution ou transport d'énergie électrique traverse les ouvrages d'une concession préexistante (chemins de fer, distribution ou transport d'énergie, etc.), les mesures nécessaires sont prises pour qu'aucune des deux entreprises n'entrave le bon fonctionnement de l'autre.

Les travaux de modification de toute nature qui seraient à faire dans la concession préexistante et tous dommages résultant de la traversée, sont à la charge du permissionnaire ou concessionnaire de la distribution nouvelle ou du transport nouveau.

En cas d'accord entre les divers services intéressés, les mesures à prendre sont fixées par arrêté préfectoral; en cas de désaccord, elles le sont par décision du ministre des Travaux publics, après avis du Comité d'Electricité.

Emprunt de supports préexistants.

Art. 70. — Tout permissionnaire ou concessionnaire est tenu, si l'administration le requiert, de laisser utiliser ses poteaux par d'autres titulaires de permissions ou concessions empruntant la même voie, mais sans qu'il puisse en résulter pour lui aucune gêne dans l'exploitation, ni aucune augmentation de charges.

Le nouvel occupant verse, à titre de droit d'usage, au premier occupant, une indemnité proportionnée aux avantages que lui procure la communauté.

En cas de désaccord sur le principe ou sur les conditions techniques de la communauté, il est statué par le ministre des Travaux publics, après avis du Comité d'Electricité.

Modifications nécessitées par des travaux publics.

Art. 71. — Dans le cas où l'Etat, les départements ou les communes ordonnent ou concèdent, soit la construction de routes nationales, de routes départementales, de chemins vicinaux, de voies ferrées, de canaux, soit l'installation de communications télégraphiques ou téléphoniques ou de distribution ou transport d'énergie, et, d'une manière générale, l'exécution de travaux publics qui obligent à modifier une ligne de distribution ou de transport, le permissionnaire ou concessionnaire ne peut s'opposer à ces travaux.

Le permissionnaire ou concessionnaire doit apporter à ses propres installations toutes les modifications prescrites par le ministre des Travaux publics.

Toutes les dispositions nécessaires sont prises pour que les modifications ainsi imposées par l'administration n'apportent aucun obstacle au service de la distribution ou du transport d'énergie préexistant.

Dommages causés aux ouvrages de distribution ou de transport.

Art. 72. — Aucun recours ne peut être exercé contre l'Etat, les départements ou les communes par le permissionnaire ou concessionnaire d'une distribution ou d'un transport :

Soit à raison de dommages que le roulage ordinaire pourrait occasionner aux ouvrages de la distribution ou du transport placés sur ou sous le sol des voies publiques ;

Soit à raison de l'état de la chaussée, des accotements, des trottoirs ou des ouvrages et des conséquences de toute nature qui pourrait en résulter ;

Soit à raison des travaux exécutés sur la voie publique dans l'intérêt de la sécurité publique ou de la voirie ;

Soit à raison des travaux exécutés pour l'entretien des lignes télégraphiques ou téléphoniques.

Le permissionnaire ou concessionnaire conserve son droit de recours contre les tiers.

Dommages causés par les distributions ou les transports.

Art. 73. — Les indemnités pour dommages résultant de l'établissement ou de l'exploitation d'une distribution ou d'un transport sont entièrement à la charge du permissionnaire ou concessionnaire qui reste responsable de toutes les conséquences dommageables de son entreprise, tant envers l'Etat, les départements et les communes, qu'envers les tiers.

Chapitre XI. — Dispositions diverses.

Statistiques annuelles.

Art. 74. — Tout permissionnaire ou concessionnaire doit adresser à l'ingénieur en chef du Contrôle, ou, dans le cas des concessions de transports à l'ingénieur en chef prévu à l'article 37, chaque année, le 15 avril au plus tard, des états statistiques conformes aux modèles qui seront arrêtés par le ministre des Travaux publics, après avis du Comité d'Electricité et comprenant les renseignements techniques relatifs à l'année entière, du 1er janvier au 31 décembre. Ces renseignements peuvent être publiés en tout ou en partie.

Conférence entre les services intéressés.

Art. 75. — Les conférences prévues à l'article 14 de la loi du 15 juin 1906 ont lieu à un seul degré. Elles sont ouvertes par l'ingénieur en chef du Contrôle, ou, dans le cas des concessions de transport, par l'ingénieur en chef prévu à l'article 37, qui établit un exposé de l'objet de la conférence et adresse un exemplaire du dossier au chef de chaque service intéressé pour chaque département et au directeur régional des Postes, Télégraphes et Téléphones. L'ingénieur en chef du contrôle ou l'ingénieur en chef centralisateur provoque en même temps les observations de toute personne dont il juge l'intervention utile pour l'instruction de l'affaire.

Les chefs de service intéressés, après examen, renvoient le dossier à l'ingénieur en chef du contrôle ou à l'ingénieur en chef centraliseur et formulent leur avis ou observations en ce qui concerne leurs services respectifs.

Sur le vu de ces avis ou observations, l'ingénieur en chef du Contrôle ou l'ingénieur en chef centralisateur formule ses conclusions et clôt le procès-verbal de la conférence.

En cas de désaccord entre les services intéressés, l'ingénieur en chef du Contrôle ou l'ingénieur en chef centralisateur provoque une conférence effective entre les chefs de service ou leurs délégués. Si l'accord n'intervient pas au cours de cette conférence, le procès verbal relatant les avis de tous les services intéressés est adressé sans délai au ministre des Travaux publics pour instruction.

Concessions accordées aux réseaux de chemins de fer d'intérêt général.

Art. 76. — Au cas où la concession est accordée à un réseau de chemins de fer d'intérêt général, sont réservées au ministre des Travaux publics les attributions dévolues à l'ingénieur en chef du Contrôle par les articles 50, paragraphe 5, 51, paragraphe 3, et 61, paragraphe 1er, il en est de même, sauf en cas d'urgence grave, des attributions dévolues à l'ingénieur en chef du Contrôle par l'article 63, paragraphe 1er.

Dispositions transitoires.

Art. 77. — Pour toutes les concessions en vue desquelles une instruction est actuellement ouverte, les enquêtes et autres formalités régulièrement accomplies conformément aux règles antérieurement en vigueur seront considérées comme valables. En cas de contestation il sera statué par le ministre des Travaux publics.

Art. 78. — Sont abrogés les décrets des 3 avril 1908 et 24 avril 1923 (modifié par le décret du 14 octobre 1924).

Exécution du présent règlement.

Art. 79. — Le ministre des Travaux publics, le ministre de l'Intérieur, le ministre du Commerce et de l'Industrie et le ministre de l'Agriculture sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret qui sera publié au « Journal officiel » de la République française et inséré au « Bulletin des lois ».

Fait à Rambouillet, le 29 juillet 1927.

Gaston Doumergue.

Décret approuvant une délibération du Conseil municipal de Paris ayant pour objet la création d'une taxe municipale sur l'énergie électrique.

Ainsi que nous l'avons signalé dans les numéros du « Bulletin R. G. E. » des 23 juillet et 6 août 1927, t. XXII, pages 26 B et 44 B, l'énergie électrique consommée dans Paris pour l'éclairage est soumise à une taxe municipale dont le taux est de 15 pour 100 du prix de l'énergie utilisée. Voici le texte du décret du ministre de l'Intérieur, en date du 22 juillet 1927 et publié au « Journal officiel » du 28 juillet, page 7795, approuvant l'établissement de cette taxe.

ARTICLE PREMIER. — Est approuvée la délibération du Conseil municipal de Paris, en date du 30 juin 1927, ayant pour objet la création, à partir du 1er juillet 1927 et jusqu'au 31 décembre 1930, d'une taxe municipale sur l'énergie électrique consommée dans Paris pour l'éclairage, à l'exclusion de celle consommée pour tous autres usages.

La taxe est due par les usagers.

ART. 2. — Le taux de la taxe est fixé pour tous les usagers à 15 pour 100 de la somme représentant sur la facture le prix de la fourniture d'électricité (majoration établie par l'avenant du 10 août 1925 non comprise).

ART. 3. — Est, en principe, considérée comme consommée pour l'éclairage, la totalité de l'énergie électrique utilisée, tant pour l'éclairage que pour les autres usages, lorsque la consommation d'éclairage n'est pas mesurée par un compteur distinct.

Dans les abonnements mixtes consentis par la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, pour l'éclairage et usages domestiques, et comportant trois tranches de consommation, la première tranche est seule considérée comme utilisée pour l'éclairage.

ART. 4. — Lorsque le consommateur est son propre fournisseur, il intervient entre lui et la Ville de Paris une convention réglant à forfait le montant de la taxe qui doit lui être imposée sur la fraction de sa consommation destinée à l'éclairage; ce forfait est établi par analogie avec les taxes acquittées par les autres usagers.

En cas de contestation, l'intéressé sera taxé d'office par le préfet de la Seine.

ART. 5. — Les consommateurs d'énergie électrique utilisée pour l'éclairage, et non abonnés à la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, devront se faire connaître par une déclaration adressée au préfet de la Seine, dans les huit jours qui suivront la publication du présent décret. Ceux qui s'établiront dans l'avenir devront faire cette déclaration quinze jours au moins avant la mise en marche de leurs installations.

ART. 6. — Sont exemptées de la taxe les consommations :

a) Pour l'éclairage du domaine public, national, départemental et communal;

b) Pour l'éclairage des véhicules de toutes espèces.

ART. 7. — La taxe est exigible mensuellement.

Pour les consommateurs abonnés de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, la taxe sera perçue par la Compagnie concessionnaire, en même temps que les sommes dues au titre de la fourniture du courant utilisé, et sera portée sur la facture.

Le recouvrement de la taxe sera poursuivi, le cas échéant, comme en matière de contributions indirectes.

ART. 8. — Des arrêtés du préfet de la Seine fixeront les règles de détail relatives à l'assiette de la taxe, et notamment celles suivant lesquelles seront déterminées les quantités imposables pour la période de temps écoulée entre la mise en application de la taxe et les premiers relevés de consommation postérieure à cette mise en application.

ART. 9. — Le ministre de l'Intérieur est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au « Journal officiel.

Fait à Paris, le 22 juillet 1927.

A propos de l'assimilation aux parts de fondateurs des titres donnant droit éventuellement à une quote-part des bénéfices.

Le « Journal officiel » du 12 juillet 1927 publie, page 2561 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12832. — M. Louis Nicolle, député, demande à M. le ministre du Commerce si des titres créés par une société anonyme, postérieurement à la promulgation de la loi du 31 mars 1927, pour représenter des droits éventuels à la répartition, attribués par ses statuts à ses clients, sont soumis aux dispositions de l'article 16 de ladite loi et, par suite, assimilés comme les parts de fondateur et les parts bénéficiaires aux actions d'apport, quant au délai de deux ans pendant lequel celles-ci ne sont pas négociables et doivent rester attachés à la souche, ajoutant que la remise de ces titres ne rémunère ni apports, ni services, mais a seulement pour objet de faciliter l'exercice des droits préexistants qu'ils représentent (Question du 16 juin 1927).

Réponse. — L'article 16 de la loi du 31 mars 1927 stipule que les dispositions des alinéas 3 et 4 de l'article 3 de la loi du 24 juillet 1867 relatives au délai pendant lequel les actions d'apport ne sont pas négociables s'appliquent aux parts de fondateur ou parts bénéficiaires qui seront créées après la promulgation de la loi. Ces dispositions ne comportent aucune exception, tous les droits constituant des parts de fondateur ou parts bénéficiaires tombent sous leur application quelles que soient les causes de création et d'attribution de ces parts et, bien entendu, quelle que soit la dénomination donnée à ces droits par les intéressés. Bien que la loi ne donne pas une définition précise des parts de fondateur ou bénéficiaires, la doctrine et la jurisprudence considèrent comme telles tous titres donnant droit à une quote-part des bénéfices de la société, sans concéder aucun droit sur le capital, lors de la dissolution de la société, et sans permettre l'immixion dans les affaires sociales, des clauses devenues de style interdisant aux titulaires de ces parts de contrôler les comptes et de participer aux assemblées générales. Il semble donc que les titres qui font l'objet de la question de l'honorable député tombent sous l'application des dispositions de l'article 16 de la loi du 31 mars 1927.

ERRATUM

Conférence internationale des grands Réseaux à haute Tension.

Dans le compte rendu de la troisième section, t. XXII, p. 263, 1re colonne, lignes 4 et 5, au lieu de :

« où ω_n et W_n représentent la fréquence et la puissance active des divers harmoniques »,

Il faut lire :

« où ω_n et W_n représentent la pulsation et l'énergie intrinsèque des divers harmoniques ».

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : J. **BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

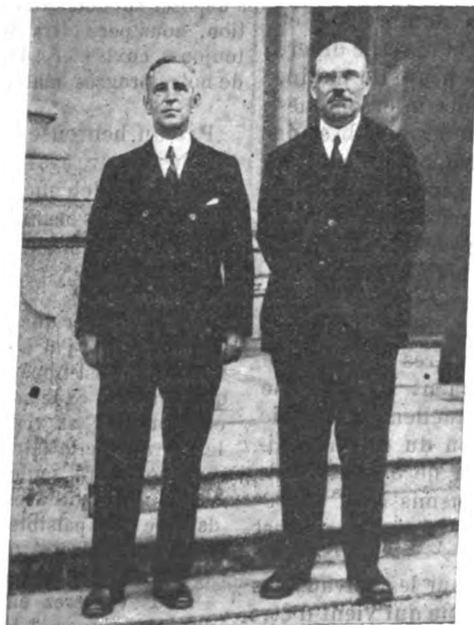
11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 11. 17 SEPTEMBRE 1927.

Commission internationale de l'Eclairage : Résolution relative à la réalisation d'un étalon primaire de lumière. — En attendant qu'il nous soit possible de donner le compte rendu de la réunion de Bellagio, nous compléterons aujourd'hui la note succincte publiée dans notre dernier numéro en reproduisant deux photographies prises au cours de cette réunion, ainsi que le texte d'une résolution adoptée à l'unanimité à la séance générale de clôture du samedi 3 septembre 1927.

Cette résolution concerne la réalisation d'un étalon primaire de lumière basé sur les propriétés du corps noir, question qui avait été l'objet, à la session de Genève de 1924, de deux importants rapports dus, l'un à M. Herbert Ives (Etats-Unis), l'autre à M. Fleury (France) et avait donné lieu au vœu suivant de la commission (¹) :

« **La Commission internationale de l'Eclairage recommande l'adoption internationale, comme étalon** primaire de lumière, de la brillance d'un corps noir, utilisé dans des conditions sujettes à définition précise.

» La Commission recommande aux laboratoires nationaux de prendre des mesures : 1° pour formuler des définitions normalisées pour la construction et les conditions d'emploi d'un corps noir comme étalon primaire de lumière; 2° pour établir une valeur définitive de la brillance du corps noir utilisé dans ces conditions exprimée en bougies internationales. »



Commission internationale de l'Eclairage
Réunion de Bellagio (septembre 1927).
M. Hyde, président de la Commission internationale de l'Eclairage (à gauche). M. Bordini, président du Comité italien de l'Eclairage et du Chauffage (à droite).

Conformément à cette recommandation les travaux commencés par M. Fleury au Laboratoire de l'Ecole normale supérieure de Paris furent poursuivis. D'autre part, le Comité français de l'Eclairage et du Chauffage examina les moyens qui permettraient de donner à ces travaux toute l'ampleur désirable et sur la proposition de son président, M. Rouland, administrateur délégué de la Société du Gaz de Paris, il fut décidé que les travaux seraient continués au Laboratoire de Recherches physiques de cette société que dirige M. James Chappuis. Les premiers

(¹) *Revue générale de l'Electricité*, 2 août 1924, t. XVI, p. 185-187.

résultats de ces recherches furent indiqués à la Commission internationale de l'Eclairage dans une note de M. Chappuis présentée par M. Janet à la séance d'ouverture de la réunion de Bellagio et c'est à la suite de l'examen de cette note que, à la séance de clôture, fut adoptée la résolution suivante présentée par M. Bordoni, président du Comité italien de l'Eclairage et du Chauffage :

« La Commission internationale de l'Eclairage s'associe au Comité français de l'Eclairage et du Chauffage en adressant ses remerciements à M. Rouland pour avoir su réaliser pour l'étude d'un étalon de lumière blanche basé sur les propriétés du corps noir la coordination des efforts du Laboratoire de l'Ecole normale supérieure, du Laboratoire central d'Electricité, de l'Institut d'Optique et du Laboratoire de Recherches physiques de la Société du Gaz de Paris, s'inspirant ainsi des recommandations que le Congrès de 1924 avait adressées aux laboratoires nationaux. »

Commission électrotechnique internationale : Réunion de Bellagio. — Comme nous le disions dans un précédent numéro, l'ouverture de la réunion de la Commission électrotechnique internationale a suivi immédiatement la clôture de la réunion de la Commission internationale de l'Eclairage.

Les membres de la Commission électrotechnique, au nombre de plus de deux cents et accompagnés par une soixantaine de dames, arrivèrent pour la plupart à Côme au début de l'après-midi du dimanche 4 septembre. Un bateau spécial les conduisit à Bellagio et dès le soir même avait lieu la séance d'ouverture.

Pendant toute la semaine du 4 au 11 septembre les divers comités d'études tinrent de nombreuses et longues séances, le matin, l'après-midi et après le dîner, souvent même jusqu'à minuit ou une heure du matin. Ces séances techniques furent toutefois interrompues par une excursion au cours de laquelle les membres de la commission visitèrent une usine génératrice nouvellement construite par la Società generale italiana Edison di Elettricità en vue d'utiliser une chute de 750 m alimentée par le Liro. Mise en service au début de juin dernier, cette usine renferme actuellement trois groupes générateurs à turbine Pelton ayant chacun une puissance de 30 000 kw, mais les bâtiments sont prévus pour l'installation de trois autres groupes de même puissance lorsque l'aménagement hydraulique de la partie supérieure du bassin, actuellement en voie d'exécution, sera terminé. La tension du courant triphasé fourni par les alternateurs est de 8 000 v ; elle est portée à 125 000 v pour la transmission ; la fréquence est de 42 ou de 50 p : s selon le réseau qui est connecté à l'usine.

Nous reviendrons ultérieurement sur les travaux des comités et sur la description de l'usine qui vient d'être citée.

Le mardi 6 septembre eut lieu un banquet offert par le Comité électrotechnique italien aux membres de la commission. A la fin de ce banquet, M. Lombardi prit la parole, et, après avoir exprimé ses remerciements aux délégués étrangers, il fit appel à leur collaboration dans les termes suivants :

L'année dernière, M. Pupin, dans son brillant discours à la session de New-York, n'a pas en vain fait appel aux sentiments de fraternité entre les peuples, et nous pouvons en réalité nous flatter que notre commission soit jusqu'à présent le moyen de réalisation le plus sérieux de la collaboration technique internationale.

Je crois pourtant que nous pourrions faire encore dans cette direction un grand pas si chaque institution qui a adhéré à la Commission était disposée, d'après le vœu de Lord Balfour, à regarder celle-ci comme une vraie communauté dans laquelle il ne s'agit pas seulement d'unifier les mesures et les définitions techniques, mais encore de fondre les plus grands intérêts scientifiques.

Néanmoins, je ne doute pas que ce monde serait plus heureux si on était capable de poursuivre des idéals si purs, en se débarrassant de toute jalousie et préoccupation de priorité personnelle ou nationale, et si on voulait donner son appui loyal à toute initiative ou proposition qui en soit digne sans se soucier davantage de son origine ou de ses inévitables imperfections primitives.

Aucune commission, pas même la Commission électrotechnique internationale, ne pourra établir l'étalon d'après lequel on puisse mesurer le mérite personnel ou la part que chaque nation a prise dans l'histoire de la civilisation.

C'est pourquoi les vrais savants devraient, non seulement parler une même langue, comme disait Lord Balfour, mais aussi se reconnaître une même patrie, se réjouir des mêmes succès, se glorifier des mêmes gloires.

De cette façon, la science à laquelle nous nous sommes consacrés, parce qu'elle nous donne la perception aussi exacte de l'infiniment petit que de l'infiniment grand, pourra constituer notre liaison spirituelle et, en nous aidant à déposer sur son autel tout désir de revanche et toute ambition, nous permettra de conquérir le bien que nous devons toujours envisager : l'harmonie des âmes, facteur principal de notre progrès matériel et intellectuel.

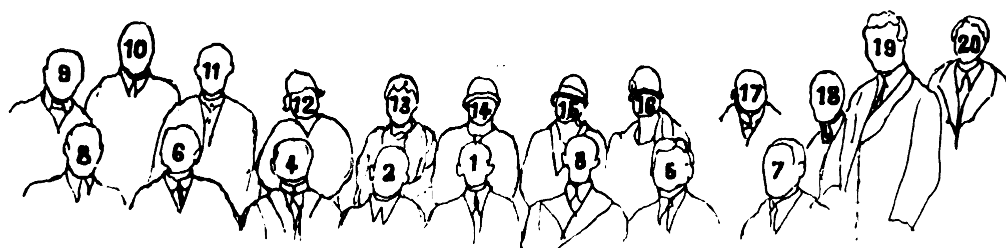
Par un heureuse innovation, les dames furent invitées à prendre également la parole. Mme Sharp, femme de l'un des délégués des Etats-Unis, remercia, au nom des dames, les organisateurs du congrès. Mme Semenza, femme du président de la Commission électrotechnique internationale y répondit par l'allocution suivante :

Je dois avouer que je me sens assez émue, car c'est la première fois que j'ai à parler devant un auditoire aussi nombreux et aussi important ; mais les chaleureux sentiments que nous ont exprimés M. le maire de Bellagio et Mrs Sharp et les nombreux visages amis qui m'entourent me donnent le courage de le faire.

Je vous dirai seulement en quelques mots combien nous avons été heureuses de nous réunir pour quelque temps dans ce coin paisible de nos lacs, coin suggestif devrais-je dire, qui a inspiré par ses beautés naturelles beaucoup de nos bons écrivains, de nos poètes et de nos peintres.

Vous visiterez ensuite quelques-unes de nos villes, les plus artistiques et les plus intéressantes dont la beauté est d'une autre sorte, mais je suis sûre que toutes les dames qui sont ici sont heureuses, comme moi, de voir nos maris travailler dans cette petite ville reposante, plutôt que dans une cité bruyante et agitée.

Je sais qu'il n'y a jamais eu jusqu'ici à ces congrès une



Commission internationale de l'Eclairage. Réunion de Bellagio (septembre 1927).

MM.

1 Hyde, président de la Commission internationale de l'Eclairage.
2 Bordoni, président du Comité italien.
3 Paterson, secrétaire et trésorier de la Commission.
4 Janet, vice-président du Comité français.
5 Sharp, président du Comité américain.
6 Bloch, président du Comité allemand.
7 Edgcumbe, présidt du Comité britannique.

MM.

8 Filliol, président du Comité suisse.
9 Mailloux, président de la Commission électrotechnique internationale.
10 Bush (Grande-Bretagne).
11 Rayner (Grande-Bretagne).

MMmes

12 Rhodes.
13 Janet.

MMmes

14 Marks.
15 Paterson.
16 Sharp.

MM.

17 Teichmüller (Allemagne).
18 Kennelly (Etats-Unis).
19 Halbertsma (Hollande).
20 Kan Tanaka (Japon).

si nombreuse réunion de dames et je considère ceci comme un très grand honneur pour nous, et c'est pourquoi, au nom de toutes les dames du Comité italien, je vous remercie du fond du cœur d'être venues et je remercie aussi vos très aimables maris de vous avoir amenées.

Nous vous souhaitons tous les plaisirs possibles au cours de votre visite en Italie et nous espérons que vous emporterez le meilleur souvenir de notre pays, comme nous le faisons quand nous visitons vos différents pays au cours de ces mêmes congrès.

En terminant, je vous prie de lever toutes vos verres à la prospérité et au succès croissant de la Commission électrotechnique internationale, succès qui nous apporte aussi à nous une part de satisfaction et de joie.

Au moment où nous écrivons ces lignes se déroule la manifestation solennelle organisée à Côme pour célébrer le centenaire de la mort de Volta et à laquelle ont été conviés les membres de la Commission électrotechnique internationale, ainsi que les participants aux divers congrès internationaux qui se tiennent actuellement à Côme, notamment le Congrès international des Physiciens, le Comité consultatif international des Communications téléphoniques à longue Distance, etc. — J. B.

Bibliographie : Transformateurs de puissance ; bobines d'inductance, par Marcel Mathieu (1). — Cet ouvrage, appartenant à la Nouvelle Encyclopédie électromécanique, publiée sous la direction de M. Pacoret, comprend deux parties : l'une traite des transformateurs de puissance, l'autre, des bobines d'inductance. Ce qui peut paraître surprenant, au premier examen, c'est que l'auteur aborde l'étude des transformateurs de puissance avant celle des bobines d'inductance, contrairement à l'ordre logique qui incite à procéder du cas simple que constitue la bobine d'inductance au cas plus compliqué qu'est le transformateur... Mais, ici, il n'est établi aucun rapprochement entre ces deux catégories d'appareils, si ce n'est dans le chapitre consacré aux « bobines avec partie magnétique » dans lequel il est indiqué que le calcul de celles à circuit magnétique sans entrefer se ramène à celui d'un transformateur fonctionnant à vide. Il ne s'agit pas d'ailleurs d'un exposé théorique des questions que soulève l'étude des transformateurs et des bobines d'inductance, mais bien plutôt de considérations pratiques, directement utilisables pour le technicien chargé de calculer l'un ou l'autre de ces appareils et possédant au préalable la connaissance des principes des phénomènes dont ils sont le siège.

Ainsi, pour les transformateurs, nous trouvons quelques indications utiles sur la détermination de la section optimum à admettre au point de vue économique. Suivent des renseignements sur le calcul de l'échauffement, sur le choix des isolants et les dimensions à adopter pour assurer l'isolement des différentes parties de l'appareil; une distinction est bien marquée, à ce propos, entre les transformateurs à l'air libre et ceux dans un bain d'huile. Cette distinction est conservée dans le chapitre relatif au refroidissement et dans lequel l'auteur traite séparément les cas où il y a ou non circulation forcée d'un fluide, de l'air pour les transformateurs de la première catégorie, de l'eau ou de l'huile pour ceux de la seconde catégorie.

Dans l'étude du fonctionnement des transformateurs, nous mentionnerons, parce qu'elle est rarement traitée dans les cours généraux d'électrotechnique, la question de l'effort mécanique entre deux connexions parallèles, question qui retient l'attention des praticiens; ici, l'auteur indique une formule. Suit un aperçu très sommaire des essais auxquels doivent être soumis ces appareils.

En résumé, ce qui, à notre avis, constitue le principal intérêt de cette première partie, ce sont des renseignements qu'elle contient sur des dispositions pratiques, ainsi que des données numériques, tant de documents connus des spécialistes, parfois publiés dans des revues techniques, mais trop rarement dans des ouvrages traitant de la même question. L'exposé bref et concis des considérations développées donnent à l'ouvrage un caractère d'aide-mémoire; l'auteur cite des chiffres, des faits et des formules... mais, peut-être, quelques esprits critiques regretteront-ils que certains résultats ne soient ni interprétés, ni discutés.

Dans la seconde partie l'auteur a réuni des formules permettant le calcul des bobines d'inductance : les bobines à spirale plate, celles en solénoïde à plusieurs couches, sans noyau de fer, puis avec noyau de fer, y sont successivement considérées. Parmi les formules citées, nous mentionnerons celles de Nagaoka, de Maxwell, de Havelock, de Rayleigh et Niven, etc.

A ce propos rappelons que M. Mathieu a indiqué dans ces colonnes (1) un procédé de résolution graphique de la formule de Nagaoka que nous regrettons de ne pas trouver dans son ouvrage; probablement est elle destinée à la prochaine édition.

Ainsi conçu, cet ouvrage répond au but que s'est proposé l'auteur, d'être utile « en présentant le sujet dans sa réalité industrielle ». — A. C.

(1) Un volume, format 19 cm × 12 cm, de 305 pages, avec 84 figures dans le texte, et 31 photographies hors texte, édité par la librairie Albert Blanchard, 3 bis, place de la Sorbonne, à Paris (5e). Prix : broché, 18 fr.

(1) Marcel Mathieu; Résolution graphique de la formule de Nagaoka pour le calcul de l'inductance des bobines à une seule couche. *Revue générale de l'Électricité*, 22 janvier 1927, t. XXI, p. 142-145.

Bibliographie : Dictionary of wireless technical terms (Dictionnaire des termes techniques utilisés en radioélectricité), par S.-O. Pearson (2). — Ce petit dictionnaire technique s'adresse aux amateurs électriciens non spécialisés qui désirent lire les journaux de radioélectricité écrits en langue anglaise. Il ne sera pas difficile, aux uns et aux autres, de trouver l'expression équivalente en français, car chaque mot est accompagné d'une définition pour la rédaction de laquelle on a employé le langage le plus simple possible, c'est-à-dire en évitant l'emploi d'autres mots techniques, hormis ceux cités dans le dictionnaire et qui sont alors soulignés en italique. Dans le cas où il s'agit d'un appareil, la définition est le plus souvent complétée par une figure. Ce petit dictionnaire est donc susceptible de rendre de grands services à tous ceux qui désirent s'initier à la radiotechnique anglaise. — B. C.

(2) Un volume, format 13 cm × 8 cm, de 254 pages, avec quelques figures dans le texte, édité par la librairie Iliffe and Sons Ltd, Dorset House, Tudor street, à Londres E C 4 (Angleterre). Prix : relié, 2 shillings.

Congrès du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (Paris 1927)

Ainsi que nous l'avons annoncé antérieurement (*) le Congrès du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique s'est tenu à Paris le 2 juillet 1927. Cette manifestation, dont nous n'avons pu jusqu'ici entretenir nos lecteurs par suite de l'ampleur de nos comptes rendus des séances de la Conférence des Grands Réseaux électriques à haute Tension, n'a occupé qu'une seule séance. Elle n'a donc pas eu l'importance que l'on pouvait augurer du succès des manifestations antérieures analogues : le congrès tenu à Strasbourg en 1923 (**), celui qui eut lieu à Paris en 1924 (***) et le congrès tenu à Grenoble en 1925 (****). Cela tient à deux causes : d'abord, de ce que succédant immédiatement aux séances de la quatrième session de la Conférence précitée, le Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique a estimé qu'il était inutile de traiter au congrès les questions figurant au programme de la Conférence ; en second lieu, de ce que l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, qui a tenu son premier congrès à Rome l'an dernier (*****) en tiendra un second à Paris l'an prochain et que, dès lors, il convenait d'éliminer les questions qui sont actuellement l'objet d'enquêtes en divers pays pour être discutées l'an prochain. Cette double élimination réduisit à quatre le nombre des sujets soumis à la discussion du Congrès de 1927. On trouvera ci-dessus l'analyse des rapports correspondants.

Sur l'électromotoculture, par Maurice BITOUZET, directeur des Services commerciaux de la Société Nord-Lumière (Le Triphasé).

L'auteur mentionne, dans ce rapport de quatre pages de texte, deux questions qui ont été examinées au Congrès mondial de l'Energie à Bâle (1), en 1926 et au Congrès de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique à Rome, en 1926 (2), à savoir celle des moteurs portatifs et celle du labourage.

Les constructeurs font un réel effort pour établir des modèles de moteurs portatifs pouvant convenir aux divers usages prévus dans les exploitations agricoles. A ce propos, nous rappellerons que pour encourager ces efforts, l'Union des Syndicats de l'Electricité avait organisé (3), avec le concours du Ministère de l'Agriculture et de groupements s'intéressant au développement de l'électrification rurale, des essais contrôlés de ce genre de moteurs, essais qui ont eu lieu au début de l'année. M. Bitouzet note comme indication générale qui s'est dégagée de cette manifestation, le fait qu'il y avait encore des améliorations à apporter à ce qui concerne « la protection des moteurs contre les poussières, leur maniabilité sur le sol et leur facilité de raccordement aux outils à actionner ».

En ce qui concerne le labourage, le rapporteur mentionne les essais entrepris dans la grande banlieue de Paris qui ont donné des résultats très satisfaisants, permettant d'affirmer que depuis le dernier congrès de Rome, auquel il est déjà fait allusion plus haut, où l'on parlait encore de la mise au point de cette application de l'électricité, ce stade est maintenant franchi. Les appareils utilisés dans ces essais étaient de trois types différents, à savoir : de la Société générale agricole, de la Compagnie d'Entreprises électromécaniques et de la Société méridionale d'Electromotoculture.

L'avantage que présente le moteur électrique, sur les autres modes de commande doit être attribué, selon M. Bitouzet, à son élasticité, en entendant par là, pour le moteur asynchrone, le seul envisagé dans le rapport qui nous occupe, la propriété qu'il a de pouvoir développer un couple très variable sans qu'il en résulte des variations importantes, au point de vue pratique, de la vitesse.

L'auteur signale ensuite les applications que l'on a en vue actuellement relativement au scarifiage, opération par laquelle à l'aide d'un appareil à dents, on procède à l'ameublissement du sol, ainsi qu'à l'arrachage et au décolletage des betteraves. Il termine en faisant ressortir l'intérêt qu'il y a, pour lutter contre l'abandon des campagnes, à tirer parti des moyens dont dispose l'industrie électrique pour faciliter les exploitations agricoles et, d'autre part, améliorer les conditions de la vie en assurant plus de confort aux populations rurales ; dans ce domaine, qui est du ressort des applications domestiques de l'électricité, il y a, comme dans celui des applications mécaniques, un intéressant effort à mentionner. Enfin le problème le plus grave que pose le rapporteur, pour conclure, est le problème financier.

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 18 juin 1927, t. XXI, p. 969.

(**) *Idem*, 21 juillet 1923, t. XIV, p. 81.

(***) *Idem*, 19 juillet et 2 août 1924, t. XVI, p. 97 et 189.

(****) *Idem*, 8 août 1925, 17, 24 et 31 octobre 1925, t. XVIII, p. 209, 632-640, 679-682, 728-730.

(*****) *Idem*, 2 octobre 1926, t. XX, p. 465 ; 19, 26 mars, 2, 9, 16, 23, 30 avril 1927, t. XXI, p. 462-466, 496-508, 539-547, 553-559, 582-598, 628-632, 663-670 et 704-711.

(1) Compte rendu des rapports présentés à la Deuxième Conférence mondiale de l'Energie (Bâle 1926). *Revue générale de l'Electricité*, 16 octobre, 25 décembre 1926, t. XX, p. 537-540 et p. 211 D-213 D.

(2) Au sujet des applications de l'électricité autres que l'éclairage. *Revue générale de l'Electricité*, 26 mars 1927, t. XXI, p. 496-499.

(3) *Revue générale de l'Electricité*, 28 août 1926, t. XX, p. 297.

Sur l'exploitation des secteurs électriques ruraux, par Léon Fenouillet, administrateur-délégué de sociétés d'électricité.

Ce rapport comporte quatorze pages de texte et sept figures; l'auteur y examine la question du rendement économique des réseaux ruraux qui est, comme on le sait, très faible.

Pour l'améliorer, on est conduit tout d'abord à limiter les frais de premier établissement en réduisant la puissance que peuvent supporter les appareils prévus, notamment les transformateurs sur les réseaux à basse tension ainsi que les lignes. Mais encore importe-t-il d'assurer la meilleure utilisation possible de ce matériel, de cet « outillage pauvre », selon les termes mêmes du rapporteur, dont disposent les secteurs ruraux, et c'est ce dernier point que M. Fenouillet se propose d'examiner ici.

1. Réglementation de l'emploi de la force motrice électrique. — Pour obtenir une bonne répartition de la charge dans la journée, il suffit d'imposer aux abonnés l'obligation de n'utiliser leurs moteurs que suivant un horaire fixé par l'exploitant; ainsi seront évitées les variations importantes de l'énergie fournie atteignant un maximum souvent exagéré aux heures où les lampes sont mises en service; comme dans les réseaux ruraux la puissance totale absorbée par ces dernières peut facilement avoir la même valeur que celle de l'ensemble des moteurs, on arrive, en réglementant l'emploi des moteurs, à une répartition presque uniforme de la charge, comme le confirment d'ailleurs les résultats obtenus sur un secteur, mentionnés par le rapporteur, dans lequel est appliqué ce mode de réglementation.

Il est évident que l'interdiction de l'utilisation de moteurs en dehors des heures prévues ne peut être absolue, et que l'exploitant doit admettre certaines tolérances, en favorisant néanmoins, suivant des modalités à établir, les abonnés qui acceptent la réglementation.

Après avoir indiqué le mode de contrôle dont dispose l'exploitant pour s'assurer que l'abonné se conforme à son engagement (deux compteurs et un commutateur approprié), l'auteur fait remarquer que cette réglementation de la force motrice est compatible avec le cahier des charges de la concession (1). Dans les instructions relatives à l'article 11 du cahier des charges type, en date du 28 juin 1921 (2), on lit en effet : « Le cahier des » charges peut fixer des maxima différents suivants les » conditions de puissance, d'horaire, d'utilisation et » consommation; il peut stipuler notamment des réductions pour les abonnés dépassant ou garantissant un » minimum déterminé de consommation, pour les » abonnés utilisant le courant à des heures ou pendant » des saisons déterminées et d'une manière générale, » pour les abonnés acceptant des sujétions spéciales ».

2. Réglage de la tension et amélioration du facteur de puissance. — En général, le secteur rural achète de l'énergie en courant triphasé à haute tension, pris dans un poste de concessionnaire de distribution d'électricité aux services publics. Si, comme il arrive souvent, ce poste est éloigné des usines génératrices, les variations de tension peuvent, ainsi que l'autorisent les cahiers des charges, atteindre jusqu'à 7,5 pour 100 en plus ou en moins de la tension normale suivant l'état de charge du réseau général. Dans ces conditions, la chute de tension propre des lignes du secteur rural et celle des transformateurs qu'elles desservent obligent ce secteur à effectuer un réglage de la tension sur ces transformateurs sous peine d'avoir aux bornes des lampes, des variations de tension inadmissibles.

Un mode de réglage qui semble pratique pour le secteur rural est réalisé par l'emploi des transformateurs d'énergie à bornes multiples permettant d'utiliser plusieurs rapports de transformation et, par conséquent, d'obtenir plusieurs valeurs de la tension secondaire pour une même valeur de la tension primaire. En reliant convenablement ces bornes de réglage à un commutateur tripolaire spécial, il est possible de passer instantanément d'un jeu de bornes au jeu voisin et de réaliser, sans arrêt de la fourniture d'énergie, une variation instantanée de la tension.

Quand le nombre de postes des secteurs ruraux est élevé, cette méthode semble compliquée et devoir être rejetée comme coûteuse d'installation et d'exploitation.

Le seul réglage pratique est, selon M. Fenouillet, un réglage unique exécuté sur la haute tension au point de livraison du courant ou dans une cabine commandant tous les postes de transformation.

Signalons à ce propos que M. Fenouillet préconise ici l'emploi des autotransformateurs comme étant plus simples, moins coûteux et de meilleur rendement que les appareils à deux enroulements distincts.

Le facteur de puissance des réseaux ruraux est en général très faible; il oscille, à titre d'indication, entre un maximum de 0,6 ou 0,7 en hiver et un minimum de 0,30 à 0,40 en été. Ces résultats sont déplorables et le secteur rural est presque désarmé contre les causes d'une telle insuffisance. Pour tenir compte de cette situation spéciale, les concessionnaires de distribution à haute tension aux services publics abaissent généralement, pour les secteurs ruraux, à 0,60 la valeur limite du cos φ moyen au-dessous de laquelle le tarif de vente de l'énergie est majoré suivant l'insuffisance de ce cosinus. Malgré cette réduction, le taux de la majoration du prix de l'énergie peut encore atteindre 20 à 25 pour 100 pendant les mois d'été, ce qui incite le secteur rural à améliorer le facteur de puissance au moins pendant la période d'été. Le rapporteur propose, outre les dispositifs spéciaux bien connus pour cette amélioration, la réglementation de

(1) Cahier des charges type pour la concession d'une distribution d'énergie électrique par une commune ou un syndicat de communes (28 juin 1921). *Revue générale de l'Électricité*, 27 août 1921, t. X, p. 269-276.

(2) [illegible]

la puissance des moteurs des abonnés de façon qu'ils fonctionnent réellement en pleine charge.

3. Augmentation des ventes d'énergie. — L'auteur attire l'attention sur l'intérêt que peut avoir l'exploitant des secteurs ruraux, au point de vue du rendement économique de son entreprise, à favoriser les installations des postes récepteurs de téléphonie sans fil, moins pour l'énergie consommée par ces postes que pour le fait que, par suite de leur emploi, l'abonné prolonge ses veillées et, par conséquent, les heures d'éclairage.

Sur la stérilisation électrique de l'eau par l'ozone avec applications particulières aux installations rurales, par Maurice Otto, ingénieur à la Société havraise d'Energie électrique.

1. Aperçu historique. — Rappelons que le procédé de stérilisation des eaux par l'ozone est déjà ancien. C'est, en effet, en 1881 que les propriétés bactéricides de ce gaz furent mises en évidence par J. Chappuis. Un peu plus tard, G. Seguy en premier lieu, puis Frölich, Ohmuller et Van Ermengen réalisèrent l'application de ces propriétés à la stérilisation de l'eau et déjà en 1895 on pouvait voir en fonctionnement à l'Exposition d'Hygiène de Paris, un appareil stérilisateur dû à Tyndal, qui permettait de traiter efficacement 2 m³ d'eau à l'heure. Enfin, en 1898, une installation d'un caractère vraiment industriel et susceptible de stériliser 35 m³ d'eau à l'heure, fut réalisée à Lille par Marmier, Abraham et X. Gosselin (¹).

En 1899, à la séance de novembre de la Société des Ingénieurs civils, M. Marius Otto décrivait un ozoniseur de son invention qui réalisait un progrès sensible sur ceux employés dans l'installation de Lille. Il estimait alors que 4 g d'ozone étaient suffisants pour stériliser 10 m³ d'eau et que, par conséquent, en estimant le kilowatt-heure à 0,10 fr, le prix de l'ozone nécessaire, dans ces conditions, ne dépassait pas 0,003 fr.

Depuis cette époque, des installations de purification d'eau nombreuses et importantes ont été réalisées sans toutefois que la diffusion du procédé atteigne l'ampleur que les qualités des résultats obtenus permettraient d'entrevoir. L'expérience acquise dans ce domaine a permis à M. Maurice Otto de mettre au point des appareils présentant une grande simplicité et susceptibles, en particulier, d'être utilisés dans les installations rurales. Ce sont ces appareils que M. Otto décrit dans le rapport dont il est question ici et qui comprend trois parties.

2. Principes et caractéristiques des stérilisateurs ou ozoneurs. — Dans la première partie de son rapport, M. Otto traite de la production de l'ozone obtenu par l'action d'effluves sur l'oxygène de l'air atmosphérique. Il décrit ensuite le principe de son émulseur destiné à la stérilisation de l'eau. Cet appareil représenté sur la figure 1, se compose d'une sorte de trompe à eau qui aspire l'air ozonisé et le mélange intimement avec l'eau qui y circule.

Dans les appareils industriels, l'eau saturée d'ozone

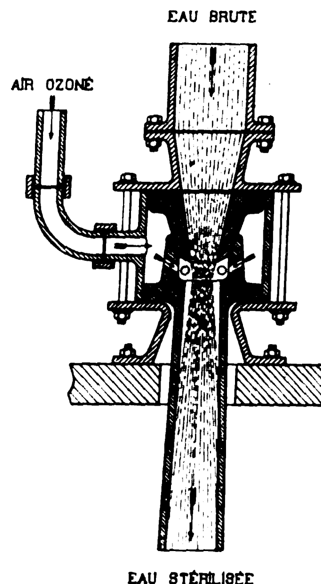


Fig. 1. — Coupe schématique d'un émulseur Otto.

est entraînée dans des colonnes en ciment où l'action de ce gaz se prolonge.

Dans la seconde partie de son rapport, l'auteur donne une description sommaire des principaux types d'appareils susceptibles d'être utilisés dans les installations rurales. Il s'agit d'appareils dont les débits sont de 100, 500 et 2 500 litres d'eau à l'heure et dont les consommations d'énergie sont respectivement de 50, 100 et 200 w. Un poste de clarification et d'ozonisation débitant 5 000 litres à l'heure et réalisé à l'usine de Yainville de la Société havraise d'Energie électrique, est également décrit. L'auteur envisage ensuite les installations dont le débit est supérieur à 5 000 litres à l'heure et d'après les expériences réalisées, une stérilisation parfaite est obtenue avec une pression sur l'émulseur variant entre deux valeurs correspondant à des hauteurs de 2 m et de 4 m d'une colonne d'eau. La puissance requise pour l'élévation de l'eau à une hauteur de 4 m atteint de 7,95 w pour un débit de 0,28 l : s. D'autre part, la consommation d'énergie pour la production d'ozone atteint 7,5 w par mètre cube. Si on cherche de quelle hauteur doit tomber 1 m³ d'eau pour produire l'énergie électrique nécessaire à sa propre stérilisation, on trouve que cette hauteur doit être de 3,96 m. Comme l'eau doit arriver en charge sur l'émulseur avec une pression correspondant à la hauteur d'une colonne d'eau de 4 m, la hauteur de chute totale doit être de 3,96 m + 4 m = 7,96 m.

On voit alors l'avantage du procédé quand l'eau à

(¹) J. Blondin; La stérilisation de l'eau par l'ozone. *L'Eclairage électrique*, 29 juillet 1899, t. xx, p. 127-131.
Sur la stérilisation de l'eau par l'ozone. *L'Eclairage électrique*, 9 décembre 1899, t. xxi, p. 394-396.

purifier arrive naturellement en charge sur les émulseurs.

La troisième partie du rapport de M. Otto indique les résultats d'exploitation obtenus dans quelques-unes des nombreuses usines en marche industrielle normale : usines du Col de Villefranche où le poids d'ozone par mètre cube d'eau traitée a été abaissé à 0,28 g avec une dépense correspondante d'énergie de 5,26 w ; usine de Cimiez ; usine de Bon-Voyage et enfin usine de stérilisation des eaux à Paris. Pour cette dernière, M. Otto indique que le prix de revient de la stérilisation par l'ozone est de l'ordre de grandeur de 1 centième du prix de vente de l'eau.

3. Avantages de la stérilisation par l'ozone. — M. Otto établit, pour terminer, une comparaison entre les deux procédés de purification de l'eau par le chlore et par l'ozone aux points de vue bactériologique, physique, chimique et organoleptique, d'où il résulte que l'action bactéricide des procédés de chloration est plus lente que celle fournie par les procédés d'ozonisation. D'autre part, le chlore attaque les canalisations et détériore les compteurs. Enfin ces actions chimiques donnent précisément lieu à la formation de sels toxiques qui peuvent présenter, à la longue, une action néfaste sur l'organisme humain. M. Otto conclut alors que si les procédés de stérilisation par le chlore peuvent être employés temporairement comme moyen de fortune, on ne saurait, sans danger pour la santé publique, faire absorber d'une manière permanente et quotidienne des centaines de kilogrammes de chlore et d'eau de Javel aux populations des villes et des villages qui réclament de l'eau pure. Seule la méthode de stérilisation électrique des eaux est susceptible de leur donner satisfaction.

En ce qui concerne le prix de revient de l'opération, le coût de la stérilisation est, dans bien des cas, notablement inférieur au coût de la stérilisation par le chlore, en particulier dans les pays de montagne et de chutes d'eau. Dans les cas les plus défavorables, le prix de revient de l'ozonisation n'offre rien de prohibitif et représente à peine un centième du prix de vente de l'eau.

Discussion. — A la suite de ce rapport présenté par M. Granier en l'absence de M. Otto, M. J. Blondin fait observer qu'à l'époque déjà lointaine où les premières installations de purification des eaux par l'ozone furent réalisées, les résultats obtenus étaient très satisfaisants, notamment au point de vue bactériologique. M. J. Blondin demande donc pour quelle raison le procédé ne s'est pas développé davantage et si on a rencontré des difficultés dans le fonctionnement des ozoniseurs.

M. Sennequier, directeur de la Compagnie générale de l'Ozone, répond que depuis l'année 1895, on a construit en France une trentaine d'usines notamment celle de la ville de Paris. Cette dernière usine édifiée en 1912 peut traiter 100 000 m³ d'eau par jour. Son fonctionnement a été arrêté durant la guerre quand s'est posée la question des charbons et, depuis lors, on emploie la purification au chlore. Les essais de consommation ont montré qu'avec le kilowatt au prix de revient actuel de 32 centimes, le coût de la stérilisation de 1 m³ d'eau ne dépasse pas 0,0015 fr. Ce n'est donc pas une question de prix de revient qui va à l'encontre de l'utilisation de l'ozone mais bien une question de mode qui lui fait préférer le chlore.

M. Sennequier indique enfin qu'au point de vue technique, on n'a rencontré aucune difficulté dans la production de l'ozone. C'est ainsi qu'à Nice où 5 usines sont en fonctionnement, certains appareils ozoniseurs fonctionnent sans arrêt depuis 4 ans et demi.

Sur les petits chariots et tracteurs à accumulateurs, par la Société pour le Développement des Véhicules électriques.

Le sujet de ce rapport devant faire l'objet dans notre Revue d'un article détaillé actuellement en préparation, nous nous bornerons à en donner ici un résumé succinct.

Le rapport souligne, en premier lieu, la supériorité du chariot à accumulateurs, envisagé comme engin de manutention, sur tous les systèmes proposés jusqu'à ce jour. Ces chariots ont leur place indiquée dans les usines, magasins, gares, entrepôts, etc. Leurs avantages principaux sont : *a*) Simplicité ; *b*) Facilité de conduite, de manœuvre et d'entretien ; *c*) Economie ; *d*) Propreté.

Ces chariots sont constitués par un châssis en acier profilé ou embouti muni de 3 ou 4 roues caoutchoutées montées sur roulements à billes et attaquées par un moteur blindé au moyen d'un différentiel. La variation de vitesse et la marche arrière sont obtenues par un petit combinateur que manœuvre le conducteur. Celui-ci dispose encore d'un interrupteur général, d'un frein et d'un levier de direction.

Les accumulateurs sont au fer-nickel ou au plomb. Dans ce dernier cas, les plaques sont soit du type plat normalisé, soit cuirassées, soit du type Planté. Les batteries sont établies de manière à présenter une grande robustesse.

Le rayon de braquage des chariots est extrêmement réduit et, de ce fait, ces derniers peuvent circuler dans les endroits les plus encombrés.

L'économie procurée par ces appareils tient à la réduction de main-d'œuvre et aux faibles dépenses qu'entraîne leur exploitation.

En ce qui concerne la propreté et au point de vue hygiénique, le rapport fait remarquer que ces chariots sont utilisés en Allemagne à l'intérieur des hôpitaux.

Le rapport énumère ensuite les différents types de chariots à accumulateurs : chariots porteurs, chariots tracteurs ; chariots élévateurs à faible et à grande hauteur de levée ; chariots-grues ; chariots pour circulation au dehors. Le rapport fait encore remarquer qu'il est possible d'équiper spécialement ces chariots, de les munir de bennes, de tambours, de pinces, etc. Un grand nombre de photographies reproduites dans le rapport montrent des réalisations conçues dans ce sens. — A. C. et L. V.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Étude analytique du champ propre d'une encoche

Le calcul des pertes par courants de Foucault dans les barres, logées dans les encoches des machines électriques, a fait l'objet de nombreuses études. Celles-ci sont toutes basées sur certaines hypothèses simplificatrices, dont l'une admet que toutes les lignes de force dues au champ propre sont des droites traversant l'encoche perpendiculairement à son axe. L'auteur examine la valeur de cette hypothèse en déterminant la forme réelle des lignes de force, et trouve, en appliquant ses formules à deux cas pratiques, qu'elle peut en effet se justifier. Il est vrai qu'à un certain endroit les lignes de force s'écartent considérablement d'une droite, mais il se trouve que c'est l'endroit où le champ est le plus faible; aux endroits où, par contre, le champ atteint des valeurs notables, les lignes de force se rapprochent, dans leur forme, suffisamment d'une droite.

I. **Introduction**. — Une des hypothèses sur lesquelles sont basés les calculs des pertes par courants de Foucault dans les barres, logées dans les encoches des machines électriques, admet que les lignes de force, dues au champ propre de l'encoche, sont des droites traversant l'encoche perpendiculairement à son axe, même lorsque les conducteurs ne remplissent pas complètement l'encoche. Le but de la présente étude est de rechercher dans quelle mesure cette hypothèse peut se justifier; elle est elle-même fondée sur l'hypothèse que, seule la ligne BB′ fermant l'encoche (fig. 1) est une ligne de force.

Nous pourrions écrire immédiatement les conditions auxquelles l'intensité du champ magnétique doit satisfaire et en déduire ses équations, mais nous n'allons pas suivre ce chemin direct. Nous ferons un détour qui sera plein d'enseignements et qui permettra de suivre les développements plus aisément. Nous étudierons d'abord le champ thermique dû à la chaleur produite par un courant parcourant les conducteurs et passerons ensuite à l'étude du champ magnétique.

Soit AA′ BB′ (fig. 1) le contour de l'encoche dans laquelle $2j$ conducteurs sont logés d'une façon quelconque, mais symétriquement par rapport à l'axe oy, et dont les sections droites sont des rectangles dont les faces sont parallèles à celles de l'encoche. Dans une moitié d'encoche, les conducteurs sont numérotés de 1 à j et leurs positions sont données par les coordonnées

$$\begin{array}{cccc} a_1, & a'_1, & b_1, & b'_1, \\ a_2, & a'_2, & b_2, & b'_2, \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_j, & a'_j, & b_j, & b'_j, \end{array}$$

des sommets de leurs sections droites. Notons que la disposition symétrique a seulement été adoptée pour ne pas trop compliquer nos explications, mais le cas d'un arrangement non symétrique par rapport à l'axe oy peut être résolu sans difficulté.

II. **Détermination du champ thermique**. — Nous admettons que la conductibilité thermique de toutes les matières, conductrices ou isolantes, remplissant l'espace AA′ BB′, a la même valeur K, ce qui n'est pas conforme à la réalité. Nous devons toutefois accepter cette hypothèse, du fait que dans le problème magnétique, elle a pour analogie le cas réel de la perméabilité constante dans la section de l'encoche.

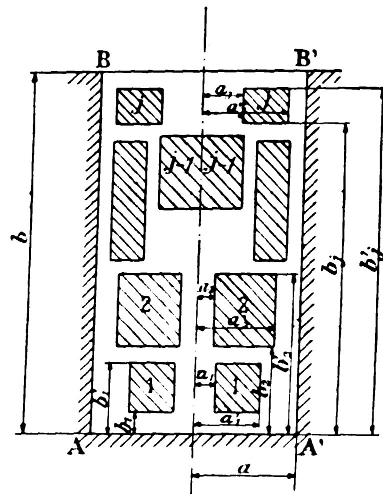


Fig. 1. — Coupe cotée d'une encoche ABA′B′ indiquant les dimensions et la position des conducteurs 1, 2.... 2 j.

Les $2j$ conducteurs sont des sources de chaleur, produisant par unité de leur volume une quantité de chaleur w; celle-ci est, en général, fonction des coordonnées x, y, mais nous admettons d'abord qu'elle a la même valeur en tous les points où il y a production de chaleur. Nous imposons de plus la condition que la température le long de la face BB′ de l'encoche est constante et égale

à zéro, et enfin que les faces AB, AA′ et A′B′ sont des isolants caloriques parfaits.

On pourrait essayer de résoudre ce problème en cherchant, pour les régions non soumises à des pertes, des fonctions répondant à l'équation de Laplace, et pour les régions soumises à des pertes, des fonctions répondant à l'équation de Poisson, toutes ces fonctions dépendant les unes des autres par les conditions de raccordement. Nous allons démontrer que la solution peut être donnée par une seule et unique fonction, quelle que soit la complication dans la disposition des conducteurs.

La fonction θ donnant la valeur de la température à un endroit x, y quelconque de l'espace AA′ BB′ doit répondre aux conditions suivantes :

Entre les conducteurs, dans les espaces non soumis à des pertes, la fonction θ doit satisfaire à l'équation de Laplace; par conséquent, on doit avoir dans ces espaces

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\theta}{\partial y^2}=0. \qquad (1a)$$

Dans les conducteurs soumis à des pertes, la fonction θ doit répondre à l'équation de Poisson, de sorte que, dans les rectangles limitant les conducteurs, on doit avoir

$$K\frac{\partial^2\theta}{\partial x^2}+K\frac{\partial^2\theta}{\partial y^2}+w=0,$$

ou bien, en désignant par β le quotient $\frac{w}{K}$,

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\theta}{\partial y^2}=-\beta. \qquad (1b)$$

On a de plus pour $x=0$, par raison de symétrie :

$$\left(\frac{\partial\theta}{\partial x}\right)_{x=0}=0. \qquad (2)$$

Pour $y=0$, la face AA′ étant imperméable à la chaleur, on a

$$\left(\frac{\partial\theta}{\partial y}\right)_{y=0}=0, \qquad (3)$$

et pour $x=a$, pour la même raison,

$$\left(\frac{\partial\theta}{\partial x}\right)_{x=a}=0. \qquad (4)$$

Finalement, pour $y=b$, la température de la face BB′ étant égale à 0

$$(\theta)_{y=b}=0. \qquad (5)$$

En désignant par $A_{i,k}$ une constante quelconque, on voit que la fonction

$$A_{i,k}\cos m_i x\cos n_k y, \qquad (6)$$

satisfait identiquement aux conditions (2) et (3); pour qu'elle réponde aux conditions (4) et (5), il faut, d'une part, que

$$\sin m_i a\cos n_k y=0 \qquad (7a)$$

quelle que soit la valeur de y, et, d'autre part, que

$$\cos m_i x\cos n_k b=0 \qquad (7b)$$

quelle que soit la valeur de x.

On voit que la condition (7a) est remplie lorsque $m_i a$ est un multiple pair quelconque de $\frac{\pi}{2}$ et la condition (7b) lorsque $n_k b$ est un multiple impair de $\frac{\pi}{2}$.

On a donc

$$m_i=2(i-1)\frac{\pi}{2}\frac{1}{a} \qquad (8a)$$

et

$$n_k=(2k-1)\frac{\pi}{2}\frac{1}{b}, \qquad (8b)$$

où i et k sont tous les nombres entiers positifs compris entre 1 et l'infini.

Les fonctions (6) remplissent bien les conditions (2) à (5), mais elles ne satisfont pas isolément à l'équation de Laplace (1a); par contre la fonction formée par la somme de l'infinité des termes (6) répond, dans l'espace AA′ BB′, à l'équation de Laplace ou à l'équation de Poisson, selon les cas, à condition de choisir convenablement les valeurs des coefficients $A_{i,k}$. Nous remplissons donc toutes les conditions imposées en écrivant, pour la fonction θ, la série de Fourier double

$$\theta=\sum_{i=1}^{\infty}\sum_{k=1}^{\infty}A_{i,k}\cos m_i x\cos n_k y. \qquad (9)$$

Pour déterminer les coefficients $A_{i,k}$, nous effectuons d'abord l'opération indiquée par le groupe d'équations (1) et obtenons

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\theta}{\partial y^2}=-\sum_{i=1}^{\infty}\sum_{k=1}^{\infty}(m_i^2+n_k^2)A_{i,k}\cos m_i x\cos n_k y, \qquad (10)$$

valeur qui doit être égale à zéro dans les régions laplaciennes, et égale à $-\beta$ dans les régions poissonniennes. On a donc, comme l'indique la figure 1 :

$$\sum_{i=1}^{\infty}\sum_{k=1}^{\infty}(m_i^2+n_k^2)A_{i,k}\cos m_i x\cos n_k y$$

$$\left.\begin{array}{l}
=0 \text{ pour } x \text{ de } 0 \text{ à } a \text{ et } y \text{ de } 0 \text{ à } b_1,\\
=0 \text{ pour } x \text{ de } 0 \text{ à } a_1 \text{ et } y \text{ de } b_1 \text{ à } b'_1,\\
=\beta \text{ pour } x \text{ de } a_1 \text{ à } a'_1 \text{ et } y \text{ de } b_1 \text{ à } b'_1,\\
=0 \text{ pour } x \text{ de } a'_1 \text{ à } a \text{ et } y \text{ de } b_1 \text{ à } b'_1,
\end{array}\right\} \qquad (11)$$

et ainsi de suite et finalement, pour les derniers éléments,

$$\left.\begin{array}{l} = 0 \text{ pour } x \text{ de } 0 \text{ à } a_j \text{ et } y \text{ de } b_j \text{ à } b'_j, \\ = \beta \text{ pour } x \text{ de } a_j \text{ à } a'_j \text{ et } y \text{ de } b_j \text{ à } b'_j, \\ = 0 \text{ pour } x \text{ de } a'_j \text{ à } a \text{ et } y \text{ de } b_j \text{ à } b'_j, \\ = 0 \text{ pour } x \text{ de } 0 \text{ à } a \text{ et } y \text{ de } b'_j \text{ à } b. \end{array}\right\} \qquad (11')$$

Pour isoler les coefficients $A_{i,k}$ on procède comme pour les séries de Fourier simples, en multipliant le premier membre de (11) par $\cos m_i x \, dx$ et $\cos n_k y \, dy$ et en intégrant, pour x, entre les limites 0 et a et pour y, entre les limites 0 et b. On sait que tous les termes disparaissent, sauf celui en $\cos^2 m_i x \, dx \cos^2 n_k y \, dy$, de sorte que, les opérations effectuées, ce premier membre devient

$$(m_i^2 + n_k^2) A_{i,k} \int_0^a \cos^2 m_i x \, dx \int_0^b \cos^2 n_k y \, dy$$

$$= \frac{ab}{4} (m_i^2 + n_k^2) A_{i,k}. \qquad (12)$$

La même opération doit être effectuée sur le deuxième membre de (11) et doit être étendue à toute la surface AA'BB' : nous subdivisons l'intégrale double en autant de parties qu'il y a de régions et écrivons :

$$\begin{aligned} \frac{ab}{4}(m_i^2+n_k^2) A_{i,k} = {} & 0 \times \int_0^a \cos m_i x dx \int_0^{b_1} \cos n_k y dy \\ & + 0 \times \int_0^{a_1} \cos m_i x dx \int_{b_1}^{b'_1} \cos n_k y dy \\ & + \beta \times \int_{a_1}^{a'_1} \cos m_i x dx \int_{b_1}^{b'_1} \cos n_k y dy \\ & + 0 \times \int_{a'_1}^{a} \cos m_i x dx \int_{b_1}^{b'_1} \cos n_k y dy \\ & + \dots \dots \dots \dots \\ & + 0 \times \int_0^{a_j} \cos m_i x dx \int_{b_j}^{b'_j} \cos n_k y dy \\ & + \beta \times \int_{a_j}^{a'_j} \cos m_i x dx \int_{b_j}^{b'_j} \cos n_k y dy. \qquad (13) \end{aligned}$$

Les termes correspondant aux régions laplaciennes disparaissent et on a finalement

$$\begin{aligned} \frac{ab}{4}(m_i^2+n_k^2) A_{i,k} = \beta \Big[& \frac{\sin m_i a'_1 - \sin m_i a_1}{m_i} \times \frac{\sin n_k b'_1 - \sin n_k b_1}{n_k} \\ & + \dots \dots \dots \dots \\ & + \frac{\sin m_i a'_j - \sin m_i a_j}{m_i} \times \frac{\sin n_k b'_j - \sin n_k b_j}{n_k} \Big]. \end{aligned}$$

Nous ne nous intéressons qu'au caractère de la fonction θ et non à la valeur absolue des températures ; nous pouvons donc choisir β de façon à avoir la valeur 1 pour le coefficient $\frac{4\beta}{ab}$ et écrivons

$$\begin{aligned} A_{i,k} = \frac{1}{m_i n_k (m_i^2 + n_k^2)} \Big[& (\sin m_i a'_1 - \sin m_i a_1)(\sin n_k b'_1 \\ & - \sin n_k b_1) + (\sin m_i a'_2 - \sin m_i a_2)(\sin n_k b'_2 - \sin n_k b_2) \\ & + \dots \dots \dots \dots \\ & + (\sin m_i a'_j - \sin m_i a_j)(\sin n_k b'_j - \sin n_k b_j) \Big]. \qquad (14a) \end{aligned}$$

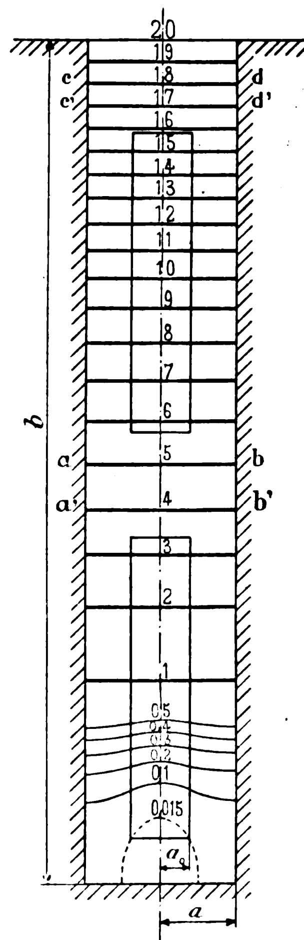


Fig. 2. — Disposition normale des deux conducteurs dans une encoche de turbo-alternateur et lignes de force du champ magnétique dû à ces conducteurs. Les nombres indiquent la division aliquote du flux en vingt tubes conduisant chacun le même flux élémentaire.

Dans le cas de deux conducteurs (fig. 2) on a plus simplement

$$A_{i,k} = \frac{\sin m_i a_0}{m_i n_k (m_i^2 + n_k^2)} (\sin n_k b'_1 - \sin n_k b_1$$

$$+ \sin n_k b'_2 - \sin n_k b_2). \qquad (14b)$$

Le problème est donc complètement résolu pour le cas de β constant.

Lorsque β est variable, il faut écrire l'équation (11) en substituant à β la fonction f (x, y) donnant la valeur des pertes en fonction des coordonnées. L'expression (13) devient alors

$$\frac{ab}{4}(m_i^2+n_k^2)A_{ik}=\int_{a_1}^{a'_1}\int_{b_1}^{b'_1}\mathrm{f}(x,y)\cos m_i x\cos n_k y\,dx\,dy$$
$$+\ \cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$+\int_{a_j}^{a'_j}\int_{b_j}^{b'_j}\mathrm{f}(x,y)\cos m_i x\cos n_k y\,dx\,dy, \qquad (15)$$

et le problème peut être considéré comme résolu si les intégrations peuvent être effectuées ; nous n'insisterons toutefois pas sur ce point.

En partant de la relation (9) et en tenant compte de (14) et de (8), nous calculons maintenant la valeur de θ

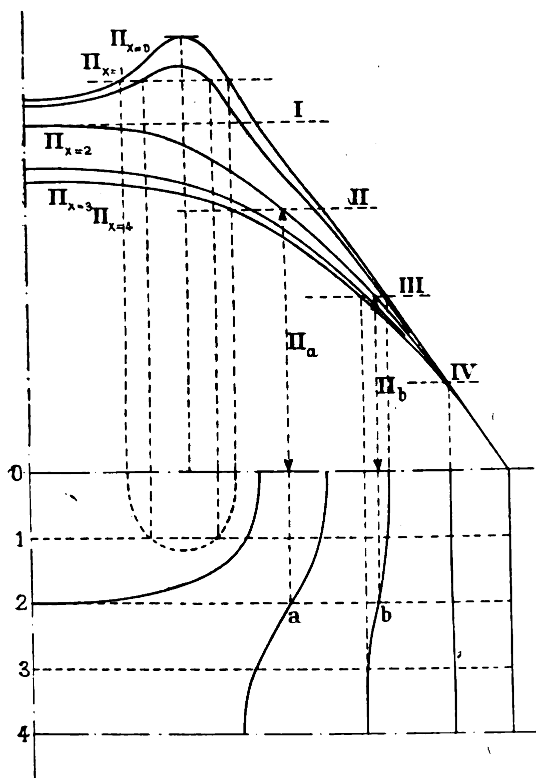


Fig. 3. — Construction des lignes isothermes du champ thermique en partant d'une famille de courbes donnant la température θ pour différentes valeurs de x, ou des lignes de force du champ magnétique, en partant d'une famille de courbes donnant le potentiel vecteur Π pour différentes valeurs de x.

pour un certain nombre de points de quelques lignes parallèles à l'axe Oy, par exemple pour $x = 0, 1, 2 .....$ centimètres et traçons la famille des courbes Π donnant la température le long de ces droites (fig. 3). En coupant ces courbes par des droites horizontales équidistantes et en projetant les points d'intersection sur les droites x correspondantes, nous obtenons des lignes isothermes, présentant entre elles des différences égales de température. Remarquons que les courbes de la figure 3 ont le caractère général de celles que l'on rencontre dans les problèmes de ce genre.

Ce procédé a été appliqué à l'encoche de la figure 2 sur laquelle a été tracée une famille de courbes isothermes. En examinant ces courbes, on a immédiatement l'impression qu'elles pourraient être les lignes de force du champ magnétique propre de l'encoche (1). Nous allons démontrer qu'il en est en effet ainsi et que les lignes de niveau du champ thermique sont les lignes de force du champ magnétique dans un milieu de perméabilité constante. Nous démontrerons, de plus, que les lignes isothermes équidistantes du champ thermique correspondent pour le champ magnétique à des lignes de force limitant les mêmes portions du flux ou, comme s'exprime M. Lehmann, qui donnent une division aliquote du flux (2). Notons enfin qu'à la place du champ thermique nous aurions également pu choisir le champ électrique.

III. Détermination du champ magnétique. —

Pour expliquer la différence entre les deux champs, nous devons rappeler quelques lois générales concernant les champs de vecteurs. Ces explications sont plus simples en notations vectorielles, mais nous croyons qu'il n'est pas inutile de les traduire en notations cartésiennes (3).

On sait que les composantes F_x, F_y et F_z du flux de chaleur F sont, à un coefficient près, données par les dérivées partielles négatives de la température θ

$$F_x = -\frac{\partial\theta}{\partial x},\quad F_y = -\frac{\partial\theta}{\partial y},\quad F_z = -\frac{\partial\theta}{\partial z}. \qquad (16a)$$

Cette relation signifie que le flux de chaleur est le gradient négatif de la température ; elle s'exprime en notations vectorielles par

$$F = -\operatorname{grad}\theta. \qquad (16b)$$

La fonction θ est le potentiel du vecteur F, ou plutôt le potentiel scalaire, pour le distinguer du potentiel vecteur du champ magnétique que nous considérons plus loin.

On sait, d'autre part, que la température θ à un endroit donné, répond à l'équation de Poisson ou à celle

(1) Th. Lehmann : Détermination graphique des champs laplaciens et tourbillonnaires à lignes de flux planes. *Revue générale de l'Electricité*, 22 septembre 1923, t. XIV, p. 401.

(2) *Loc. cit.*, page 397.

(3) Pour des explications plus détaillées, nous renvoyons le lecteur aux ouvrages spéciaux concernant le calcul vectoriel, tels que :

J.-B. Pomey. *Principes de calcul vectoriel et tensoriel*. 1923. E. Chiron, éditeur.

M. Abraham et A. Foeppl. *Theorie der Elektrizität*, 2e édition. 1904.

de Laplace, selon qu'à l'endroit considéré il existe des sources de chaleur ou non ; on a, dans le cas général

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\theta}{\partial y^2}+\frac{\partial^2\theta}{\partial z^2}=-\left(\frac{\partial F_x}{\partial x}+\frac{\partial F_y}{\partial y}+\frac{\partial F_z}{\partial z}\right)=-\beta. \quad (17a)$$

où β est le débit de la source par unité de volume, ou la « divergence »; on exprime la relation (17 a) en notations vectorielles en écrivant

$$\operatorname{div} F=\left(\frac{\partial F_x}{\partial x}+\frac{\partial F_y}{\partial y}+\frac{\partial F_z}{\partial z}\right)=\beta; \quad (17b)$$

on écrit parfois symboliquement

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\theta}{\partial y^2}+\frac{\partial^2\theta}{\partial z^2}=\Delta\theta.$$

Une propriété des champs ayant un potentiel scalaire est que l'intégrale de ligne du vecteur F, prise le long d'un contour fermé, est zéro

$$\int_P^P F_s \mathrm{d}s = 0.$$

On démontre que cette condition est remplie lorsque les trois termes suivants sont égaux à zéro

$$\frac{\partial F_z}{\partial y}-\frac{\partial F_y}{\partial z}, \quad (18a)$$

$$\frac{\partial F_x}{\partial z}-\frac{\partial F_z}{\partial x}, \quad (18b)$$

$$\frac{\partial F_y}{\partial x}-\frac{\partial F_x}{\partial y}. \quad (18c)$$

Ces trois termes sont les composantes d'un certain vecteur, appelé « rotationnel » ou « curl » du vecteur F et on écrit en notations vectorielles

$$\operatorname{rot} F = 0. \quad (18)$$

Le champ du vecteur F dont la température θ est le potentiel, est donc défini par les relations

$$\operatorname{div} F = \beta, \quad (19a)$$

$$\operatorname{rot} F = 0. \quad (19b)$$

Examinons maintenant les conditions auquelles doit répondre l'intensité du champ magnétique H dans un milieu de perméabilité constante. On sait, d'une part, que le flux dans un tube de force élémentaire est constant, condition qui s'écrit immédiatement, d'après ce qui précède,

$$\operatorname{div} H = 0. \quad (20)$$

On sait, d'autre part, que l'intégrale de ligne du vecteur H le long d'un contour fermé est, au facteur 4π près, égale à la densité de courant i

$$\int H_s \mathrm{d}s = 4\pi i, \quad (21a)$$

ou, d'après ce que nous avons vu plus haut,

$$\operatorname{rot} H = 4\pi i, \quad (21b)$$

On se rendra plus facilement compte de la signification du rotationnel en se rappelant que les composantes i_x, i_y et i_z de la densité de courant i sont données par la première loi de Maxwell

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial H_z}{\partial y}-\frac{\partial H_y}{\partial z}&=4\pi i_x,\\ \frac{\partial H_x}{\partial z}-\frac{\partial H_z}{\partial x}&=4\pi i_y,\\ \frac{\partial H_y}{\partial x}-\frac{\partial H_x}{\partial y}&=4\pi i_z,\end{aligned}\right\} \quad (21c)$$

qui est, en notations cartésiennes, la loi exprimée par (21 b).

Le vecteur H n'a pas de potentiel scalaire ; il ne peut pas être exprimé comme gradient d'une certaine fonction. On fait toutefois usage d'une autre fonction, le potentiel vecteur Π, qui répond à la condition

$$\operatorname{rot} \Pi = H \quad (22a)$$

relation que nous répétons en notations cartésiennes.

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial \Pi_z}{\partial y}-\frac{\partial \Pi_y}{\partial z}&=H_x,\\ \frac{\partial \Pi_x}{\partial z}-\frac{\partial \Pi_z}{\partial x}&=H_y,\\ \frac{\partial \Pi_y}{\partial x}-\frac{\partial \Pi_x}{\partial y}&=H_z.\end{aligned}\right\} \quad (22b)$$

Notons en passant qu'en comparant entre elles les relations (22) et (21), on peut se représenter le vecteur potentiel de la façon suivante [1]. Supposons que, dans un milieu conducteur, mais ne contenant pas de fer, on fasse circuler un courant dont les composantes de la densité sont données à chaque endroit, en grandeur et en phase, par H_x, H_y, H_z, composantes qui définissent l'intensité du champ H à cet endroit. Ce courant produirait un champ magnétique dont l'intensité à chaque endroit serait représentée par le vecteur Π, défini par (22).

Les opérations indiquées par (20) et (21 b) en y remplaçant H par rot Π, donnent [2]

$$\operatorname{div} H = \operatorname{div} \operatorname{rot} \Pi \quad (23a)$$

[1] Cette image a été donnée par M. W. ROGOWSKI dans *Archiv für Elektrotechnik*, 1914, t. II, p. 235.

[2] ABRAHAM et FOEPPL. *Loc. cit.*, p. 89.

et

$$\text{rot } H = \text{rot rot } \Pi \qquad (23b)$$

et il faut examiner si les relations (23) remplissent les conditions données respectivement par (20) et (21 b). Or on a

$$\text{div } H = \frac{\partial H_x}{\partial x} + \frac{\partial H_y}{\partial y} + \frac{\partial H_z}{\partial z},$$

et on se rend aisément compte, en remplaçant les composantes de H par leurs expressions données par (22 b) et en effectuant le calcul, que cette expression est identiquement égale à zéro. La condition (20) est donc remplie et l'on a

$$\text{div rot } \Pi = 0. \qquad (24)$$

En ce qui concerne (17 b), on a, pour la composante dans la direction x du vecteur rot H,

$$\frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z}.$$

Ce qui donne, en remplaçant dans cette différence H_y et H_z par leurs valeurs fournies par (22 b), pour la composante selon x du vecteur rot rot Π,

$$\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial \Pi_y}{\partial x} - \frac{\partial \Pi_x}{\partial y}\right) - \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial \Pi_x}{\partial z} - \frac{\partial \Pi_z}{\partial x}\right),$$

ce qui peut s'écrire, en y ajoutant et retranchant $\frac{\partial^2 \Pi_x}{\partial x^2}$,

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial \Pi_x}{\partial x} + \frac{\partial \Pi_y}{\partial y} + \frac{\partial \Pi_z}{\partial z}\right) - \left(\frac{\partial^2 \Pi_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Pi_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Pi_x}{\partial z^2}\right).$$

Le premier terme de cette expression est $\frac{\partial}{\partial x}$ (div Π) et est donc, d'après 16, la composante selon x du vecteur grad div Π; le deuxième terme, qui peut être écrit sous la forme $\Delta \Pi_x$, est la composante dans la direction de x du vecteur $\Delta \Pi$. Nous obtenons donc pour le vecteur rot rot Π, l'expression

$$\text{rot rot } \Pi = \text{grad div } \Pi - \Delta \Pi.$$

En disposant de Π, de façon à avoir

$$\text{div } \Pi = 0,$$

on obtient finalement

$$\text{rot rot } \Pi = -\Delta \Pi \qquad (25a)$$

ce qui, d'après (21 b), doit être égal à $4\pi i$, où

$$\Delta \Pi = -4\pi i. \qquad (25b)$$

Le potentiel vecteur du champ magnétique, comme la température, potentiel scalaire du champ thermique, répond donc à la condition de Poisson, lorsque le milieu considéré est parcouru par un courant, ou, selon les expressions usuelles, lorsque le champ est tourbillonnaire ou rotationnel.

Dans notre problème plan-parallèle, les relations se simplifient. La densité de courant n'ayant qu'une composante i_z dans le sens des z, on sait que H n'a que les composantes H_x et H_y dans le plan xy, de sorte que les relations (21 b) et (21 c) se réduisent à la dernière équation du système (21 c)

$$\frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} = 4\pi i_z. \qquad (26)$$

De même, le système (22 b) se réduit à

$$\frac{\partial \Pi_z}{\partial y} = H_x,$$

$$-\frac{\partial \Pi_z}{\partial x} = H_y.$$

Π_z est la composante axiale du potentiel vecteur, la seule qui subsiste et que nous désignons par Π.

Nous avons finalement

$$\left.\begin{aligned} H_x &= \frac{\partial \Pi}{\partial y}, \\ H_y &= -\frac{\partial \Pi}{\partial x}. \end{aligned}\right\} \qquad (27)$$

Il est évident que du vecteur Π on peut déduire un vecteur F, tel qu'il est donné par les relations (16), mais il ne nous intéresse pas dans le problème magnétique. On peut toutefois faire la remarque importante suivante que le vecteur F, défini par (16), en y remplaçant maintenant θ par Π, est orthogonal au vecteur H donné par les relations (27). Le vecteur F représentant le gradient de Π, son trajet est donné par les lignes de plus grande pente, ou par la « gradiente » selon l'expression de M. Lehmann. Il s'ensuit que le vecteur H, qui est orthogonal à F, suit les lignes de niveau du potentiel vecteur Π.

Il reste encore à démontrer que la fonction Π du problème magnétique et la fonction θ du problème thermique, remplissent les mêmes conditions aux limites, données pour θ par les formules (1) à (5). Cette démonstration faite, on se rend compte d'après ce qui précède, que les lignes isothermes du champ thermique, tracées sur les figure 2 et 4, représentent les lignes de force du champ magnétique.

Nous venons de voir par la formule (25 b) que Π répond à la condition (1); la condition (2) est également remplie, étant uniquement une raison de symétrie. Nous imposons de plus à Π comme à θ la condition (5).

Restent les conditions (3) et (4), d'après lesquelles il faudrait avoir

Pour $y = 0$ $$\left(\frac{\partial \Pi}{\partial y}\right)_{y=0} = 0, \qquad (28a)$$

et pour $x = a$ $$\left(\frac{\partial \Pi}{\partial x}\right)_{x=a} = 0. \qquad (28b)$$

Nous admettons que la perméabilité magnétique des parois de l'encoche est infiniment grande. Les lignes de

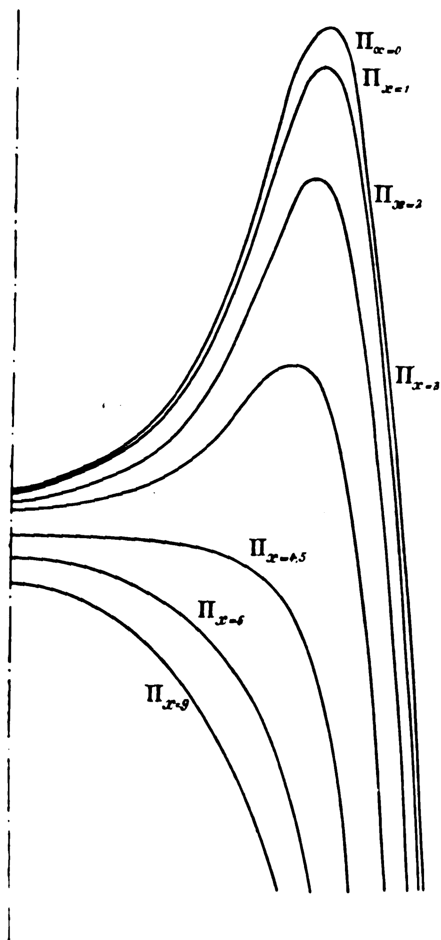


Fig. 4. — Tracé de la famille des courbes Π correspondant au cas de la figure 5.

force entrent, par conséquent, perpendiculairement dans les parois et il s'ensuit

pour $x = 0$ $$H_y = 0,$$

et pour $y = 0$ $$H_x = 0,$$

relations qui, en combinaison avec (27), satisfont aux conditions (28). Les conditions aux limites (1) à (5) sont donc identiquement les mêmes pour les deux fonctions θ et Π.

Dans la figure 3, nous avons indiqué comment il fallait procéder pour tracer les lignes de niveau du potentiel scalaire θ, ou, comme nous pouvons dire maintenant, les lignes de force du potentiel vecteur Π, donné par la famille de courbes Π pour différentes valeurs de x. Le point d'ordonnée maximum de la courbe $\Pi_x = 0$, qui représente la valeur maximum du potentiel vecteur, correspond à la valeur zéro du vecteur H; M. Lehmann a dénommé « point d'indifférence » ce point d'intensité zéro.

On sait que le flux traversant un tube de force est donné par l'intégrale, prise sur une surface coupant le tube, de la composante du vecteur H normale à cette surface; on a donc, en coupant un des tubes de force de la figure 3 par la droite $x = 2$, par exemple, pour

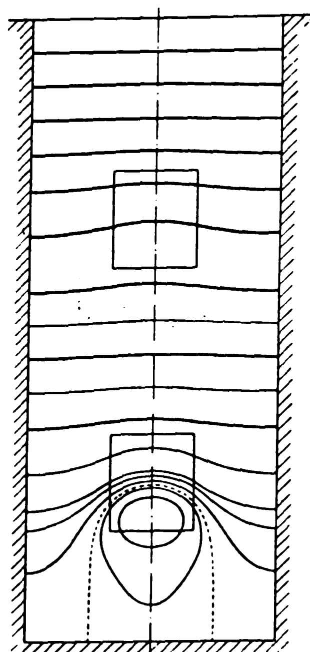


Fig. 5. — Cas où les dimensions des conducteurs sont faibles par rapport à celles de l'encoche. Ce tracé montre la courbure des lignes de force dues au deuxième conducteur.

le flux traversant ce tube, par unité de longueur de l'encoche

$$\varphi = \int_b^a H_x \, dy,$$

ou, en tenant compte de (27)

$$\varphi = \int_b^a \frac{\partial \Pi}{\partial y} dy = (\Pi_a - \Pi_b). \qquad (29)$$

Le flux total est, par conséquent, donné, à une certaine échelle, par l'ordonnée du point d'indifférence; si on prend donc, pour construire les tubes de force, les lignes équidistantes 0,1, ... de la figure 3,

on obtient une division aliquote du flux, c'est-à-dire que chacun des tubes obtenus de cette façon conduit le même flux élémentaire.

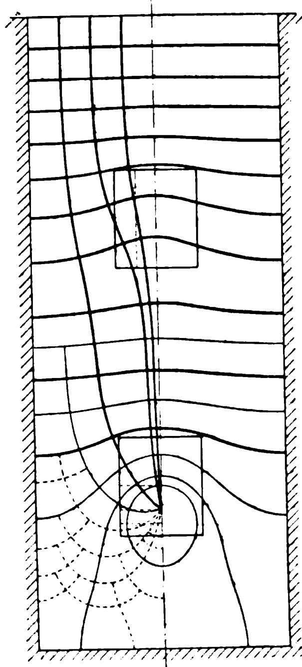


Fig. 6. — Tracé d'après la méthode graphique de M. Lehmann, des lignes de force du cas de la figure 5. En comparant entre elles les figures 5 et 6 il faut tenir compte du fait que les tubes de force des deux figures ne conduisent pas le même flux.

IV. Applications. — Pour appliquer nos formules, nous avons choisi deux cas, tous deux avec une valeur constante de β ou de la densité de courant *i*. Celui de la figure 2 est le cas pratique d'une encoche de turbo-alternateur. Sur cette figure on remarque très bien la division aliquote du flux ; les tubes de force 1-2, 2-3, ... 18-19 et 19-20 conduisant tous le même flux élémentaire. On voit que les tubes, en partant du premier, deviennent de plus en plus étroits jusqu'au tube 16-17 du fait que la force magnétomotrice y agissant augmente constamment ; en particulier les derniers tubes 16-17 à 19-20, embrassant deux conducteurs, ont une réluctance double de celle du tube 4-5 qui n'en embrasse qu'un.

Le cas de la figure 5 correspond à des dimensions très faibles des conducteurs. Ce cas exagéré a été choisi pour mieux faire ressortir la courbure des lignes de force qui est due au deuxième conducteur (compté depuis le fond de l'encoche). La figure 4 donne la famille des courbes du potentiel vecteur Π qui ont permis de tracer les lignes de force de la figure 5.

M. Lehmann a eu l'amabilité d'appliquer sa méthode graphique, telle qu'il l'a développée dans l'étude citée plus haut, au cas de cette figure ; son tracé est reproduit sur la figure 6 et il est intéressant de le comparer au nôtre, obtenu par l'analyse.

Pour avoir un tracé exact, particulièrement dans le voisinage du point d'indifférence, il est nécessaire de calculer la série double de la formule (14 b) avec un nombre très grand de termes.

Edouard Roth,

Ingénieur en chef à la Société alsacienne de Constructions mécaniques (Belfort).

Revues, analyses et informations

Le diamagnétisme des corps smectiques.

Tel est le titre d'une communication faite par M. G. Foëx à la séance du 23 mai 1927 de la Section de Strasbourg de la Société française de Physique ; en voici le résumé (1).

L'action directrice exercée par un champ magnétique sur les molécules des substances nématiques (Mauguin) peut être décelée par la mesure du diamagnétisme de ces substances à diverses températures (2). Le coefficient d'aimantation de la phase isotrope est indépendant de la température. Celui de la phase nématique, plus petit que le précédent, diminue en même temps que la température, jusqu'à la solidification.

La variation relative δ subie par le coefficient d'aimantation au cours du passage de l'état isotrope à l'état nématique orienté le plus possible, c'est-à-dire observé au voisinage immédiat du point de solidification, est d'environ 18,5 pour 100 pour le para-azoxyanisol ; elle caractérise l'orientation produite par le champ.

Le para-azoxybenzoate d'éthyle qui, entre 114°C et 122°C, se présente à l'état smectique subit de la part du champ des actions du même genre à condition que l'on fasse agir le champ au cours du passage de l'état isotrope à l'état smectique. Tandis que chez les corps nématiques la variation δ atteint déjà sa valeur limite pour des champs de 300 à 4 000 gauss et reste ensuite indépendante du champ. Les valeurs observées pour cette quantité sur le corps smectique ont été :

H (gauss)	6 500	10 500	12 600	18 500
δ pour 100	11,5	15,3	17,3	18,7

Le coefficient d'aimantation subit une discontinuité au passage de l'état smectique orienté à l'état isotrope.

Il résulte de ces mesures que la phase smectique, comme la phase nématique, peut être orientée de façon complète par un champ magnétique.

(1) *Bulletin de la Société française de Physique*, 17 juin 1927, n° 249, p. 93 S.

(2) G. Foëx et L. Royer. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 22 juin 1925, t. CLXXX, p. 1912 et *Bulletin de la Société française de Physique*, 5 novembre 1925, n° 223, p. 123 S.

SECTION INDUSTRIELLE

Contrôle des compteurs d'électricité dans les installations urbaines

Se basant sur ses expériences personnelles, acquises dans l'organisation du « service des compteurs » de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, l'auteur fait ressortir d'abord la nécessité d'un tel service lorsqu'il s'agit de réseaux urbains très denses. Après avoir rappelé les tolérances admises pour les compteurs de différents calibres, et surtout pour ceux de faibles calibres qui sont évidemment les plus nombreux, il montre la nature et l'importance des défectuosités dans le fonctionnement des compteurs, d'après des statistiques relevées sur le réseau parisien en 1924 et 1925. L'examen de ces quelques résultats met en évidence la nécessité d'une organisation méthodique des visites d'entretien et de vérification de ces compteurs ; encore, importe-t-il que les agents chargés de ce travail aient à leur disposition des appareils étalons de manipulation simple et rapide. Un des premiers soucis fut donc de mettre au point des dispositifs de vérification satisfaisant à ces conditions, dont quelques modèles, créés à la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, sont décrits à la fin de l'article qui suit.

I. **De la nécessité d'un « service des compteurs ».** — L'évolution rapide des grands réseaux de distribution d'énergie électrique ayant conduit les exploitants à créer des services spéciaux chargés d'effectuer l'entretien et la vérification des compteurs électriques placés chez les abonnés, il est intéressant de rechercher comment doivent fonctionner ces services en ce qui concerne le contrôle des compteurs des abonnés, et quelles sont les méthodes utilisées et les appareils qui permettent d'obtenir une vérification économique des compteurs dans les réseaux urbains.

Tant qu'un réseau de distribution ne comporte que quelques milliers d'abonnés et, par suite, de compteurs, il parait suffisant d'adjoindre aux services chargés des installations extérieures un noyau d'agents compétents dont le travail consistera à placer les compteurs chez les abonnés et à effectuer l'entretien périodique de ces appareils. Dans ce cas, dès qu'une anomalie est signalée dans le fonctionnement de l'un des compteurs, il est plus économique de le remplacer et d'effectuer la réparation et l'étalonnage en laboratoire.

Si ce mode opératoire conduit à une économie marquée dans le cas de réseaux peu étendus et ne comportant qu'un nombre restreint d'abonnés, il n'est pas avantageux pour les réseaux très denses, même quand les abonnés se trouvent répartis dans un faible périmètre. On conçoit même que les conditions d'exploitation pourraient être rendues inacceptables dans le cas où le plus grand nombre de compteurs seraient de faible puissance, comme par exemple dans les agglomérations importantes où les abonnés d'éclairage sont plus nombreux que les abonnés de force motrice.

Dans ce dernier cas, un service spécial doit être créé et son rôle consistera, en dehors de la réception des nouveaux compteurs à leur sortie de l'usine de construction, à diriger les équipes d'ouvriers chargés de la pose, de l'entretien et de la vérification des compteurs en ville. A ce service, devra être adjoint un laboratoire où l'on aura à étudier les nouveaux compteurs proposés, à effectuer tous essais concernant les compteurs employés, à mettre au point les méthodes de réglage pratique et les appareils destinés aux vérifications, et enfin à réparer les compteurs détériorés.

Nous allons d'abord examiner les principaux problèmes que doit résoudre un « service des compteurs » pour effectuer rationnellement et économiquement le contrôle des compteurs dans les installations urbaines et nous décrirons ensuite les appareils récents créés par la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité pour le contrôle rapide sur place de la valeur des indications fournies par les compteurs d'éclairage et de force motrice.

II. **Règles générales relatives à l'entretien et à l'étalonnage des compteurs.** — La pratique a permis d'élaborer certaines règles d'évaluation des erreurs d'un compteur qu'il est nécessaire de rappeler avant toute chose.

On appelle écart à un débit déterminé la différence entre l'énergie indiquée par le compteur à étalonner et celle vraie indiquée par l'instrument de mesure étalon. On déduit facilement de cette définition qu'un écart positif indiquera une avance, tandis qu'un écart négatif indiquera un retard du compteur.

On appelle rendement d'un compteur pour un débit déterminé le rapport de l'énergie enregistrée sur le compteur à l'énergie vraie. De même, on déduit facilement ici qu'un rendement supérieur à 1 indique une avance, tandis qu'un rendement inférieur à 1 indique un retard du compteur.

En pratique, on ne doit considérer le rendement d'un compteur qu'aux charges normales, l'écart étant réservé aux faibles charges.

Ces premiers principes étant posés, il faut définir à quelles charges doivent être effectués les essais et quelles sont les valeurs limites d'erreurs qui peuvent être admises. L'expérience a montré qu'un compteur devait être vérifié aux environs du démarrage, c'est-à-dire à une charge variant entre le 1/50 et le 1/100 de la charge maximum, entre le 1/2 et les 3/4 du calibre de la charge maximum, et enfin aux environs de la pleine charge. Pratiquement, ces deux dernières mesures peuvent être remplacées par une seule mesure à la charge normale moyenne de l'installation de l'abonné.

L'essai à faible charge, qui est défini par la mesure de l'écart, est, en réalité, un essai de sensibilité du compteur. Il permet de déterminer l'importance des frottements ou de la marche à vide du compteur. Dans ces conditions, cet essai de sensibilité qui doit être effectué avant tout autre travail, la cage du compteur étant encore en place, paraît être le procédé le meilleur et le plus économique de discrimination de la nécessité d'effectuer l'entretien des compteurs. Il va sans dire que pour certains types de compteurs, comme par exemple pour les compteurs à collecteur, il sera nécessaire d'effectuer l'entretien du compteur quel que soit l'écart trouvé.

La fixation d'écarts limites doit prendre comme points de départ les limites d'erreurs des règlements en vigueur, aux charges d'essai correspondantes (en tenant compte évidemment des conditions d'exploitation). Sur le réseau de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, à Paris, les écarts en watts correspondant aux compteurs de faible calibre (d'après l'Arrêté préfectoral [1]), sont indiqués sur le tableau I.

Tableau I. — *Valeurs des écarts limites admis pour les compteurs de faible calibre sur le réseau de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité.*

Courant	Calibre du compteur	Charge d'essai	Écart: chez le constructeur	Écart: en ville
	en hectowatts	en watts	en watts	en watts
Continu	3	5	± 0.5	± 0.8
id	5	10	± 1	± 1.6
id	10	20	± 2	± 3,2
Alternatif	3	5	± 0.2	± 0,35
id	5	10	± 0,4	± 0.7
id	10	20	± 0.8	± 1,4

La vérification à pleine charge ou à charge réduite donne une idée exacte de la marche du compteur, c'est-à-dire de la valeur des indications fournies par l'appareil. Les erreurs limites sont, comme précédemment, fixées par les règlements en vigueur et servent de base pour déterminer si le compteur doit être réglé ou non.

En résumé, on voit que trois sortes d'opérations doivent être effectuées en ville : l'entretien proprement dit, l'essai de sensibilité aux environs du démarrage, et la vérification du compteur, c'est-à-dire la mesure du rendement aux charges élevées. Nous allons montrer maintenant comment doivent être groupées ces opérations.

Précédemment, nous avons dit que l'essai de sensibilité devrait toujours être effectué au moment de la visite d'entretien du compteur. Pour les compteurs qui n'ont pas besoin d'un entretien périodique, cet essai détermine si le compteur doit être visité et nettoyé. On déduit facilement de ces considérations qu'en principe, l'essai de sensibilité devra toujours être effectué avant et après l'entretien d'un compteur. D'un autre côté, la vérification d'un compteur ne saurait être complète si l'on n'effectuait pas une mesure aux faibles charges ; par suite, toute vérification devra être suivie ou précédée d'un essai de sensibilité du compteur aux faibles charges.

Il résulte de ces premières considérations que ces trois sortes d'opérations qui forment la base du contrôle des compteurs en ville déterminent deux catégories de visites : 1° les visites dites d'entretien avec essai de sensibilité du compteur avant et après entretien ; 2° les visites dites de vérification avec essai de sensibilité du compteur avant et après la mesure du rendement du compteur à la charge moyenne normale de l'installation de l'abonné, ou à plusieurs charges.

Cette façon de voir paraît de prime abord beaucoup trop catégorique et il est indispensable, avant toute application, de vérifier si, pour certains types de compteurs, le réglage des organes aux faibles charges, le changement des organes de pivotage, c'est-à-dire en résumé toutes les manœuvres qui peuvent être effectuées au moment de la visite d'entretien, n'influent pas sur le rendement du compteur aux charges élevées.

III. Exposé et discussion des résultats d'étalonnage de quelques types de compteurs.

— Des essais effectués en 1924 et 1925 à la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, ont justement montré que, pour certains types de compteurs, cette influence était telle que tout entretien devait être suivi d'une mesure du rendement aux charges élevées, ce qui revient à dire que les visites d'entretien et de vérification ne devaient pas être effectuées isolément ou tout au moins devaient se succéder rapidement. Quelques exemples pris parmi les compteurs du type le plus courant montreront cette influence.

1. Compteurs ampèreheuremètres a courant continu. — Pour ce type de compteur, les pourcentages de défauts ayant provoqué l'arrêt des compteurs, déterminé d'après des statistiques de trois années consécutives, sont les suivants :

[1] Arrêté de M. le préfet de la Seine du 8 juin 1909, modifié par Arrêt du Conseil d'Etat du 10 janvier 1919 et par arrêtés préfectoraux des 31 mars 1919, 22 février 1921, 20 octobre 1921 et 16 mars 1922.

18 pour 100, gonflements de l'induit et frottements;
5 pour 100, organes de pivotage détériorés ou sales;
10 pour 100, mauvais engrènement; défauts dus à la minuterie;
40 pour 100, mauvais état du collecteur; shunt des lames;
15 pour 100, balais desserrés, dessoudés ou en mauvais état;
3 pour 100, défauts dus aux connexions;
4 pour 100, fil rompu dans l'induit; shunt dans l'induit;
5 pour 100, causes diverses secondaires.

En donnant ce pourcentage de défauts ayant provoqué l'arrêt du compteur, nous avons voulu montrer d'abord que toutes ces causes d'arrêt, qui sont aussi des causes de mauvais fonctionnement avant l'arrêt du compteur, c'est-à-dire de retard d'un compteur, sont généralement décelées par l'essai de sensibilité, lors de la visite d'entretien.

Dans ces conditions, la visite d'entretien pourra être indépendante de la visite de vérification, si cette opération n'influence pas la marche du compteur aux charges élevées.

Les essais ont montré que le changement des organes de pivotage, le réglage des balais, opérations les plus courantes sur ces types de compteurs, ne modifient le rendement du compteur aux charges élevées que pour des valeurs de l'ordre de ± 0,5 pour 100. Comme, d'autre part, les visites d'entretien doivent être fréquentes sur ces types de compteurs, il en résulte qu'on aura intérêt à effectuer des visites d'entretien périodiques indépendantes des visites de vérification, ou encore à effectuer la vérification du compteur en même temps que certaines visites d'entretien périodiques.

2. Compteurs wattheuremètres type B a courant continu. — En procédant comme pour les compteurs ampère-heuremètres, on trouve le pourcentage suivant :

15 pour 100, poussières, corps étrangers, limailles, etc;
6 pour 100, voilement du disque ou frottement;
8 pour 100, organes de pivotage détériorés ou sales;
15 pour 100, mauvais engrènement; défauts dus à la minuterie;
6 pour 100, mauvais état du collecteur; shunt des lames;
15 pour 100, défauts dus aux balais;
4 pour 100, défauts dus aux connexions;
13 pour 100, shunt dans l'induit ou fil rompu;
18 pour 100, causes diverses secondaires.

On remarque d'abord que certains défauts signalés ne sont pas toujours décelés par l'essai de sensibilité. D'autre part, le réglage aux petits débits par variation de la hauteur du noyau de fer du compoundage, de même que le changement des organes de pivotage peut provoquer des variations importantes du rendement du compteur aux grands débits. C'est ainsi que nous avons trouvé qu'un abaissement de l'induit de 0,7 mm pouvait provoquer une variation de rendement de ± 4,5 pour 100 aux 8/10 de la charge maximum du compteur.

Il en résulte très nettement ici que l'on aura intérêt à vérifier le rendement après chaque visite qui aura nécessité un entretien du compteur, c'est-à-dire que l'on devra choisir entre les deux combinaisons suivantes : effectuer des visites d'entretien et de vérification combinées, ou effectuer des visites de vérification après chaque visite d'entretien ayant nécessité le changement d'un des organes susceptibles de modifier la marche du compteur aux charges élevées.

3. Compteurs d'induction. — Pour les compteurs d'induction, on trouve le pourcentage suivant :

30 pour 100, poussières, limailles, corps étrangers, etc;
7 pour 100, voilement du disque, frottement;
4 pour 100, organes de pivotage détériorés ou sales;
25 pour 100, mauvais engrènement, défauts dus à la minuterie;
12 pour 100, connexions dessoudées, fils rompus dans les enroulements;
22 pour 100, causes diverses secondaires.

En général, la plupart de ces défauts sont décelés par l'essai de sensibilité; mais il est important de remarquer que le réglage aux petits débits par le déplacement latéral de la palette (sur certains types de compteurs), a une action d'autant plus importante sur le rendement du compteur aux charges élevées que la palette est inclinée par rapport à l'électroaimant du compteur. D'après les essais effectués, cette variation peut atteindre ± 5,5 pour 100 environ, aux 8/10 de la charge maximum du compteur. Il en résulte, comme pour les compteurs du type B, que les opérations effectuées pendant la visite d'entretien peuvent modifier le réglage du compteur aux charges élevées dans des proportions suffisantes pour que l'erreur dépasse les limites prescrites par les règlements.

Les conclusions précédemment énoncées pour les compteurs du type B sont donc applicables à la plupart des compteurs d'induction.

4. Discussion de ces résultats. — Ces quelques exemples montrent bien que la détermination du groupement des opérations ayant pour but le contrôle des compteurs en ville est assez délicate et nécessite une longue étude pratique. Ce n'est en réalité qu'après de longs tâtonnements, après l'examen des statistiques des pourcentages d'arrêts, des avances, des retards, etc., par type de compteurs, qu'il sera possible de déterminer comment devra être effectué ce contrôle pour que les conditions économiques soient satisfaisantes.

Ces premiers éléments étant déterminés, il reste à rechercher la fréquence des visites d'entretien et de vérification.

IV. Fréquence des visites d'entretien et de vérification des compteurs. — L'étude de la fréquence des visites doit tenir compte de nombreux facteurs qui dépendent eux-mêmes d'éléments divers, tels que type et calibre du compteur, valeur du compteur au point de

vue de sa construction, causes de retard et d'arrêt des compteurs, âge des compteurs, consommation des compteurs, etc.

On peut déterminer pratiquement l'ordre de grandeur de cette fréquence de plusieurs façons; toutefois, il convient d'ajouter que cette détermination ne pourra être, en aucun cas, considérée comme définitive et que ce n'est qu'à la suite de tâtonnements et par l'étude des statistiques techniques journalières de la marche des compteurs et l'examen des conditions économiques que l'on s'approchera de la fréquence optimum, conduisant à une économie réelle, tout en satisfaisant aux conditions d'exploitation exigées.

Supposons que l'on mette en observation un certain nombre de compteurs parfaitement réglés, de même type et de même calibre, placés dans des endroits très différents (emplacements très sains, emplacements un peu humides, emplacements soumis à de légères trépidations, etc.). On pourra établir une courbe donnant la perte, en francs, résultant des écarts du compteur en fonction du temps. Cette courbe devra évidemment tenir compte des arrêts. On en déduira la perte totale, en francs, en fonction du temps, connaissant le nombre total de compteurs installés, du même type et du même calibre.

Cette courbe peut permettre maintenant des interprétations variées; on peut en déduire d'abord, suivant sa forme, quel doit être l'intervalle de temps entre chaque visite, qui conduirait à une perte, totalisée en francs, minimum pendant un laps de temps déterminé. On peut encore tracer une seconde courbe du coût de l'entretien du compteur, en fonction de la fréquence des visites et rechercher pour quelle fréquence le coût d'entretien serait minimum.

On voit que le problème est en réalité très complexe et nécessite de longues observations tant pratiques que techniques.

Il est facile de concevoir que le service chargé des compteurs aura intérêt à rechercher les éléments capables de diminuer le coût d'entretien des compteurs, puisque cette réduction entraînera une modification intéressante des conditions d'exploitation. L'un des premiers éléments qui doit être envisagé dans ce cas est la diminution du temps de vérification d'un compteur par la création d'appareils qui, tout en assurant la précision des mesures, permettent d'effectuer rapidement les vérifications. Cette considération perd de son intérêt lorsque le réseau de distribution est étendu et que les compteurs sont de type et de calibre très divers; pourtant, elle intervient encore comme un élément favorable à la diminution du temps de vérification des compteurs.

V. Appareils de vérification des compteurs à manipulation simple et rapide. — 1. Nécessité de ces appareils. — Quelles devront être les caractéristiques principales de ces appareils? Actuellement, on emploie comme appareils de contrôle des wattmètres, des boîtes de contrôle ou des compteurs étalons et la charge est obtenue soit par l'installation de l'abonné, soit à l'aide de résistances portatives étalonnées. Ces procédés exigent généralement deux opérateurs; d'autre part, les connexions à réaliser sont assez délicates et demandent par suite un certain temps. En outre, le choix de la sensibilité des appareils peut ne pas correspondre, dans chaque cas, aux charges auxquelles ils doivent fonctionner et il peut en résulter des erreurs appréciables. En résumé, ces procédés utilisés couramment par les exploitants ne favorisent pas la diminution du coût d'entretien et exigent des opérateurs expérimentés et sachant calculer rapidement.

Ce dernier facteur est très important dans les grandes exploitations, parce qu'il est difficile de trouver des ouvriers non seulement spécialisés dans l'étalonnage des compteurs en ville, mais encore sachant effectuer des réparations courantes. Nous nous sommes efforcé de créer à la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité un noyau d'ouvriers intéressants, soit en distribuant des brochures explicatives, soit encore en éduquant directement l'ouvrier; mais il faut reconnaître que tous ces efforts ne peuvent être couronnés de succès, si le niveau intellectuel moyen est faible. D'autre part, la spécialisation des ouvriers correspond à une augmentation de frais d'exploitation, parce qu'elle nécessite un temps assez long d'éducation, l'ouvrier ne fournissant un travail utile qu'après ce stage.

Ces différentes considérations nous ont amené à étudier certains appareils de contrôle, légers, peu encombrants, de façon à permettre la vérification rapide des compteurs de calibre courant. Le fonctionnement de ces appareils est rendu aussi automatique que possible. D'autre part, les résultats du contrôle étant lus directement sur les appareils, ils n'exigent pas de calculs, et un seul opérateur peut effectuer la vérification. Nous avons créé ainsi deux types principaux d'appareils pour les compteurs à courant continu et alternatif de 3, 5 et 10 hw.

L'emploi pratique de ces appareils a montré que l'économie sur les temps de visite réalisée par rapport aux autres méthodes de contrôle, utilisant des appareils tels que wattmètres, boîtes de contrôle ou compteurs étalons, était d'environ 50 à 60 pour 100. En remarquant que ces appareils n'exigent qu'un seul opérateur, il a été possible d'augmenter le nombre de visites journalières de 30 à 35 pour 100 dans le réseau correspondant.

Ces résultats encourageants nous ont conduit à étudier, d'une part, d'autres méthodes et d'autres appareils pour des compteurs de calibres plus élevés, et, d'autre part, à combiner certains organismes déjà utilisés pratiquement pour effectuer des opérations accessoires nécessaires au contrôle des compteurs dans les installations urbaines.

2. Vérification des compteurs d'électricité sur circuits d'éclairage a courant alternatif (3, 5, 10 hw). — Il s'agit des compteurs de calibres égaux à 3, 5 et 10 hw.

L'appareil représenté sur la figure 1 est agencé de façon à former un ensemble compact et de poids réduit (6 kg). Il comprend, en principe, un organe éta-

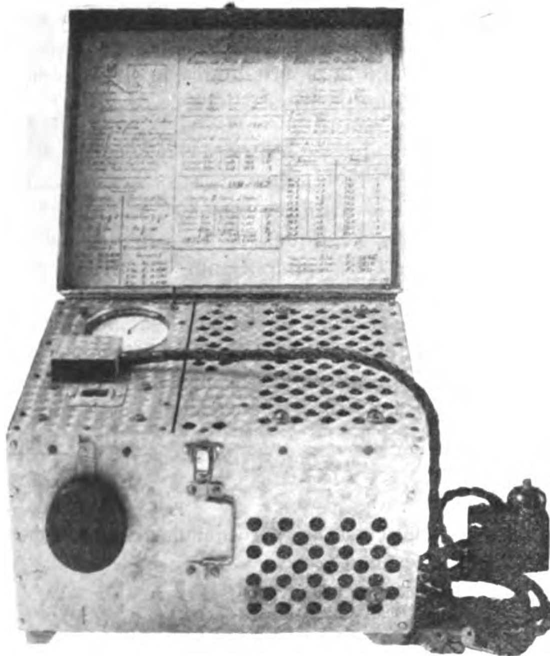


Fig. 1. — Vue d'ensemble du dispositif de vérification des compteurs sur circuits d'éclairage à courant alternatif, de calibres égaux à 3,5 et 10 hw.

lon A, sorte de compteur d'induction (fig. 2), dont la vitesse est proportionnelle au carré de la tension appliquée à ses bornes. Dans ces conditions, le couple de l'organe mobile est constant, quelle que soit la charge, puisque la vitesse de cet organe est fonction de la tension du réseau. Cette particularité extrêmement avantageuse n'existe pas dans les compteurs étalons ordinaires, le couple étant fonction de la charge ; celui-ci est donc très faible aux petits débits.

Cet appareil, construit par la Compagnie de Construction électrique (Compteurs B. T.), comprend en outre des résistances de charge étalonnées B, C et D, dont le couplage est obtenu au moyen d'un commutateur, et une minuterie intégrant d'une façon spéciale les indications de l'organe mobile du compteur étalon.

Cette dernière minuterie comprend trois aiguilles se déplaçant sur trois cadrans combinés, de façon à permettre des mesures au 1/50 environ de la pleine charge (correspondant à l'essai de sensibilité) et aux environs de la charge normale et de la pleine charge.

En courant alternatif non déphasé, la puissance P est donnée par la relation

$$P = UI;$$

mais on sait que si R est la résistance provoquant le débit, on peut écrire

$$P = \frac{U^2}{R}.$$

L'organe étalon intégrateur de la tension donne pendant un temps t, si N est le nombre de tours de l'étalon et K', sa constante

$$U^2 = \frac{3\,600\,K'N}{t}$$

et la puissance est

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{3\,600\,K'N}{tR} = \frac{K'}{R} \times \frac{3\,600\,N}{t};$$

or le rapport $\frac{K'}{R}$ dépend de l'étalonnage de l'appareil ; par suite, si on pose

$$\frac{K'}{R} = K$$

on a

$$P = K \times \frac{3\,600\,N}{t},$$

Si, pendant ce même temps t, on fait fonctionner simultanément l'organe étalon et le compteur à vérifier, on peut écrire :

pour le compteur, $W_c = \frac{3\,600\,kn}{t}$,

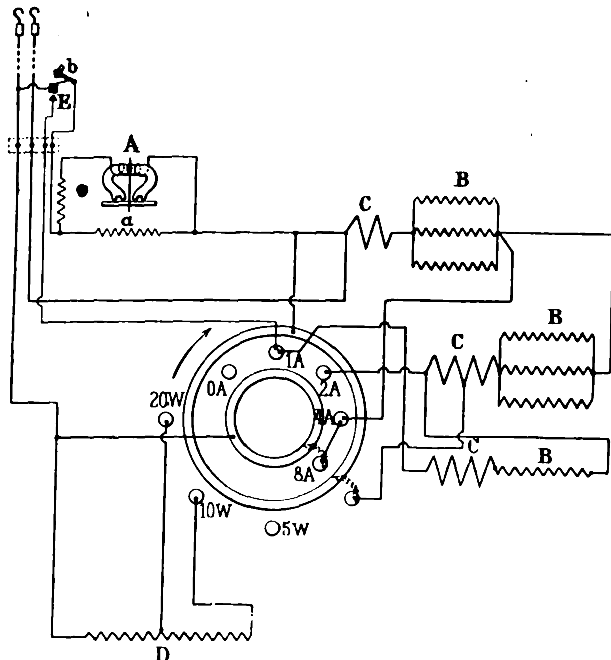


Fig. 2. — Schéma des connexions du dispositif représenté sur la figure 1, créé à la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité.

k étant la constante et n, le nombre de tours du compteur pendant le temps t, de même

pour l'étalon, $W_e = \frac{3\,600\,KN}{t}$.

Par suite, le rendement en centièmes est donné par la relation

$$\frac{W_c}{W_e} \times 100 = 100 \frac{k}{K} \frac{n}{N}.$$

La mesure du rendement d'un compteur revient donc à multiplier le rapport du nombre de tours du compteur et de l'étalon par le rapport de leurs coefficients respectifs. Si on a posé

$$\frac{k}{K} = A,$$

ce rapport étant constant pour chaque type et calibre de compteur, le rendement en centièmes devient

$$\eta = A \frac{n}{N} \times 100.$$

On voit que, pratiquement, il suffira de choisir une valeur constante de n (30 tours de disque, par exemple) pour que chaque valeur de N détermine le rendement du compteur. Sur ces données, on a établi un tableau placé dans le couvercle de l'appareil étalon, et donnant les valeurs du rendement compris entre + 10 et — 10 pour 100 pour chaque type et calibre du compteur en fonction du nombre de tours N de la minuterie de l'appareil étalon. Le tableau comporte des éléments complémentaires permettant de retrouver facilement le rendement du compteur pour des charges et des valeurs de n différentes.

Pour faciliter les lectures, la minuterie comporte, comme nous l'avons dit, deux cadrans qu'il est possible de ramener à zéro à l'aide d'un bouton extérieur.

En ce qui concerne l'essai de sensibilité, les relations établies précédemment s'appliquent encore, mais la valeur de A est différente.

Pour éviter l'établissement de nouveaux tableaux, on utilise un cadran spécial divisé, sur lequel se meut une aiguille que montre la figure 1.

On sait que l'essai de sensibilité détermine la valeur de l'écart

$$e = W_c - W_e.$$

Pour une sensibilité satisfaisante du compteur, les limites de e sont bien déterminées.

Si on établit ces valeurs pour un tour de disque du compteur, l'angle décrit par l'aiguille indiquera si l'écart normal est ou non dépassé. Il suffit donc, en résumé, de rendre le cadran mobile et de tracer sur ce dernier un point de départ défini par une lettre pour chaque type et calibre de compteur, le zéro du cadran et une division de celui-ci fixant les limites en question. On conçoit alors qu'il suffit d'amener le cadran de façon que l'aiguille soit placée au-dessus de la lettre correspondant au compteur à essayer, de mettre en circuit une résistance étalonnée bien définie, et d'arrêter le compteur étalon quand le disque du compteur à essayer a effectué un tour. La pointe de l'aiguille indique immédiatement si la sensibilité du compteur est satisfaisante.

Il y a lieu d'ajouter que les divisions du cadran permettent de déterminer exactement la valeur de l'écart e.

Cet appareil étalon est complété par un bouton d'accélération mettant en circuit une résistance, de façon à amener rapidement le repère du disque du compteur à étalonner dans une position définie de départ.

3. Vérification des compteurs d'électricité sur circuits d'éclairage a courant continu. — Il s'agit encore de compteurs dont les calibres sont 3, 5 et 10 hw. Nous aidant des caractéristiques de l'appareil précédent, nous avons étudié un appareil pour la vérification des compteurs ampèreheuremètres à courant continu.

On utilise cette fois un organe étalon voltheuremètre, c'est-à-dire donnant des indications proportionnelles à la tension du réseau au moment de l'essai.

La tension étant supposée constante, on peut écrire

$$P = KI = K \frac{U}{R}.$$

En raisonnant comme précédemment, le rendement en centièmes est

$$\eta = A' \frac{n}{N} \times 100.$$

Dans ces conditions, des dispositifs semblables à ceux utilisés dans l'appareil étalon pour courant alternatif peuvent être adoptés. L'appareil représenté sur la figure 3 est un peu plus encombrant et un peu plus lourd, le compteur étalon comportant un aimant permanent.

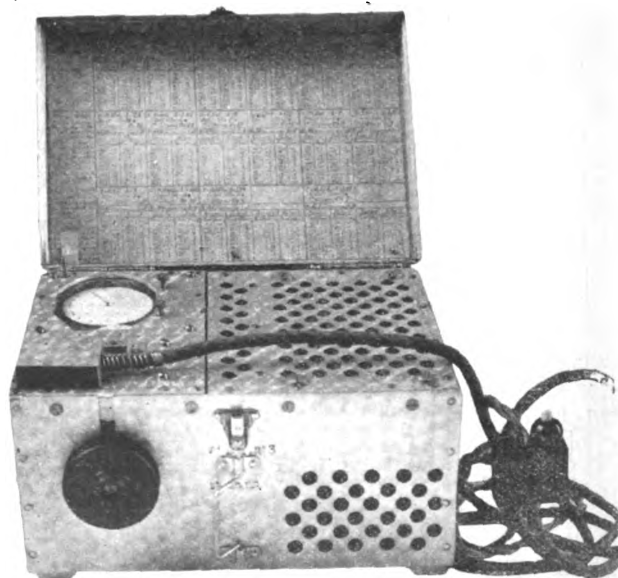


Fig. 3. — Vue du dispositif de vérification des compteurs sur circuits d'éclairage à courant continu, de mêmes calibres que dans le cas du courant alternatif.

Les essais effectués ont montré que l'économie était sensiblement la même que celle réalisée avec l'appareil étalon à courant alternatif.



Fig. 4. — Vue de boîtes de résistances portatives pour la vérification des compteurs.

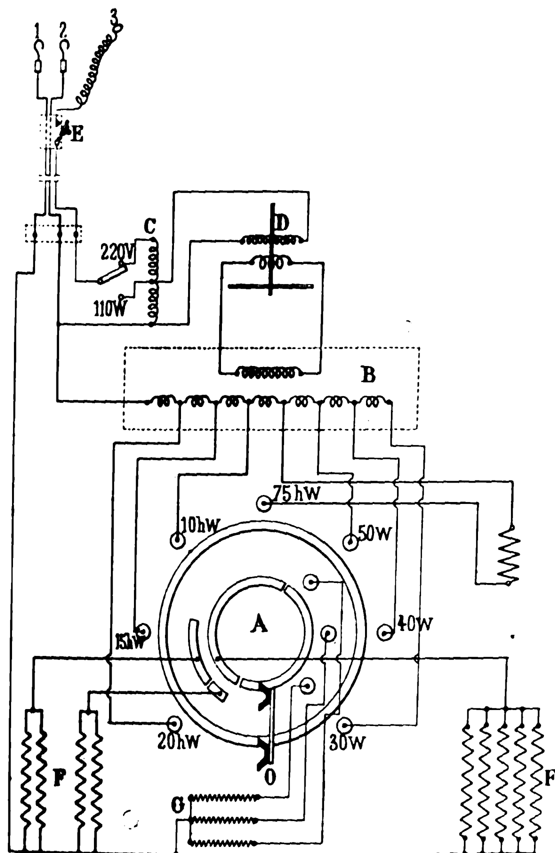


Fig. 5. — Schéma des connexions d'un compteur étalon de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité pour la vérification des compteurs sur circuits d'éclairage et de force motrice, de calibres égaux à 7,5 hw, 10 hw, 15 hw, 20 et 25 hw.

4. Vérification des compteurs sur circuits d'éclairage et de force motrice, de calibres différents. — Nous avons montré précédemment quelle était l'économie réalisée sur le temps de visite depuis la mise en service de ces appareils étalons ; nous devons ajouter que nous avons obtenu des résultats très satisfaisants en ce qui concerne la robustesse de ces appareils. En effet, ayant mis en service vingt appareils de ce genre, ceux-ci fonctionnent depuis six mois environ sans donner lieu à des déréglages ou à des réparations importantes.

Ces résultats encourageants nous ont conduit, comme nous l'avons déjà dit, à étudier de nouveaux modèles et à effectuer des groupements nouveaux d'appareils existants pour la vérification de compteurs de calibres différents. Nous avons créé des résistances portatives légères (fig. 4) destinées à effectuer l'essai de sensibilité en ville dans le cas de la visite d'entretien séparée. Ces résistances, construites par la Maison Cerf, sont en fil de constantan et comportent un commutateur destiné à obtenir des débits bien déterminés et correspondant aux charges d'essai.

Sur les mêmes bases, nous étudions actuellement des



Fig. 6. — Vue d'un « déphaseur » de tension, portatif, en courant monophasé et courant polyphasé.

résistances correspondant à des débits élevés pour les visites de vérification.

Signalons enfin deux appareils récemment construits : un compteur étalon destiné à la vérification des compteurs sur circuits d'éclairage à courant alternatif (de 15, 20 et 25 hw) et un « déphaseur » de tension, portatif, pour la vérification des compteurs d'énergies active et réactive, installés sur des circuits de force motrice.

Le premier appareil comporte un compteur étalon d'induction D (fig. 5) monté sur le secondaire d'un transformateur de courant B, comportant plusieurs enroulements primaires. Un commutateur A permet d'in-

tercaler des résistances de charge variables F et G. Cet appareil mesurant des watts, les résistances de contact n'interviennent plus dans la formule de la puissance ; on conçoit, en effet, qu'il aurait été difficile d'employer l'appareil décrit précédemment pour les débits élevés, justement à cause de ces résistances de contact. D'autre part, le couple reste constant à toutes les charges, du fait que le courant secondaire est sensiblement le même, quelle que soit la sensibilité primaire choisie.

Les organes tels que minuterie, commutateur, interrupteur, etc., sont groupés d'une façon analogue aux organes des appareils précédemment décrits. Pour vérifier les compteurs sur circuits de force motrice et les compteurs d'énergie réactive, cet appareil sera muni ultérieurement d'un organe auxiliaire, faisant office de « déphaseur » de tension.

Le deuxième appareil, représenté sur la figure 6, est un déphaseur de tension portatif, composé d'un déphaseur polyphasé du type Bonnier et de différents organes destinés à faciliter les manœuvres. Il sert à faire varier l'angle de phase entre la différence de potentiel de l'une des phases du réseau d'alimentation et la différence de potentiel secondaire. Si on alimente alors le circuit en série du compteur à étalonner par l'une des phases du réseau et le circuit en dérivation du même compteur par la différence de potentiel secondaire fournie par le déphaseur, il est possible d'obtenir des déphasages déterminés entre les courants traversant les deux enroulements, ce qui permet l'étalonnage du compteur en courant déphasé.

Les organes accessoires se composent d'un petit autotransformateur permettant d'obtenir une tension supérieure à la tension normale du réseau, d'un dispositif de réglage de cette tension, d'une self-inductance destinée à repérer le signe du déphasage, et enfin d'une boîte de déphasage pour courant monophasé et courant polyphasé, permettant d'utiliser le déphaseur sur le réseau à courant monophasé.

Un certain nombre d'appareils de ce genre ont été mis en service et nous permettent, en particulier, d'étalonner en ville les compteurs placés sur le réseau qui est actuellement soumis au changement de fréquence. Sans l'emploi de ce déphaseur, il nous aurait été difficile d'étalonner rapidement les compteurs sur place et leur transport au laboratoire étant nécessaire, les frais d'exploitation auraient augmenté.

P. MAURER,
Ingénieur, chef du service des compteurs de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité.

Sur un curieux moteur à courant continu

Dans cette note est exposée la théorie d'un moteur formé d'un anneau à collecteur fixe et d'un rotor muni d'un enroulement en court-circuit. L'auteur, qui avait étudié le fonctionnement de ce système en 1903, sans en voir une application possible à l'époque, juge utile d'en signaler les propriétés dont il pourrait être tiré parti avec des soupapes thermoioniques commandées.

En consultant un dossier technique, l'auteur du présent article a retrouvé une feuille de calculs relatifs à un moteur à courant continu de constitution fort curieuse. Ce sont ces calculs, datant de 1903, qui sont reproduits ci-dessous, le moteur en question pouvant recevoir quelques applications intéressantes lorsque la technique des soupapes thermoioniques *commandées* de grande puissance aura accompli les progrès qu'il est déjà possible d'entrevoir.

Considérons l'ensemble formé par un anneau à collecteur fixe, à l'intérieur duquel peut tourner un rotor muni d'un enroulement en court-circuit de même polarité. Si on fait pénétrer dans l'anneau fixe un courant continu I, au moyen de balais tournant à la vitesse angulaire $\frac{\Omega}{2\pi}$, le rotor tendra évidemment à suivre le champ tournant ainsi créé. Le diagramme de fonctionnement d'un tel moteur est facile à établir : Portons en $\overline{OP}$ suivant Ox (fig. 1) les ampères-tours dus au courant I, a étant un coefficient facile à déterminer ; les courants induits dans le rotor créent une réaction dirigée suivant ON, et en composant $\overline{OP}$ avec les ampères-tours correspondants $\overline{PM}$, on obtient en $\overline{OM}$ les ampères-tours résultants A. D'après la théorie élémentaire bien connue des moteurs à champ tournant,

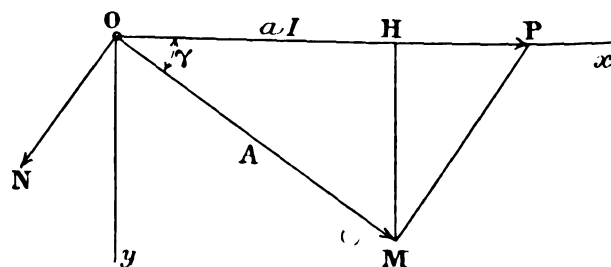


Fig. 1. — Diagramme des ampères-tours.

l'angle PMO est droit, et l'angle POM $= \gamma$ est défini par

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{L(\Omega - \omega)}{R}, \qquad (1)$$

L et R étant respectivement la self-inductance et la

résistance « cycliques » (suivant M. A. Blondel) des circuits rotoriques et $\frac{\omega}{2\pi}$ la vitesse angulaire du rotor.

La force électromotrice induite par le champ résultant, dû aux ampères-tours A, entre les balais tournants, est d'ailleurs facile à déterminer en remarquant que l'axe Ox est constamment dirigé suivant la ligne de ces balais.

La composante orthogonale $\overline{MH}$ crée ainsi une force électromotrice égale à

$$E = \Omega K A \sin\gamma,$$

ou encore

$$E = \Omega K a I \sin\gamma \cos\gamma, \qquad (2)$$

K étant une constante appropriée.

A la résistance ohmique de l'anneau à collecteur près, le quotient $\frac{E}{I}$ mesure d'ailleurs la résistance apparente de cet anneau, pour chaque vitesse. On vérifie ainsi, de suite, que ce quotient est nul pour $\gamma = 0$, c'est-à-dire évidemment lorsque le moteur marche à vide ($\omega = \Omega$). On en conclut immédiatement qu'un tel moteur n'est pas susceptible d'être employé sur une distribution à potentiel constant, mais qu'il s'adapterait admirablement bien à une distribution à courant constant (vitesse à vide limitée automatiquement sans régulateur, la tension absorbée étant alors, en outre, minimum).

L'expression du couple C est facile à établir, d'après l'équation (2) :

$$C = K a I^2 \sin\gamma \cos\gamma. \qquad (3)$$

Il passe par un maximum pour

$$\gamma = \frac{\pi}{4}, \qquad \frac{L(\Omega - \omega)}{R} = 1.$$

On retrouve ainsi, comme on pouvait s'y attendre, le résultat fourni par l'ancienne théorie des moteurs à champ tournant qui avait cours avant les travaux de M. A. Blondel (1893), et qui supposait la constance du courant primaire (¹).

Le moteur dont il s'agit constitue plutôt, jusqu'ici, une curiosité électrotechnique. Cependant, lorsque la technique des soupapes thermoioniques (²) commandées de grande puissance, aura accompli les progrès qu'il est déjà permis d'entrevoir, leur application permettrait de constituer artificiellement un collecteur *statique* idéal qui rendrait le moteur en question susceptible d'applications importantes pour la transmission d'énergie par courants continus à haute tension, les génératrices étant formées d'alternateurs polyphasés associés à des redresseurs. Les électrodes de contrôle, ou grilles, seraient soumises elles-mêmes à un système de tensions polyphasées fournies par un alternateur auxiliaire de puissance relativement très réduite, à la fréquence $\frac{\Omega}{2\pi}$.

En faisant varier cette fréquence, on serait maitre de la vitesse à vide du moteur, et on pourrait effectuer le démarrage dans d'excellentes conditions.

J. BETHENOD.

(¹) Nous profiterons de l'occasion pour signaler qu'un formulaire d'électricité très connu persiste à exposer cette théorie très éloignée de la réalité, ce qui est d'autant plus surprenant que les dernières éditions donnent, à la suite, le diagramme circulaire bien connu pour la marche sous tension constante.

(²) Nous voulons parler des soupapes genre redresseurs à vapeur de mercure, tungar, etc., présentant une résistance interne modérée. Dans certains cas cependant, un tube triode à vide poussé pourrait déjà être envisagé.

Revues, analyses et informations

Surtensions sur les lignes de transmission d'énergie électrique (¹).

1. GÉNÉRALITÉS. — Grâce, d'une part, au klydonographe utilisé surtout aux Etats-Unis et, d'autre part, à l'oscillographe cathodique préconisé principalement en Europe, on a pu recueillir sur des réseaux électriques en exploitation, des données très intéressantes concernant les causes et les conséquences des surtensions consécutives à la manœuvre des interrupteurs et aux coups de foudre directs. L'auteur rappelle d'abord la théorie qui régit la matière et que l'on peut résumer comme il suit.

a) *Manœuvre des interrupteurs.* — Le cas idéal des ondes transitoires qui prennent naissance à la suite d'une manœuvre des interrupteurs est celui où une ligne unique alimentée par une source de puissance infinie est brusquement mise en circuit ou hors circuit ; il se produit dans ces conditions une onde à front raide dont la tension est égale à celle appliquée et qui se propage le long de la ligne ; cette onde de tension est accompagnée d'une onde de courant dont l'intensité s'obtient en divisant la tension par l'impédance caractéristique de la ligne. Quand ces ondes arrivent à une extrémité, elles se réfléchissent en vraie grandeur en conservant ou changeant leur signe suivant que la ligne est ouverte ou fermée et suivant que l'on considère l'onde de tension ou de courant. L'onde réfléchie s'ajoute ou se retranche de l'onde directe de telle sorte que la tension maximum qui peut en résulter, est, au plus, égale à deux fois la tension initiale pour une ligne homogène. En raison de sa grande impédance en circuit ouvert, un transformateur placé à l'extrémité d'une ligne se comporte, au point de vue des surtensions, comme une ligne ouverte.

Quand une ligne est connectée à une autre, d'impédance caractéristique différente, on constate l'existence d'une onde

(¹) J.-H. COX. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, mars 1927, t. XLVI, p. 263-271, 7000 mots, 9 figures.

réfléchie et d'une onde incidente. Désignons par E la tension de la première onde; par Z_1 et Z_2 les impédances des première et deuxième lignes; la tension de l'onde réfléchie est égale à $\frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2} E$ et celle de l'onde incidente, à $\frac{2 Z_2}{Z_1 + Z_2} E$. Or, l'impédance caractéristique d'une ligne aérienne est de l'ordre de 550 ohms; celle d'un câble, de 50 ohms. Considérons le cas d'une ligne complexe; si on ferme un interrupteur sur une section en câble ($Z_1 = 50$ ohms), il y aura réflexion au point où l'onde pénètre dans la section en fil nu ($Z_2 = 550$ ohms); l'onde transmise aura une tension de $2E$ volts environ; si, de plus, la ligne en fil nu est ouverte ou se termine par un transformateur, l'onde se réfléchira encore une fois avec une tension approximativement égale à $4E$. Dans le cas où un tronçon de ligne se divise en plusieurs dérivations, celles-ci produisent le même effet qu'une ligne de moindre résistance d'onde.

Quand on ferme un circuit à courant alternatif, la phase de l'onde appliquée à laquelle se produit le contact est plus ou moins un effet du hasard; il y a possibilité d'un amorçage d'arc, si cette phase correspond au maximum de la tension, surtout avec les très hautes tensions utilisées de nos jours; mais ce n'est pas là, cependant, le facteur qui joue un rôle primordial dans le phénomène, étant donné la grande rapidité des contacts et aussi la haute rigidité diélectrique de l'huile; il s'ensuit que l'onde transitoire créée par la fermeture d'un interrupteur n'aura pas toujours une amplitude égale au maximum de la tension originelle et, naturellement, c'est celle-ci qui règle le régime des réflexions.

Toutes les considérations qui précèdent s'appliquent à un cas idéal; or, en pratique, la fermeture d'un interrupteur, si rapide qu'elle soit, n'est pas un phénomène instantané et l'onde transitoire exige de 0,1 à 5 μs pour atteindre sa pleine valeur; autrement dit, le front de l'onde peut s'étaler sur une longueur variable, théoriquement, de 30 à 1 500 m; mais l'auteur fait remarquer que, heureusement, la puissance limitée de la source d'énergie et l'atténuation de la ligne ont pour effet d'allonger le front de l'onde transitoire et d'abaisser la tension obtenue.

Quand on relie ensemble deux lignes identiques, l'onde transitoire prend une tension égale à $4\frac{E}{2}$ et, après réflexion, sa tension maximum sera E; si une ligne est fermée sur des barres omnibus connectées elles-mêmes à une ou plusieurs lignes en charge, l'onde émise possède une tension supérieure à $\frac{E}{2}$ et tend vers E qui est une limite supérieure.

Un cas qui se rencontre souvent en exploitation, est celui d'une ligne alimentée par un transformateur. L'intensité de l'onde de courant concomitante de l'onde de tension est limitée par l'inductance de fuites du transformateur, ce qui se traduit par une inclinaison du front de l'onde. Si ce dernier a une longueur double de celle de la ligne, la réflexion totale devient impossible, car, une fois que l'origine de l'onde a couvert le parcours aller et retour de la ligne, les conditions ne sont plus les mêmes au point terminal considéré. L'auteur traite théoriquement le problème d'une ligne connectée à l'enroulement à haute tension du transformateur. Soient E la tension du côté de la basse tension du transformateur rapportée à la haute tension; R et L la résistance équivalente et l'inductance de fuites du transformateur; Z_0 l'impédance caractéristique de la ligne et, enfin, e la tension de celle-ci; on a

$$e = i Z_0; \qquad (1)$$

$$Ri + L\frac{di}{dt} + e = E$$

ou

$$\frac{di}{dt} + \frac{R + Z_0}{L} i = \frac{E}{e}. \qquad (2)$$

Si E est constant, on trouve

$$i = \frac{E}{R + Z_0}\left(1 - e^{-\frac{R+Z_0}{L}t}\right). \qquad (3)$$

D'après (1), l'onde de tension a la même forme que l'onde de courant et son front couvre la même longueur de ligne; d'après (3), le courant atteint presque son maximum au bout d'un temps t égal à deux fois la constante de temps

$$T = \frac{L}{R + Z_0}.$$

Donc, pour donner lieu à une réflexion complète, la ligne doit avoir une longueur minimum de vT, où v représente la vitesse de la lumière, 3×10^{10} cm : s. Ici l'auteur reproduit un tableau indiquant les longueurs qu'il faut donner aux lignes pour que celles-ci permettent la réflexion totale des ondes transitoires suscitées par leur couplage avec un transformateur. Ainsi une ligne et un transformateur caractérisés par les constantes ci-après : $E = 220\,000$ v; $R = 5,7$ ohms; $L = 0,194$ henry; $Z_0 = 500$ ohms, donnent $vT = 114$ km, la puissance du transformateur étant de 60 000 kv-A. L'impédance caractéristique d'un câble étant à peu près le 1/10 de celle d'une ligne en fil nu et la vitesse de propagation de l'onde dans le câble étant à peine la moitié de celle relative à un fil nu, il faut, dit l'auteur, multiplier par 5 les longueurs indiquées dans le tableau pour avoir les longueurs de câble qui produiraient les mêmes effets qu'une ligne en fil nu. Pour qu'une double réflexion suscite une tension voisine de $4E$, comme on l'a rappelé plus haut, il convient de connecter le câble à un fil nu de longueur double. Par suite de l'étalement considérable des ondes qui prennent naissance dans les câbles, il est évident que les longueurs de câbles et de conducteurs nus qu'il faut associer pour produire cette double réflexion ne répondent pas à des conditions ordinaires; d'autant plus que ces longueurs dépendent encore, dans une large mesure, de la constante d'atténuation.

L'auteur rappelle que la constante d'atténuation est définie par l'expression

$$e^{-\left[\frac{r}{2Z_0} + \frac{gZ_0}{2}\right]x},$$

dans laquelle r représente la résistance du conducteur; g, la conductance linéique; Z_0, l'impédance caractéristique et x, le chemin couvert par l'onde. Comme la valeur de r est bien plus élevée aux hautes fréquences par suite de l'effet pelliculaire, la valeur du terme $\frac{rx}{2Z_0}$ est, dans ce cas, beaucoup plus élevée que celle qui correspond à la valeur de r mesurée en courant continu. Il s'ensuit que les composantes à très hautes fréquences sont rapidement amorties et que le front de l'onde s'atténue. En outre, aux très hautes tensions, les effluves entrent en jeu et tendent à dissiper l'énergie de l'à-coup d'autant plus vite que le front de l'onde est plus raide; elles augmentent donc le second terme $\frac{gZ_0x}{2}$ de la constante d'atténuation; aux très hautes tensions, ce second terme est de beaucoup plus important que le premier. Il y a donc deux stades à considérer dans l'évolution d'un phénomène transitoire : si la surtension est supérieure à la tension d'effluve, son

énergie est rapidement dissipée à mesure qu'elle progresse le long de la ligne; au-dessous de ce point, la propagation est régie par le premier terme $\frac{rx}{2 Z_0}$ de la constante d'atténuation, qui amortit l'onde bien plus lentement.

On a constaté que de très hautes surtensions tombent à une fraction de leur valeur initiale à quelques miles seulement de leur origine. Par exemple, des surtensions produites à 1000 kv n'accusent plus que 150 kv à 35 miles de distance et on peut admettre que la majeure partie de cette atténuation a eu lieu déjà à quelques miles de l'origine.

Ici l'auteur fait une petite digression sur l'influence de l'arc dans le fonctionnement des interrupteurs et sur les courants de capacité de grandes et de faibles valeurs; puis il rappelle les théories proposées pour expliquer les effets des coups de foudre.

b) *Coups de foudre.* — Les caractéristiques d'un coup de foudre, qu'il convient principalement de retenir au point de vue de leurs effets sur les lignes de transmission, sont le gradient du potentiel produit par la charge du nuage et la nature de la décharge, c'est-à-dire, sa grandeur et sa forme; elle peut être, en effet, soit continue, soit oscillante. Il faut aussi tenir compte de la polarité du nuage. L'auteur semble faire grand état d'une théorie de la foudre que le docteur G.-C. Simpson a développée devant la Royal Society of London [1] et qui fait intervenir les phénomènes d'ionisation; si cette théorie est plausible, on en déduit les conclusions suivantes : les éclairs entre terre et nuage négatif sont beaucoup plus intenses que les éclairs entre terre et nuage positif, alors même que les deux nuages porteraient des charges de même grandeur; les décharges provenant de nuages chargés positivement sont fréquentes, mais faibles, tandis qu'avec les nuages chargés négativement les coups de foudre sont rares, mais très intenses; la décharge intégrale s'effectue en moins de 3 μs. Sur 418 photographies d'éclairs, 242 montrent des ramifications dirigées vers la terre, ce qui, d'après la théorie, indique des décharges de nuages positifs. 3 révèlent des coups de foudre négatifs avec des ramifications pointées vers le ciel et, enfin, 173 clichés ne contenaient aucune ramification visible; toutefois, on peut supposer que, sur beaucoup de ces derniers clichés, il existait réellement des aigrettes allant de haut en bas, et, par conséquent, correspondant à des décharges positives, mais qu'elles étaient obscurcies par la pluie. Si l'on répartit ces 173 décharges par moitié entre les coups de foudre positifs et négatifs, on arrive, pour les premiers, à un total de 328 contre 89 pour les seconds, ce qui donne un rapport de 4 à 1 qui, suivant M. G.-C. Simpson, est encore trop faible.

En 1924, le docteur suédois H. Norinder a publié [2] les résultats de ses essais sur la foudre; cet auteur a constaté que le gradient du potentiel du nuage, à la hauteur des lignes moyennes de transmission d'énergie, est ordinairement de 100 à 150 kv : m et quelquefois de 200 kv : m. Tout près de l'éclair, ce gradient atteint de 300 à 400 kv : m, le nuage étant aussi souvent positif que négatif. Un des clichés a montré un changement de signe de la tension pendant le passage d'un nuage. L'action du coup de foudre se faisait sentir sur un rayon de 2,3 à 10 km et jamais on n'a constaté que la décharge fût oscillante, mais qu'elle était relativement lente, puisqu'il fallait de 0,01 à 0,02 s pour que la tension induite dans l'antenne atteignît sa valeur maximum; dans ces conditions, il est impossible qu'un coup de foudre induise sur les lignes de transmission, des surtensions de l'ordre de grandeur de celles que l'on a enregistrées expérimentalement. En effet, dans l'intervalle de 0,01 à 0,02 s, la charge induite pourrait parcourir plusieurs fois la ligne et se dissiper par les appareils placés aux extrémités. Néanmoins, il est certain que les ondes à front très étalé signalées par cet auteur existent réellement, comme l'ont prouvé des expériences plus récentes.

2. Résultats des essais de l'auteur. — a) *Surtensions dues à la manœuvre des interrupteurs.* — Le klydonographe a été exclusivement utilisé comme appareil enregistreur et on a opéré sur les systèmes les plus variés de lignes en conducteurs nus et en câbles.

D'une manière générale, on peut dire que la manœuvre des interrupteurs ne donne pas lieu à de graves surtensions; celles-ci restent presque toujours inférieures au double de la tension normale et ce fait n'a rien d'étonnant quand on songe au peu de chance qu'il y a de rencontrer réunies à la fois, au moment où l'on actionne les interrupteurs, toutes les conditions et circonstances nécessaires à la production d'une surtension. C'est lorsque l'on coupe une ligne en charge que l'on constate les moindres surtensions; les plus élevées résultent toujours d'opérations mettant en jeu de faibles quantités d'énergie, comme la mise hors circuit d'une ligne courte ou de barres omnibus. Sur une ligne de transmission à la tension de 220 kv, avec neutre mis à la terre, on a déclenché et enclenché environ 3600 fois un disjoncteur non protégé dans l'huile et le quart seulement de ces manœuvres a donné lieu à des surtensions, dont la plus grande correspondait à 3,2 fois la tension normale et la rupture d'un tronçon de ligne de 65 km; la suivante atteignait 2,7 fois la tension normale et provenait de l'ouverture de barres omnibus. Dans toutes ces expériences, on avait disposé les appareils enregistreurs en quatre points différents; la même disposition avait été adoptée sur une ligne à la tension de 120 000 v avec neutre à la terre et les quatre appareils ont enregistré, dans une période de 10 mois, une surtension de quatre fois la tension normale, une de 3,7 et 5 de 3,7 à 3 fois la tension normale. Il n'y a eu que 5 surtensions de 3 à 4,6 fois la tension normale dans un intervalle de dix mois, également sur une ligne à 140 000 v avec neutre isolé.

Sur les réseaux de câbles caractérisés par des courants de capacité linéique beaucoup plus élevés, par une plus grande constante d'atténuation, par des ondes à front plus étalé et, enfin, par des mailles plus serrées, on peut s'attendre, à priori, à rencontrer des conditions qui tendent à diminuer les perturbations et c'est, en effet, ce que l'auteur a constaté dans ses recherches. La surtension maximum enregistrée lors du couplage d'un câble est de l'ordre de 2,3 fois la tension normale. Dans un seul essai, effectué après une exploitation d'une année, il s'est révélé une surtension égale à 4,5 fois la tension normale; mais il s'agissait ici de la fermeture d'une batterie d'interrupteurs et non du couplage d'un câble proprement dit. Ayant remarqué de fortes surtensions au moment de l'ouverture de barres collectrices, l'auteur a encore effectué une série d'essais qui ont fourni les résultats suivants :

Mise hors circuit de barres omnibus avec un sectionneur, surtension égale à 4,5 fois la tension normale;

Mise en circuit de barres omnibus avec un sectionneur, surtension égale à 2,9 fois la tension normale;

Mise hors circuit de barres omnibus et d'un transforme-

(1) G.-C. Simpson; Sur la foudre. *Proceedings of the royal Society*, mai 1926, t. III (série A), p. 56-67.

(2) H. Norinder; Recherches sur la distribution du champ électrique pendant les orages. *Electrical World*, 2 février 1924, t. LXXXIII, p. 223-226, résumé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 26 juillet 1924, t. XVI, p. 33 D.

teur avec des interrupteurs dans l'huile, surtension égale à 4,2 fois la tension normale;

Mise en circuit de barres omnibus et d'un transformateur avec un interrupteur dans l'huile, surtension égale à 2,9 fois la tension normale.

Dans tous ces cas, on a opéré avec des courants de faible intensité.

b) *Surtensions dues à la foudre.* — Ce qu'il y a de surprenant, c'est que le klydonographe n'ait enregistré qu'un nombre infime de surtensions induites, dans une contrée donnée, pendant un orage. Aux nombreux éclairs que l'on remarque ordinairement durant ces perturbations atmosphériques ne correspondent guère qu'une à dix surtensions, généralement deux. En outre, on a constaté que, pratiquement, toutes les surtensions consécutives à des coups de foudre sont positives; les rares surtensions négatives enregistrées sont toutes de grande amplitude et à front raide et on a pu nettement établir qu'elles proviennent de coups de foudre directs. Si l'on veut bien se rappeler qu'une surtension est toujours de signe contraire à celui de la charge du nuage, mais qu'un coup de foudre direct est de même signe que le nuage, les résultats ci-dessus indiquent, au premier abord, que tous les nuages sont négatifs. Toutefois, le nombre des surtensions enregistrées ne répond pas à la multitude des éclairs visibles pendant un orage.

Ces faits analysés à la lumière des théories de G.-C. Simpson et H. Norinder semblent les corroborer toutes les deux. La plupart des coups de foudre proviennent de nuages positifs; il y a, certes, autant de nuages négatifs, mais les nuages positifs donnent plus souvent lieu à des décharges. Les coups de foudre positifs sont relativement lents, leur front d'onde étant de l'ordre de $vT = 3 \times 10^{10} \times 0,01$ cm, comme l'a démontré Norinder et cette lenteur permet à la charge latente de se répartir sur toute la ligne ou de se perdre par le neutre des transformateurs; même dans le cas du neutre isolé qui arrête l'écoulement de la charge, la distribution de celle-ci sur les lignes d'énergie l'empêche de prendre une tension supérieure à quelques milliers de volts, ce qui est négligeable. Par contre, ces coups de foudre deviennent dangereux pour les lignes de signalisation qui sont isolées du sol et dont l'isolement général n'est prévu que pour les basses tensions.

Les essais sur les lignes à courant faible ont révélé plus de surtensions négatives que les essais sur les lignes à courant fort.

Les conséquences des coups de foudre positifs peuvent aussi être désastreuses sur les lignes à neutre isolé qui sont si courtes qu'elles se trouvent tout entières dans la zone troublée par les éclairs; d'après H. Norinder, cette longueur serait de l'ordre de 2 miles. D'autre part, les effets d'un coup de foudre positif sont encore atténués par le fait qu'une plus faible partie du nuage se décharge et que, par suite, la zone perturbée est moins étendue. La décharge des nuages négatifs est plus violente, mais moins fréquente; comme elle affecte un plus grand volume du nuage, il en résulte naturellement que son action s'étend sur un plus grand rayon. La durée de cette décharge est à peu près de 3 μs; elle est donc trop courte pour permettre à la charge induite sur la ligne de se dissiper et la tension peut atteindre des valeurs très élevées. L'appareil dont s'est servi le docteur Norinder était vraisemblablement trop lent pour déceler la vraie forme de ces coups de foudre négatifs. Les clichés obtenus avec le klydonographe montrent aussi que les coups de foudre directs donnent lieu à des ondes à front raide, tandis que les décharges par induction ne produisent que des ondes caractérisées par des fronts de l'ordre de 1 à 100 μs. Comme on l'a déjà dit, le taux d'accroissement de la tension consécutive à une décharge induite que l'on mesure dépend du point de la ligne où l'on place l'instrument. Dans tous les cas, les phénomènes enregistrés confirment les idées de Simpson et de Norinder sur la nature continue des décharges atmosphériques; s'il survient une surtension oscillante sur la ligne, elle ne peut provenir que d'un arc amorcé par un coup de foudre.

L'auteur a constaté que les plus grandes surtensions susceptibles de se manifester sur les lignes d'énergie, quelle que soit la diversité des tensions de service, ne dépassent pas dix à quinze fois la tension maximum normale par rapport à la terre. Il y a donc toujours amorçage d'un arc sur les isolateurs avant la décharge complète d'un coup de foudre négatif et cette tension de contournement a pour effet d'abaisser la tension qui pourrait se produire sur la ligne. — B. C.

Essais de résistances mécaniques sur la soudure électrique point par point du duralumin (¹).

L'auteur expose dans cet article les résultats d'essais effectués au Naval Aircraft Factory des Etats-Unis, afin de se rendre compte si la soudure électrique point par point du duralumin pouvait être utilisée avec sécurité dans la construction aéronautique. Ces essais ont été faits sur une machine automatique, ordinairement employée pour la soudure de l'acier, dont on a réglé convenablement les conditions de durée, de tension et intensité du courant. Ils ont porté sur la soudure de plaques de duralumin de quatre épaisseurs différentes : 0,35 mm, 0,73 mm, 1,14 mm et 1,6 mm.

Les résultats sont :

1° *Examen optique.* — A première vue les points de soudure semblent nets et à peu près uniformes de 4,5 à 8 mm de diamètre. Mais un examen à la loupe montre la présence de crevasses radiales et un aspect poreux, surtout pour les plaques minces. Pour les essais suivants, 20 des 25 échantillons dans chaque épaisseur furent soumis à un traitement thermique comprenant : chauffage à 500°C dans un mélange en parties égales de nitrate de soude et de potasse, trempe à l'eau à environ 10°C et vieillissement de 10 jours à la température ambiante;

2° *Essais de corrosion.* — Ils furent faits par exposition de 100 heures, 30 jours et 60 jours à une pluie d'eau salée à 20 pour 100. On ne constata de commencement de corrosion qu'au bout de 60 jours. On pense qu'elle est due à une action électrolytique entre deux parties du métal qui ne sont pas dans le même état physique;

3° *Essais de rupture.* — Ils furent faits sur l'ensemble des 25 échantillons. Les résultats sont très variables dans un même groupe, ce qui tend à prouver que la technique de ce mode de soudure n'est pas encore établie de façon à donner toute sécurité au sujet de la résistance du joint réalisé. En général la résistance croît avec l'épaisseur des plaques soudées. La rupture se produit soit par arrachement du point de soudure de l'une des plaques, soit par cisaillement de la soudure. Le traitement thermique suivi du vieillissement semble accroître la résistance de la soudure, sauf pour les plaques les plus épaisses.

En résumé, ces essais permettent de conclure que le procédé de soudure électrique par points du duralumin n'est pas encore parfait et qu'on doit en éviter l'emploi, particulièrement dans la construction aéronautique. — J. S.

(¹) T.-W. Downes. *Chemical and Metallurgical Engineering*, juin 1927, t. XXXIV, p. 359-360, 2 100 mots, 4 figures, 1 tableau.

SECTION DE LÉGISLATION

Législation, jurisprudence, réglementation

Circulaire déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.

Cette circulaire, en date du 30 avril 1927, a été publiée au « Journal officiel » du 23 juillet 1927, pages 7634 à 7642. L'arrêté auquel elle se réfère est publié à la suite, pages 7642 à 7652 (1).

Nous reproduisons ci-dessous le texte de la circulaire; celui de l'arrêté sera donné dans le prochain numéro.

Le ministre des Travaux publics à M. le préfet du département de .....

Paris, le 30 avril 1927.

J'ai l'honneur de vous adresser ci-joint ampliation d'un arrêté en date du 30 avril 1927 par lequel j'ai déterminé, d'accord avec mon collègue M. le ministre du Commerce et de l'Industrie, conformément à l'article 19 de la loi du 15 juin 1906 et après avis du Comité d'Electricité, les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique au point de vue de la sécurité des personnes et des services publics intéressés.

Je vous adresse, en même temps, les instructions nécessaires pour vous permettre d'en assurer l'application.

Le nouvel arrêté et la présente circulaire abrogent et remplacent l'arrêté et la circulaire du 30 avril 1924 (2).

L'arrêté débute par un préambule destiné à définir les installations auxquelles s'applique le présent arrêté. Ces installations sont celles qui constituent les ouvrages proprement dits de distribution d'énergie électrique et celles qui touchent à la traction électrique.

Pour éviter toute confusion, on a systématiquement réservé le terme « alimentation » aux installations de la distribution d'énergie électrique spéciales à l'alimentation de la traction, le terme « contact » aux installations spéciales de prise de courant de traction et le terme « distribution » aux installations proprement dites de distribution d'énergie électrique.

Ainsi, des canalisations aériennes, souterraines ou, d'une façon plus générale, des ouvrages faisant partie d'installations de distribution d'énergie électrique dépendant d'un réseau de traction seront dénommés « canalisations aériennes d'alimentation », « canalisations souterraines d'alimentation », « ouvrages d'alimentation ». Des canalisations aériennes, souterraines ou des ouvrages dépendant d'installations proprement dites de distribution d'énergie électrique seront dénommées « canalisations aériennes de distribution », « canalisations souterraines de distribution », « ouvrages de distribution ». Lorsqu'il y a transformation du courant, la séparation entre le réseau de distribution et le réseau d'alimentation a lieu aux sous-stations et postes de transformation.

L'arrêté s'applique à tous les ouvrages empruntant en un point quelconque de leur parcours, le domaine public, ainsi qu'aux ouvrages établis exclusivement sur des terrains privés et s'approchant à moins de 10 m de distance horizontale d'une ligne de télécommunication préexistante ; mais il ne s'applique ni aux usines de production d'énergie, à moins qu'elles ne fassent partie intégrante d'une concession, ni aux ouvrages d'utilisation situés dans les usines ou autres immeubles. Ces usines ou ouvrages d'utilisation sont soumis aux dispositions du décret du 1er octobre 1913, édicté en exécution des lois des 26 novembre 1912 et 31 décembre 1912 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels.

L'arrêté ne contient aucune prescription relative à la protection des sites que mentionne l'article 19 de la loi du 15 juin 1906. Je ne doute pas que les ingénieurs auront le plus grand souci de veiller à ce que l'établissement des ouvrages ne compromette pas le caractère artistique ou pittoresque des monuments, des paysages ou des rues de ville ; il peut néanmoins être utile, toutes les fois que la situation le comportera, de consulter les fonctionnaires ou les commissions chargés, dans chaque circonscription administrative, de veiller à la conservation des monuments et des sites.

A cet égard, il sera bon que les ingénieurs se mettent en rapport avec l'architecte départemental lorsque les projets seront de nature à modifier l'aspect des rues ou des promenades des villes. Si les travaux projetés intéressent un immeuble classé parmi les monuments historiques en vertu de la loi du 30 mars 1887, il pourra être utilement fait appel à l'architecte ordinaire des monuments historiques ; s'ils intéressent un paysage pittoresque, il y aura lieu, pour vous, de saisir la commission instituée dans votre département par la loi du 21 avril 1906, sur la conservation des sites et des monuments naturels.

Après le préambule, l'arrêté est divisé en trois titres dont le premier comprend les dispositions applicables aux ouvrages de distribution (et d'alimentation, ainsi qu'il est dit au préambule), le second, les dispositions applicables aux installations de traction électrique et le troisième, les dispositions diverses, notamment conditions et délais d'application de certaines dispositions de l'arrêté.

Comme on le verra, la présentation de l'arrêté a subi d'importantes modifications dans le but d'en rendre la lecture plus aisée. Des modifications de fond ont été également introduites, principalement dans le but de renforcer les prescriptions relatives à la sécurité. Celles de ces modifications dont le sens est évident ne feront l'objet d'aucun commentaire dans la présente circulaire.

TITRE Ier. — DISPOSITIONS APPLICABLES AUX OUVRAGES DE DISTRIBUTION.

Le titre Ier concernant les dispositions applicables aux ouvrages de distribution (et d'alimentation ainsi qu'il est dit au préambule) comporte cinq chapitres, savoir :

(1) Cette circulaire et cet arrêté abrogent, ainsi qu'il y est dit, la circulaire et l'arrêté du 30 avril 1924, qui eux-mêmes abrogeaient la circulaire et l'arrêté du 30 juillet 1921. Rappelons que les textes de la circulaire et de l'arrêté de 1924 ont été reproduits dans la *Revue générale de l'Electricité*, 19 et 26 juillet 1924, t. XVI, p. 125-136 et 171-183 et ceux de la circulaire et de l'arrêté de 1921 dans la *Revue générale de l'Electricité*, 8, 15 et 22 octobre 1921, t. X, p. 496-504, 538-543 et 578-584.

(2) Il est rappelé que les arrêtés et circulaires antérieurs abrogeaient et remplaçaient, à l'exception de la circulaire du 1er septembre 1909 sur les élagages, toutes les instructions techniques antérieurement en vigueur, notamment l'arrêté préfectoral du 15 septembre 1893, les instructions techniques annuelles émanant de l'administration des Postes et des Télégraphes et les dispositions techniques de l'instruction du 1er février 1907, relative à la traversée des chemins de fer.

Chapitre Ier. — Classement des ouvrages et prescriptions générales relatives à la sécurité,

Chapitre II. — Dispositions communes aux trois catégories (l'article classe, en effet, désormais les ouvrages en trois catégories au lieu de deux).

Chapitre III. — Dispositions spéciales aux ouvrages de première catégorie.

Chapitre IV. — Dispositions spéciales aux ouvrages de deuxième catégorie.

Chapitre V. — Dispositions spéciales aux ouvrages de troisième catégorie.

Cette nouvelle répartition des matières entre les chapitres, qui sont eux-mêmes divisés en sections, facilitera la consultation de l'arrêté.

Ch. Ier. — Classement des ouvrages et prescriptions générales relatives a la sécurité.

Le chapitre Ier contient les dispositions techniques générales applicables à tous les systèmes de distribution ; il donne lieu aux observations suivantes :

Art. Ier. — Les installations sont classées en trois catégories suivant la plus grande tension de régime existant entre les conducteurs et la terre, ou, dans les distributions triphasées, entre les conducteurs et le point neutre, que ce point neutre soit, ou non, effectivement mis au sol. Il est rappelé à ce sujet que, si le point neutre d'une distribution triphasée, dont la tension entre phases est U_{eff} n'est pas matérialisé, la tension par rapport au point neutre, qui sert de base pour définir la catégorie de la distribution, a pour valeur $\frac{U_{eff}}{\sqrt{3}}$.

La répartition de la première catégorie en deux subdivisions B_1 et B_2, en cas de courant alternatif, a été maintenue en raison du fait que les installations de la subdivision B_2 dans les immeubles, doivent être exécutées avec plus de soins encore que celles de la subdivision B_1 ; bien que ces installations ne soient pas directement réglementées par le présent arrêté, les services de contrôle peuvent avoir à en connaître, en vertu des dispositions de l'article 19 des cahiers des charges de concessions conformes au type.

Il importe d'ailleurs de ne pas perdre de vue que les ouvrages de deuxième et de troisième catégories ne sont pas les seuls qui puissent présenter des dangers ; les limites indiquées pour la tension maximum de première catégorie correspondent aux installations usuelles, où les accidents se produisent le plus rarement, mais il a été constaté que, dans certaines circonstances, des courants dont la tension est très inférieure à la limite adoptée, ont occasionné des électrocutions. Vous aurez à tenir compte de ce fait dans l'étude des installations de première catégorie.

La troisième catégorie comprend tous les ouvrages dont les tensions rentrent dans celles de l'ancienne division H de deuxième catégorie. Les dispositions de l'arrêté prennent ainsi une plus grande netteté.

Ch. II. — Dispositions communes aux trois catégories.

Section I. — Supports, canalisations aériennes.

Art. 3. — Les conditions exigées à l'article 6 pour la résistance mécanique des ouvrages donneraient, en ce qui concerne les supports en bois, une sécurité illusoire si leur implantation dans le sol n'était pas faite avec précaution, notamment à une profondeur suffisante corrélative de leur hauteur.

Art. 4. — Les essais des isolateurs ne peuvent être pratiquement faits sur une ligne établie ; conformément à la pratique courante de l'industrie, les isolateurs seront essayés à l'usine avant livraison ; le service de contrôle pourra exiger la production du procès-verbal des essais.

Les essais d'isolateurs nécessitant des prescriptions assez longues et d'ailleurs modifiables suivant les progrès de la construction, il y aura avantage pour les services de contrôle à se guider sur les règles d'essais établies par les syndicats professionnels intéressés lorsqu'ils auront à apprécier les procès-verbaux d'essais en usine qui leur seront communiqués.

Art. 5. — Il peut être utile de rappeler, pour éviter les divergences éventuelles d'interprétation, que la section d'un câble est la somme des sections droites des brins qui la composent.

L'arrêté du 30 avril 1924 avait déjà réduit à 15°, pour les lignes, l'angle minimum pour la traversée des routes (§ 3), afin de réduire l'angle de la brisure dans la direction générale de la ligne. Cette brisure constitue, en effet, malgré la consolidation des supports, un point faible dans les canalisations et la diminution de la sécurité qui en résulte l'emporte, tant que l'angle de la traversée ne devient pas très faible, sur l'avantage qu'il peut y avoir à réduire la longueur de conducteurs dominant la voie publique. En outre, l'emploi d'alignements droits permet, en général, de réduire le nombre des appuis. Aussi, le présent arrêté maintient-il ces dispositions.

Les épissures et soudures interdites (§ 4) dans la traversée des voies publiques désignées au paragraphe 3 et dans les portées contiguës peuvent être autorisées à titre provisoire comme moyen de réparation. Cette interdiction ne s'oppose pas à ce qu'il soit fait usage, dans les portées contiguës à la traversée, de manchons de jonction présentant une résistance mécanique au moins égale à celle du conducteur.

Dans les lignes à supports en bois, la disposition qui consiste à compenser la traction des conducteurs sur un poteau d'angle ou sur le dernier poteau de la portée extrême par un hauban, constitué par un fil attaché à la partie supérieure du poteau et ancré dans le sol au moyen d'un piquet implanté suivant la bissectrice de l'angle ou dans le prolongement de la portée terminus, est dangereuse lorsque le hauban vient à être rendu libre fortuitement par le désancrage du piquet en raison des déplacements qu'il subit alors sous l'action du vent et par le fait des passants. Elle l'est surtout lorsque le point d'attache du hauban est au-dessus des conducteurs, les risques de contact du hauban avec un conducteur étant très grands dans ce cas et son électrisation devant presque fatalement se produire. Aussi, bien que l'arrêté n'interdise pas le haubannage, qui peut être motivé dans certains cas exceptionnels, vous voudrez bien en réduire l'emploi le plus possible, et, quand vous l'autoriserez, veillez à ce que le point d'attache du haubannage soit toujours au-dessous des conducteurs.

Art. 6. — L'article 6 définit les conditions dans lesquelles doivent être calculées les dimensions des conducteurs, supports et ferrures des ouvrages de distribution.

Il y a lieu de tenir compte dans ce calcul, non seulement des charges permanentes que les organes ont à supporter, mais aussi des charges accidentelles qui peuvent se produire sous l'action du vent. Ces charges accidentelles peuvent d'ailleurs varier suivant la température. Par les temps froids, la flèche des conducteurs diminue, ce qui est défavorable à la sécurité, mais par contre, en général, dans ces circonstances, la violence du vent n'atteint pas le maximum constaté avec des températures moyennes. Il conviendra de faire le calcul dans les deux hypothèses et de retenir le résultat trouvé dans le cas le plus défavorable.

Pour les pylônes en treillis, la pression du vent sera prise entière sur la première face frappée et réduite pour la face arrière. La formule de réduction à employer sera celle des règlements ministériels en vigueur pour le calcul des ponts métalliques.

Il n'y a pas lieu, dans la plupart des cas, d'envisager l'hypothèse d'une couche de verglas recouvrant les conducteurs, cette couche se produisant plus rarement sur les conducteurs d'énergie que sur les lignes de télécommunication en raison de la chaleur développée par le passage du même courant. Toutefois, il peut, dans certaines régions, par exemple en pays de montagne, se produire des dépôts de

verglas sur les conducteurs ; dans ces cas spéciaux, il y aura lieu d'en tenir compte dans les calculs justificatifs.

En outre, il a paru nécessaire de préciser dans un deuxième paragraphe que, dans le cas où les supports sont munis de maçonneries de fondations, ces fondations ont établies suivant les règles de l'art.

Cette addition a pour but d'éviter qu'on puisse interpréter les dispositions des paragraphes précédents comme nécessitant l'emploi de maçonneries de fondations pour les supports, alors qu'elles peuvent être inutiles, et d'autre part, qu'on exige pour ces maçonneries, lorsqu'elles existent, des coefficients de sécurité rigidement déterminés, qui n'apparaissent pas comme indispensables ou des matériaux de qualité exceptionnelle.

Section II. — Canalisations souterraines.

Art. 7. — L'armure métallique d'un câble souterrain peut suffire comme protection mécanique de celui-ci ; mais les câbles souterrains ne sont pas nécessairement des câbles armés ; le paragraphe 2 prévoit, dans ce cas, la nécessité d'une protection mécanique.

Les câbles souterrains doivent être des meilleurs modèles connus, comportant une chemise de plomb sans soudure. Il est à peine besoin de signaler que cette disposition a pour but de préciser le système suivant lequel est établie la chemise de plomb, mais non de spécifier qu'il ne devra y avoir trace d'aucune soudure sur cette chemise ; en particulier, les reprises de presse ne peuvent être toujours évitées dans la fabrication et ne sauraient être interdites.

Section V. — Dispositions spéciales applicables à la traversée des cours d'eau et des canaux de navigation.

La section V détermine les conditions spéciales auxquelles doivent satisfaire les ouvrages à la traversée des cours d'eau et des canaux de navigation.

Aucune disposition spéciale n'a été prévue pour le cas où les conducteurs traversent la voie d'eau au-dessus d'un passage supérieur; il est bien évident que les conditions spéciales exigées par l'existence de la voie d'eau ne s'appliquent pas en pareil cas.

Il va de soi que sur certains cours d'eau fréquentés par des bâtiments de mer, le service du contrôle aura à imposer, pour les traversées, les conditions spéciales nécessaires dans l'intérêt de la navigation et de la sécurité.

Section VI. — Dispositions spéciales applicables à la traversée et au voisinage des lignes d'énergie électrique ou des conduites d'eau, de gaz ou d'air comprimé.

Art. 22, § 1er. — L'installation sur les mêmes poteaux ou pylônes de lignes de 1re catégorie et de lignes de 2e et de 3e catégories n'est pas interdite ; mais ce dispositif ne pourra être admis que si l'impossibilité d'employer des supports différents est reconnue par le service du contrôle, et jamais sans qu'interviennent d'autres raisons que l'économie.

Il y a lieu de remarquer, en ce qui concerne l'application de la disposition générale du paragraphe 2, qu'il est nécessaire que la distance à laquelle peut arriver l'appareil de prise de courant ne soit pas inutilement augmentée en cours d'exploitation par le concessionnaire de la voie ferrée.

Section VII. — Dispositions spéciales applicables à la traversée des lignes de chemin de fer.

Il importe de ne pas perdre de vue que les dispositions prescrites ne concernent pas les traversées de voies ferrées énoncées dans le renvoi en note au titre de la section VII, qui ne constituent pas les traversées de chemin de fer visées par la présente section.

En outre, il est rappelé qu'une canalisation souterraine, empruntant la voie publique pour traverser un chemin de fer sous un passage inférieur sans intéresser les ouvrages du chemin de fer, peut être établie sans intervention du service du contrôle du chemin de fer et sans arrêté spécial d'autorisation pour la traversée.

Toutefois, avant d'entreprendre les travaux de terrassement aux abords de l'ouvrage, il conviendra d'en donner avis aux représentants de l'administration exploitant le chemin de fer.

Division I. — Traversée des lignes de chemin de fer des grands réseaux d'intérêt général.

Art. 25. — Les passages à niveau ne sont pas classés parmi les points qui doivent être choisis de préférence pour la traversée des chemins de fer ; la traversée aux passages à niveau crée, en effet, un risque pour la circulation publique. Il peut être avantageux, toutefois, au lieu d'établir une traversée en pleine voie, de la placer à proximité d'un passage à niveau pour qu'elle puisse être surveillée par le garde-barrière. Mais ce n'est pas là une obligation ; il appartient aux services de contrôle d'adopter la solution la plus conforme aux intérêts en présence.

Art. 26 et 27. — Il n'a pas paru nécessaire de fixer une limite pour la densité maximum du courant dans les canalisations aériennes et souterraines. Les nécessités industrielles obligent, en effet, les intéressés à adopter des densités de courant bien inférieures à celles qui pourraient compromettre la sécurité.

Art. 26, § 4. — Il y a lieu de noter que des isolateurs ne sont pas compris dans les organes de supports visés au présent paragraphe.

Les maçonneries de fondations qui, d'après l'article 6, paragraphe 2, doivent être établies conformément aux règles de l'art, se trouvent définies par la nécessité de satisfaire aux coefficients de stabilité fixés par l'arrêté.

Enfin, il est spécifié que les coefficients de stabilité n seront pas exigés pour les appuis scellés dans le rocher.

Art. 26, § 5. — Ce paragraphe vise les distributions qui traversent ou empruntent les lignes de chemins de fer d'intérêt général et prescrit des vérifications périodiques de ces installations.

Ces vérifications devront faire l'objet de procès-verbaux mais il ne paraît pas utile d'établir à cet effet un modèle spécial et uniforme. Les constatations faites varieront évidemment, suivant le cas, de telle sorte qu'il vaut mieux laisser au service de contrôle le soin de rédiger le procès-verbal à son gré.

Division II. — Traversée des lignes de chemins de fer des réseaux secondaires d'intérêt général et des réseaux d'intérêt local.

Art. 28. — Les dispositions spéciales aux traversées par les canalisations des diverses catégories seront reprises dans les chapitres suivants.

Section VIII. — Protection des lignes de télécommunication.

Le paragraphe 3 de l'article 29 précise certaines précautions supplémentaires dans le cas où une ligne de distribution croise simultanément, dans la même portée, une ligne de contact et des fils de télécommunication. Ces précautions supplémentaires ne devront d'ailleurs être employées que s'il n'est pas possible de supprimer ces doubles croisements, par exemple en plaçant un appui intermédiaire.

Quand les lignes de télécommunication ne peuvent être placées au-dessous des conducteurs d'énergie, il convient de les consolider, s'il y a lieu, pour éviter leur rupture, indépendamment du dispositif de garde solidement établi entre les deux sortes de conducteurs. Au sujet de ce dispositif de garde, je vous rappelle qu'il convient de renoncer d'une façon définitive aux baguettes de protection en bois placées sur le fil de contact : ce système de protection ne devra donc pas être admis pour les installations nouvelles ; pour les anciennes, où il est encore en usage, son emploi devra être abandonné progressivement, au fur et à mesure de la mise hors service des dispositifs existants.

Section IX. — Entretien des ouvrages.

Art. 31. — Il est rappelé que les conditions d'application de l'article 31, relatif à l'élagage des plantations ont été précisées par la circulaire du 1er septembre 1909, à laquelle il y a lieu de se référer. Il importe de faciliter le plus possible l'exécution des élagages en raison des nombreuses interruptions de service dont la cause est uniquement attribuable à des branches d'arbres.

Ch. III. — Dispositions spéciales aux ouvrages de première catégorie.

Art. 33. — La mise au sol du point neutre et du conducteur neutre, s'il y en a un, dans les distributions triphasées de première catégorie en étoile devient obligatoire dans la subdivision B_1 en vue d'améliorer la sécurité des installations de cette subdivision au cas où il se produirait un mélange avec une installation de catégorie supérieure, soit dans une canalisation, soit dans un transformateur ou tout autre appareil.

Ces mises au sol devront être, de préférence, effectuées en plusieurs points pour assurer en permanence une bonne communication.

Art. 34. — L'arrêté précise la nature des voies publiques pour lesquelles il y a lieu de rapprocher les supports autant que possible, les services de contrôle conservant d'ailleurs une certaine latitude pour l'application de cette formule en s'inspirant des conditions locales. Les dispositions prévues pour les routes nationales ou départementales, les chemins de grande communication ou d'intérêt commun, sont applicables aux rues des villes ou villages qni bénéficient d'un de ces classements; il y aura lieu également de les appliquer aux voies urbaines dont la fréquentation sera particulièrement intense. Au surplus, il suffira, dans un grand nombre de cas, que l'un des appuis de la traversée soit au voisinage immédiat de la voie publique.

Art. 35. — Le point le plus bas des conducteurs est maintenu à 6 m le long et à la traversée des voies publiques pour les distributions de première catégorie, mais à la condition que le minimum prescrit soit observé strictement, même pendant les plus grandes chaleurs de l'été (§ 1er).

Il n'est fait d'exception que dans deux cas :

1° A la traversée des ouvrages construits au-dessus des voies publiques, où une hauteur inférieure à 6 m peut être admise, pourvu que la sécurité soit assurée par un dispositif spécial de protection, mais sans que la hauteur libre de 4,30 m à réserver au-dessus de la chaussée puisse être diminuée ;

2° Le long et à la traversée des chemins ou parties de chemins qui ne peuvent en aucun cas être accessibles aux véhicules et sur lesquels, en raison de cette circonstance, les canalisations sont simplement tenues d'être, en vertu du paragraphe 1er de l'article 5, hors de la portée du public.

Dans les parties en courbe des voies publiques, les poteaux ou pylônes devront être plus rapprochés que dans les alignements droits pour diminuer l'empiètement en projection horizontale des conducteurs sur la voie publique ; il importe d'éviter des contacts possibles avec des chargements élevés.

Les croquis de la figure 1 traduisent les dispositions à adopter pour les conducteurs au voisinage d'un toit en pente, d'un toit en terrasse et d'un toit à la mansard.

Section III. — Dispositions spéciales applicables à la traversée des lignes de chemins de fer.

Division I. — Traversée des lignes de chemins de fer des grands réseaux d'intérêt général.

Art. 38. — L'article 38 précise que les appareils de coupure ne doivent pas nécessairement être établis dans le voisinage immédiat de la traversée; il suffit que l'installation soit faite de manière qu'il soit possible de couper facilement le courant dans la traversée, en évitant tout retour de courant.

Art. 39, § 1er. — Le texte vise les cas particuliers, notamment celui des abords des gares, où il peut y avoir un grand nombre de voies à traverser. Dans ce cas, il y a intérêt, au point de vue de la sécurité, à avoir un ou même, s'il y a lieu, plusieurs supports intermédiaires.

Art. 39, § 3. — Le Comité d'Electricité estime qu'il n'y a pas lieu d'imposer un dispositif de protection d'une manière exclusive. Il a reconnu qu'il existe un grand nombre de dispositifs satisfaisants permettant de doubler les conducteurs soit dans toute la portée de la traversée, soit au droit des isolateurs seulement. Il a donc estimé qu'il y avait lieu d'en signaler quelques-uns à titre d'exemple sans en imposer aucun.

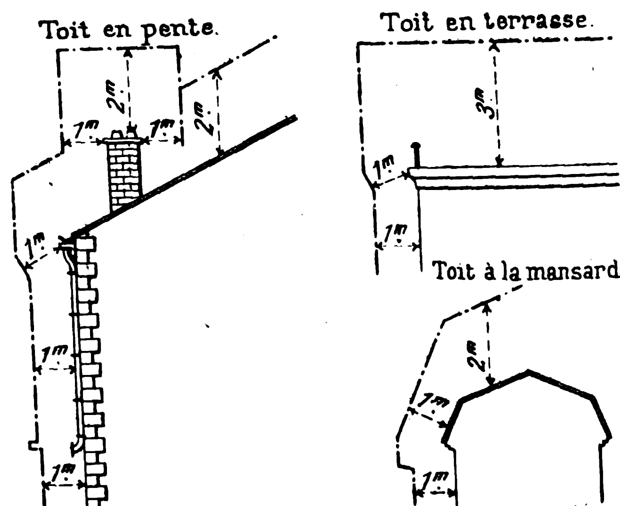


Fig. 1. — Disposition des conducteurs pour ouvrages de 1re et 2e catégories; au voisinage d'un toit en pente, d'un toit en terrasse et d'un toit à la mansard.

Une planche schématique (fig. 2) avec légende donne les explications nécessaires sur six dispositifs qui ont paru présenter une bonne garantie au point de vue de la sécurité.

Section IV. — Protection des lignes de télécommunication.

Art 42, § 2. — Les points d'appui des conducteurs de distributions doivent être assez rapprochés l'un de l'autre, de part et d'autre du croisement, pour qu'il n'y ait pas de flottement important de ces conducteurs.

Les branchements constitués au moyen de conducteurs isolés sont assujettis aux mêmes conditions que les branchements en conducteurs nus aux traversées et dans le voisinage des lignes de télécommunication.

Ch. IV. — Dispositions spéciales aux ouvrages de deuxième catégorie.

La mise au sol du point neutre des canalisations de deuxième catégorie n'est pas rendue obligatoire par l'arrêté.

Section I. — Supports. Canalisations aériennes.

Art. 45. — Dans les distributions de deuxième catégorie, les pylônes et poteaux métalliques et en béton armé devront être mis en communication avec le sol. Pour que cette protection soit suffisante en cas de chute de conducteur, vous aurez à exercer une surveillance minutieuse sur les conditions de cette mise au sol des supports. Je vous signale

parmi les dispositifs susceptibles d'être parfois appliqués avantageusement, celui qui consiste à relier les pylônes par un fil supérieur et à ne mettre en communication directe avec le sol que ceux d'entre eux pour lesquels il est possible de trouver une bonne terre.

En ce qui concerne les pylônes et poteaux en béton armé, ce sont les supports d'isolateurs seuls que l'arrêté prescrit de relier au sol.

En ce qui concerne l'application du paragraphe 2, les deux dispositifs suivants peuvent être notamment employés pour empêcher, dans la mesure du possible, le public d'atteindre les conducteurs :

1° Fil de fer barbelé enveloppant le support dans le cas de poteaux en bois ou en ciment armé et les montants en fer dans le cas de pylônes métalliques, le fil de fer étant placé à partir de 2 m du sol, sur une hauteur d'un mètre,

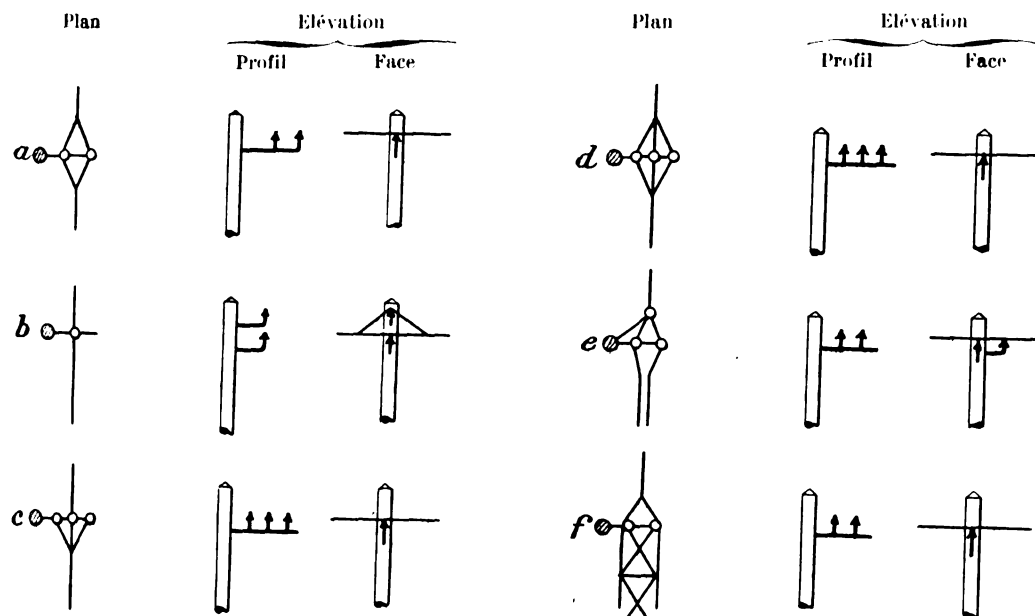


Fig. 2. — Planche schématique des six dispositifs présentant une bonne garantie au point de vue de la sécurité, pour la traversée des lignes de chemins de fer.

a) Deux isolateurs placés à la même hauteur et à côté l'un de l'autre, sur chaque support de la traversée. Le fil de ligne passe sur un des isolateurs. Un fil court est fixé à l'autre isolateur et relié au fil de ligne par deux ligatures soignées de part et d'autre de l'autre isolateur. De cette manière, le fil de ligne et son isolateur d'une part, le fil court et le deuxième isolateur d'autre part, travaillent en parallèle.

b) Même dispositif, mais avec l'isolateur n° 2 placé au-dessus et non à côté de l'isolateur n° 1. Ce deuxième isolateur devrait être d'un type plus résistant et éprouvé au double de la tension des isolateurs normaux de la ligne.

c) Avec trois isolateurs sur chaque support de la traversée. Les trois isolateurs sont placés à la même hauteur et à côté l'un de l'autre, dans le sens perpendiculaire au fil de ligne. L'isolateur du milieu supporte le fil de ligne qui est ininterrompu.

A droite, un fil court, fixé d'une part à l'isolateur de droite, d'autre part au fil de ligne par une ligature faite du côté de la traversée. A gauche, un deuxième fil court fixé de même à l'isolateur de gauche et au fil de ligne.

d) Même dispositif, mais chaque fil court est fixé avec le fil de ligne par deux ligatures, l'une du côté traversée, l'autre sur la portée contiguë, de façon à équilibrer la traction sur chaque isolateur.

e) Trois isolateurs en triangle horizontal, le sommet du côté opposé à la traversée.

Le câble de ligne est fixé sur chaque support à deux de ces isolateurs en série. Un deuxième câble, dit câble porteur, de mêmes section et métal que le câble de ligne, le double dans la traversée. Ce câble porteur est ligaturé au câble de ligne, juste avant le support de la traversée, s'attache à l'isolateur de ligne placé du côté opposé à la traversée, s'attache ensuite à un isolateur spécial à ce câble, puis rejoint le câble de ligne auquel il est jonctionné tous les mètres.

La tension de chacun des deux câbles qui constituent la traversée est moitié de la tension du câble opposé à la traversée de manière à équilibrer les efforts sur le support.

Sur toute la longueur de la traversée, les jonctions sont de simples ligatures en fil de bronze, mais aux deux extrémités avant d'arriver aux supports, les deux câbles sont réunis par un joint spécial.

Ils sont également réunis par un joint spécial en dehors du support du côté opposé à la traversée.

f) Chaque conducteur est remplacé par un système de deux conducteurs câblés, fixés chacun sur un isolateur. Les deux conducteurs sont dans un même plan horizontal : ils sont reliés par des fils transversaux et diagonaux torsadés.

Si l'un des deux conducteurs vient à se rompre, il tombe et pend dans un plan vertical, toujours retenu cependant par les fils transversaux et diagonaux. L'aspect de ceux-ci est modifié, le service de la voie s'en aperçoit et fait le nécessaire.

sur laquelle il y aura dix tours de ronce en fil d'au moins deux millimètres de diamètre avec picots espacés de 60 mm :

2° Herses à piquants rigides entourant les supports. L'emploi des herses en tôle découpée dont on a rabattu certaines parties ne sera autorisé que si la tôle est assez rigide pour qu'on ne puisse pas rabattre les piquants à la main.

Le dispositif empêchant l'ascension par l'intérieur pourra être, par exemple, un croisillon horizontal ou oblique.

Il convient de remarquer qu'aucun dispositif ne réussira à empêcher d'une manière absolue quelqu'un qui veut monter au poteau, d'y parvenir. Ce n'est que par l'éducation du public, qui peut être obtenue surtout dans les écoles, qu'on pourra diminuer ces tentatives.

Les supports des installations de deuxième catégorie devront porter l'inscription : « Danger de mort », après les mots : « Défense absolue de toucher aux fils, même tombés à terre », afin qu'il apparaisse clairement aux yeux de tous que, si le danger de mort est réel et doit être explicitement signalé, il résulte du contact avec les fils ; cette inscription

figurera sur une plaque dont je déterminerai les caractéristiques générales.

Il est bien entendu que le remplacement des plaques actuellement posées par les nouvelles sera effectué dans les conditions fixées par l'article 123.

Il est désirable, autant que possible, que les lignes de deuxième catégorie, d'une part, et les lignes de télécommunication parallèles, d'autre part, ne soient pas placées du même côté des voies publiques.

La remarque suivante est rappelée en ce qui concerne le paragraphe 5.

L'arrêté précise la nature des voies publiques pour lesquelles il y a lieu de rapprocher les supports autant que possible, les services de contrôle conservant d'ailleurs une certaine latitude pour l'application de cette formule en s'inspirant des conditions locales. Les dispositions prévues pour les routes nationales ou départementales, les chemins de grande communication ou d'intérêt commun sont applicables aux rues qui bénéficient d'un de ces classements; il y aura lieu également de les appliquer aux voies urbaines dont la fréquentation sera particulièrement intense. Au surplus, il suffira, dans un grand nombre de cas, que l'un des appuis de la traversée soit au voisinage immédiat de la voie publique.

Art. 46. — Le point le plus bas des conducteurs est maintenu à 6 m le long des voies publiques et à 8 m dans les traversées pour les distributions de deuxième catégorie, mais à la condition que le minimum prescrit soit observé strictement, même pendant les plus grandes chaleurs de l'été (§ 1er).

Il n'est fait d'exception que dans deux cas :

1° A la traversée des ouvrages construits au-dessus des voies publiques, où une hauteur inférieure à 6 m peut être admise, pourvu que la sécurité soit assurée par un dispositif spécial de protection, mais sans que la hauteur libre de 4,30 m à réserver au-dessus de la chaussée puisse être diminuée;

2° Le long et à la traversée des chemins ou parties de chemins, qui ne peuvent, en aucun cas, être accessibles aux véhicules et sur lesquels, en raison de cette circonstance, les canalisations sont simplement tenues d'être, en vertu du paragraphe 1er de l'article 5, hors de la portée du public.

Dans les parties en courbe des voies publiques, les poteaux ou pylônes devront être plus rapprochés que dans les alignements droits pour diminuer l'empiètement en projection horizontale des conducteurs sur la voie publique; il importe d'éviter des contacts possibles avec des chargements élevés.

On peut réaliser les prescriptions du paragraphe 2 par divers dispositifs, notamment en plaçant sur les supports en question des cadres métalliques entourant tous les conducteurs (tels que les cadres de mise au sol), ou en prolongeant les ferrures supportant les isolateurs par des cornes métalliques de forme et de longueur appropriées, qui maintiennent ces conducteurs au cas où ils viendraient à abandonner l'isolateur.

Les croquis traduisant les dispositions à adopter pour les conducteurs au voisinage d'un toit en pente et d'un toit en terrasse sont conformes à ceux de la figure 1 (art. 35).

Les dispositions de l'article 47 ne distinguent pas des autres les ouvrages en béton armé, auxquelles sont applicables, sans restriction, les instructions du 20 octobre 1906 relatives à l'emploi du béton armé pouvant, dans celles de leurs clauses où elles sont plus rigoureuses, être, sans inconvénient, amendées pour des pylônes construits en usine.

Art. 48. — Dans les distributions de deuxième catégorie, les accidents peuvent nécessiter la coupure du courant dans le plus bref délai possible. A cet effet, l'article 48 prévoit que chaque agglomération importante doit être reliée par un moyen de communication directe à l'usine génératrice ou au poste le plus voisin muni d'appareil de coupure. Le distributeur peut, pour réaliser cette liaison, faire usage de télécommunication, avec ou sans fil, ou avoir recours à d'autres moyens, par exemple munir le personnel de surveillance de moyens de transport rapides (automobiles, bicyclettes, etc.). Il appartiendra au service du contrôle d'apprécier les propositions faites à cet effet par le distributeur.

Dans le cas où la distribution est munie d'appareils de coupure à l'entrée de chaque agglomération, l'installation pourra être considérée comme répondant à la prescription de l'article 48, à la condition, toutefois, que le distributeur ait pris toutes les mesures nécessaires pour que ces appareils puissent être manœuvrés efficacement quand il en sera besoin.

Dans les installations de traction de deuxième catégorie, l'article 48 prévoit que les conducteurs aériens devront être protégés par des dispositifs destinés à limiter l'intensité du courant.

Section II. — Sous-stations, postes de transformation et installations diverses.

Art. 49, § 1er. — Pour garantir la sécurité du personnel amené à travailler dans les locaux non gardés où sont installés des transformateurs de deuxième catégorie, en cas d'incendie ou d'explosion, il est nécessaire que les portes, lorsqu'elles sont à rabattement, ne s'ouvrent pas vers l'intérieur. Or, ces locaux sont fréquemment installés sur une voie publique ou en bordure d'une pareille voie et les règlements de voirie interdisent généralement l'ouverture des portes vers l'extérieur. Il est évident que les motifs qui ont déterminé cette disposition doivent céder devant la question primordiale de sécurité du personnel; il y aura donc lieu, en pareil cas, d'autoriser l'ouverture des portes vers l'extérieur, en veillant toutefois à ce que la saillie qui résultera du rabattement de la porte sur le mur de façade soit réduite au minimum.

Art. 50. — L'arrêté prévoit la protection des canalisations nues par des grillages ou des écrans en métal ou en matière isolante, en vue d'accroître la sécurité du personnel obligé d'y travailler.

S'il est fait emploi de couches de peinture pour différencier les conducteurs, on pourra employer une couleur déterminée pour chaque phase, quelle que soit la position respective des conducteurs, sans que cette indication doive être considérée comme imposant ce procédé de préférence à tout autre.

Art. 51, § 2. — De la prescription ainsi conçue : « l'accès de ce passage est défendu par une porte fermant à clef », on a cru parfois pouvoir conclure que ladite porte devait rester fermée à clef en permanence. Une pareille interprétation serait erronée, car c'est avec intention qu'il est écrit « fermant à clef » et non « fermé à clef ». La porte doit pouvoir être fermée à clef lorsqu'aucune surveillance ne peut être exercée sur l'accès qu'elle défend. Mais il arrivera fréquemment que les nécessités de l'exploitation obligent à la laisser ouverte, et il n'en résultera aucun inconvénient si l'accès est, pendant ce temps, l'objet d'une surveillance pour que seul le personnel qui a mission de pénétrer dans la partie arrière du tableau puisse le faire.

Section IV. — Dispositions spéciales applicables à la traversée des chemins de fer.

DIVISION I. — Traversée des lignes de chemins de fer des grands réseaux d'intérêt général.

Art. 55 et 56. — Les remarques formulées précédemment au sujet des articles 38 et 39 sont applicables également aux articles 55 et 56.

Section V. — Protection des lignes de télécommunication.

Art. 58. — La section V traite de la protection des lignes de télécommunication et appelle les observations suivantes :

Le voisinage de ces lignes et des lignes de distribution

doit être l'objet d'une attention particulière, l'indication d'une distance minimum de 1 m ou de 2 m entre ces lignes, sauf lorsque les conducteurs d'énergie sont fixés sur toute leur longueur, n'exclut nullement l'adoption d'un plus grand écartement s'il est pratiquement et raisonnablement réalisable.

Il a été rappelé, au paragraphe 1er, que les canalisations d'énergie ne doivent produire aucune perturbation nuisible par induction (électrique ou électromagnétique) sur les lignes de télécommunication.

Le premier alinéa du paragraphe 2 de l'article 50 spécifie qu'aux points de croisement, les conducteurs de distribution sont, autant que possible, placés au-dessus des fils de télécommunication. Il doit être bien entendu que cette disposition supérieure des conducteurs d'énergie est à réaliser sauf impossibilité.

D'autre part, il convient de chercher à supprimer les croisements toutes les fois qu'il est possible de le faire moyennant une modification des lignes de télécommunication n'entrainant qu'une dépense raisonnable à la charge des distributeurs.

En ce qui concerne le dispositif de garde mentionné in fine du paragraphe 2, il y a lieu de signaler que le poteau ou pylône, s'il est placé entre la canalisation d'énergie et la ligne de télécommunication, constitue un dispositif de garde suffisant.

Au sujet de l'article 59, il est rappelé que si les lignes de télécommunication sont, dans le cas visé, assimilées aux lignes de deuxième catégorie, il ne saurait être question de leur imposer l'emploi d'isolateurs susceptibles de tenir la même tension que ceux de la ligne d'énergie.

En outre, une exception aux prescriptions de l'article 59 a été apportée en ce qui concerne les parties de lignes de télécommunication montées sur des supports particuliers et suffisamment séparées électriquement des parties montées sur les mêmes appuis que la canalisation d'énergie.

Section VI. — Exploitation des distributions.

Art. 60 et 79. — Ces deux articles qui visent respectivement les distributions de 2e et de 3e catégorie, prescrivent pour la manœuvre des interrupteurs aériens diverses mesures de sécurité qui se justifient d'elles-mêmes et qu'il importe de ne pas omettre.

Quant aux précautions à prendre pour l'exécution des travaux sur les conducteurs ou à leur voisinage, elles sont fixées par l'arrêté ministériel du 19 mars 1927, déterminant les mesures de protection applicables dans les chantiers de construction et d'entretien des entreprises de distribution d'énergie électrique, auquel on devra se reporter en ce qui les concerne. Je me bornerai ici à appeler l'attention sur un point qu'il importe de ne pas perdre de vue quand on doit exécuter un travail sur une ligne d'énergie.

Les ingénieurs à qui revient le soin d'établir des consignes pour l'exécution de ce travail doivent, en effet, se préoccuper des dangers des courants d'induction. Il peut arriver en effet que les fils de télécommunication ou les conducteurs d'énergie sur lesquels on travaille se prolongent au delà de la section sur laquelle le courant est coupé. S'ils restent alors, sur un certain parallélisme, au voisinage d'autres conducteurs industriels, les disjonctions ou les mises en charge de ceux-ci sont susceptibles, par voie indirecte, de produire des forces électromotrices, donnant lieu à des ondes de tension dangereuse, atteignant la section où l'on se croyait en sécurité, pour y avoir supprimé l'alimentation.

Art. 61 et 80. — Ces deux articles fixent les règles à suivre pour l'affichage des prescriptions de sécurité dans les distributions de 2e et de 3e catégorie.

Quant aux soins à donner aux victimes des accidents dus à l'électricité, l'affichage doit en être fait suivant les prescriptions du décret du 23 janvier 1927 qui en a fixé les règles.

CH. V. — DISPOSITIONS SPÉCIALES AUX OUVRAGES DE 3e CATÉGORIE.

Ces ouvrages sont soumis aux prescriptions du chapitre II du titre Ier et, en outre, aux dispositions du présent chapitre.

En dehors de toutes les conditions prescrites, l'attention des exploitants doit être spécialement attirée sur l'importance d'une construction très soignée des ouvrages, qui constitue en définitive l'une des principales garanties de sécurité.

La mise au sol du point neutre des canalisations de troisième catégorie n'est pas rendue obligatoire par l'arrêté. Cette mise au sol est assurément recommandable dans presque tous les cas, mais la technique n'est pas encore assez fixée pour qu'il soit admissible de l'imposer dès à présent.

Il n'a pas paru possible d'interdire absolument la traversée des agglomérations par les canalisations de troisième catégorie, mais il y aura lieu d'éviter ces traversées toutes les fois qu'il y aura possibilité de le faire et même, dans la mesure du possible, la proximité des bâtiments.

Art. 63. — Les remarques formulées au sujet de l'article 45 s'appliquent au présent article; les points suivants sont en outre signalés :

Poteaux en bois. — Bien que les poteaux en bois ne soient pas exclus dans l'établissement des lignes de troisième catégorie, leur emploi devra être limité de préférence aux installations provisoires; pour les installations définitives, ils ne devront être admis que s'ils sont montés sur socle métallique ou en béton.

Mise au sol des supports. — La mise au sol des pylônes et ouvrages devra être réalisée par l'intermédiaire de conducteurs de section suffisante : 30 mm² au moins s'ils sont en cuivre et 50 mm² au moins s'ils sont en fer.

Le point le plus bas des conducteurs est maintenu à 6 m au-dessus du sol des propriétés privées et le long des parties des voies publiques accessibles aux véhicules, et à 8 m dans les traversées de ces voies, mais à la condition que les minima prescrits soient observés strictement, même pendant les plus grandes chaleurs de l'été.

Encadrement de routes. — Il est indispensable de prévoir l'emplacement des supports de façon à respecter la distance prescrite entre les conducteurs et le sol.

Tracé. — Les angles des lignes constituant toujours des points faibles, les tracés les plus rectilignes devront autant que possible être recherchés.

Attache de sécurité. — Dans la traversée des routes nationales, départementales, des chemins de grande communication et d'intérêt commun, ainsi qu'aux croisements de circuits de télécommunication, comme aux traversées de voies ferrées, électrifiées ou non, et des lignes électriques préexistantes, il peut être utile de doubler les conducteurs au droit et de part et d'autre des isolateurs par une bretelle lorsqu'il s'agit d'une canalisation avec isolateurs suspendus.

Cette attache de sécurité, destinée à maintenir la continuité mécanique du câble, au cas où il serait rompu au regard de l'isolateur, remplira son rôle en cas d'amorçage d'un arc au point de suspension.

Arrêt des conducteurs sur les isolateurs. — La prescription d'arrêt des conducteurs sur les isolateurs formulée au deuxième alinéa du paragraphe 4 de l'article 5 est réalisée, dans les lignes établies avec isolateurs suspendus, par l'emploi de pinces de fixation retenant le conducteur sans le laisser glisser.

Parafils. — Dans le cas de lignes équipées avec isolateurs suspendus, les parafils aux appuis d'angles ne sont pas exigés; il appartient néanmoins aux exploitants de prévenir les effets de la rupture des conducteurs ou des chaines par le renforcement de dispositifs employés couramment.

En ce qui concerne le voisinage des maisons, si on ne peut l'éviter, les croquis ci-après traduisent les dispositions à adopter pour les conducteurs au voisinage d'un toit en pente, d'un toit en terrasse et d'un toit à la mansard, pour les iso-

lateurs rigides (fig. 3) et pour les isolateurs suspendus (fig. 4).

Enfin, l'article 65 prévoit l'obligation de *transpositions* régulières sur les canalisations de troisième catégorie, afin d'établir une symétrie aussi grande que possible de chacun des conducteurs d'une canalisation par rapport au sol. Cette disposition a principalement pour but de réduire l'induction électrique, qui devient parfois importante aux tensions de 3e catégorie, de ces canalisations sur les lignes de télécommunication.

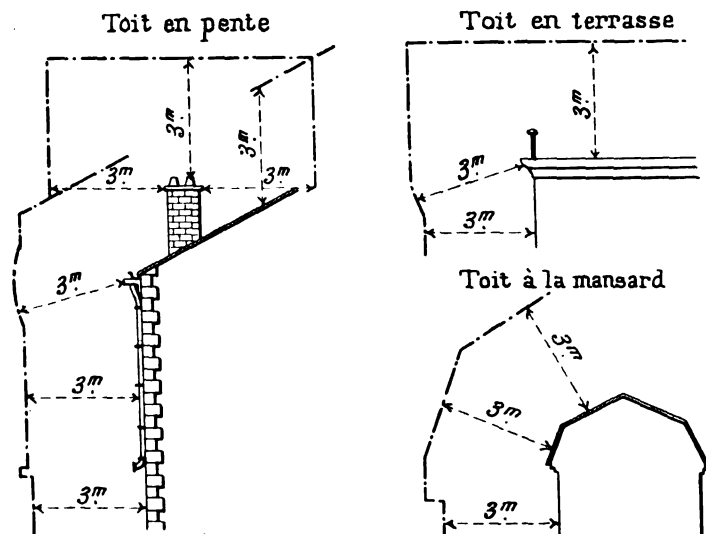


Fig. 3. — Disposition des conducteurs pour ouvrages de 3e catégorie, au voisinage d'un toit en pente, d'un toit en terrasse et d'un toit à la mansard dans le cas d'isolateurs rigides.

Section II. — Sous-stations, postes de transformation et installations diverses.

Art. 67, § 1er. — Pour garantir la sécurité du personnel amené à travailler dans les locaux non gardés où sont installés des transformateurs de troisième catégorie, en cas d'incendie ou d'explosion, il est nécessaire que les portes, lorsqu'elles sont à rabattement, ne s'ouvrent pas vers l'intérieur. Or, ces locaux sont fréquemment installés sur une voie publique ou en bordure d'une pareille voie, et les règlements de voirie interdisent généralement l'ouverture des portes vers l'extérieur. Il est évident que les motifs qui ont déterminé cette disposition doivent céder devant la question primordiale de sécurité du personnel; il y aura donc lieu, en pareil cas, d'autoriser l'ouverture des portes vers l'extérieur en veillant toutefois à ce que la saillie qui résultera du rabattement de la porte sur le mur de façade soit réduite au minimum.

Art. 68. — A l'intérieur des sous-stations et postes de transformation, la protection résulte de distances suffisantes ménagées entre garde-corps et conducteurs, aussi bien qu'entre garde-corps et entre garde-corps et parois.

S'il est fait emploi de couches de peinture pour différencier les conducteurs, on pourra employer une couleur déterminée pour chaque phase, quelle que soit la position respective des conducteurs, sans que cette indication doive être considérée comme imposant ce procédé de préférence à tout autre.

Art. 69, § 2. — De la prescription ainsi conçue : « l'accès de ce passage est défendu par une porte fermant à clef », on a cru parfois pouvoir conclure que ladite porte devait rester fermée à clef en permanence. Une pareille interprétation serait erronée, car c'est avec intention qu'il est écrit « fermant à clef » et non « fermée à clef ». La porte doit pouvoir être fermée à clef lorsqu'une surveillance ne peut être exercée sur l'accès qu'elle défend. Mais il arrivera fréquemment que les nécessités de l'exploitation obligent à la laisser ouverte, et il n'en résultera aucun inconvénient si l'accès est, pendant ce temps, l'objet d'une surveillance suffisante pour que seul le personnel qui a mission de pénétrer dans la partie arrière du tableau puisse le faire.

Section V. — Dispositions spéciales applicables à la traversée des lignes de chemins de fer

Art. 74. — Les remarques formulées précédemment au sujet de l'article 39 sont également applicables à l'article 74.

Section VI. — Protection des lignes de télécommunication

Art. 76. — Le développement des canalisations de troisième catégorie, dont l'influence sur les lignes de télécommunication peut devenir importante à petite distance, oblige à prendre quelques précautions spéciales dans l'établissement des projets de ces canalisations.

Pour tirer le meilleur parti des mesures à prendre pour la protection des lignes de télécommunication, et afin de faciliter leur application pratique, il est désirable que les services télégraphiques ou téléphoniques et les services électriques intéressés apportent la meilleure volonté de collaboration. La communication réciproque, d'une manière systématique et régulière, de tous renseignements utiles

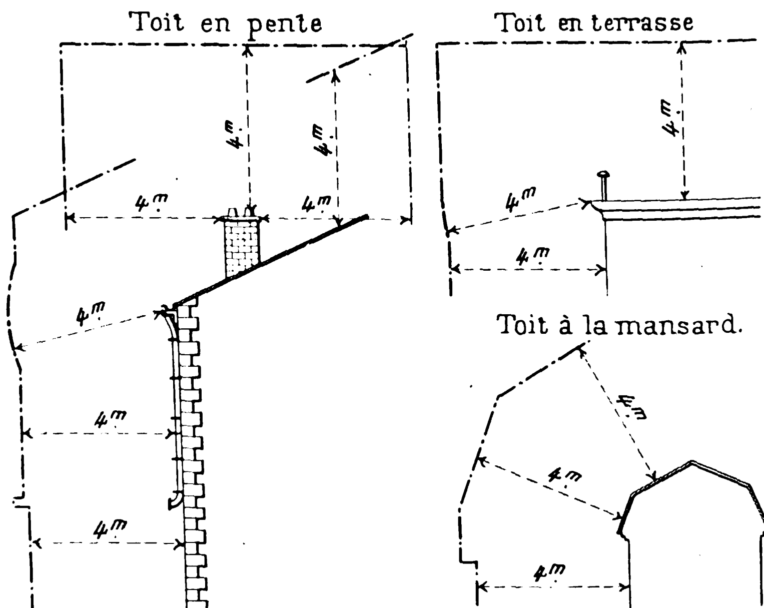


Fig. 4. — Disposition des conducteurs, pour ouvrages de 3e catégorie, au voisinage d'un toit en pente, d'un toit en terrasse et d'un toit à la mansard dans le cas d'isolateurs suspendus.

relatifs aux constructions de lignes existantes ou projetées, aux changements des conditions d'exploitation d'installations voisines est très recommandable.

Les lignes de télécommunication doivent présenter certaines conditions de bonne construction et de bon entretien. notamment en ce qui concerne la symétrie des circuits et la perditance qui doit être aussi peu différente que possible pour chacun des conducteurs du circuit et aussi petite que possible. Mais l'arrêté technique ne saurait réglementer les conditions que doivent remplir les lignes de télécommunication : il est, au contraire, de son domaine de s'occuper des conditions que doivent remplir les canalisations d'énergie. Déjà l'article 64, paragraphe 5, prévoit l'obligation de transpositions régulières sur les canalisations de troisième catégorie. L'article 76 va plus loin et précise que tout projet doit être accompagné d'une évaluation des tensions induites sur les lignes de télécommunication avoisinantes, en même temps qu'il précise certaines conditions relatives aux transpositions.

Les méthodes de détermination des tensions induites ne sont précisées ni dans l'arrêté, ni dans la présente circulaire. Elles feront l'objet, s'il y a lieu, d'instructions ultérieures.

Ainsi que l'indique le titre de l'article 76, les dispositions de cet article ne sont pas applicables aux lignes existantes.

Art. 77. — L'indication d'une distance minimum entre les canalisations d'énergie et les lignes de télécommunication n'exclut nullement l'adoption d'un plus grand écartement s'il est pratiquement et raisonnablement réalisable.

Le premier alinéa du paragraphe 2 spécifie qu'aux points de croisement les conducteurs d'énergie sont toujours placés au-dessus des fils de télécommunication.

Croisements avec les lignes de télécommunication. — Lorsqu'il ne sera pas substitué de fils souterrains aux fils de télécommunication, des câbles de garde seront installés au-dessus des circuits de télécommunication.

Ce dispositif de protection pourra consister en un ou plusieurs câbles d'acier galvanisés d'une section suffisante qui, en aucun cas, ne pourra être inférieure à 30 mm², mis au sol, soutenus par des supports métalliques ou en bois à une hauteur suffisante et parallèlement aux fils de télécommunication.

Art. 78. — Une exception aux prescriptions de l'article 78 a été apportée en ce qui concerne les parties de lignes de télécommunication montées sur des supports particuliers et suffisamment séparées électriquement des parties montées sur les mêmes appuis que la canalisation d'énergie.

Section VII. — Entretien des ouvrages. — Exploitation des distributions

Art. 79. — Les remarques formulées à propos de l'article 60 s'appliquent également à l'article 79.

Titre II. — Installations de traction électrique

Les dispositions applicables aux installations de traction électrique ont été réunies dans le titre II, qui comporte les divisions suivantes :

Chapitre Ier. — Dispositions applicables à la fois à la traction par courant continu et par courant alternatif.

Chapitre II. — Dispositions spéciales à la traction par courant continu.

Chapitre III. — Dispositions spéciales à la traction par courant alternatif.

Il est à peine besoin de signaler que la stricte observation de ces prescriptions ne suffit pas à exonérer les entrepreneurs de leurs responsabilités vis-à-vis des tiers auxquels leurs installations viendraient à causer des dommages, soit par induction, soit par électrolyse, soit pour tout autre motif.

Ces prescriptions, en effet, dont le but est d'éviter, dans la plupart des cas, que l'entreprise de traction ne cause des dommages aux tiers, ne sauraient avoir pour résultat d'éviter ces dommages dans tous les cas. Dans les cas particuliers où de pareils dommages se produiraient, il y aura lieu pour l'entreprise de traction, d'indemniser les tiers auxquels dommage aurait été causé.

Ch. Ier. — Traction par courants de toute espèce (continu et alternatif)

Section I. — Lignes de contact

Division I. — Dispositions communes.

Art. 82. — En raison des conditions de leur installation et de leur exploitation, les ouvrages des entreprises de traction bénéficient des tolérances admises pour l'établissement des installations de première catégorie tant que la tension entre les conducteurs et la terre ne dépasse pas 1 500 v en cas de courant continu et 600 v en cas de courant alternatif. L'établissement des ouvrages servant à la traction par l'électricité est ainsi facilité autant que le permet le souci de la sécurité.

L'entretien des ouvrages pour lesquels cette tolérance est admise devra être assuré avec un soin tout particulier.

Art. 83. — Il est bien entendu que chacun des isolateurs mis en série ou chacune des cloches doit remplir les conditions d'isolement requises pour la tension considérée.

Division II. — Installation de traction empruntant la voie publique.

Art. 85. — La prescription relative à la hauteur de 6 m est parfois difficile à respecter. Les passages inférieurs sous lesquels doit passer la ligne ont en effet fréquemment des hauteurs beaucoup moindres, de sorte que l'appareil de prise de courant doit fonctionner convenablement à des hauteurs très différentes ; l'écart devient si grand entre les positions extrêmes qu'il amène parfois à des constructions presque irréalisables. Il n'a pas semblé, toutefois, qu'il y eût lieu de prévoir la réduction de la hauteur de 6 m par une disposition générale, mais des dérogations pourront être demandées chaque fois que la hauteur habituelle de chargement des véhicules permettra d'envisager un abaissement de la hauteur réglementaire, et il est bien entendu que la demande de dérogation pourra s'appliquer à l'ensemble d'un réseau.

Le paragraphe 1er autorise les traversées des voies publiques par des fils de contact de deuxième catégorie à une hauteur comprise entre 6 et 8 m pourvu que la traversée comporte, dans ce cas, un dispositif apparent d'avertissement.

Il n'a pas paru nécessaire, ni avantageux pour l'industrie, de préciser dès à présent quelles formes pourra revêtir ce dispositif d'avertissement, qui ne sera pas, à proprement parler, un dispositif de protection, mais devra signaler clairement la traversée afin qu'elle ne soit pas aperçue trop tardivement par les usagers de la voie publique. Il appartiendra au service du contrôle de concilier, dans l'examen des propositions qui seront présentées, la nécessité d'avertissement ainsi reconnue avec le devoir de ne pas imposer à l'entreprise des obligations qui ne soient pas pleinement justifiées.

Il est signalé à propos du paragraphe 2 qu'il est inutile d'exiger le remplacement des fils de contact de section inférieure à 30 mm² qui pourraient exceptionnellement être en service dans les installations existantes, si le faible diamètre de ces fils n'entraîne pas d'accidents dans ces installations.

Art. 86. — L'article 86 admet une réduction des coefficients de sécurité des lignes de contact de deuxième catégorie. Le coefficient 3 prévu pour les lignes d'alimentation entraîne, en effet, des flèches incompatibles avec le bon fonctionnement de l'appareil de prise de courant. Il va sans dire que l'entretien des lignes qui jouiront de cette dérogation devra être assuré avec un soin particulier.

Division III. — Voies établies sur plate-forme indépendante

En principe, les installations auxquelles s'applique le texte sont supposées établies sur traverses en bois et ballast, en

admettant, bien qu'il ait paru inutile de maintenir cette prescription dans le corps même de l'arrêté, que le ballast est, autant que possible, disposé de manière à ne pas toucher les rails et à ne pas recouvrir les traverses en bois.

Ce cas comprend la presque totalité des voies ferrées d'intérêt général, les lignes de chemins de fer métropolitains, tels que le chemin de fer métropolitain et le chemin de fer souterrain Nord-Sud de Paris, la plupart des voies ferrées d'intérêt local, et peut s'appliquer également, mais à titre exceptionnel, à certains tramways suburbains ou interurbains.

Les principales différences avec les entreprises empruntant la voie publique résultent, d'une part de ce que les rails de roulement peuvent être beaucoup mieux isolés de la terre, d'autre part, de ce que ces rails sont en général beaucoup plus éloignés des conduites métalliques susceptibles de souffrir de phénomènes électrolytiques et, enfin, de ce que les courants employés sont, dans la plupart des cas, beaucoup plus intenses.

Les deux premières conditions permettent d'admettre des chutes de tension dans les rails beaucoup plus élevées que dans les installations empruntant la voie publique, ce que rend d'ailleurs indispensable la troisième condition. Il n'a même pas paru possible de limiter ici ces chutes de tension par des nombres précis, mais seulement par la condition qu'il n'en résulte aucun inconvénient.

Dans les installations empruntant les voies publiques, et sous réserve des cas très exceptionnels où la prise de courant se fait en caniveau souterrain, les lignes de contact sont forcément aériennes.

Dans les cas d'emploi d'une plate-forme indépendante, la ligne de contact peut être soit aérienne, soit à fleur du sol ; on a, dans ce dernier cas, donné au conducteur de contact la dénomination spéciale du « rail de contact » (art. 97) en réservant le nom de « fil de contact » (art. 87) au cas de la ligne aérienne.

Il est bien entendu que, pour les installations de voies ferrées établies, sur presque toute leur longueur, sur plate-forme indépendante et empruntant ou ne croisant la voie publique qu'en certains points relativement distants, comme c'est le cas, par exemple, des passages à niveau sur les voies ferrées d'intérêt général, les prescriptions édictées par le chapitre 1er du titre II concernant les installations de traction sur voie publique ne seront applicables qu'aux points d'emprunt ou de croisement.

Art. 87. — Les hauteurs minima de 5 m 50 et de 6 m ont été maintenues. Toutefois, dans les départements où ces hauteurs pourraient être réduites sans inconvénient, il y aura lieu d'établir des demandes de dérogation dans les conditions qui viennent d'être indiquées à propos de l'article 85.

Section II. — Utilisation des rails de roulement comme conducteurs de courant.

Art. 89. — Il importe que le service du contrôle assure strictement l'exécution de toutes les mesures jugées nécessaires dans chaque cas pour protéger contre l'action nuisible des courants dérivés les masses métalliques voisines de la ligne de traction et notamment les lignes de télécommunication ainsi que les autres lignes électriques.

Les lignes de télécommunication peuvent être unifilaires ; les dispositions de l'article 89 s'appliquent en principe à ces lignes. Il peut cependant arriver qu'il y ait de réelles difficultés à protéger ces lignes unifilaires, alors que la protection de circuits bifilaires n'empruntant ni le sol ni les voies serait aisée et que l'établissement de pareils circuits bifilaires ne présente aucune difficulté sérieuse. En pareil cas, c'est à l'auteur des troubles produits dans ces circuits à les faire disparaître, mais s'il est reconnu que le procédé efficace le plus économique soit d'adopter un double fil, le possesseur des circuits unifilaires ne pourra pas s'opposer à l'application de ce procédé.

Art. 92 et 93. — Les articles 92 et 93 précisent certaines dispositions nécessaires à la surveillance des réseaux. Dans le cas où les joints des rails de roulement sont soudés, la vérification de la conductance des joints pourra être remplacée par la mesure de la conductance de longueurs de voies comprenant chacune au moins un joint.

Art. 93. — L'article 93 divise les réseaux en une zone urbaine et une zone suburbaine. Cette division, qui répond à la réalité dans la plupart des entreprises de traction se justifie aisément par la double considération que les prescriptions imposées dans la zone urbaine deviennent facilement prohibitives si on les applique à de longues prolongations suburbaines, alors qu'elles se justifient moins parce que les dangers d'électrolyse, notamment, deviennent moindres, dans la plupart des cas, pour ces lignes suburbaines.

La répartition des lignes entre la zone urbaine et la zone suburbaine devra donc être faite avec le plus grand soin, lors de l'instruction des projets. Cette répartition sera toujours revisable d'un commun accord entre le concessionnaire et le service du contrôle ; en cas de désaccord, le dossier me sera renvoyé et je statuerai, après avis du Comité d'Electricité. Je signale à ce sujet qu'en vue d'avantager les lignes suburbaines, pour lesquelles les dangers d'électrolyse sont notablement diminués, les chutes moyennes de tension seront déterminées, non plus pendant la durée effective de la marche normale des voitures, mais sur une période de vingt-quatre heures consécutives. Cette manière de procéder supprimera, en outre, les contestations qui s'élevaient très souvent à propos de l'exploitation des lignes suburbaines, dont le trafic est généralement peu important. Pour les lignes urbaines, les chutes moyennes de tension continueront à être calculées sur la durée effective du service.

CH. II. — DISPOSITIONS SPÉCIALES A LA TRACTION PAR COURANT CONTINU.

Section II. — Utilisation des rails de roulement comme conducteurs de courant.

DIVISION I. — Installations de traction empruntant la voie publique.

Art. 98. — Je signalerai tout d'abord, en attirant l'attention sur les indications du paragraphe 1er, la nécessité, pour le service du contrôle, d'exiger de la part des entreprises qui utilisent les rails comme conducteurs de courant, la vérification périodique de la conductance de la voie, qui peut être faite tout d'abord par grandes longueurs, puis par sections plus petites, si le résultat n'est pas satisfaisant, jusqu'à ce que l'on ait trouvé les points où l'éclissage électrique est défectueux.

Art. 102. — Le paragraphe 2 précise la question des connexions transversales. Il est bien entendu que des voies placées sur accotement de part et d'autre d'une voie publique ne seront pas considérées comme juxtaposées.

Art. 104. — L'article 104 indique les chutes de tension moyennes par kilomètre et précise, en même temps, que cette perte de charge doit être effectivement mesurée sur un kilomètre de voie et non pas sur une longueur arbitraire dont la chute de tension serait ensuite ramenée à la perte de charge kilométrique par une règle de trois. Ces mesures donnent, sur des longueurs quelconques, des résultats qui peuvent être très différents de la perte de charge sur un kilomètre et même très différents les uns des autres selon la longueur de voie adoptée pour l'essai sur un même kilomètre.

Le paragraphe 2 de l'article 104 permet des dérogations lorsque les conduites métalliques s'éloignent des rails, sous réserve qu'il n'en résulte aucun inconvénient. Ces dispositions découlent naturellement du fait que la densité du courant de retour dans le sol décroît rapidement à mesure que l'on s'écarte du rail ; elles résultent d'essais expérimentaux et ne paraissent pas devoir présenter d'inconvénients si les réserves formulées sont observées exactement.

Art. 105. — L'article 105 précise le degré d'équipotentialité qu'il y a lieu d'exiger entre les points de connexion des artères de retour avec les rails. Il ne paraît, en effet, ni

nécessaire, ni même toujours avantageux, de réaliser une équipotentialité parfaite de ces points de connexion et il est préférable de fixer une limite à leur différence de potentiel moyenne.

DIVISION II. — Voies établies sur plate-forme indépendante.

Lorsque des installations de traction établies normalement sur plate-forme indépendante emprunteront exceptionnellement la voie publique soit sur des longueurs relativement faibles, soit en des points distants les uns des autres, comme c'est le cas des passages à niveau, les prescriptions de la division. Il pourront, en principe, rester applicables aux installations faites sur la voie publique ; mais dans les cas où ces emprunts présenteraient une importance particulière soit par suite de leur longueur, soit par suite de la présence de canalisations ou masses métalliques souterraines, il appartiendrait au service du contrôle d'examiner dans chaque cas d'espèces, avec les autres services intéressés et avec le concessionnaire, les dispositions que la sécurité pourrait exiger.

Art. 106. — Du texte de cet article, il résulte que les dispositions du paragraphe 2 de l'article 98 et de l'article 94 ne sont pas applicables aux voies établies sur plate-forme indépendante. Il est nécessaire, en effet, de laisser subsister, en ce qui concerne ces voies, une souplesse suffisante dans les prescriptions relatives aux connexions transversales, en raison de l'emploi possible des rails de roulement pour la signalisation, et dans les prescriptions relatives à l'isolement par rapport aux ouvrages métalliques, en raison des cas très variés qui peuvent se présenter.

CH. III. — DISPOSITIONS SPÉCIALES A LA TRACTION PAR COURANT ALTERNATIF.

Le chapitre III précise les prescriptions applicables aux installations de traction électrique par courant alternatif, qu'elles soient établies sur voie publique ou sur plates-formes indépendantes.

Les installations de traction électrique par courant alternatif établies sur voies publiques ou sur plate-forme indépendante ne présentent pas de différences importantes; les prescriptions qui les concernent ont été réunies en un seul chapitre.

Les dispositions relatives aux lignes aériennes de contact (section I) restent à peu près les mêmes que celles se rapportant aux autres systèmes de traction.

L'article 3 prévoit des mesures spéciales pour supprimer le courant sur certaines sections de voie non parcourues de façon permanente par les trains, lorsque les manœuvres n'y sont pas nécessaires.

Les prescriptions de la section II sont sensiblement différentes de celles prévues pour l'utilisation des rails de roulement comme conducteurs de courant dans le cas des installations à courant continu

Un certain nombre de mesures a été préconisé pour maintenir la conductance des rails (art. 112 et 113).

Des dispositions spéciales devront, en cas de besoin, être réalisées pour éviter les perturbations nuisibles au bon fonctionnement des lignes de télécommunication situées au voisinage de la voie.

Il est, en effet, incontesté que, d'après la législation existante, les circuits électriques de traction ne doivent pas créer de perturbation nuisible sur ces lignes ; en particulier, l'article 17 de la loi du 15 juin 1906 donne à l'administration des Postes et des Télégraphes, dans son premier alinéa, et aux fonctionnaires chargés de la surveillance de tout service public, dans son deuxième alinéa, le droit de réquisition à l'effet de prendre toutes mesures nécessaires pour prévenir ou faire cesser de pareilles perturbations.

Il est donc de l'intérêt commun du concessionnaire et des services publics intéressés que l'étude des perturbations possibles soit faite avant la mise en exploitation des installations et que les mesures nécessaires aient été prises pour éviter dans la mesure où les prévisions sont possibles, toute perturbation nuisible sur les lignes voisines.

Divers procédés ont été préconisés dans ce but, mais leur efficacité n'a pas été assez nettement établie à ce jour pour qu'ils puissent faire l'objet de dispositions réglementaires. Il y aura lieu, en conséquence, de faire l'étude de chaque installation de ce genre à titre de cas d'espèce.

Art. 114. — L'obligation d'installer des plaques de terre sur les rails a été supprimée, les rails se trouvant suffisamment reliés au sol par construction.

La section III précise quelques prescriptions de sécurité applicables au matériel roulant.

TITRE III. — DISPOSITIONS DIVERSES.

Le titre III contient diverses dispositions nécessaires pour l'application de l'arrêté. Les dispositions de l'arrêté ne sont pas limitatives. Lorsque les circonstances locales l'exigent, le service du contrôle peut imposer, pour l'établissement des installations, toutes les mesures nécessaires pour assurer la sécurité.

Dans cet ordre d'idées, je citerai, par exemple, les conditions d'implantation et d'établissement des lignes, notamment en pays de montagne, au point de vue des mesures à prendre contre les dangers que peuvent présenter éventuellement les éboulements, les torrents, les avalanches, etc.

J'indiquerai également le voisinage de certains établissements dangereux, tels que les fabriques ou dépôts d'essence, benzine, éther, acétylène, amorces fulminantes, etc., dont la proximité peut exiger des précautions spéciales. Il n'a pas paru possible, à cause de leur diversité et des différences qu'ils comportent, d'assimiler ces établissements aux poudreries et magasins à poudre visés à l'article 121, mais il doit être bien entendu que l'on s'efforcera d'en éloigner toute cause de danger et que chaque cas fera l'objet d'une étude particulièrement attentive.

On remarquera, d'autre part, que l'article 121 ne vise pas non plus les chambres ou dispositifs de mine établis dans certains ouvrages d'art, mais qui ne sont pas chargés en temps de paix. Tant qu'elles demeurent vides, en effet, ces chambres ne constituent pas des magasins à poudre proprement dits et ne doivent donner lieu à aucune mesure spéciale quant au voisinage des lignes d'énergie. Toutefois, on devra signaler aux services compétents l'établissement de ces dernières, lorsqu'elles s'en approcheront plus près qu'il est indiqué dans ledit article.

Art. 122. — J'attire enfin votre attention sur les conditions d'application fixées par cet article.

Comme il peut y avoir avantage, en certains cas, à équiper tout ou partie d'une installation relevant d'une catégorie suivant les règles correspondant à une catégorie supérieure (par exemple pour bénéficier du deuxième alinéa du paragraphe 1er de l'article 74, relatif à la traversée des chemins de fer), l'entrepreneur de l'installation pourra le faire, mais à la condition d'observer pour les parties ainsi traitées toutes les règles applicables à cette catégorie supérieure.

Le paragraphe 2 du même article 122 maintient la possibilité de dérogations accordées par le ministre dans certains cas motivés, après avis du Comité d'Électricité. Mais, comme ces dérogations peuvent soulever des objections de la part de divers services intéressés, il a paru nécessaire, pour le cas où ceux-ci n'auraient pas donné leur adhésion, de prévoir qu'avant de statuer, le ministre pourra s'éclairer des autres avis qu'il jugerait utiles.

Le paragraphe 3 n'a pas été modifié; il permet aux services de contrôle d'imposer, lorsque la sécurité l'exige, des conditions spéciales justifiées par les circonstances. Mais cette faculté demeure exceptionnelle, elle ne doit pas être considérée comme ayant pour but de permettre l'addition au texte du présent arrêté de prescriptions supplémentaires d'ordre général, dont l'adoption ne saurait intervenir qu'après avis du Comité d'Électricité.

Le ministre des Travaux publics,
André TARDIEU.

Circulaire interministérielle concernant l'électrification rurale.

Voici le texte de cette circulaire, en date du 3 août 1927 et publiée au « Journal officiel » du 5 août, page 8372, signée du ministre de l'Intérieur, du ministre des Travaux publics et du ministre de l'Agriculture, envoyée aux préfets des départements, aux ingénieurs du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et aux ingénieurs du Génie rural, et ayant pour objet de guider dans leurs délibérations les assemblées départementales et communales qui ont entrepris l'électrification de leur région.

Le rétablissement de la situation financière a donné à l'Etat les moyens de poursuivre plus activement les travaux d'électrification rurale. Mais la nécessité de maintenir un rigoureux équilibre entre les dépenses et les ressources budgétaires ne permettra peut-être pas d'accroître autant qu'il serait désirable les crédits d'encouragement affectés à ces travaux. D'ailleurs, au rythme actuel d'exécution, l'achèvement de cette œuvre considérable ne paraît pas devoir excéder une dizaine d'années.

Il vous appartient donc de faire comprendre aux communes rurales inutilement inquiètes, qu'elles auront sûrement satisfaction dans un délai rapproché, et qu'une hâte excessive ne pourrait que les placer dans une situation financière difficile, si la somme des travaux entrepris excédait notablement les possibilités résultant des crédits votés chaque année par le Parlement.

S'il est ainsi nécessaire d'échelonner dans le temps la réalisation de ces projets, il ne l'est pas moins de les limiter dans l'espace, c'est-à-dire d'en exclure pour une première étape, les très petites agglomérations insuffisamment peuplées pour faire face de suite, et sans charges excessives, aux frais d'exploitation et d'entretien.

Il est donc indispensable de veiller à l'application de l'arrêté interministériel qui fixe chaque année le maximum des dépenses d'établissement à consentir raisonnablement, par habitant desservi. Dans les circonstances présentes, une proportion de la population dépassant souvent les trois quarts, peut être ainsi touchée. Il est d'ailleurs certain qu'avec les progrès de la technique et l'apparition de formes nouvelles d'utilisation de l'énergie, les bienfaits de l'électrification pourront progressivement être étendus aux écarts primitivement délaissés. Aussi, l'éventualité de ces extensions est à envisager dès la préparation des projets, conventions et cahiers des charges, qui devront comporter les dispositions utiles pour faciliter la création économique de ramifications ultérieures.

Quoi qu'il en soit, lorsque les réseaux ne peuvent desservir tout d'abord qu'une partie de la population, il y a lieu de n'engager les finances communales qu'avec une extrême prudence, et de tendre à laisser la charge excédant les subventions de l'Etat et du département aux seuls bénéficiaires de la distribution initialement limitée.

Pour assurer à ces réseaux toute la vitalité désirable, il convient de réunir dans le même syndicat un nombre de communes suffisant formant un tout géographique et économique. Il faut éviter autant que possible l'électrification isolée des grosses et des petites communes, surtout des grosses, dont le concours est indispensable à la prospérité de l'ensemble, les encouragements de l'Etat, subventions ou prêts à taux réduit, n'ayant en réalité d'autre raison d'être que de provoquer et de maintenir cette solidarité nécessaire.

Vous aurez enfin à mettre en garde les populations contre les dangers auxquels les expose leur impatience d'être desservies. Il faut leur apprendre à être prudentes en présence des émissions d'emprunts locaux qui leur sont proposés lorsque celles-ci ne sont pas faites directement par les communes ou leurs syndicats, à se méfier des promoteurs de groupements de formes diverses qui parcourent les campagnes et qui détournent les populations du contrôle tutélaire de l'Etat, en leur promettant une réalisation plus rapide. Il vous appartiendra donc de n'approuver qu'à bon escient les demandes de concession qui pourront vous être présentées dans ces conditions et de les écarter rigoureusement lorsqu'elles réservent aux initiateurs de l'entreprise tous les bénéfices et avantages qui peuvent directement ou indirectement en être tirés, et laissent à la charge des paysans trop confiants la totalité des dépenses et des risques.

Telles sont, précisant et complétant celles qui sont déjà en vigueur, les règles générales à suivre, en accord avec les services techniques compétents, pour guider dans leurs délibérations les assemblées départementales et communales soucieuses d'apporter à la vie rurale une amélioration dont les bienfaits seront d'autant plus marqués qu'elle aura été poursuivie avec plus de méthode et de circonspection.

Décret concernant les prêts de la Caisse nationale de Crédit agricole.

Le « Journal officiel » du 24 août 1927 publie, page 8967, le décret suivant :

Les ressources de la dotation générale de la caisse nationale de crédit agricole sont affectées dans la proportion suivante aux diverses avances pour prêts à court terme, pour prêts à moyen terme, pour prêts individuels à long terme et pour prêts à des sociétés coopératives et à des associations syndicales ou à des associations d'intérêt collectif agricole :

11,25 pour 100 pour avances pour prêts à court terme ;

23,25 pour 100 pour avances pour prêts à moyen terme ;

42,50 pour 100 pour avances pour prêts individuels à long terme ;

23 pour 100 pour avances à des sociétés coopératives, à des associations syndicales ou à des associations d'intérêt collectif agricole visées par l'article 22 de la loi du 5 août 1920.

Sur l'impôt auquel sont soumis les véhicules automobiles à gazogène.

Le « Journal officiel » du 4 août 1927 publie, page 2720 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12883. — M. Frot, député, demande à M. le ministre des Finances si, d'après l'article 5 de loi du 3 août 1926, relative aux droits de circulation pour automobiles, la taxe est réduite de moitié pour les véhicules automobiles fonctionnant à l'aide de moteurs à combustion interne, alimentés par gazogènes, et selon l'article 5 de la loi de finances du 19 décembre 1926 les voitures et camions automobiles dont le châssis est sorti de l'usine depuis plus de neuf ans, l'imposition ne paye que demi-taxe, à quelle taxe sera donc soumis un camion automobile dont le châssis a plus de neuf ans et dont le moteur est alimenté à l'aide de gazogène. (Question du 21 juin 1927.)

Réponse. — L'impôt sur les automobiles à gazogène, qui se calcule à un tarif inférieur de 50 pour 100 au tarif normal, quelle que soit la date de construction des véhicules, est encore réduit de moitié, en exécution de l'article 57 de la loi du 26 mars 1927, lorsque les châssis sont sortis de l'usine depuis plus de neuf ans au 1er janvier de l'année de l'imposition. Mais ce délai de neuf ans est compté à dater de l'installation du gazogène, qui équivaut à une construction, et nécessite, si elle est postérieure à la mise en service de la voiture, une nouvelle réception dans les formes prévues par l'article 26 du code de la route.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 12. 24 SEPTEMBRE 1927.

Commémoration du centenaire de la mort d'Alessandro Volta. — Au cours des nombreux congrès qui, ainsi que nous l'avons déjà signalé, se sont tenus soit à Bellagio, soit à Côme à l'occasion des fêtes commémoratives du centenaire de la mort d'Alessandro Volta (5 mars 1827) [1], une importante cérémonie a eu lieu au Théâtre social de Côme, patrie de l'inventeur de la pile, le dimanche 11 septembre 1927, sous les auspices de la Società italiana di Fisica et de l'Associazione elettrotecnica italiana, en présence du Congrès international des Physiciens [2] et de la Commission électrotechnique internationale [3] dont les membres étaient spécialement invités.

Le Podestat de Côme, M. C. Baragiola, président du Comité pour la Commémoration de Volta, ouvrit la séance en remerciant les nombreuses et éminentes personnalités de la science et de la technique qui se trouvaient réunies pour honorer Volta.

Puis le professeur Q. Majorana, président de la Società italiana di Fisica, célébra l'œuvre de Volta comme étant la plus grande innovation de la science et, indirectement, de la technique. « Lorsque nous aurons écouté les discours chaleureux qui nous rappelleront la grandeur de Volta, ajoute l'éminent professeur, nous nous réunirons à part en un comité plus restreint pour discuter les graves problèmes qui agitent l'esprit inquiet du physicien moderne. Le souvenir du grand Volta sera notre guide dans ce travail ».

Le professeur G.-C. Vallauri, président de l'Associazione elettrotecnica italiana, exprima sa profonde satisfaction pour la solennité de cette célébration : « Honorer Alexandre Volta, dit-il, c'est honorer avec lui tous les autres glorieux pionniers de la physique moderne ».

Le sénateur-professeur A. Garbasso prononça un intéressant discours au cours duquel il rappela les principaux textes mêmes de mémoires originaux et la célèbre controverse entre Galvani et Volta, d'où devait sortir la pile, — qu'Arago, en son éloge de Volta, ne craint pas d'appeler la plus merveilleuse invention de l'homme sans en excepter le microscope et la machine à vapeur.

Sir E. Rutherford célébra également Volta et rappela que le grand inventeur visita l'Angleterre au printemps de 1782 et fut élu en 1791 membre de la Royal Society. Pendant son séjour à Londres, Volta entra en relation, en particulier, avec M. Tiberius Cavallo, un des très actifs membres de la grande société scientifique anglaise.

C'est en une lettre adressée à Cavallo en 1792 que Volta indique sa découverte. Cette communication figure aux « Transactions of the Royal Society » de 1793.

Le professeur A.-E. Kennelly, dans un discours des plus documentés, célébra Volta au nom des Etats-Unis et rappela que Humbolt écrivit à Volta à propos de sa découverte : « Vous avez étonné le monde ».

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 18 mai 1926, t. XIX, p. 760.

(2) *Revue générale de l'Electricité*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 169 et 33 B.

(3) *Revue générale de l'Electricité*, 17 septembre 1927, t. XXII, p. 410-412.

Puis le professeur von Laue rappela que Volta, qui visita également l'Allemagne en 1782, entretint avec les savants allemands, ses contemporains, une correspondance importante. Il cita en particulier certain passage caractéristique de la correspondance de Volta avec J.-W. Ritter.

M. le professeur Janet, membre de l'Institut de France, célébra Volta en un discours très applaudi, que nous reproduisons ci-après et dans lequel il rappelle le procès-verbal de la séance du 16 brumaire an X (7 novembre 1801) de l'Académie des Sciences de Paris, séance à laquelle assistait Napoléon.

A l'issue de la cérémonie, un banquet, remarquablement bien organisé, réunit à l'Hôtel Plinius, dans le cadre saisissant que présente la baie de Côme sur le lac, savants et techniciens qui, au nombre d'environ 700, venaient d'assister à l'imposante cérémonie. — A. T.

Discours de M. Paul Janet,

Messieurs,

La commémoration des grands hommes et des grandes œuvres est un des devoirs les plus sacrés de l'humanité : c'est par elle que le présent se rattache au passé et prépare l'avenir ; c'est en elle que les hommes peuvent oublier tout ce qui les divise pour s'unir en un commun sentiment d'admiration et de reconnaissance pour ceux dont les immortelles découvertes ont laissé une empreinte profonde et durable sur l'édifice toujours inachevé des connaissances humaines.

En ce jour de fête, où les savants du monde entier rendent un solennel hommage à votre illustre compatriote, la France, à qui Volta fut attaché par des liens si étroits et si nombreux, tient à exprimer publiquement la part profonde qu'elle prend à cette cérémonie dans laquelle son cœur bat à l'unisson du vôtre.

C'est que, messieurs, ce n'est pas sur une réputation lointaine et par ouï dire, ce n'est pas par la simple lecture de froids mémoires scientifiques que nos compatriotes de la fin du XVIII[e] et du commencement du XIX[e] siècle connurent Alexandre Volta : c'est sa personne même, c'est sa parole chaude et vibrante exposant d'un accent persuasif et impeccable ses théories et ses recherches, qui laissèrent une impression ineffaçable sur tout ce que la société française comptait de plus éminent dans le monde des sciences, de la médecine et de la politique.

Dans l'année 1782, Volta, déjà connu par d'importants travaux, se rendit à Paris où il entra en relation avec les principaux membres de l'Académie royale des Sciences, en particulier avec Laplace et Lavoisier; nommé correspondant de cette Académie le 21 août de cette même année, il ne devait jamais oublier les liens qui le rattachaient à ce grand corps scientifique.

Mais c'est seulement 18 ans plus tard que la découverte retentissante de la pile devait attirer l'attention du monde entier sur le grand savant qui, par là même, devenait un grand bienfaiteur de l'humanité.

C'était l'époque où l'Institut de France, réorganisé par Bonaparte, brillait de tout son éclat : le Premier Consul de la République française considérait comme son plus beau titre de gloire d'avoir été élu membre de la première classe des Sciences mathématiques et physiques de cet Institut et, au lendemain de son élection, écrivait au président : « Les vraies conquêtes, les seules qui ne donnent aucun regret, sont celles que l'on fait sur l'ignorance ; l'occupation la plus honorable, comme la plus utile, c'est de contribuer à l'extension des idées humaines ».

Aussi, les recherches scientifiques exercèrent-elles toujours sur lui un attrait considérable, et l'on conçoit dès lors l'intérêt passionné avec lequel il suivit, comme tout le monde savant, la découverte si inattendue du grand physicien italien.

Après ces années si profondément troublées qui marquèrent la fin du XVIII[e] siècle, Volta venait d'être nommé professeur de physique expérimentale à l'Université de Pavie. Par une lettre du 2 juillet 1801, qui est précieusement conservée dans les archives de notre académie, il faisait connaître à Dolomieu les résultats les plus récents de ses recherches sur la pile ; mais bientôt, jugeant insuffisantes ces communications par correspondance, et répondant à un vœu unanime, il résolut, dans l'automne de 1801 d'entreprendre, avec son collègue et ami le professeur Brugnatelli, le voyage de France pour se mettre en rapports personnels avec les savants français les plus réputés, et exposer devant eux ses théories et ses expériences.

Le 26 septembre 1801, accompagné de Brugnatelli, il arrivait à Paris, et dès lors il est entouré d'une auréole de gloire et d'attention bien digne de son génie.

Dès le 3 octobre, il assiste, avec son compagnon, à la séance de l'Académie des Sciences où il présenté par Fourcroy ; les deux savants italiens sont immédiatement priés par le président Haüy de s'adjoindre à la commission de 12 membres précédemment nommée pour s'occuper des questions du galvanisme, et qui comprenait, entre autres, Laplace, Guyton de Morveau, Charles, Coulomb, Monge, Biot, Vauquelin, etc. Le 15, Volta, qui possédait admirablement la langue française, exposait chez le physicien Charles, en présence de la commission, les principes de sa théorie ; Laplace y prit un intérêt particulier et demanda la répétition des expériences fondamentales qui furent tout à fait concluantes. La commission se réunit encore les 21 et 25 octobre, mais c'est seulement le 7 novembre (16 brumaire an X) que Volta fit devant l'Académie l'admirable communication qui devait marquer une date inoubliable dans l'histoire de la science.

A cette séance, comme en fait foi la feuille de présence, assistaient 42 membres de l'Académie, parmi lesquels Bonaparte, qui, dès la veille, avait reçu Volta et s'était longuement entretenu avec lui.

Ici, nous laisserons la parole aux documents originaux : il est des circonstances où un simple procès-verbal est plus éloquent que tous les développements littéraires :

Séance du 16 brumaire, an X.

Le citoyen Volta, professeur à Pavie, lit la première partie d'un mémoire sur sa théorie du galvanisme et particulièrement sur la nature du fluide galvanique. Le citoyen Bonaparte propose que la Classe, manifestant dès les premiers moments de la paix générale le désir de recueillir les lumières de tous ceux qui cultivent les Sciences, donne une médaille d'or au citoyen Volta, le premier savant étranger qui, depuis la paix, ait lu un mémoire dans le sein de la Classe, comme une marque de son estime particulière pour ce professeur et de son empressement à accueillir les travaux de tous les savants étrangers. Il propose, de plus, qu'une commission soit chargée par la Classe de faire en grand toutes les expériences propres à répandre un nouveau jour sur l'importante branche de la Physique dont le citoyen Volta vient d'entretenir la Classe, et il demande que ses propositions soient renvoyées à cette commission.

La Classe renvoie les propositions du citoyen Bonaparte à la commission déjà nommée pour s'occuper du galvanisme.

A la réunion suivante, c'est-à-dire cinq jours plus tard, suivant l'usage du temps, Volta devait continuer sa lecture et reproduire les principales expériences sur lesquelles se basait sa théorie. Bonaparte y assistait encore. Les séances de l'Académie se tenaient à cette époque au Louvre, dans cette salle des Cariatides que connaissent bien tous les visiteurs du célèbre palais. Voici quelques souvenirs d'un témoin oculaire :

Arrivés sous la porte du Louvre, on empêcha notre voiture d'entrer : les avenues du palais où l'Institut siégeait alors étaient gardées par un grand nombre de militaires ; il fallut l'ordre d'un officier supérieur pour nous laisser monter. Je ne savais trop à quoi attribuer cet appareil de forces ; aussi, en entrant dans la salle des séances, lançai-je un regard rapide sur toute l'assemblée. Les membres de l'Institut, debout et découverts, étaient rangés autour d'une grande table ronde, et M. de Volta expliquait sa théorie ; on apportait à l'écouter une vive attention. Lorsqu'il cita, comme preuve de l'identité de l'électricité et du galvanisme l'inflammation du gaz hydrogène par l'étincelle galvanique, un membre — c'était Bonaparte — se tournant vers un confrère placé assez près de lui : « Fourcroy, lui dit-il, voici des phénomènes qui appartiennent plus à la chimie qu'à la physique et dont vous devez vous emparer. »

On peut dire que, pendant cette séance mémorable, dans un bien court intervalle de temps, et en présence d'une assemblée très restreinte, mais composée d'une élite scientifique, furent exécutées, résumées, commentées toutes les expériences qui pendant les vingt années suivantes devaient alimenter les recherches les plus variées relatives à l'électricité. Il faut en effet arriver à l'année 1820 pour voir s'ouvrir, avec les découvertes d'Œrsted et d'Ampère, puis, quelques années plus tard, de Faraday, les nouveaux domaines de l'électromagnétisme et de l'induction ; et je ne puis m'empêcher de rapprocher ces deux grands esprits, Volta et Ampère, établissant par une puissante synthèse, le premier, l'identité du galvanisme et de l'électricité, le second, l'identité du magnétisme et de l'électricité, et se montrant ainsi les véritables précurseurs des magnifiques développements auxquels nous assistons aujourd'hui.

Cependant, la Commission du Galvanisme — nous devrions dire du Voltaïsme — avait achevé son travail. Le 11 frimaire, an X (2 décembre 1801), Biot déposait son rapport qui se terminait par ces mots :

D'après la demande qui a été faite par un de vos membres (c'était Bonaparte), et que vous avez renvoyée à la Commission, nous vous proposons d'offrir au citoyen Volta la médaille de l'Institut, en or, comme un témoignage de la satisfaction de la Classe pour les belles découvertes dont il vient d'enrichir la théorie de l'électricité et comme une preuve de sa reconnaissance pour les lui avoir communiquées.

Quelques jours après, Volta ayant quitté Paris, la Classe lui adressait la médaille en question portant la simple inscription :

A VOLTA

SÉANCE DU 11 FRIMAIRE AN X

et l'accompagnait de la lettre suivante :

AU CITOYEN VOLTA,

La classe des Sciences mathématiques et physiques me charge, Citoyen, de vous envoyer la médaille d'or qu'elle vous a décernée, ainsi que la copie du rapport à la suite duquel elle a pris cette résolution. Votre départ précipité nous a privés du plaisir de vous remettre en personne le rapport et la médaille. Recevez-les, Citoyen, comme une marque de la satisfaction avec laquelle elle a vu vos appareils, vos expériences et vos théories ingénieuses. Regardez-les aussi comme un gage du désir qu'elle a d'entretenir avec vous une correspondance qui la mette plus à portée de profiter des découvertes nouvelles qu'on est en droit d'attendre de la suite de vos travaux.

HAÜY, *Président*,

DELAMBRE, LACÉPÈDE, *Secrétaires*.

Le même jour, le ministre de l'Intérieur, Chaptal, adressait à Volta la lettre suivante :

Le Gouvernement français, Citoyen Professeur, vous accorde une gratification de 6000 livres. Il a cru devoir cette marque d'intérêt à l'illustre physicien qui, après avoir enrichi la science de vérités utiles pendant vingt-cinq ans, est venu déposer dans le sein de l'Institut national le secret de la nature et des effets du galvanisme.

Je suis heureux d'être l'organe du gouvernement auprès d'un homme que j'estime et que j'aime depuis bien longtemps.

Ces honneurs, du reste, ne furent pas les seuls qui furent décernés à Volta : le 5 septembre 1803, il était élu à l'une des huit places d'associé étranger de l'Institut de France ; successivement décoré des croix de la Légion d'honneur et de la Couronne de fer ; nommé membre de la Consulta italienne ; élevé à la dignité de comte et à celle de sénateur du royaume lombard, il était devenu, pour Napoléon, le type même du génie.

Lorsque celui-ci visita l'Université de Pavie, ses premiers mots furent : « Où est Volta ? serait-il malade ? Pourquoi n'est-il pas venu ? » Et en 1804 il écrivait :

« Je ne saurais consentir à la retraite de Volta. Si ses fonctions de professeur le fatiguent, il faut les réduire. Qu'il n'ait, si l'on veut, qu'une leçon à faire par an ; mais l'Université de Pavie serait frappée au cœur le jour où je permettrais qu'un nom aussi illustre disparût de la liste de ses membres ; d'ailleurs, ajoutait-il, un bon général doit mourir au champ d'honneur ».

Et l'on raconte qu'un jour, passant dans la bibliothèque de l'Institut national devant une couronne de laurier dédiée au grand Voltaire, Napoléon gratta de l'ongle les trois dernières lettres pour ne laisser que : « Au grand Volta ».

Tel est l'homme de génie dont nous célébrons aujourd'hui la mémoire : au nom de l'Institut de France, que j'ai l'honneur de représenter, j'apporte ici un solennel hommage à celui qui en fut l'un des plus illustres associés, et dont, comme l'a dit Arago, le nom sera prononcé avec respect et admiration lorsque le souffle du temps aura fait disparaître jusqu'au plus léger souvenir des générations ses contemporaines.

Bibliographie : Aide-mémoire-formulaire de la T. S. F., par E. Pacoret (1). — L'ouvrage publié par M. E. Pacoret marque le premier pas dans la voie d'un travail d'ensemble englobant les diverses branches de la radioélectricité. Jusqu'à ce jour, les annuaires concernant cette science avaient plutôt été conçus sous une forme professionnelle et administrative, à moins qu'ils n'aient pris celle d'almanachs destinés à éclairer l'amateur. M. Pacoret a présenté son ouvrage sous les espèces d'un formulaire et d'un aide-mémoire, qui seront du plus grand recours à la fois pour l'ingénieur, pour le technicien et pour l'amateur.

L'auteur rappelle d'abord dans une brève note l'historique de la radioélectricité avec un éclectisme auquel il convient de rendre honneur. Un tableau des symboles radioélectriques utilisés dans les schémas précède le formulaire proprement dit : il est un peu succinct et nombre de symboles différents concernant les divers types de bobinages (nid d'abeille et fond de panier, etc...), les condensateurs variables où l'on distingue l'armature fixe de l'armature mobile, les fiches et jacks, etc... sont utilisés dans les schémas tant en France qu'à l'étranger. Le formulaire renferme à peu près toutes les formes usuelles. Quant au glossaire que l'auteur a eu l'excellente idée d'annexer à l'ouvrage, il est malheureusement très insuffisant et on regrettera unanimement que les termes n'en soient pas classés par ordre alphabétique.

L'aide-mémoire débute par un rappel très utile sur les notions fondamentales relatives au courant alternatif : le troisième chapitre est consacré à la nature et à la propagation des ondes, ainsi qu'aux oscillateurs.

Mais on se demande la raison pour laquelle l'auteur y a rassemblé la description d'un certain nombre de récepteurs : hétérodynes, autodynes, superhétérodynes, neutrodynes, études des couplages et de l'amplification, réaction et superréaction, qui concernent non pas la propagation des ondes, mais la réception des courants de haute fréquence.

De même le chapitre suivant, intitulé « collecteurs d'ondes », contient, outre l'étude des antennes et des cadres, un grand nombre de renseignements pratiques tout à fait étrangers au captage des ondes, puisqu'ils ont trait soit aux récepteurs : détecteurs, piles et accumulateurs, redresseurs, condensateurs, transformateurs, haut-parleurs ; soit aux émetteurs : alternateurs à haute fréquence, éclateurs, oscillateurs à lampes triodes, modulateurs et microphones.

Le chapitre sur la radiotéléphonie, ordonné suivant une classification logique, sera apprécié par les techniciens et par les amateurs. Toutefois l'on s'étonne d'y rencontrer la radiogoniométrie et les mesures de rayonnement, qui figureraient en meilleure place au chapitre « mesures et essais ». Dans l'étude des applications de la radiotéléphonie, un paragraphe est consacré à la téléphonie à haute fréquence par courant porteur. Deux chapitres concernent l'émission et la réception radiotélégraphique, ainsi que leurs applications.

L'utilisation des ondemètres et des procédés de mesures en haute fréquence est décrite très complètement. Cependant l'auteur ne mentionne pas l'emploi des résonateurs à lame de quartz pour la mesure et pour la stabilisation des longueurs d'onde. Un développement assez étendu est donné au réseau des stations émettrices, aux codes de transmission et de signaux horaires. Regrettons en passant que l'auteur qualifie de « broadcasting » la radiodiffusion des stations françaises. La télémécanique, la téléstéréographie, la liste des sociétés d'amateurs et la réglementation de la radioélectricité jusqu'en 1926 complètent l'ouvrage.

En résumé, malgré une certaine dissémination des matières, l'aide-mémoire de M. Pacoret est de nature à rendre des services aux initiés comme aux profanes. — M.-A.

(1) Un volume, format 18 cm × 14 cm, de 577 pages, avec 255 figures dans le texte, édité par la librairie A. Blanchard, 3 et 3 bis, place de la Sorbonne, à Paris (5e). Prix : relié, 32 fr.

Bibliographie : XXe Congrès de l'Union internationale de Tramways, Chemins de fer d'Intérêt local et Transports publics automobiles (1). — Nos lecteurs ont été tenus au courant par la publication dans cette revue des analyses de divers rapports présentés à ce Congrès qui a été tenu à Barcelone du 10 au 16 octobre 1926.

Cet ouvrage décrit en premier lieu l'organisation générale du Congrès ; une deuxième partie donne le compte rendu des diverses séances. Le compte rendu des réceptions, excursions, fêtes, fait l'objet de la troisième partie. Enfin, la quatrième et dernière partie qui comprend près de 400 pages, contient la reproduction in extenso des 16 rapports présentés et dont nous indiquons ci-après les divers sujets : Urbanisme ; Publicité et mesures en vue d'éviter les accidents ; Influence de la situation économique d'après-guerre sur les recettes et les dépenses ; Emploi d'aiguillages automatiques ou d'aiguillages commandés à distance sur les réseaux et particulièrement sur les lignes à trafic intense ; Standardisation des moteurs de traction : Exploitation commerciale d'un réseau ; Distribution de l'énergie de traction ; Les automotrices sur rails ; Etudes et essais de supports de voie pour réduire la consommation des traverses en chêne ; Les transports publics automobiles ; communications diverses.

Cet ouvrage d'une présentation luxueuse et illustré de nombreux schémas et photographies renferme de nombreuses données statistiques. Il sera lu avec intérêt par les spécialistes de la traction électrique. — L.-V.

(1) Un volume, format 27 cm × 21 cm, de 625 pages avec de nombreuses figures dans le texte et hors texte, édité par l'Union internationale de Tramways, de Chemins de fer d'Intérêt local et de Transports publics automobiles, 112, rue du Trône, à Bruxelles (Belgique). Prix : broché 1 0 fr belges.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Considérations sur la théorie des machines électriques à courant polyphasé

Entré directement dans l'industrie électrique à sa sortie de l'Ecole polytechnique, sans avoir suivi l'enseignement technique normal d'une école spéciale, l'auteur, pour mieux approfondir les lois du fonctionnement des machines électriques, s'est appliqué, avec les ressources d'une intelligence vive et créatrice, à réinventer les théories correspondantes, sans s'astreindre à en suivre le mode classique de développement. Des notes, malheureusement inachevées, de l'auteur, emporté prématurément par une mort accidentelle, M. L. Astier, ingénieur en chef du service technique central de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, a extrait la partie consacrée aux machines à courant polyphasé et plus spécialement aux machines synchrones (génératrices et réceptrices). M. A. Mauduit, professeur d'Electrotechnique à la Faculté des Sciences de Nancy, après examen de ces notes, a pensé intéressant de les porter à la connaissance de nos lecteurs. L'auteur fonde sa théorie sur trois lois générales préliminaires, relatives : la première à la constance du flux magnétique à travers un enroulement sans résistance fermé en court-circuit; la seconde à ce fait que le flux reste sinusoïdal et constant à travers la surface limitée par un circuit alimenté sous tension sinusoïdale et constante; la troisième à l'expression de la puissance électrique d'un enroulement, égale au produit du couple mécanique par la vitesse du champ tournant par rapport à cet enroulement. Les théories usuelles des machines mettent bien ces lois en évidence; mais le plus souvent d'une façon accidentelle et secondaire, tandis que l'auteur, en les prenant pour base de sa théorie, leur donne une importance beaucoup plus grande. C'est là ce qui constitue la principale originalité de cet exposé; il rendra service aux lecteurs qui n'ont pas eu le temps d'approfondir l'étude des machines électriques en leur facilitant ce travail, et il offrira, à ceux qui sont déjà au courant de ces théories, des comparaisons et des vues d'ensemble fort intéressantes.

Introduction

Le nom de Résal, nom du signataire de l'étude que l'on va lire, n'est pas inconnu des lecteurs de cette revue. Louis Résal était petit-fils, fils et neveu d'ingénieurs éminents du corps des Mines ou des Ponts et Chaussées, dont le nom reste attaché à des travaux de mécanique et de résistance des matériaux faisant autorité.

Il se disposait à entrer lui-même à l'Ecole polytechnique lorsque la guerre éclata. Mobilisé aussitôt dans l'artillerie, il passa au début de 1915 dans l'aviation, où il se distingua tant par son courage que par ses rares qualités d'observateur. Deux fois blessé, ayant abattu deux avions ennemis, il était titulaire de cinq citations et chevalier de la Légion d'honneur.

Entré ensuite à l'Ecole polytechnique en 1919, il débutait dans l'industrie en 1922 à la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston, où il conçut divers appareils ou dispositifs qui furent brevetés. Après avoir échappé aux dangers de la guerre, il devait trouver quelques années plus tard, en août 1925, à peine âgé de trente ans, une mort tragique au cours d'une excursion sur le Rhône.

L'étude qu'on va lire est la mise au net de notes que Louis Résal avait laissées et qui constituaient les premières bases d'une théorie plus complète des machines électriques, restée malheureusement inachevée. Elle contient de nombreux aperçus originaux et fort intéressants sur les machines à courant polyphasé. L'exposé en est fait sans calcul et les raisonnements suivis s'apparentent au raisonnement géométrique plus propre à donner une représentation claire des phénomènes.

Qu'il me soit permis, en souvenir de ma grande amitié pour Louis Résal, d'exprimer ici ma vive reconnaissance à M. A. Mauduit qui a bien voulu se charger de revoir et d'annoter, pour le présenter aux lecteurs de cette revue, son dernier travail qui méritait de ne pas tomber dans l'oubli.

L. Astier,

Ingénieur en chef du service technique central à la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité.

Théorie des machines électriques à courant polyphasé

I. Principes fondamentaux. — 1. RÉACTION D'ENROULEMENT. — 1° *Cas d'un enroulement en court-circuit.* — Une spire A (fig. 1) est formée d'un fil métallique d'une épaisseur infiniment petite et a une résistance non inductive pratiquement nulle. Si une cause extérieure tend à faire varier le flux magnétique qui traverse la spire, un courant y circule. Supposons que cette cause tende à augmenter le flux dont les lignes de force sont

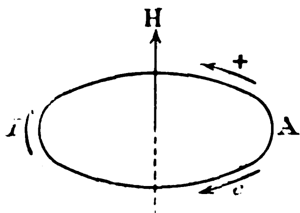


Fig. 1. — Schéma d'une spire siège d'une réaction d'enroulement due à une cause extérieure tendant à faire varier le champ magnétique.

dirigées de bas en haut. Dans la spire est induite une force électromotrice égale à la dérivée, changée de signe, du flux par rapport au temps. Comme le sens positif correspondant au champ est dans le sens inverse des aiguilles d'une montre sur la spire (loi du tire-bouchon de Maxwell), la force électromotrice induite est dirigée dans le sens des aiguilles d'une montre et le courant également.

Quelle est l'intensité du courant qui circule?

Elle ne peut pas être très grande, parce que le courant provoquerait un flux en sens inverse du flux extérieur et plus grand que lui : l'effet serait en sens inverse de la cause et infiniment plus grand, ce qui serait absurde.

Elle ne peut pas être toute petite, parce que le courant ne compenserait pas l'augmentation du flux dans la spire. Il y aurait encore force électromotrice et le courant, n'étant limité par aucune résistance, prendrait une valeur bien plus grande.

L'intensité du courant a donc une valeur telle que son action annule identiquement la variation du flux due à une cause extérieure, d'où

Loi I : Le flux magnétique qui traverse un enroulement en court-circuit et sans résistance reste constant, quelles que soient les actions extérieures agissantes.

Si le flux est nul initialement, il reste nul indéfiniment.

2° *Cas d'un enroulement alimenté par une puissance électrique infinie.* — Un circuit à courant alternatif est dit de *puissance infinie* quand on peut lui demander ou lui fournir un courant quelconque et aussi grand que l'on veut, sans que ni la tension, ni la fréquence de ce courant changent de valeur.

Une spire S de résistance nulle est alimentée par un circuit de puissance infinie. Comme la spire ne comporte ni résistance, ni capacité, sa self-inductance seule provoquera une force contre-électromotrice égale et opposée à la tension du circuit. Le flux alternatif qui la traversera aura donc une valeur telle que

$$\omega \Phi = E,$$

où ω est la pulsation, et le flux sera créé par un courant magnétisant tel que $\Phi_0 = L I_0$, où L est la self-inductance de la spire.

Avec la spire en court-circuit, nous avions un flux constant; dans le cas actuel nous avons un flux alternatif de valeur efficace constante correspondant à la valeur efficace constante de la tension alternative du circuit.

Si une cause extérieure agit pour faire varier le flux magnétique qui traverse la spire S, le courant qui circule prendra immédiatement une valeur telle que le flux restera sinusoïdal et avec la même amplitude, sans quoi la force contre-électromotrice ne serait plus égale à la tension du circuit et, par suite, la différence entre ces deux quantités serait une force électromotrice qui ferait varier l'intensité du courant jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli, d'où

Loi II : Un enroulement alimenté sous une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace constante, par un circuit de puissance infinie, est traversé par un flux alternatif sinusoïdal de valeur efficace constante, quelles que soient les actions extérieures. Le produit

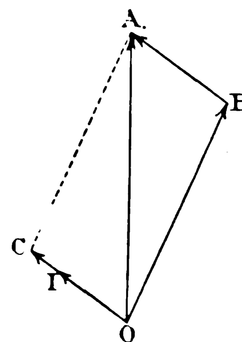


Fig. 2. — Diagramme des flux à travers un enroulement alimenté par un circuit électrique de puissance infinie.

par la pulsation de cette valeur efficace du flux [1] *est égal à la tension efficace du circuit.*

Si le vecteur tournant $\overline{OA}$ représente (fig. 2) le flux tournant dans un enroulement polyphasé alimenté par un circuit de puissance infinie et si $\overline{OB}$, autre vecteur, représente le flux créé dans l'enroulement par la cause extérieure, la différence géométrique $\overline{BA}$ représente le

(1) Il faut entendre ici le flux totalisé dans les différentes spires de l'enroulement.

flux créé par le courant $\overline{OI}$ qui va circuler dans l'enroulement ; la self-inductance de l'enroulement [1] étant L, le vecteur $\overline{BA}$ est égal à $\overline{OI} \times L$.

Le vecteur $\overline{OB}$ peut être fixe ou tourner à n'importe quelle vitesse et dans n'importe quel sens, la relation reste vraie. Ce vecteur peut même changer de valeur avec le temps.

2. Fuites magnétiques. — Considérons (fig. 3) une spire S en court-circuit et sans résistance, qui est formée de deux boucles A et B suffisamment éloignées l'une de l'autre pour que les actions à distance de l'une sur l'autre soient nulles ou du moins négligeables. Supposons qu'entre elles les deux conducteurs de la spire soient assez rapprochés pour être dépourvus de self-inductance. D'après la loi I, le flux total qui traverse la spire est constant quelles que soient les actions extérieures : il en résulte que, si cette action n'a lieu que sur la boucle A, le courant qui va circuler dans la spire fera

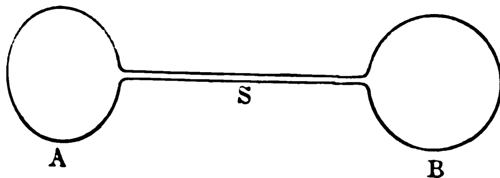


Fig. 3. — Schéma d'un circuit sans résistance et sans fuites magnétiques.

varier le flux de la boucle B et, comme le flux total reste constant, le flux de la boucle A variera également, mais sa variation sera égale et de signe contraire à celle de la boucle B. Autrement dit, on peut écrire

$$\frac{d\Phi_A}{dt} + \frac{d\Phi_B}{dt} = 0,$$

Φ_A et Φ_B désignant les flux des boucles A et B.

Si l'action extérieure est telle qu'elle impose à la boucle A une variation de flux bien déterminée, quel que soit le courant qui circule dans la spire, la variation de flux dans la boucle B sera égale et de signe contraire à celle qui est imposée à la boucle A.

Soient (fig. 4) deux enroulements représentés schématiquement par deux spires sans résistance S_1 et S_2. Si un courant circule dans S_1, il provoque dans cette spire un flux qui est une fonction linéaire du courant ; parmi toutes les lignes de force du champ magnétique, une partie traverse la spire S_2 et l'autre partie passera à côté. Le flux induit dans la spire S_2 est donc inférieur à celui qui traverse la spire S_1 et la différence est appelée le flux de fuites de la spire S_1 par rapport à la spire S_2. Si le courant augmente ou diminue dans la spire S_1, la répartition du champ magnétique dû à S_1 ne change pas et seule son intensité varie dans la même proportion que le courant. Donc le rapport entre le flux produit dans S_2 et le flux de fuites est constant et

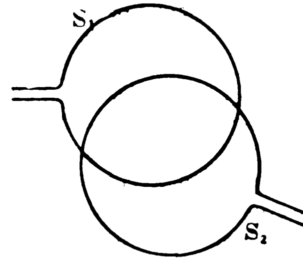


Fig. 4. — Schéma de deux circuits présentant des fuites magnétiques.

chacun de ces flux est une fonction linéaire du courant qui circule dans S_1. Il en résulte qu'on a la relation

$$L_1 I_1 = \lambda_1 I_1 + M I_1,$$

où I_1 est le courant qui circule dans la spire S_1, L_1, sa self-inductance, λ_1, le rapport constant entre le courant I_1 et le flux de fuites, c'est-à-dire la self-inductance de fuites de la spire S_1 et M, le coefficient d'induction mutuelle entre les spires S_1 et S_2.

Réciproquement, si I_2 est un courant circulant dans la spire S_2, on a

$$L_2 I_2 = \lambda_2 I_2 + M I_2,$$

et $\lambda_2 I_2$ est le flux de fuites de la spire S_2 par rapport à la spire S_1.

Pratiquement, il est impossible d'éviter les fuites magnétiques entre deux enroulements, mais on conçoit que, dans une machine idéale, elles pourraient disparaître.

Enfin, les deux self-inductances de fuites λ_1 et λ_2 ne sont liées entre elles par aucune relation : λ_1 peut avoir une certaine valeur quand λ_2 est nul. En effet, il suffit de supposer que la spire S_1 est formée de deux boucles A et B et que la spire S_2 coïncide géométriquement avec A ; la self-inductance de fuites de S_1 par rapport à S_2 est égale à la self-inductance de la boucle B et la self-inductance de fuites de S_2 par rapport à S_1 est nulle, car toute ligne de force de S_2 traverse la boucle A et par suite, S_1. Comme on peut faire varier à volonté la boucle B sans changer la spire S_2, on voit par là qu'il n'y a aucune relation entre les inductances de fuites λ_1 et λ_2.

II. Théorie générale des machines électriques.

— Toute machine électrique, qui transforme de l'énergie mécanique en énergie électrique ou réciproquement, est constituée par une partie fixe appelée stator et une partie mobile appelée rotor. Chacune de ces

[1] La self-inductance envisagée est une inductance « cyclique », telle qu'elle a été définie par M. A. Blondel, c'est-à-dire une inductance dans laquelle on tient compte, pour chaque phase, de l'action mutuelle des autres phases, ou, ce qui revient au même, dans laquelle on considère le flux tournant Ferraris et non le flux alternatif propre produit par le courant de la seule phase en question.

parties possède un enroulement parcouru soit par du courant alternatif polyphasé [1], soit par du courant continu. Lorsque le courant est polyphasé, le champ magnétique tourne par rapport à la pièce qui porte l'enroulement avec une vitesse proportionnelle à la pulsation ω ; lorsque le courant est continu, le champ est fixe par rapport à la pièce,

Ces deux champs, portés par le stator et par le rotor, sont fixes l'un par rapport à l'autre ; il faut donc qu'au moins un des deux champs tourne par rapport à la pièce et à l'enroulement qui lui donne naissance, c'est-à-dire qu'il provienne d'un courant alternatif. Ils sont fixes l'un par rapport à l'autre, quand la machine est dans un régime permanent ; ils sont mobiles l'un par rapport à l'autre, quand la machine est dans un régime, transitoire. Pour l'instant, seul le régime permanent est étudié ici. Les deux champs sont représentés chacun par un vecteur et ces deux vecteurs ont même origine, si bien que leur différence géométrique apparait immédiatement.

Lorsque les deux vecteurs ont même direction, un pôle statorique nord est exactement en face d'un pôle rotorique sud et réciproquement. Toute la puissance de la machine et, par suite, toute son utilité proviennent de l'action mutuelle des champs l'un sur l'autre.

Quand les deux vecteurs ne coïncident pas en direction, les pôles rotoriques et statoriques de noms contraires ne sont plus en face les uns et les autres. Ils s'attirent pour revenir à cette position d'équilibre, et ces attractions admettent comme résultante un couple qui est moteur ou résistant, suivant qu'il est dans le même sens que le mouvement de rotation du rotor ou en sens inverse.

Un des enroulements est relié au réseau qui fournit ou absorbe l'énergie, l'autre est, soit relié à une source de courant continu (machines synchrones), soit en court-circuit sur lui-même (machines asynchrones).

Le premier sera appelé enroulement principal, le second, l'enroulement secondaire. Les expressions d'induit et d'inducteur ne sont que des survivances de termes usités pour les machines à courant continu, et leur emploi pour les machines à courant alternatif ne se justifie pas.

Une force électromotrice induite dans un enroulement est égale à la dérivée, changée de signe, d'un flux magnétique par rapport au temps :

$$E = -\frac{d\Phi}{dt}.$$

Mais le flux est égal au produit d'une surface S par un champ magnétique H [2], d'où

$$\frac{d\Phi}{dt} = S\frac{dH}{dt} + H\frac{dS}{dt}.$$

[1] En laissant de côté les machines à courant monophasé.

[2] Ou par une induction magnétique $B = \mu H$ dans une section du circuit magnétique comprenant du fer ou une substance magnétique.

On peut alors distinguer deux espèces de machines :

a) Celles où la surface que traverse le flux est constante et où le champ magnétique est variable ; mais comme il ne peut pas varier indéfiniment dans le même sens, il est périodique et même sinusoïdal, avec une pulsation ω ;

b) Celles où le champ magnétique est constant et où la surface est variable : cette variation de la surface peut être indéfiniment dans le même sens en utilisant des balais et on peut obtenir ainsi une force électromotrice continue ; mais cette dernière solution n'est que peu ou point utilisée dans l'industrie, les génératrices ou moteurs à courant continu ordinaires faisant partie de la première espèce de machines.

Nous avons alors le droit de représenter les tensions, par des vecteurs puisque la relation qui existe entre ces tensions et le flux est linéaire, la pulsation ω étant constante.

Le vecteur $\overline{OP}$ (fig. 5) représente la tension du circuit de puissance infinie auquel la machine est reliée,

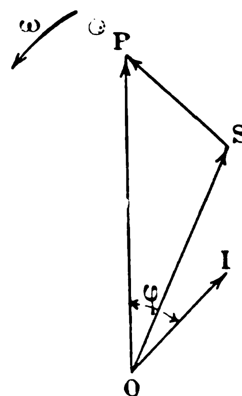


Fig. 5. — Diagramme général des tensions et courants dans une machine électrique.

c'est-à-dire la tension aux bornes de l'enroulement principal ; le vecteur $\overline{OS}$, la tension que l'enroulement secondaire induit dans l'enroulement principal ; la différence géométrique $\overline{SP}$ de ces deux vecteurs représente la réaction d'enroulement qui apparait dans l'enroulement principal ; cette réaction est produite par le courant $\overline{OI}$ normal au vecteur $\overline{SP}$, décalé en arrière, et tel que, si L désigne la self-inductance de l'enroulement principal, on a

$$\overline{SP} = \overline{OI} \times L\omega.$$

On voit que la somme géométrique des vecteurs $\overline{OS}$ et $\overline{SP}$ est bien égale à la tension $\overline{OP}$ du circuit d'alimentation, comme l'indique la loi II.

Soient (fig. 6) S_1, S_2, S_3, S_4, quatre positions du point S par rapport au vecteur $\overline{OP}$, que se passe-t-il ?

1° En S_1, le vecteur $\overline{OS_1}$ est décalé en arrière par rapport à $\overline{OP}$: il est attiré vers la position $\overline{OP}$, il y a

un couple moteur. Le courant en quadrature avec $\overline{S_1 P}$ et déphasé en arrière se trouve en phase avec $\overline{OP}$, et la puissance active fournie par le réseau est égale à $E_0 I_1 \cos \varphi = E_0 I_1$. La puissance réactive échangée est égale à $E_0 I_1 \sin \varphi = 0$, car sin φ est nul ; la machine fonctionne en moteur compensé.

2° En S_2, le vecteur $\overline{OS_2}$ a même direction que $\overline{OP}$; il n'y a pas de couple, ni moteur, ni résistant. Le vecteur $\overline{S_2 P}$ est en opposition avec $\overline{OP}$ (car $\overline{OS_2}$ est plus grand que $\overline{OP}$) et le courant $\overline{OI_2}$ est en quadrature avec $\overline{OP}$, mais déphasé en avant. L'angle φ compté positivement en sens inverse du sens de rotation des vecteurs est négatif. La puissance active est nulle, car $\cos \varphi = 0$. La puissance réactive est $E_0 I_2 \sin \varphi = E_0 I_2$;

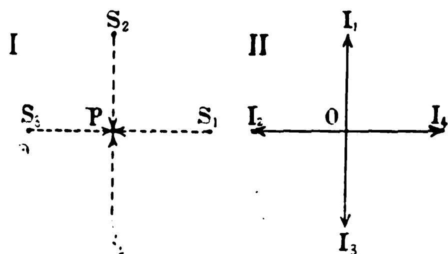


Fig. 6. — Diagrammes figurant : en I, quatre positions particulières, PS_1, PS_2, PS_3, PS_4 du vecteur $\overline{PS}$; en II, les quatre positions correspondantes du vecteur OI.

la machine fournit au réseau de la puissance réactive.

3° En S_3, tout se passe comme en S_1, mais en sens contraire. Le couple est résistant; le courant est en opposition avec la tension; cos φ est égal à -1. La puissance active est égale à $-E_0 I_3$ et la puissance réactive nulle; la machine fonctionne en génératrice.

4° En S_4 tout se passe comme en S_2, mais en sens inverse : le vecteur $\overline{S_4 P}$ est en conjonction avec $\overline{OP}$. Le courant I_4 est déphasé en arrière et en quadrature avec $\overline{OP}$. La puissance active est nulle, la puissance réactive est positive et égale à $E_0 I_4$; la machine absorbe de la puissance réactive produite par le réseau.

Dans le cas ordinaire, le point S peut être n'importe où, mais le vecteur $\overline{SP}$ se décomposera en deux autres, suivant les directions 1 ou 3 et 2 ou 4. Par un raisonnement analogue, on déduit les échanges de puissances active ou réactive de la machine avec le circuit d'alimentation.

La puissance électrique de l'enroulement principal est égale au produit du vecteur $\overline{OP}$, représentant la tension, par la projection du vecteur $\overline{OI}$ sur $\overline{OP}$, soit $\overline{Oi}$ (fig. 7). Soit s projection de S sur $\overline{OP}$. Les triangles PSs et Oli sont semblables et $\overline{Ss}$ et $\overline{Oi}$ sont les côtés homologues; comme $\overline{SP}$ et $\overline{OI}$ sont dans un rapport constant, $\overline{Ss}$ et $\overline{Oi}$ seront dans le même rapport ; donc la puissance électrique de l'enroulement principal est mesurée par la surface du triangle OPS, qui est égale au produit $\overline{OP} \times \overline{Ss}$, c'est-à-dire dans un rapport constant avec $\overline{OP} \times \overline{Oi}$.

Mais la vitesse de rotation ω est constante; donc on peut diviser la puissance de l'enroulement par cette vitesse de rotation et le quotient sera un couple. Ce couple n'est autre que celui qui résulte des attractions magnétiques entre le rotor et le stator, couple qui est

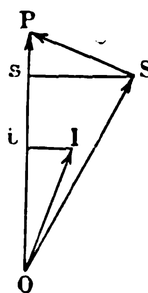


Fig. 7. — Diagramme indiquant la puissance électrique dans un enroulement d'une machine.

évidemment égal au couple mécanique de la machine, aux pertes près.

D'où la loi :

Loi III : La puissance électrique d'un enroulement est égale au produit du couple mécanique qu'il supporte par la vitesse de rotation du champ tournant par rapport à cet enroulement; elle est positive quand la vitesse et le couple sont dans le même sens (génératrice) et négative quand ils sont de sens contraires (moteur).

Cette loi a été établie sans tenir compte de l'autre enroulement de la machine qui peut tourner dans n'importe quel sens ou bien rester fixe par rapport aux champs tournants.

Cette démonstration supposait implicitement que la machine est bipolaire puisqu'on a parlé d'une vitesse de rotation égale à la pulsation ω. Mais dans le cas où elle aurait un plus grand nombre de pôles, la loi reste vraie; si $2p$ est ce nombre, la vitesse de rotation est égale à $\frac{\omega}{p}$ et le couple est égal à pC_0, si C_0 est le couple d'une machine de même puissance, mais bipolaire. On constate que le produit reste le même.

III. Etude particulière des machines. — 1. ALTERNATEURS ET MOTEURS SYNCHRONES. — Un alternateur est une machine polyphasée dont l'enroulement principal est presque toujours placé sur le stator et dont l'enroulement secondaire, porté par le rotor, est alimenté en courant continu par une génératrice appelée excitatrice. Le champ produit par l'enroulement secondaire est donc fixe par rapport à lui. Le champ de l'enroulement principal tourne par rapport à lui et, comme les deux champs sont fixes l'un par rapport à l'autre, les deux enroulements tournent l'un par rapport à l'autre

à la vitesse des champs dans l'enroulement principal.

Tout ce qui a été dit précédemment s'applique à l'alternateur.

Pour étudier plus facilement ce qui se passe, supposons d'abord que l'alternateur n'a ni inductance de fuites de l'enroulement principal par rapport à l'enroulement secondaire, ni résistance. Il est relié à un circuit de puissance infinie. La valeur efficace de l'induction dans le fer est fixe, puisque la pulsation et la tension sont constantes et, par conséquent, le flux également.

Si le courant circulant dans l'enroulement secondaire crée une tension plus forte que celle du circuit, la réaction de l'enroulement principal la diminue et la machine fournit de la puissance réactive magnétisante au circuit. Elle fonctionne alors en compensateur synchrone et est dite « surexcitée ».

Si le courant circulant dans l'enroulement secondaire crée une tension moins forte que celle du circuit, la réaction de l'enroulement principal l'augmente et la machine absorbe de la puissance réactive magnétisante. Elle fonctionne alors en bobine de self-inductance et est dite « sousexcitée ».

Si l'enroulement secondaire est en retard sur la tension du circuit, la réaction de l'enroulement principal l'attire dans le sens de rotation des champs et la machine absorbe de la puissance active du réseau ; elle fonctionne en moteur synchrone.

Si l'enroulement secondaire est en avance sur cette tension, la réaction de l'enroulement principal le retient en sens inverse du sens de rotation des champs et l'alternateur fournit de la puissance active au réseau ; il fonctionne en générateur.

Enfin, si l'excitation n'est ni trop forte, ni trop faible et si l'enroulement secondaire n'a pas de décalage, la réaction de l'enroulement principal est nulle et il ne se passe rien.

Puisque l'enroulement secondaire tourne au synchronisme, nous avons le droit de représenter les tensions par des vecteurs tournant tous à la même vitesse.

Supposons que l'excitation soit constante et telle que la tension $\overline{OS}$, induite par l'enroulement secondaire dans l'enroulement principal, soit égale à la tension $\overline{OP}$ du circuit auquel la machine est reliée (fig. 8). Comme le vecteur $\overline{OS}$ a une longueur constante, le lieu géométrique du point S est la circonférence a de rayon OS et de centre O. L'intensité du courant qui circule dans l'enroulement principal est représentée par le vecteur $\overline{OI}$ normal à $\overline{SP}$ et déphasé en arrière. De plus, ces deux vecteurs sont dans un rapport constant. Choisissons sur la figure l'échelle des courants et celle des tensions de telle façon que ce rapport soit égal à l'unité. Le vecteur $\overline{SP}$ a son extrémité P fixe et son origine S mobile sur le cercle de centre O et de rayon OS. Le vecteur $\overline{OI}$ a son origine fixe O et son extrémité mobile I sur un lieu géométrique qui se déduit de celui de S par une translation qui amène P en O, O en O′ et S en S′, et par une rotation autour de O de $\frac{\pi}{2}$ dans le sens de ω, qui amène S′ en I et O′ en O_1. Donc le lieu géométrique du point I est un cercle III dont le centre O_1 est sur la normale à OP passant par O_1 et dont le rayon est $\overline{O_1O}$ égal à $\overline{OS}$.

Changeons l'excitation de l'alternateur et donnons-lui une valeur constante plus grande ; le lieu géométrique du point S devient le cercle b de centre O et de rayon $\overline{OS_1}$; par les mêmes transformations, le lieu géométrique du point I se déduit du cercle b et on obtient ainsi le cercle IV de la figure 8. Il existe donc une famille de cercles de centre O_1 et en nombre simplement infini qui représentent chacun le lieu géométrique de l'extrémité I du vecteur de courant $\overline{OI}$ pour une valeur bien déterminée de l'excitation.

Fig. 8. — Diagramme des tensions et courants d'une machine synchrone : I, II,.. VII, cercles à courant d'excitation constant.

Lorsque l'excitation est constante, la position du point I sur le cercle correspondant ne dépend que de la charge.

La puissance de l'alternateur est donnée par le produit $EI \cos \varphi$, où E représente la tension $\overline{OP}$, I le courant $\overline{OI}$ et φ l'angle $\widehat{IOP}$; mais le produit $I \cos \varphi$ mesure la valeur $\overline{Oi}$ de la projection de $\overline{OI}$ sur $\overline{OP}$, qui est constant et fixe (fig. 9). Ainsi, toutes les positions du point I qui sont sur une même normale à $\overline{OP}$ correspondent à la même puissance. Il existe donc une famille de droites en nombre simplement infini, droites normales à $\overline{OP}$ et qui représentent chacune le lieu géo-

métrique du point I pour une valeur bien déterminée de la puissance.

Les deux droites normales à $\overline{OP}$ et tangentes à un cercle d'égale excitation représentent la puissance maximum de la machine pour cette excitation, soit comme moteur, soit comme génératrice. Le lieu géométrique des points de contact de ces droites avec les

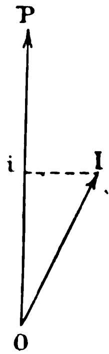


Fig. 9. — Diagramme indiquant la puissance d'un alternateur ou moteur synchrone.

cercles lieux géométriques de I est la droite $O_1 x_1$ parallèle à OP.

Toutes les positions du point I situées à droite de la droite $O_1 x_1$ correspondent à un fonctionnement instable de la machine. En effet, soit I (fig. 10) l'extrémité du vecteur $\overline{OI}$ correspondant à une puissance déterminée: la position du vecteur $\overline{OS}$ s'en déduit immé-

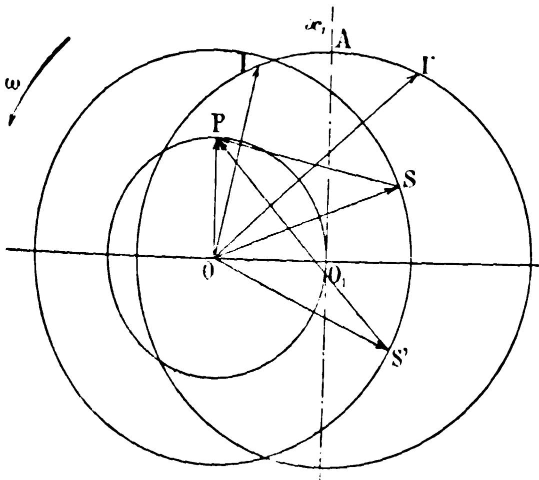


Fig. 10. — Diagramme d'un alternateur ou moteur synchrone à courant d'excitation constant.

diatement. D'après les positions relatives des différents vecteurs, la machine fonctionne en moteur synchrone. Supposons que le couple résistant augmente brusquement: le vecteur $\overline{OS}$ va ralentir et, par suite, augmenter son déphasage par rapport au vecteur $\overline{OP}$; le point I va donc se rapprocher du point A, mais la puissance fournie augmente et, par suite, si l'augmentation de puissance demandée n'est pas trop forte, le point I se fixe entre sa position première et le point A et la machine a repris de nouveau un régime permanent : elle est stable.

Si, au contraire, le point I est en I', pour une augmentation du couple résistant, le déphasage entre $\overline{OS'}$ et $\overline{OP}$ augmente et le point I' s'éloigne de A ; la puissance fournie diminue. Le couple moteur étant plus faible que le couple résistant, le décalage augmente. Finalement, le rotor ne tourne plus à la vitesse de synchronisme et ne fournit plus aucune puissance; la machine est décrochée.

Lorsque le point I est en A, le point S est sur la droite $\overline{OO_1}$. La puissance maximum de l'alternateur est donc atteinte pour une excitation déterminée, lorsque les tensions des enroulements, principal et secondaire, sont en quadrature ; cette puissance maximum est proportionnelle à l'excitation.

Les courbes d'égales valeurs de cos φ sont les droites concourantes au point O; elles sont en nombre simplement infini.

Il existe donc trois familles de courbes : les cercles d'égale excitation, les droites parallèles d'égale puissance, les droites concourantes d'égal facteur de puissance (cos φ). Il est facile, connaissant deux éléments, de trouver le troisième.

La puissance de la machine, ou le couple, pour une excitation déterminée, ne dépend à un instant donné, que du déphasage des deux tensions $\overline{OP}$ et $\overline{OS}$, déphasage égal au décalage entre le champ de l'enroulement principal et le champ de l'enroulement secondaire. Cette remarque, qui subsiste même si l'enroulement secondaire ne tourne pas à la vitesse de synchronisme, est la base de l'étude du fonctionnement des machines synchrones en régime transitoire.

D'autres idées peuvent être développées au sujet des alternateurs. Elles seront étudiées ultérieurement dans un autre chapitre [1].

2. Machines asynchrones. — Une machine asynchrone se compose d'un enroulement principal identique à celui d'un alternateur et d'un enroulement secondaire polyphasé, en court-circuit sur lui-même. Le plus souvent, l'enroulement principal est porté par le stator et l'enroulement secondaire, par le rotor.

Nous supposons que l'enroulement principal n'a ni résistance, ni inductance de fuites par rapport à l'enroulement secondaire et que l'enroulement secondaire n'a pas de résistance. Soit L l'inductance de fuites de l'enroulement secondaire par rapport à l'enroulement principal. La machine est alimentée par un circuit de puissance infinie.

Avant tout, cherchons ce qui se passe dans l'enroulement secondaire, pour connaître son action sur l'enroulement principal. D'après la loi I, le flux total qui

[1] Malheureusement ce chapitre n'a pas été rédigé.

traverse l'enroulement secondaire est constant, puisqu'il n'a pas de résistance. Ce flux a donc une direction fixe dans l'enroulement secondaire et une grandeur constante, qui est déterminée par l'induction du fer correspondant à la tension constante du circuit d'alimentation. Mais, d'autre part, le flux total de l'enroulement secondaire peut se diviser en deux :

Le flux commun aux deux enroulements, principal et secondaire, lequel est identiquement égal au flux qui traverse l'enroulement principal, puisque ce dernier n'a pas de fuites magnétiques par rapport à l'enroulement secondaire; 2° Le flux de fuites de l'enroulement secondaire par rapport à l'enroulement principal.

Supposons que, au début, l'enroulement secondaire tourne à la vitesse du synchronisme : le flux tournant occupe une position fixe dans l'enroulement secondaire. Il n'y a pas de variation de flux et il ne passe aucun courant dans le secondaire. La machine tourne à vide; il n'y a aucun couple.

Mais supposons qu'on freine l'enroulement secondaire; il ralentit et le flux tournant prend un certain décalage en avant dans l'enroulement secondaire; soit (fig. 11) $\overline{O\varphi'}$ la position du flux avant le freinage, et soit $\overline{O\varphi}$ sa position après le freinage; la variation du flux est mesurée par le vecteur $\overline{\varphi'\varphi}$. Cette variation

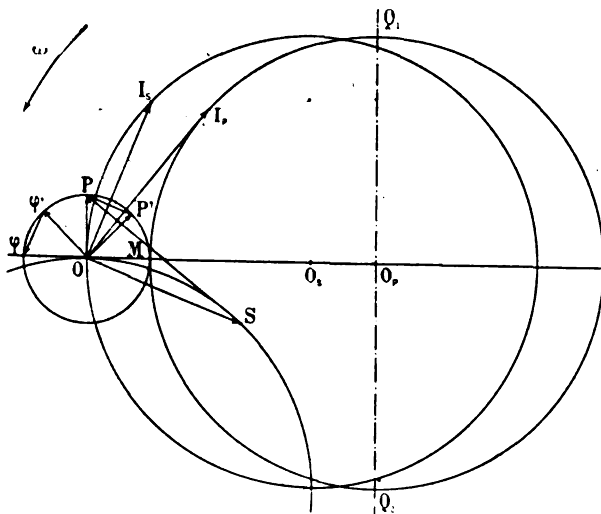


Fig. 11. — Diagramme des tensions et courants des machines asynchrones, dépourvues de résistance au secondaire et de fuites magnétiques au primaire.

s'est produite dans la partie commune des flux de l'enroulement secondaire et de l'enroulement principal; mais comme le flux total de l'enroulement secondaire ne subit aucune variation, il faut absolument qu'il circule dans le secondaire un courant tel qu'il produise dans l'inductance de fuites un flux égal et de signe contraire à la variation qui s'est produite. Soit $\overline{OI_s}$ le courant produit dans le secondaire; il est parallèle à $\overline{\varphi'\varphi}$ et de sens contraire et tel qu'on ait

$$L \times \overline{OI_s} = \overline{\varphi'\varphi}\ (^1).$$

Mais le courant $\overline{OI_s}$ de l'enroulement secondaire induit dans l'enroulement principal un flux et, par suite, une force électromotrice $\overline{OS}$ déphasée de $\frac{\pi}{2}$ en arrière par rapport à $\overline{OI_s}$. Le vecteur $\overline{OP}$ représentant la tension du circuit d'alimentation, le courant qui va circuler dans l'enroulement principal sera tel que la réaction d'enroulement de l'enroulement principal soit exactement représentée par le vecteur $\overline{SP}$; le courant dans l'enroulement principal est alors $\overline{OI_P}$, vecteur normal à $\overline{SP}$ et déphasé en arrière.

Supposons que la position finale du flux dans l'enroulement secondaire soit toujours la même, $\overline{O\varphi}$ et que la position initiale soit variable : le lieu géométrique du point φ' est le cercle de centre O et de rayon $\overline{O\varphi}$.

Le lieu géométrique du point I_s s'en déduit immédiatement : c'est la circonférence de centre O_s sur la droite φO et de rayon $\overline{OO_s}$ égal à $\frac{\overline{O\varphi}}{L}$. Le lieu géométrique de S se déduit de celui de I_s par une rotation de $\frac{\pi}{2}$ autour de O dans le sens inverse de ω (cercle de centre O_1).

Enfin, le lieu géométrique de I_P se déduit de celui de S par la translation PO et une rotation de $\frac{\pi}{2}$ autour de O dans le sens de ω. Le cercle de centre O_P, lieu géométrique du point I_P, a un rayon égal, à un facteur constant près, au quotient $\frac{\Phi}{L}$ où Φ est le flux total de l'enroulement principal et L l'inductance de fuites de l'enroulement secondaire.

On voit qu'il est avantageux d'augmenter le plus possible la valeur de ce quotient, c'est-à-dire de diminuer au maximum les fuites du rotor. De plus, il est facile de voir que le courant $\overline{OI_P}$ est la somme géométrique du courant de l'enroulement secondaire $\overline{OI_s}$ et du courant à vide $\overline{OM}$. Ce dernier n'est autre que le courant magnétisant nécessaire à l'excitation de la machine; on a avantage à le diminuer le plus possible pour que le facteur de puissance soit aussi grand que possible et, dans ce but, il faut diminuer la réluctance et, par suite, réduire l'entrefer au minimum.

Le fonctionnement avec le meilleur facteur de puissance est obtenu lorsque le vecteur OI_P est tangent au cercle de centre O_P. Dans un moteur bien construit, ce point est atteint pour les trois quarts de la charge, si bien que cos φ ne varie pas beaucoup entre la demi-charge et la pleine charge.

La grosse différence qui existe entre les machines

(1) Il s'agit ici évidemment du flux totalisé dans l'ensemble des spires du secondaire.

asynchrones et les machines synchrones vient du fait que la machine synchrone est bivariante (la puissance est une variable et l'excitation en est une autre), tandis que la machine asynchrone est univariante : la puissance seule est variable. Pour la machine synchrone, on avait des familles de courbes; avec la machine asynchrone, on a une courbe.

Les deux tangentes au cercle de centre O_p, normales au vecteur $\overline{OP}$, indiquent la puissance maximum possible et les points situés sur cette circonférence, à droite du diamètre Q_1Q_2, correspondent à une marche instable de la machine qui, à partir de Q_1, et Q_2, se décroche comme une machine synchrone.

On voit donc que la puissance maximum est liée directement aux fuites magnétiques du rotor et qu'elle augmente quand celles-ci diminuent.

Par tout ce qui précède, il apparait que l'enroulement secondaire tourne au synchronisme, ce qui est contraire à l'expérience. Mais nous avons négligé la résistance et nous en tiendrons compte dans un autre chapitre [1].

IV. Imperfections des machines électriques. — Dans les chapitres précédents nous avons négligé volontairement certains facteurs importants dans le fonctionnement des machines électriques, dans le but de ne pas tout embrouiller et de bien mettre en valeur les causes premières de leur marche.

Cette méthode a déjà été appliquée avec succès en mécanique. Au moyen âge, les savants n'ont pas réussi à trouver les lois fondamentales de la mécanique, parce qu'ils n'ont pas vu que les résultats des expériences qu'ils faisaient étaient faussés par le frottement dont ils avaient peut-être la notion, mais qu'ils n'arrivaient pas à séparer comme étant une cause parasite qu'il est utile de négliger pour découvrir les lois fondamentales.

Le très grand mérite des savants de la Renaissance et, en particulier, de Galilée, a été de s'apercevoir que le frottement existait dans les expériences que nous faisons sur la terre, mais qu'il est parfaitement nul dans les déplacements d'un corps isolé dans le vide comme sont les astres.

En électricité, la résistance joue un rôle tout à fait analogue au frottement en mécanique et l'on conçoit très bien qu'une machine électrique puisse fonctionner avec des enroulements dont la résistance serait nulle. Si cette résistance existe toujours en réalité dans les machines industrielles, cette circonstance est due au fait que nous n'avons pas à notre disposition des corps parfaitement conducteurs à la température ordinaire. Cette résistance est donc une imperfection qui diminue le rendement de la machine.

Les fuites magnétiques d'un enroulement par rapport à un autre sont également une imperfection qui diminue la puissance des machines électriques, comme nous allons le voir, c'est-à-dire que, pour une même masse de matériaux (cuivre, fer, isolants et autres), une machine sans fuites aurait une puissance plus grande que la machine avec fuites que seules nous sommes capables de réaliser.

Les fuites magnétiques sont quelquefois amplifiées pour servir de moyen de protection en cas de court-circuit, mais cette précaution est toujours prise au détriment du rendement. Elles résultent de ce que tous les corps peuvent être traversés par un champ magnétique, que ce dernier ne peut pas être acheminé méthodiquement dans telle direction ou dans tel volume et que, d'autre part, en raison du mouvement du rotor par rapport au stator, il n'est pas possible également de mettre en contact direct les deux enroulements, qui ne sont pas du reste au même potentiel. C'est donc pour des raisons d'ordre géométrique que la suppression totale des fuites magnétiques est impossible, bien plutôt que par suite de la mauvaise qualité des matériaux dont nous disposons.

Enfin, l'hystérésis du fer et les pertes mécaniques des machines tournantes sont encore des imperfections. Mais, par contre, il ne faut pas considérer la réaction d'enroulement comme une imperfection, c'est au contraire la base du fonctionnement des machines. S'il avait fallu faire intervenir tous ces facteurs dans l'étude de chaque machine, la complication qui en serait résultée aurait rendu l'exposé du fonctionnement à peu près incompréhensible.

Mais comme il importe de connaitre, non pas le fonctionnement d'une machine théorique, mais celui d'une machine industrielle, nous allons reprendre cette étude en tenant compte de ces imperfections. Dans l'exposé relatif aux machines synchrones, nous avons parlé des fuites magnétiques du rotor par rapport au stator, et nous aurions dû les supposer nulles : le résultat ainsi obtenu aurait été encore plus paradoxal que le fonctionnement qui a été expliqué, c'est pourquoi nous avons préféré anticiper sur ce qui suit.

V. Machines synchrones industrielles. — La résistance de l'enroulement secondaire des machines synchrones est compensée par la source à courant continu, dont la tension est égale à la chute de tension correspondant au courant d'excitation qui circule. Cette résistance n'intervient donc pas dans le schéma du fonctionnement des machines synchrones. Comme l'enroulement secondaire est parcouru par du courant continu, ses fuites magnétiques par rapport à l'enroulement primaire n'interviennent pas en régime permanent. En régime transitoire, elles ont, au contraire, une importance considérable.

Nous pouvons supposer que l'enroulement principal est divisé en deux parties : l'enroulement sans résistance ni fuites magnétiques par rapport à l'enroulement secondaire et, en série, l'inductance de fuites et la résistance.

[1] Malheureusement ce chapitre n'a pas été rédigé, et la théorie qui précède, intéressante par les aperçus originaux qu'elle contient, reste incomplète. Elle laisse de côté l'une des variables les plus importantes, le *glissement*, et ne fait pas suffisamment ressortir la proportionnalité du couple maximum au courant magnétisant.

Soient (fig. 12) $\overline{OP}$ la tension du circuit de puissance infinie auquel est reliée la machine, $\overline{OS}$ la force électromotrice induite par l'enroulement secondaire dans l'enroulement principal et $\overline{OI}$ le courant qui circule dans l'enroulement primaire.

La réaction d'enroulement $\overline{SP_1}$ est normale au vecteur $\overline{OI}$, déphasée en **avant et dans** un rapport constant

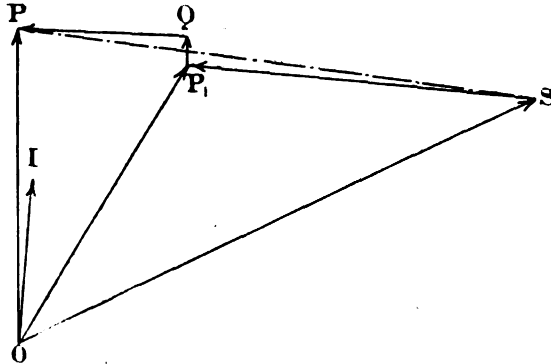


Fig. 12. — Diagramme de fonctionnement d'un alternateur possédant une résistance et des fuites magnétiques.

avec lui. Elle est égale à $L\omega \times \overline{OI}$, si L mesure la self-inductance de l'enroulement principal dans sa partie qui n'a ni résistance, ni fuites magnétiques par rapport à l'enroulement secondaire. La résistance R introduit une chute de tension $\overline{P_1Q}$, égale à $R \times \overline{OI}$ et en phase avec le courant. L'inductance de fuites l introduit une autre chute de tension $\overline{QP}$ normale au courant, déphasée en avant et égale à $l\omega \times \overline{OI}$. La somme géométrique $\overline{SP}$ des trois vecteurs $\overline{SP_1}$, $\overline{P_1Q}$ et $\overline{QP}$, est dans un rapport constant avec le courant $\overline{OI}$. Elle fait également un angle constant avec $\overline{OI}$, égal à $\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$, où α (fig. 13) est l'angle opposé au côté proportionnel à la

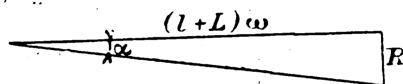


Fig. 13. — Diagramme de l'impédance totale de l'enroulement principal (stator) d'un alternateur avec résistance et fuites magnétiques.

résistance R dans un triangle rectangle, dont l'autre côté est proportionnel à la réactance totale de l'enroulement principal $(l + L)\,\omega$.

Le lieu géométrique du point S est toujours (fig. 14), pour un courant d'excitation constant, un cercle de centre O. Le lieu géométrique du point i s'en déduit par la translation $\overline{PO}$, par la rotation de $\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right)$ dans le même sens que le sens de rotation des vecteurs et par une homothétie dans le rapport $\frac{\overline{OI}}{\overline{SP}}$: on obtient ainsi le point O_1, centre de tous les cercles d'égale excitation (I, II, III et IV, entre autres).

Si la résistance et l'inductance de fuites de l'enroulement principal par rapport à l'enroulement secondaire sont nulles, le centre des cercles d'égale excitation n'est plus en O_1 sur la droite OA, mais en O'_1 sur la droite OB normale à OP. De plus, la distance $\overline{OO_1}$ est égale au produit de $\overline{OP}$ par le rapport $\frac{\overline{OI}}{\overline{SP}}$, $\overline{SP}$ étant la

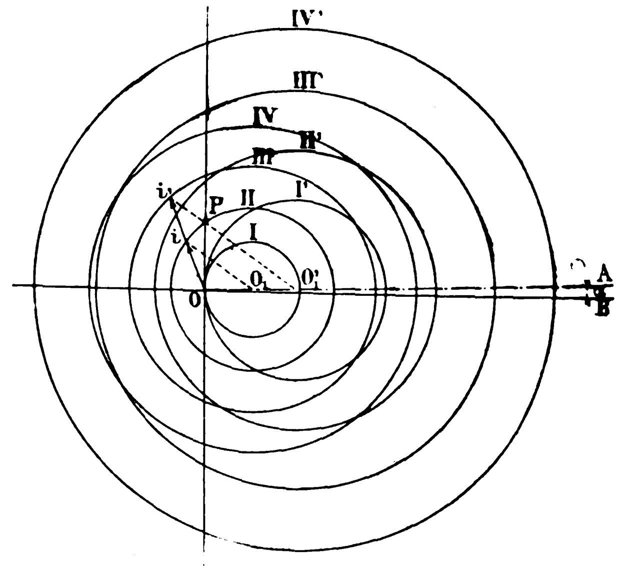


Fig. 14. — Diagramme du fonctionnement d'un alternateur, possédant ou non une résistance et des fuites magnétiques. Les cercles concentriques I, II, III, I' II', III' représentent, dans l'un et l'autre cas, les courbes à courant d'excitation constant.

réaction de l'enroulement principal quand il est traversé par le courant $\overline{OI}$.

La distance $\overline{OO'_1}$ est égale au produit de $\overline{OP}$ par le rapport $\frac{\overline{OI}}{\overline{SP_1}}$, où $\overline{SP_1}$ est la réaction de l'enroulement principal quand il est traversé par le courant $\overline{OI}$ et qu'il n'y a ni résistance, ni fuites magnétiques par rapport à l'enroulement secondaire.

Pour une même intensité du courant d'excitation, on aura deux cercles dont les rayons $\overline{Oi}$ et $\overline{Oi'}$ sont dans le rapport $\frac{\overline{SP_1}}{\overline{SP}}$, rapport inverse des chutes totales de tension, avec et sans résistance et fuites magnétiques.

La figure 14 représente les cercles d'égale excitation dans les deux cas, où les mêmes chiffres correspondent au même courant dans l'enroulement secondaire ou enroulement d'excitation (I et I', II et II', etc...)

† Louis Résal,
ancien élève de l'École polytechnique,
ingénieur à la Compagnie française
pour l'Exploitation des Procédés
Thomson-Houston.

Revues, analyses et informations

Sur la mécanique ondulatoire

Sous ce titre, M. G. DARMOIS a présenté une communication à la séance commune de la Section de Strasbourg et de la Section de Nancy de la Société française de Physique, qui eut lieu à Strasbourg le 10 juin 1927. Voici le résumé de cette communication [1].

On sait que Schrödinger a pu retrouver les conditions de quantification par des méthodes dont le développement mathématique est parallèle à la théorie classique des cordes ou membranes vibrantes.

Dans les conceptions de Schrödinger, l'état physique d'un atome, l'ensemble de ses possibilités, dirons-nous, sont représentés par un scalaire, fonction uniforme de la structure géométrique de l'atome et de l'instant auquel on le considère. Si par exemple, nous n'avons qu'un électron mobile, le scalaire considéré est une fonction des coordonnées de l'électron et du temps. Par définition, cette fonction uniforme ψ devra rester finie pour toutes les structures possibles de l'atome.

On peut alors construire une équation aux dérivées partielles du second ordre, liée formellement au problème de mécanique envisagé, et dont la grandeur ψ soit une solution

Pour un niveau d'énergie E fixé, l'équation aux dérivées partielles se transforme de manière à contenir la constante E. La condition que ψ soit uniforme et finie suffit alors à déterminer une suite, généralement discrète, un spectre discontinu de valeurs de E. Soit E_n l'une des valeurs possibles. A la constante fondamentale E_n correspond, soit une fonction fondamentale unique, soit un groupe, combinaison linéaire de certaines fonctions fondamentales. On obtient alors la portion de ψ correspondant au niveau E_n. En faisant la somme des expressions analogues, on obtient une série étendue à toutes les valeurs possibles des niveaux d'énergie, et qui représente ce que nous appellerons l'ensemble des possibilités de l'atome,

$$\psi(xyzt) = \Sigma_n c_n u_n(xyz)\, e^{\frac{2\pi i E_n}{h} t};$$

h est la constante de Planck dont l'introduction sera justifiée. Schrödinger a montré de plus, par le succès complet de ses prévisions relatives à l'intensité et à l'état de polarisation de la lumière émise, qu'on pouvait opérer comme si le carré du module de la fonction imaginaire ψ était proportionnel à une densité électrique ρ, due à l'électron dans la position x, y, z. Le calcul du moment électrique total s'obtient par des intégrales des grandeurs $x\rho$, $y\rho$, $z\rho$ étendues à l'ensemble des positions que peut occuper l'électron.

Les succès éclatants de la théorie ne laissent aucun doute sur la valeur des réalités physiques que recouvre ici l'appareil mathématique.

Mais que sont exactement ces réalités et comment a-t-on construit ces mathématiques qui réussissent?

La construction de l'équation aux dérivées partielles provient directement des conceptions de Louis de Broglie sur les ondes associées à l'énergie et sur l'insuffisance de la dynamique ordinaire. Les méthodes habituelles de la dynamique utilisent l'équation aux dérivées partielles du premier ordre de Hamilton-Jacobi dont l'intégrale est l'action, dont les courbes caractéristiques sont les trajectoires.

De même que l'optique géométrique substitue, dans le cas des fréquences très grandes, à l'équation du second ordre de la propagation, une équation du premier ordre dont les caractéristiques sont les rayons, de même nous considérerons une équation aux dérivées partielles du second ordre exprimant une propagation d'ondes.

La phase de ces ondes est, pour une valeur donnée E de l'énergie, l'action hamiltonienne

$$W = -Et + S;$$

S est alors l'action maupertuisienne. On sera donc amené à considérer des solutions contenant le facteur, où k est très grand

$$e^{2\pi i k(-Et+S)};$$

k a les dimensions de l'inverse d'une action et comme, d'après Sommerfeld, les conditions de quanta imposent aux périodes de la fonction S d'être des multiples entiers de h, il est naturel de choisir $k = \frac{1}{h}$. Si S augmente de nh, le facteur exponentiel reste une fonction uniforme.

Comment obtient-on l'équation aux dérivées partielles? Par des procédés extrêmement variés, généralement formels. Les méthodes qui nous paraissent être parmi les plus intéressantes sont celles employées par de Donder (voir aussi Rosenfeld *Bull. Cl. Sc. Bruxelles*, 3 mai 1927) et qui consistent en substance à ajouter à l'équation du premier ordre de Jacobi une équation du second ordre qui est l'équation de propagation de la relativité générale. Au point de vue formel, le développement de ces méthodes, et d'autres analogues est entièrement satisfaisant. (Voir en particulier Wiener et Struik, *Nature*, 11 juin 1927.) La signification physique de ces mises en équation est beaucoup moins nette. Là encore, les résultats obtenus par de Donder, qui interprètent l'équation supplémentaire de propagation comme une condition de permanence de la source lumineuse, paraissent très importants.

Une difficulté a été signalée par Louis de Broglie dans l'interprétation de Schrödinger pour le cas des systèmes.

Pour Schrödinger, il y aurait une propagation d'ondes associée au système, cette propagation se faisant dans l'espace de configurations du système; par deux électrons, nous aurions une onde de l'espace à six dimensions, au lieu de deux ondes de l'espace à trois. Il nous semble que la nature des ondes associées considérées comme une réalité physique est mal connue dans le cas des systèmes. Pour un seul électron, le phénomène semble bien associé à un électron x, y, z, au temps t. Si on l'associe dans le cas général au groupe des électrons, on retrouvera l'analogue de la conception de Schrödinger, vérifiée d'ailleurs formellement par les développements que la théorie de la relativité permet d'obtenir pour le cas des systèmes.

La véritable difficulté, qui nous paraît très grande, est

[1] *Bulletin de la Société française de Physique*, 1er juillet 1927, n° 250, p. 107 S-109 S.

dans la conception qu'il faut mettre sous la grandeur $\psi\bar{\psi}$, ou carré de l'amplitude de ψ. Il n'y a aucun doute sur les conditions de l'emploi de cette grandeur, et des justifications extrêmement satisfaisantes au point de vue esthétique ont été données par Schrödinger lui-même, par Gordon, Madelung et Rosenfeld.

$\psi\bar{\psi}$ se présente comme composante de temps d'un quadrivecteur conservatif, et l'intégrale étendue à tout l'espace conserve une valeur permanente. Tout cela est d'une tenue parfaite, mais les difficultés restent sérieuses. Quelle est la signification précise de ces intégrations qui fournissent les composantes du moment électrique ? Elles sont étendues à toutes les valeurs possibles de x, y, z. Il semblerait « si l'on aime le paradoxe » comme le dit Schrödinger, que le système puisse se trouver à la fois dans toutes les configurations concevables.

On ne saurait évidemment admettre telle quelle cette conception. Max Born préfère ne voir dans la fonction ψ de Schrödinger, qui contient toutes les fonctions fondamentales, qu'un répertoire des probabilités qu'a l'atome de se trouver sur l'un quelconque des niveaux d'énergie. On retombe alors sur les conceptions classiques pour le calcul des intensités. Mais dans cet ordre d'idées qui résout les difficultés finales il resterait à comprendre les probabilités introduites, à leur donner quelque base logique, et surtout à faire naître cette équation aux dérivées partielles, nouveauté fondamentale de la théorie et qui, la première, a su nous conduire au cœur du problème des quanta.

Etude expérimentale des déformations et des changements des propriétés optiques du quartz sous l'influence du champ électrique.

M. Ny Tsi-Ze a fait, à la séance du 1er juillet 1927 de la Société française de Physique, la communication suivante sur cet effet du champ électrique (1).

Les déformations du quartz sous l'influence du champ électrique ont donné lieu, dans ces dernières années, à d'importantes applications, ayant pour origine la possibilité de produire un régime vibratoire au moyen d'un champ alternatif. Toutefois, ces déformations ont été peu étudiées d'une manière quantitative, depuis que les frères Curie ont montré l'existence des déformations électriques, phénomène inverse des phénomènes piézoélectriques qu'ils avaient découverts.

Nous avons entrepris la mesure directe de ces petites déformations par la méthode des interférences lumineuses, dans un champ électrique constant, c'est-à-dire en régime statique. Le dispositif expérimental est analogue à celui de Fizeau et permet d'observer le déplacement relatif d'une surface fixe et d'une surface subissant le déplacement étudié.

En établissant un champ électrique suivant la direction de l'axe électrique d'un parallélépipède rectangle de quartz, ayant quatre arêtes parallèles à l'axe optique et quatre arêtes parallèles à l'un des axes électriques, nous avons étudié ces déformations dans les trois directions définies par les arêtes de ce parallélépipède.

Dans la direction normale aux axes optique et électrique, nous avons mesuré ces déformations pour trois lames de dimensions différentes et sous des tensions variant de 200 v à environ 40 000 v.

Pour les faibles potentiels, nous avons trouvé la déformation prévue, proportionnelle à la différence de potentiel, avec une constante, $6{,}4 \times 10^{-8}$, sensiblement égale à celle qui fut déterminée par Curie dans le phénomène direct. Ceci constitue une confirmation numérique de la théorie de Lippmann.

Mais pour les grandes différences de potentiel, un fait nouveau et important se manifeste : la déformation ne croît plus proportionnellement au potentiel, et paraît tendre vers une limite. Il semble que celle-ci serait près d'être atteinte pour une différence de potentiel de l'ordre de 160 000 v.

La déformation suivant l'axe électrique est indépendante des dimensions : pour le vérifier nous avons employé plusieurs fois une même lame en diminuant successivement son épaisseur. Nous avons multiplié la déformation en opérant sur une pile de douze lames, chacune de 5 mm d'épaisseur, orientées de telle manière que leurs déformations s'ajoutent. La déformation par unité de longueur est égale et de signe contraire à celle qui se produit dans la direction normale aux axes optique et électrique.

Enfin, le quartz doit présenter les phénomènes de déformations diélectriques communs à tous les isolants, et indépendants de la structure cristalline ; nous avons observé et mesuré ces déformations diélectriques du quartz : une contraction dans la direction des lignes de force et un allongement dans les directions perpendiculaires.

Il était, à priori, vraisemblable que ces déformations devaient s'accompagner de changements dans les indices, et si ces changements sont inégaux pour les deux indices, de changements dans la biréfringence.

Les variations d'indice ont été mesurées en observant les anneaux à l'infini produits entre les deux faces normales à l'axe électrique de la lame de quartz. La variation d'épaisseur ayant déjà été mesurée, la détermination du changement d'ordre d'interférence sous l'influence du champ électrique permet de calculer la variation d'indice.

On trouve ainsi que les deux indices varient d'une manière inégale, et que, par suite, la biréfringence est modifiée. Ce dernier résultat a été vérifié directement avec les hyperboles de Müller.

La lame de quartz étant toujours chargée suivant l'axe électrique, nous avons mesuré les variations de biréfringence dans la direction normale aux axes optique et électrique avec les spectres cannelés de Fizeau et Foucault.

Ces modifications optiques sont linéaires et changent de signe avec le sens du champ électrique. On ne peut pas les considérer comme des effets secondaires dus aux dilatations électriques. Il y a bien là un phénomène électro-optique ; ce phénomène est essentiellement différent du phénomène de Kerr.

Ces changements de propriétés optiques du quartz pourront, comme ses déformations, donner lieu à des applications.

Ce travail a été fait sous la direction de M. Fabry dans son laboratoire à la Sorbonne. Je suis heureux de lui témoigner ici ma vive et respectueuse gratitude.

(1) *Bulletin de la Société française de Physique*, 1er juillet 1927, n° 250, p. 105 S-106 S.

SECTION INDUSTRIELLE

Sur les montages différentiels des transformateurs de courant

Cette étude contient une analyse des caractéristiques de fonctionnement des dispositifs de protection différentiels de plusieurs lignes en parallèle. En comparant les deux montages en usage dans ces dispositifs et dont l'un est connu sous le nom de montage en série ou en polygone et l'autre sous celui de montage en quantité, l'auteur aboutit à la conclusion qu'ils fournissent la même valeur de courant dans les relais convenablement connectés.

I. **Principe des dispositifs différentiels sans fils pilotes.** — Dans les conditions normales, la différence entre les courants d'une même phase dans les lignes couplées en parallèle est faible ou même nulle; elle devient considérable lorsqu'un défaut, tel qu'un court-circuit entre phases affecte une ou plusieurs lignes.

Le principe des systèmes différentiels consiste à rendre le dispositif de protection sensible uniquement à cette différence des courants, considérée comme symptôme du défaut et, en même temps, le soustraire à l'action du courant utile de charge. Un tel dispositif aura l'avantage évident d'écarter tout danger de fonctionnement intempestif provenant d'une surcharge passagère et, par suite, pourra être à action pratiquement instantanée.

Certains dispositifs différentiels ne sont sensibles qu'à la différence absolue des courants sans distinction de signe de cette différence. Ils sont alors ampèremétriques. Dans d'autres dispositifs, l'action est déterminée non seulement par la valeur absolue de la différence des courants, mais encore par le signe de cette différence. C'est le cas de tous les montages wattmétriques.

Les premiers se distinguent par leur simplicité. Malheureusement, ils ne sont pas applicables à l'extrémité réceptrice de deux lignes en parallèle lorsqu'à cet endroit il n'existe aucune source synchrone ou asynchrone. Il est, en effet, facile, de se rendre compte que, dans ce cas, si le défaut se trouve à proximité de l'extrémité réceptrice, les courants de défaut à cet endroit sont de même grandeur, mais de signe contraire dans les deux lignes. Ce dernier cas est une difficulté inhérente à tout système différentiel de protection sans fils pilotes. Elle ne peut être résolue que par l'emploi des relais wattmétriques d'un fonctionnement peu certain, d'ailleurs.

Une autre difficulté commune à tout système différentiel provient de la nécessité d'immobiliser le dispositif de protection lors d'une manœuvre de mise en service d'une ligne à vide en parallèle avec d'autres lignes chargées. La même difficulté subsiste pour la manœuvre inverse.

Pour y obvier, il a été proposé plusieurs solutions. Les unes prévoient l'installation d'interrupteurs auxiliaires solidaires des organes mobiles des disjoncteurs et intercalés dans le circuit de commande; les autres font usage de relais auxiliaires. Ces organes auxiliaires peuvent être supprimés si le réglage du dispositif de protection est tel qu'il n'entre en action que pour un courant supérieur au courant de charge d'une ligne.

Après ces remarques préliminaires, nous examinerons les montages types employés dans les systèmes différentiels de protection. On peut diviser tous les dispositifs connus en deux catégories. Dans la première, le courant différentiel est obtenu par un montage spécial des transformateurs de courant; on fait ensuite agir ce courant sur un relais ampèremétrique identique, en principe, à un relais de surcharge ordinaire.

La deuxième catégorie comporte l'usage des relais différentiels spéciaux munis de deux enroulements et dans lesquels la comparaison des courants est ramenée à une comparaison des couples qu'ils exercent sur le même équipage mobile.

Nous ne nous occuperons que des dispositifs de la première catégorie.

Il existe en principe deux montages d'un nombre quelconque de transformateurs de courant permettant d'obtenir dans le circuit du relais un courant proportionnel à la différence des courants à comparer. Le premier, qui n'est qu'une extension à n fils du montage de deux transformateurs croisés, bien connu dans les installations triphasées, est le montage « série » ou « en polygone ». Le deuxième est le montage en quantité.

Les diverses modalités des montages différentiels sont représentées sur les figures 1 à 4 sous forme de schémas unifilaires appliqués, à titre d'exemple, au

cas de trois lignes. Il est d'ailleurs bien évident que ces schémas peuvent être étendus à un nombre quelconque de lignes. Dans les montages 1 et 2, les réducteurs de courant désignés par T et appartenant à la même phase de plusieurs lignes, sont groupés en série ou en polygone et dans les montages 3 et 4, en quantité. Les deux variantes de chaque montage ne se distinguent entre elles que par le mode de branchement des relais désignés par R sur les schémas. Ainsi, dans les montages 1 et 4, les relais sont en polygone et, dans les montages 2 et 3, en étoile.

II. **Notations**. — Nous désignerons par $I_1, I_2, I_3 \ldots$, les courants primaires traversant la même phase des lignes fonctionnant en parallèle ; par $I_1', I_2', I_3' \ldots$, les courants dans les enroulements secondaires des transformateurs de courant et par $i_1, i_2, i_3 \ldots$, les courants dans les relais.

Les relais sont supposés identiques et leur impédance est désignée par z. L'impédance totale de chaque transformateur de courant est

$$Z = R + jL\omega,$$

où R est la résistance du circuit secondaire, L le coefficient de self-induction *totale*, ω la pulsation et $j = \sqrt{-1}$. Le coefficient d'induction mutuelle des deux circuits du transformateur est désigné par M.

III. **Montage en série ou en polygone**. — 1. MONTAGE POLYGONAL DE LA FIGURE 1. — Examinons d'abord le premier montage représenté sur la figure 1.

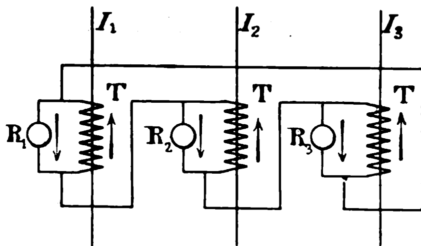


Fig. 1. — Schéma de montage différentiel en série; les relais R sont en polygone.

En appliquant la loi de Kirchhoff aux trois circuits des transformateurs et relais, on peut écrire :

$$\left.\begin{aligned} ZI'_1 + j\omega MI_1 + zi_1 = 0 \\ ZI'_2 + j\omega MI_2' + zi_2 = 0 \\ ZI'_3 + j\omega MI_3 + zi_3 = 0 \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

D'autre part, les trois nœuds du réseau fournissent les relations

$$i_1 - i_2 = I'_1 - I'_2, \quad i_2 - i_3 = I'_2 - I'_3, \quad i_3 - i_1 = I'_3 - I'_1. \quad (2)$$

En combinant (1) et (2) et en désignant par A une quantité constante et complexe dans le cas général,

$$A = -\frac{j\omega M}{Z + z} \quad (3)$$

on trouve

$$\left.\begin{aligned} i_1 - i_2 = A(I_1 - I_2) \\ i_2 - i_3 = A(I_2 - I_3) \\ i_3 - i_1 = A(I_3 - I_1) \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

Formons les différences entre les équations (4) et désignons par Σi la somme des courants $i_1 + i_2 + i_3$, il vient :

$$\left.\begin{aligned} 3i_1 - \Sigma i = A[(I_1 - I_2) + (I_1 - I_3)] \\ 3i_2 - \Sigma i = A[(I_2 - I_3) + (I_2 - I_1)] \\ 3i_3 - \Sigma i = A[(I_3 - I_1) + (I_3 - I_2)] \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

Or, en additionnant membre à membre les trois relations (1), on remarque que la somme des deux premiers termes représente la chute de tension le long du polygone. Si on néglige la résistance des connexions, cette somme est nulle et on a $\Sigma i = 0$. Dans ces conditions, les équations (5) déterminent immédiatement les valeurs des courants dans les relais. Ces valeurs sont

$$\left.\begin{aligned} i_1 = \frac{1}{3}A[(I_1 - I_2) + (I_1 - I_3)] \\ i_2 = \frac{1}{3}A[(I_2 - I_3) + (I_2 - I_1)] \\ i_3 = \frac{1}{3}A[(I_3 - I_2) + (I_3 - I_1)] \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

Si on tient compte de la résistance r des connexions entre les transformateurs, la condition $\Sigma i = 0$ est remplacée par

$$\left[r + z\left(1 + \frac{r}{Z}\right)\right]\Sigma i = -\frac{r}{Z}\omega M \Sigma I. \quad (7)$$

Généralement, la résistance des connexions r est négligeable devant l'impédance totale Z du transformateur, de sorte que la somme Σi est encore nulle pourvu que tous les relais soient identiques et aient la même impédance z.

D'autre part, on remarque que si l'impédance du relais peut être négligée devant Z, ce coefficient devient sensiblement égal au rapport de transformation, et le courant traversant les connexions est $\frac{1}{3}(I'_1 + I_2' + I'_3)$.

Ce résultat se laisse facilement généraliser.

Dans le cas de n lignes, le courant du relais d'ordre p est :

$$i_p = \frac{1}{n}A[(I_p - I_1) + (I_p - I_2) + \ldots (I_p - I_n)] \quad (6\,bis).$$

Son expression comporte $(n - 1)$ courants différentiels.

Supposons l'existence d'un défaut donnant lieu à un courant I_d intéressant la ligne p. Dans ces conditions, les courants dans les lignes sont :

$$I_1 = I_2 = I_3 \ldots = I, \qquad I_p = I + I_d$$

et les courants dans les n relais

$$\left.\begin{aligned} i_1 = i_2 = i_3 \ldots = i_{p-1} = i_{p+1} = \ldots i_n = -\frac{1}{n} AI_d \\ i_p = \frac{n-1}{n} AI_d \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

On constate que la différence absolue des courants dans le relais intéressé par comparaison avec les lignes saines est d'autant plus accusée que le nombre de lignes en service est plus élevé. Admettons que q premières lignes soient intéressées par le même défaut I_d ; on trouve facilement

$$\left.\begin{aligned} i_1 = i_2 = i_3 = \ldots = i_q = A\left(1 - \frac{q}{n}\right) I_d \\ i_{q+1} = i_{q+2} \ldots i_d = -\frac{q}{n} AI_n \end{aligned}\right\} \quad (9)$$

Les valeurs absolues des courants dans tous les relais deviennent les mêmes si l'on a

$$1 - \frac{q}{n} = \frac{q}{n} \quad \text{ou} \quad q = \frac{n}{2}.$$

On en conclut que dans un dispositif ampèremétrique simple la discrimination entre les lignes bonnes et mauvaises n'est possible que pour $q < \frac{n}{2}$.

Enfin, dans le cas de deux lignes seulement, dont l'une a un défaut I_d, on a

$$i_1 = \frac{A}{2} I_d, \quad i_2 = -\frac{A}{2} I_d. \qquad (10)$$

On voit que la discrimination entre les lignes bonne et mauvaise ne peut être obtenue dans un dispositif ne comportant que les relais ampèremétriques simples.

En résumant ces résultats, on aboutit à la conclusion suivante :

Un dispositif de protection basé sur le schéma 1 et ne comportant que des relais ampèremétriques s'applique seulement dans le cas d'un nombre de lignes supérieur à deux; il est d'autant plus sélectif que le nombre de lignes couplées en parallèle est plus grand. Dans le cas de trois lignes seulement, le courant du relais appelé à fonctionner n'est que deux fois plus élevé que les courants dans les relais des lignes saines. La sélectivité n'est donc pas très accusée dans ce dernier cas.

D'autre part, en examinant les expressions des courants dans les relais, on se rend compte qu'un dispositif de protection wattmétrique basé sur le schéma 1 reste sélectif quel que soit le nombre de lignes en service. Un tel dispositif comporte l'emploi des relais directionnels permettant d'orienter les courants des relais par rapport à un vecteur fixe tel qu'une tension.

Sous la forme wattmétrique, ce dispositif est également applicable à l'extrémité réceptrice de deux lignes en parallèle en absence de toute source de courant à cet endroit.

2. Montage polygonal de la figure 2. — Passons à l'examen de la deuxième variante du montage polygonal représentée sur la figure 2. Comme précédemment, on peut écrire :

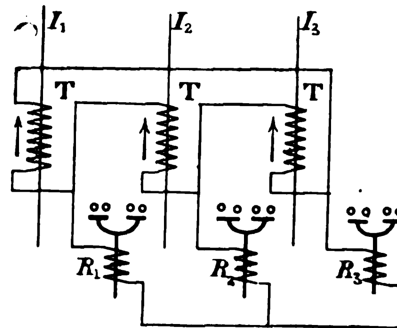


Fig. 2. — Schéma de montage différentiel en série; les relais R sont en étoile.

$$\left.\begin{aligned} ZI'_1 + j\omega MI_1 + (i_3 - i_1) z = 0, \\ ZI'_2 + j\omega MI_2 + (i_1 - i_2) z = 0, \\ ZI'_3 + j\omega MI_3 + (i_2 - i_3) z = 0. \end{aligned}\right\} \quad (11)$$

D'autre part, on a la relation évidente

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0. \qquad (12)$$

Comme la somme des forces électromotrices dans le polygone fermé doit être nulle, on a aussi la condition

$$Z(I'_1 + I'_2 + I'_3) + j\omega M(I_1 + I_2 + I_3) = 0. \quad (13)$$

Les trois nœuds du réseau fournissent les relations suivantes

$$I'_1 = I'_3 + i_3, \quad I'_2 = I'_1 + i_1, \quad I'_3 = I'_2 + i_2. \quad (14)$$

En résolvant (11) (12) (13) et (14) par rapport à i_1, i_2, i_3, et en désignant par B un nombre généralement complexe

$$B = -\frac{j\omega M}{Z + 3z}, \qquad (15)$$

on obtient pour les courants dans les relais les expressions suivantes

$$i_1 = B(I_2 - I_1), \quad i_2 = B(I_3 - I_2), \quad i_3 = B(I_1 - I_3). \quad (16)$$

Ce résultat étendu à n lignes s'écrit

$$i_1 = B(I_2 - I_1),\ i_2 = B(I_3 - I_2), \ldots, i_n = B(I_1 - I_n). \quad (16\text{ bis})$$

Lorsqu'un défaut intéresse la ligne d'ordre 1, les courants des n relais deviennent

$$i_1 = BI_d,\ i_2 = i_3 = i_4 \ldots = i_{n-1} = 0,\ i_n = +BI_d. \quad (17)$$

Tous les relais, sauf deux, sont privés de courant. Le défaut sur une ligne intéresse toujours une paire de relais. On constate que la sélectivité est supérieure au dispositif précédent ; son degré ne dépend, d'ailleurs, nullement du nombre des lignes en service, pourvu que leur nombre soit supérieur à deux. Toutefois, le fonctionnement du dispositif exige la fermeture simultanée de deux relais.

Passons au cas de deux lignes seulement, dont l'une a un défaut I_d. Les courants dans les deux relais sont, dans ce cas,

$$i_1 = -BI_d,\quad i_2 = +BI_d. \quad (18)$$

De même que dans le montage précédent, la discrimination entre les lignes bonne et mauvaise n'est donc pas possible dans un dispositif ampèremétrique simple.

3. Conclusions relatives aux montages polygonaux. — Etant donné ces résultats, on peut concevoir un système de protection sélectif, dans le cas où le nombre de lignes est supérieur à deux. Il suffit d'assurer la fermeture du circuit de commande du disjoncteur par une action simultanée des deux relais. Ainsi, l'ouverture du disjoncteur 1 exigerait l'action des relais 1 et 3, le disjoncteur 2 serait ouvert par les relais 1 et 2, et le disjoncteur 3, par les relais 2 et 3. Ce dispositif a été réalisé au moyen des relais ampèremétriques à double contact de commande.

En résumé, un dispositif ampèremétrique basé sur le schéma 2 est sélectif dans le cas d'un nombre de lignes supérieur à deux. Comparativement au dispositif 1, sa sélectivité est meilleure puisqu'un défaut sur l'une des lignes n'influence que deux relais, tous les autres restant sans courant.

Dans le cas de deux lignes seulement restant en service, il n'existe aucune discrimination entre la ligne saine et la ligne mauvaise.

Comme dans la solution précédente, ce dispositif peut être rendu utilisable dans tous les cas si on remplace les relais ampèremétriques par des relais wattmétriques directionnels.

IV. Montage en quantité.

— Le montage des transformateurs de courant en quantité admet les deux solutions représentées sur les schémas des figures 3 et 4.

1. Montage de la figure 3. — Dans le schéma 3, les relais sont montés en étoile. En faisant usage des mêmes notations, on peut écrire pour les trois circuits fermés,

$$\left.\begin{aligned} Z(i_1 - i_2) + j\omega M(I_1 - I_2) &= 0,\\ Z(i_2 - i_3) + j\omega M(I_2 - I_3) &= 0,\\ Z(i_3 - i_1) + j\omega M(I_3 - I_1) &= 0, \end{aligned}\right\} \quad (19)$$

D'autre part, il existe la relation évidente

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0. \quad (20)$$

On voit immédiatement que la solution de ces équations est identique à celle déjà trouvée et donnée par les expressions (6).

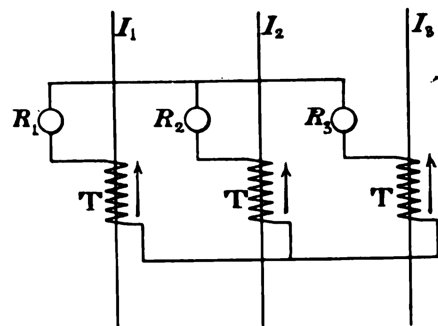


Fig. 3. — Schéma de montage différentiel en quantité; les relais R sont en étoile.

En ce qui concerne les valeurs des courants dans les relais, le montage 3 est donc équivalent au montage 1.

2. Montage de la figure 4. — Examinons la deuxième solution du montage en quantité, représentée sur la figure 4 et comportant les n relais branchés en polygone.

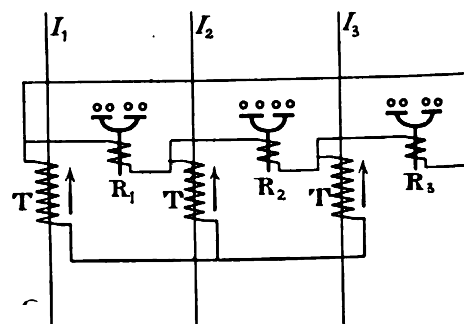


Fig. 4. — Schéma de montage différentiel en quantité; les relais R sont en polygone.

En employant toujours les mêmes notations, on obtient les relations suivantes pour les trois circuits contenant les transformateurs

$$\left.\begin{aligned} Z(I'_1 - I'_2) + j\omega M(I_1 - I_2) + zi_3 &= 0,\\ Z(I'_2 - I'_3) + j\omega M(I_2 - I_3) + zi_1 &= 0,\\ Z(I'_3 - I'_1) + j\omega M(I_3 - I_1) + zi_2 &= 0. \end{aligned}\right\} \quad (21)$$

D'autre part, si les trois relais ont la même impédance, on a pour le polygone fermé constitué par les relais, la relation

$$i_1 z + i_2 z + i_3 z = 0,$$

ou bien

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0. \qquad (22)$$

Enfin, on a pour les trois nœuds du réseau

$$I'_1 + i_2 = i_3, \quad I'_2 + i_3 = i_1, \quad I'_3 + i_1 = i_2. \qquad (23)$$

En combinant (22) et (23), on obtient

$$I'_1 - I'_2 = 3i_3, \quad I'_2 - I'_3 = 3i_1, \quad I'_3 - I'_1 = 3i_2. \qquad (24)$$

Des relations (23) et (24) on déduit facilement les trois équations suivantes

$$\left.\begin{aligned}(Z + 3z)\,i_1 &= -j\omega M(I_1 - I_2),\\ (Z + 3z)\,i_2 &= -j\omega M(I_2 - I_3),\\ (Z + 3z)\,i_3 &= -j\omega M(I_3 - I_1).\end{aligned}\right\} \qquad (25)$$

Les valeurs des courants des relais, tirées de ces équations sont

$$i_1 = B(I_2 - I_3), \quad i_2 = B(I_3 - I_1), \quad i_3 = B(I_1 - I_2). \qquad (26)$$

Ce résultat est identique à celui déjà trouvé dans le montage 2.

3. Conclusions relatives aux montages en quantité. — En résumé, on constate qu'en ce qui concerne le fonctionnement des relais, le montage 3 est identique au montage 1, et le montage 4 est identique au montage 2. Les mêmes observations sur la sélectivité des dispositifs, faites au cours de l'étude des deux montages précédents, s'appliquent donc intégralement aux schémas 3 et 4.

V. Comparaison des deux montages. — La seule remarque à faire, qui a d'ailleurs son importance, concerne la façon dont le dispositif réagit lors d'un défaut situé en aval de la section protégée et qui intéresse l'ensemble des lignes couplées, le courant de court-circuit étant partagé également entre toutes les lignes.

Lorsque les transformateurs de courant sont montés en polygone suivant les schémas 1 ou 2, ils se comportent comme étant en court-circuit, tandis que dans le montage en quantité suivant les schémas 3 ou 4, ils réagissent comme s'ils étaient à circuit ouvert. Dans le premier cas, les enroulements primaires et secondaires du transformateur sont soumis à des surintensités de courant. Dans le second, le transformateur agit comme une bobine de réactance ; l'enroulement primaire seul est traversé par un courant de court-circuit et se trouve sous l'action d'une surtension importante entre spires. Dans l'enroulement secondaire le courant est nul mais non la force électromotrice induite dont la valeur déterminée par le rapport de transformation et par la saturation du fer peut devenir considérable.

V. Genkin.

Revues, analyses et informations

Le four électrique à recuire, construction Brown-Boveri (1).

Les fours électriques à recuire permettent de réaliser les trois conditions suivantes :

1° Un échauffement pratiquement parfaitement égal de la matière traitée en tous ses points.

2° Possibilité de régler la température d'une façon tout à fait précise.

3° Echauffement de la pièce à recuire sans oxydation de la surface extérieure.

La société dite Brown, Boveri et Cie a créé toute une série de fours électriques à recuire avec résistances métalliques qui sont décrits en grandes lignes dans cet article.

Le châssis de ces fours est en profilés assemblés par soudure électrique, ce qui lui assure entre autres une grande rigidité. Pour les fours de grandes dimensions ce châssis est construit sur place et amené dans le sol de l'atelier. Les portes se coulissant dans les glissières avec galets de roulement pour celles de grandes dimensions sont commandées à main avec contrepoids ou par un système hydraulique pour les plus lourdes. Pour les fours verticaux qui comportent une enveloppe cylindrique en tôle, celle-ci se termine à la partie supérieure par un joint analogue à un joint hydraulique. Le revêtement réfractaire des fours est formé de briques moulées des plus grandes dimensions possibles s'assemblant par rainures et languette. Leur épaisseur varie de 40 à 100 mm. Les résistances de chauffage sont constituées d'un fil enroulé en hélice sur des tubes supports fixés au matériel réfractaire par des anneaux et des griffes. La disposition des corps de chauffe dans le four dépend de ses dimensions, de son utilisation et de la quantité de matériel à chauffer dans un temps déterminé. Les amenées de courant aux résistances de chauffage servent en même temps d'anneau-support. Elles sont d'un système spécial breveté. Pour les fours de grandes dimensions la société Brown, Boveri et Cie a créé des dispositifs de chargement spéciaux permettant des manœuvres rapides et dont la caractéristique essentielle est que l'appareil de chargement ne reste pas dans le four pendant les opérations de recuit.

Le réglage de la température des fours peut se faire :

a) Par différents couplages des résistances de chauffage (par exemple couplage étoile-triangle pour les fours alimentés en courant triphasé) ;

(1) *Revue B B C*, juin 1927, t. XIV, p. 143-154, 7000 mots, 17 figures.

b) Par transformateur à prises multiples;

c) Par régulateur d'induction. Ce système donne le réglage le plus graduel et le plus étendu.

L'appareillage d'un four électrique comprend un coffret de manœuvre renfermant les appareils de couplage et un panneau portant les appareils de mesure et en particulier l'indicateur de température. Cet appareil qui n'est autre qu'un millivolmètre relié à une cane pyrométrique et gradué directement en degrés centésimaux porte généralement trois contacts mobiles réglables de l'extérieur entre 20 pour 100 et 100 pour 100 de l'échelle. Ces contacts provoquent le fonctionnement de signaux d'alarme (lampe, sonnerie) et enfin de limiteur de température, le dernier contact provoquant par l'intermédiaire d'un relais le déclenchement de l'interrupteur principal.

L'article se termine par quelques indications sur les principales applications du four électrique à recuire pour en montrer dans chaque cas les avantages.

Au point de vue comparaison économique de ce four avec ceux chauffés à l'huile ou au gaz, etc., il faut tenir compte, en plus de la dépense de combustible ou de courant, de l'absence de certains frais (pas de service de chauffage, suppression des dépôts de combustibles et de ramonages, etc...) et surtout de l'augmentation de la production permise par ces fours. — J. S.

Une nouvelle lampe thermoïonique (¹).

L'étude montre les différentes applications des phénomènes électroniques, plus spécialement ceux qui se rapportent à la réflexion électronique et à l'émission secondaire dans les lampes à trois et à quatre électrodes. Les lampes nouvelles proposées par l'auteur sont de deux sortes, la lampe à résistance négative utilisant le champ magnétique seul et la lampe à quatre électrodes. Le premier modèle comporte trois éléments : le filament F, l'anode P

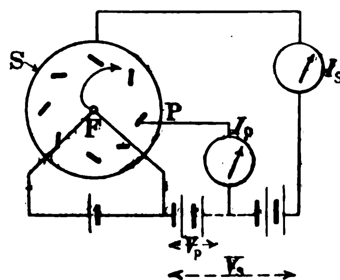


Fig. 1. — Schéma de la lampe du premier modèle.

et une anode auxiliaire S comme on le voit sur la figure 1; un champ magnétique agit convenablement sur les électrons dont les trajectoires sont indiquées sur la figure 2. Dans ce cas, l'action des électrons secondaires de P est négligeable du fait que la plus grande partie de ces électrons ne peut être attirée par l'anode auxiliaire S. Si le potentiel de P augmente, le courant traversant P diminue; au contraire, si ce potentiel décroît, tous les électrons émis par F peuvent être captés par P, car il n'y a pas d'émission secondaire. Il en résulte que cette lampe a une résistance négative dont la valeur est très petite, condition favorable pour l'émission des ondes courtes.

Le second modèle, à quatre électrodes, comporte le fila-

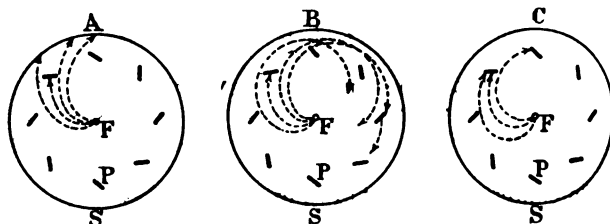


Fig. 2. — Trajectoires des électrons soumis à l'action d'un champ magnétique.

ment F, la grille G, l'anode P et l'anode auxiliaire S comme le montre la figure 3. L'anode auxiliaire S est faite d'une matière particulière et l'émission secondaire de cette anode est très importante. La figure 4 montre le schéma des connexions de cette lampe; le courant anodique est constitué par l'émission secondaire de S qui est multiple de celle de F;

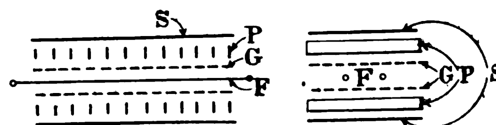


Fig. 3. — Schéma de la lampe à quatre électrodes.

les caractéristiques de l'appareil sont tout à fait semblables à celles d'une lampe triode ordinaire. Les expériences ont montré que la résistance interne de cette lampe est de l'ordre de la moitié ou du tiers de celle d'une lampe ordinaire placée dans les mêmes conditions et donne une valeur égale du coefficient d'amplification. L'auteur montre, en outre,

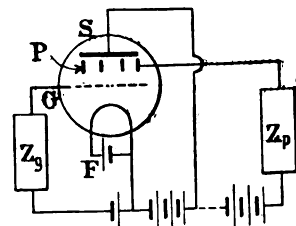


Fig. 4. — Schéma des connexions de la lampe à quatre électrodes.

que les oscillations définies par Barkhausen et Kurz peuvent être entretenues par l'action des électrons réfléchis et des électrons secondaires à la surface de la grille, à la condition que le potentiel de cette grille soit assez élevé et que celui de la plaque soit négatif. — E. B.

(¹) K. OKABE. *Journal of the Institution of electrical Engineers of Japan*, février 1927, n° 463, p. 174-195, 25 figures.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Société générale de Forces motrices de la Ville de Grenoble.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 28 MAI 1927.

D'après le rapport de cette société au capital de 3 millions 475 000 fr. et dont le siège est à Grenoble, 27, rue Turenne, les produits de l'exercice 1926 se sont élevés à 481 837,70 fr sur lesquels une somme de 86 625 fr a été prélevée pour remboursement d'obligations sorties au tirage.

Il reste 395 212,70 fr constituant les bénéfices bruts de l'exercice 1926.

Avant toute affectation, il a été prélevé une somme de 141 607,05 fr pour amortir de pareille somme le compte frais d'émission qui est ramené ainsi à 100 000 fr. La différence, s'élevant à 253 605,65 fr, est répartie de la façon suivante : réserve légale, 12 680,28 fr; réserve pour renouvellement du matériel, 5 000 fr; intérêt à 6 pour 100 aux actions de priorité, 126 000 fr; intérêts de 5 pour 100 aux actions ordinaires, 68 750 fr; tantièmes statutaires au conseil, 4 117,53 fr.

Il reste 37 057,84 fr auxquels il y a lieu d'ajouter le report de l'exercice 1925, de 6 255,87 fr (1), soit un total de 43 313,71 fr sur lequel il est prélevé une somme de 30 000 fr, affectée à une réserve spéciale destinée à parer aux travaux extraordinaires d'entretien.

Le solde, soit 13 313,71 fr, est reporté à nouveau.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif.

	fr
Entreprise d'éclairage de la ville de Grenoble...	646 792,63
En caisse..........	3 298,75
En banque..........	559 726,35
Abonnés et débiteurs divers..........	539 979,76
Ville de Grenoble (somme avancée à la ville)....	1 583 325,18
Terrains et chutes..........	307 732,95
Immeubles industriels..........	300 148,60
Installations hydrauliques..........	2 003 713,64
Usine de Pont-Haut..........	471 951,23
Petit matériel et outillage..........	6 033,16
Lignes de transport d'énergie..........	451 458,34
Mobilier..........	2 353,35
Marchandises en magasin..........	505,30
Impôts sur actions..........	37 774,94
Portefeuille titres..........	3 000 »
Frais de constitution moins amortissement......	1 »
Frais de premier établissement..........	1 »
Frais d'émission moins amortissement..........	241 607,05
Prime de remboursement des obligations......	160 250 »
Frais de transformation..........	454 853,77
Réfection de turbines Roizonne..........	128 455,59
	7 902 962,59

Passif.

	fr
Capital actions..........	3 475 000 »
Obligations moins amortissements..........	3 205 000 »
Créanciers..........	361 794,13
A reporter.....	7 041 794,13
Report.....	7 041 794,13
Coupons à payer..........	82 503,67
Obligations à rembourser..........	99 079 »
Réserve légale..........	168 117,22
Réserve pour régularisation dividende..........	50 000 »
Réserve pour travaux extraordinaires entretien.	60 000 »
Profits et pertes :	
Reliquat de l'exercice 1925..........	6 255,87
Bénéfices de l'exercice 1926..........	395 212,70
	7 902 962,59

(1) Voir *Revue générale de l'Électricité*, 10 juillet 1926, t. XX, p. 78.

Energie électrique du Sud-Ouest.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 14 MAI 1927.

Au cours de l'exercice 1926, cette société, au capital de 60 millions de francs, et dont le siège est à Paris, 5, avenue du Coq, a procédé à l'exécution d'importants travaux, dont voici un aperçu :

Afin d'augmenter la capacité de production de l'usine à vapeur de Floirac, la société a exécuté le complément de chaufferie prévu dans les plans d'origine, lequel comporte une halle couverte desservie par la rue de chauffe primitive et pouvant contenir six nouvelles chaudières de 670 m² de surface de chauffe. Trois chaudières ont été commandées, la commande des trois autres étant différée jusqu'au moment où les nécessités de la production l'exigeront. Ces travaux sont actuellement achevés et les nouvelles chaudières sont prêtes à être mises en service. La puissance des turboalternateurs installés permet d'utiliser cette production supplémentaire de vapeur, de telle sorte que la puissance de l'usine de Floirac est, de ce fait, augmentée d'environ 10 000 kW.

De nouveaux postes principaux 50 000/13 000 V ont été établis à Facture, à Camiran et à Saint-Pey-d'Armens pour renforcer l'alimentation des réseaux à 13 000 V. La nouvelle artère de Tuilière à Angoulême, par Périgueux, a été établie sur le premier tronçon de Tuilière à Périgueux; elle sera poursuivie jusqu'à Angoulême dans le courant de l'hiver prochain.

D'autre part, il a été procédé à l'exécution de divers postes et lignes rentrant dans le programme d'électrification des département de la Dordogne et du Lot-et-Garonne; d'autres travaux qui viennent d'être prescrits seront exécutés pendant l'exercice 1927 en cours. Il convient de rappeler que les accords conclus avec ces deux départements fixent non seulement les conditions dans lesquelles les installations doivent être exécutées et exploitées, mais aussi l'importance et les modalités des participations financières des départements.

La distribution de l'énergie électrique dans trois des communes de la banlieue de Bordeaux : Caudéran, Pessac et Talence, était effectuée depuis son origine par la société, agissant comme mandataire du concessionnaire, la Société intercommunale d'Éclairage.

Au cours de l'exercice, la société a racheté à la Société intercommunale d'Éclairage l'ensemble de sa distribution

d'énergie électrique dans ces trois communes; les autorisations administratives relatives au transfert des concessions ont été obtenues. La valeur des installations rachetées a été portée au bilan dans le compte des dépenses d'installations.

Depuis de nombreuses années, la société fournit l'énergie électrique nécessaire à l'alimentation des réseaux de la Compagnie du Gaz et de l'Electricité d'Arcachon et Extensions. Cette société est au capital de 3 millions de francs, divisé en 12 000 actions de 250 fr chacune. Il a été possible à la société dont nous nous occupons d'acquérir un nombre très important de ces actions, ce qui lui donne le contrôle de cette entreprise.

La société a acquis également la majeure partie des actions de la Société d'Electricité, Gaz et Eau de Tonneins (Lot-et-Garonne) au capital de 500 000 francs, divisé en 5 000 actions de 100 fr chacune.

La dépense engagée pour l'achat de ces titres a été portée au bilan dans le compte portefeuille et participations qui présente, de ce fait, une notable augmentation par rapport aux chiffres de l'année dernière [1].

Pour procurer à la société le supplément de trésorerie nécessaire à l'achat des actions des compagnies locales d'Arcachon et de Tonneins et à l'exécution des travaux mentionnés plus haut, le conseil a procédé, en juin 1926, par application des dispositions de l'article 22 des statuts, au placement de 20 000 bons de 500 fr chacun, amortissables en dix années à partir de 1931 et rapportant un intérêt annuel de 8 pour 100 net de l'impôt sur le revenu. Ce placement a été effectué avec succès, grâce au concours des banquiers habituels de la société.

Voici, d'autre part, quelques renseignements d'ordre financier sur l'augmentation du compte des dépenses d'installations; cette augmentation est de 12 808 190,13 fr, le total des dépenses d'installations ayant passé de 155 millions 241 627,18 fr au 31 décembre 1925, à 168 049 817,31 fr au 31 décembre 1926. Elle représente le montant des dépenses portées en compte au 31 décembre 1926 pour l'agrandissement de la chaufferie de l'usine thermique de Floirac, pour les nouveaux postes de transformation, les nouvelles artères et lignes installés.

Le régime hydraulique ayant été relativement favorable en 1926, le conseil a décidé d'affecter avant bilan une somme de 1 800 000 fr à la réserve pour régularisation des frais de marche à vapeur et grosses réparations.

En sus de la réserve constituée par le remboursement des obligations sorties aux tirages effectués conformément aux tableaux d'amortissement, le conseil a jugé utile de constituer une réserve générale d'amortissement alimentée par des prélèvements sur le compte de profits et pertes et de la doter cette année par un premier versement de 3 000 000 fr.

En récapitulant les résultats qui viennent d'être exposés, l'exercice 1926 se présente comme il suit : recettes d'exploitation, 43 242 655,66 fr; dépenses d'exploitation, 23 221 111,09 fr; produit d'exploitation, 20 021 544,57 fr.

A ce produit il faut ajouter le solde du compte intérêts et divers, s'élevant à 419 789,88 fr, ce qui donne un total de 20 441 334,45 fr.

De ce total il faut déduire : les frais généraux d'administration, de 167 176,05 fr; l'abonnement au timbre des actions, des obligations et des bons, de 286 477,18 fr; l'intérêt et les impôts sur les obligations et les bons, de 7 610 966,19 fr, soit un total de 8 064 619,42 fr.

[1] Voir *Revue générale de l'Electricité*, 24 juillet 1926, t. XX, p. 157-158.

Il reste pour le produit brut de l'exercice une somme de 12 376 715,03 fr contre 9 671 346,55 fr en 1925.

Après déduction de 224 971,59 fr pour amortissement sur mobilier et outillage; 169 658,10 fr pour amortissement sur compteurs et matériel en location; 270 000 fr pour le remboursement de 540 obligations; 1 800 000 fr pour versement à la réserve pour régularisation des frais de marche à vapeur et grosses réparations et 3 000 000 fr pour versement à la réserve générale d'amortissement, le bénéfice net de l'exercice ressort ainsi à 6 912 085,34 fr et en y ajoutant le report à nouveau de 1925, de 282 860,21 fr; le solde disponible s'élève à 7 194 945,55 fr.

Ce solde disponible se répartit comme il suit :

A la réserve légale, 5 pour 100 sur 6 912 085,34 fr, soit 345 604,26 fr; un dividende de 8 pour 100, soit 40 fr par titre, aux 60 000 actions de priorité, 2 400 000 fr; un dividende de 6 pour 100, soit 30 fr par titre, aux 60 000 actions ordinaires, 1 800 000 fr; 236 648,10 fr pour tantième statutaire du conseil d'administration; 83 925 fr à la réserve extraordinaire, suivant article 43 des statuts; un dividende supplémentaire de 2 pour 100, soit 10 fr par titre, aux 60 000 actions ordinaires, 600 000 fr; un deuxième dividende supplémentaire de 2 pour 100, soit 10 fr par titre, aux 120 000 actions, 1 200 000 fr.

Le report à nouveau est de 528 768,19 fr.

Le dividende des actions de priorité et des actions ordinaires s'élève donc à 50 fr. Il est mis en paiement depuis le 1er juin 1927, sous déduction des impôts, contre remise du coupon n° 6 des actions de priorité et du coupon n° 13 des actions ordinaires.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Dépenses d'installations	168 049 817,31
Compteurs et matériel en location	1 179 850,36
Mobilier et outillage	1 »
Approvisionnements	9 018 415,30
Caisses et banquiers	8 173 792,31
Factures à encaisser	10 917 621,80
Débiteurs divers	2 176 828,46
Cautionnements et dépôts de garantie	104 210,69
Impôts sur titres à recouvrer	1 000 377,82
Portefeuille et participations	4 100 529 »
Comptes d'ordre et divers	980 954,30
	205 702 399,31

Passif.

	fr
Capital	60 000 000 »
Obligations à 5 pour 100 (1909)	12 403 600 »
Obligations à 6 pour 100 (1916)	7 424 250 »
Obligations à 6 pour 100 (1917)	14 936 600 »
Obligations à 6 pour 100 (1919)	19 000 000 »
Obligations à 6,5 pour 100 (1922-1923)	36 940 000 »
Bons à 8 pour 100 1926	8 500 000 »
Réserve légale	1 615 173,82
Réserve extraordinaire	628 575 »
Réserve d'amortissement par remboursement d'obligations	1 955 550 »
Réserve générale d'amortissement	3 000 000 »
Réserve pour régularisation des frais de marche à vapeur et grosses réparations	8 000 000 »
Provision pour exercices ultérieurs	2 400 000 »
Créditeurs divers	13 429 083,40
Fournisseurs et entrepreneurs	2 703 361,43
Cautionnements et avances sur consommation	1 564 299,31
Coupons à payer et obligations à rembourser	2 621 340,48
Comptes d'ordre et divers	1 385 620,42
Profits et pertes	7 194 945,55
	205 702 399,31

SECTION DE LÉGISLATION

Législation, jurisprudence, réglementation

Arrêté déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.

Dans le numéro du 27 août nous avons donné, pages 437 à 447, le texte de la circulaire qui précédait cet arrêté. Voici le texte de ce dernier, en date du 30 avril 1927, paru au « Journal officiel » du 23 juillet, pages 7642 à 7652.

Le ministre des Travaux publics et le ministre du Commerce et de l'Industrie.

Vu la loi du 15 juin 1906 (modifiée et complétée par les lois des 19 juillet 1922, 27 février 1925 et 13 juillet 1925, art. 298) sur les distributions d'énergie, et notamment l'article 19 ;

Vu l'avis du Comité d'Electricité en date du 9 juillet 1926 ;

Sur la proposition du conseiller d'Etat, directeur de la voirie routière, des forces hydrauliques et des distributions d'énergie électrique ;

Arrêtent :

PRÉAMBULE

Le présent arrêté fixe les prescriptions relatives aux installations de distribution d'énergie électrique, qui comprennent :

1° Les ouvrages de distribution proprement dits ;

2° Les ouvrages de traction électrique concernant :

a) L'alimentation depuis les sous-stations ou postes de transformation ou, lorsque le courant est fourni sans transformation, depuis la station génératrice jusqu'à la ligne de contact ;

b) Les fils ou rails de contact, les conducteurs de suspension et conducteurs transversaux ;

c) Les voies ferrées.

Les dispositions relatives aux ouvrages de distribution proprement dits s'appliquent également, sauf indication contraire, aux ouvrages d'alimentation.

Les antennes de radiocommunication destinées aux services publics, les lignes télégraphiques, téléphoniques et de signaux sont désignées par l'expression unique « lignes de télécommunication ».

TITRE Ier.

CH. Ier. — CLASSEMENT DES OUVRAGES ET PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES.

ART. 1er. — *Classement des ouvrages en trois catégories.* Les ouvrages doivent comprendre des dispositifs de sécurité en rapport avec la plus grande tension de régime existant entre les conducteurs et la terre (1) aux points d'utilisation.

Suivant cette tension, les ouvrages sont divisés en trois catégories :

La première catégorie comprend :

A. — Pour courant continu les ouvrages dans lesquels la plus grande tension de régime entre les conducteurs et la terre ne dépasse pas 600 volts ;

B. — Pour courants alternatifs ;

B_1. — Les ouvrages pour lesquels la plus grande tension efficace entre les conducteurs et la terre ne dépasse pas 150 v ;

Et B_2. — Ceux pour lesquels la plus grande tension efficace entre les conducteurs et la terre excède 150 v sans dépasser 250 volts.

Deuxième catégorie. — La deuxième catégorie comprend les ouvrages où la tension dépasse les limites ci-dessus, sans atteindre 60 000 volts en courant continu et 33 000 volts en courant alternatif.

Troisième catégorie. — La troisième catégorie comprend les ouvrages où la tension égale ou dépasse 60 000 v en courant continu et 33 000 v en courant alternatif.

ART. 2. — *Prescriptions générales.* — Les dispositions techniques adoptées pour les ouvrages ainsi que les conditions de leur exécution et leur entretien doivent assurer d'une façon générale le maintien de l'écoulement des eaux, de l'accès des maisons et des propriétés, des télécommunications, de la sécurité et de la commodité de la circulation sur les voies publiques empruntées, la sauvegarde des plantations et des paysages, ainsi que la sécurité des services publics, celle du personnel de l'exploitation et des habitants des communes traversées.

CH. II. — DISPOSITIONS COMMUNES AUX TROIS CATÉGORIES.

Section I. — Canalisations aériennes.

ART. 3. — *Supports.* — § 1er. — Les supports en bois doivent être prémunis contre les actions de l'humidité et du sol.

Lorsqu'un poteau en bois est consolidé par un poteau jumeau, ce dernier doit avoir la même longueur que le poteau jumelé.

§ 2. — Dans le cas où les supports non métalliques sont munis d'un fil de terre, ce fil est pourvu, sur une hauteur minimum de 3 m, à partir du sol, d'un dispositif le plaçant hors d'atteinte.

§ 3. — Tous les supports sont numérotés.

ART. 4. — *Isolateurs.* — § 1er. — Les isolateurs doivent être établis suivant les règles de l'art et appropriés aux plus fortes tensions qu'ils auront à supporter en exploitation dans toutes les conditions climatériques à envisager.

§ 2. — Un isolateur, ou une chaîne d'isolateurs, soumis à une tension croissante, devra être franchi extérieurement par l'étincelle sous une tension inférieure à celle qui correspond à la perforation de la matière isolante.

ART. 5. — *Conducteurs.* — § 1er. — Les conducteurs doivent être placés hors de la portée du public.

§ 2. — Le diamètre de l'âme métallique des conducteurs d'énergie non câblés ne peut être inférieur à 3 mm, ni leur charge de rupture inférieure à 280 kg, sauf le cas prévu au paragraphe 2 de l'article 35 ci-après.

En ce qui concerne les câbles, le diamètre limite autorisé dans chaque cas est celui qui donne la section utile et la résistance mécanique spécifiée à l'alinéa précédent.

§ 3. — Dans la traversée d'une route nationale ou dépar-

(1) Dans les distributions triphasées, cette tension est évaluée par rapport au point neutre : elle est représentée par $\frac{U}{\sqrt{3}}$, la tension U étant la tension efficace entre phases.

tementale, d'un chemin de grande communication ou d'intérêt commun ou d'une voie de circulation établie sur les dépendances d'un port maritime, l'angle de la direction des conducteurs et de l'axe de la voie est égale au moins à 15° pour les lignes et 30° pour les branchements, à moins que les conducteurs ne soient établis le long d'une seconde voie publique traversant la première sous un angle moindre.

§ 4. — Dans les traversées des voies désignées au paragraphe précédent et les portées contiguës à cette traversée, il ne doit y avoir sur les conducteurs ni épissures, ni soudures, mais les manchons de jonction, à la condition de présenter une résistance mécanique au moins égale à celle du conducteur, sont autorisés dans les portées contiguës.

Les conducteurs sont arrêtés sur les isolateurs des supports de la traversée et sur les isolateurs des supports des portées contiguës.

Art. 6. — *Résistance mécanique des ouvrages.* — § 1er. — Pour les conducteurs, supports, ferrures, la résistance mécanique est calculée en tenant compte à la fois des charges permanentes que les organes ont à supporter et de la plus défavorable des deux combinaisons de charges accidentelles résultant des circonstances ci-après :

A. — Température moyenne de la région avec vent horizontal de 120 kg de pression par mètre carré de surface plane ou 72 kg par mètre carré de section longitudinale des pièces à section circulaire;

B. — Température minimum de la région avec vent horizontal de 30 kg par mètre carré de surface plane ou de 18 kg par mètre carré de section longitudinale des pièces à section circulaire.

Les calculs justificatifs font ressortir le coefficient de sécurité de tous les éléments, c'est-à-dire le rapport entre l'effort correspondant à la charge de rupture de chaque élément et l'effort le plus grand auquel il peut être soumis.

§ 2. — Dans les cas où les suppports sont munis de maçonneries de fondation, celles-ci sont établies suivant les règles de l'art.

Section II. — Canalisations souterraines.

Art. 7. — *Conditions générales d'établissement.* — § 1er. — Les canalisations souterraines en câbles doivent être en câbles des meilleurs modèles connus, avec chemise de plomb sans soudure; ces câbles doivent être essayés en usine sous une tension alternative efficace, de forme approximativement sinusoïdale et d'une fréquence comprise entre 20 et 60. Cette tension sera triple de la tension de service tant que celle-ci ne dépassera pas 20000 v et égale à la tension de service majorée de 40000 v lorsque la tension de service dépassera 20000 v. La durée d'application sera de trente minutes et la tension d'essai sera appliquée aussi bien entre les conducteurs (si le câble comporte plusieurs conducteurs distincts) qu'entre les conducteurs et l'enveloppe de plomb.

§ 2. — Les conducteurs souterrains doivent être protégés contre les avaries que pourraient leur occasionner le tassement des terres, le contact des corps durs et le choc des outils en cas de fouille.

Cette prescription ne s'applique pas aux câbles protégés par une armure d'acier.

§ 3. — Dans tous les cas où les conducteurs souterrains sont placés dans une enveloppe ou conduite métallique, ils sont isolés avec le même soin que s'ils étaient placés directement dans le sol.

§ 4. — Les galeries contenant des câbles sont établies de manière à éviter autant que possible l'introduction et surtout le séjour de l'eau.

Art. 8. — *Voisinage des conduites de gaz.* — Lorsque dans le voisinage de conducteurs d'énergie électrique placés dans une conduite, il existe des canalisations de gaz, les mesures nécessaires doivent être prises pour assurer la ventilation régulière de la conduite renfermant les câbles électriques et éviter l'accumulation des gaz.

Art. 9. — *Regards.* — Les regards affectés aux canalisations électriques ne doivent pas renfermer de tuyaux d'eau, de gaz ou d'air comprimé.

Dans le cas de canalisations en conducteurs nus, les regards sont disposés de manière à pouvoir être ventilés.

Les conducteurs d'énergie électrique sont convenablement isolés par rapport aux plaques de fermeture des regards.

Section III. — Sous-stations, postes de transformation et installations diverses.

Art. 10. — *Prescriptions générales pour l'installation des moteurs et appareils divers.* — § 1er. — Toutes les pièces saillantes mobiles et autres parties dangereuses des machines, notamment les bielles, roues, volants, les courroies et câbles, les engrenages, les cylindres et cônes de friction ou tous autres organes de transmission qui seraient reconnus dangereux sont munis de dispositifs protecteurs, tels que gaines et chéneaux de bois ou de fer, tambours pour les courroies et les bielles ou de couvre-engrenages, garde-mains, grillages, etc.

Sauf le cas d'arrêt du moteur, le maniement des courroies doit toujours être fait au moyen de systèmes, tels que monte-courroie, porte-courroie, évitant l'emploi direct de la main.

On doit prendre, autant que possible, des dispositions telles qu'aucun ouvrier ne soit habituellement occupé à un travail quelconque, dans le plan de rotation et aux abords immédiats d'un volant ou de tout autre engin pesant et tournant à grande vitesse.

§ 2. — La mise en train et l'arrêt des machines sont toujours précédés d'un signal convenu.

§ 3. — Des dispositifs de sûreté sont installés dans la mesure du possible pour le nettoyage et le graissage des transmissions et mécanismes en marche.

§ 4. — Les monte-charge, ascenseurs, élévateurs sont guidés et disposés de manière que la voie de la cage du monte-charge et des contre-poids soit fermée; que la fermeture du puits à l'entrée des divers étages ou galeries s'effectue automatiquement; que rien ne puisse tomber du monte-charge dans le puits.

Pour les monte-charge destinés à transporter le personnel, la charge est calculée au tiers de la charge admise pour le transport des marchandises, et les monte-charge sont pourvus de freins, chapeaux, parachutes ou autres appareils préservateurs.

Les appareils de levage portent l'indication du maximum de poids qu'ils peuvent soulever.

§ 5. — Les puits, trappes et ouvertures sont pourvus de solides barrières ou garde-corps.

§ 6. — Dans les locaux où le sol et les parois sont très conducteurs, soit par construction, soit par suite de dépôts salins ou de l'humidité, on ne doit jamais établir, à la portée de la main, des conducteurs nus ou des appareils découverts.

Art. 11. — *Installation des conducteurs à l'intérieur des sous-stations et postes de transformation.* — § 1er. — A l'intérieur des sous-stations et postes de transformation, les conducteurs nus qui sont à portée de la main doivent être signalés à l'attention par une marque très apparente.

Les enveloppes des conducteurs recouverts doivent être convenablement isolantes.

§ 2. — Des dispositions doivent être prises pour éviter l'échauffement anormal des conducteurs, à l'aide de coupe-circuits fusibles ou autres appareils équivalents.

Art. 12. — *Interdiction d'entrepôt.* — Il est interdit d'entreposer dans les parties des postes de transformation où existent des conducteurs sous tension des objets métalliques de dimensions telles que leur manipulation puisse créer des contacts dangereux.

Art. 13. — *Locaux des accumulateurs.* — Dans les locaux où se trouvent des batteries d'accumulateurs, toutes les précautions sont prises pour éviter l'accumulation de gaz détonants; la ventilation de ces locaux doit assurer l'évacuation continue des gaz dégagés. Les lampes à incan-

descence employées dans ces locaux sont à double enveloppe.

Art. 14. — *Eclairage de secours.* — Les salles des sous-stations doivent posséder un éclairage de secours en état de fonctionner en cas d'arrêt du courant.

Section IV. — Branchements particuliers,

Art. 15. — *Prescriptions générales.* — Les branchements particuliers doivent être munis des dispositifs d'interruption auxquels l'entrepreneur de la distribution doit avoir accès en tout temps.

Art. 16. — *Conducteurs aériens.* — Les conducteurs aériens formant branchements particuliers doivent être protégés dans toutes les parties où ils sont à la portée des personnes.

Art. 17. — *Conducteurs souterrains.* — Les conducteurs souterrains formant branchements particuliers doivent être recouverts d'un isolant protégé d'une façon suffisante, soit par l'armure du câble, soit par des conduites en matière résistante et durable.

Section V. — Traversée des cours d'eau et des canaux de navigation.

Art. 18. — *Prescriptions générales.* — Les prescriptions des sections I, II et IV du présent chapitre sont applicables aux traversées des cours d'eau navigables ou flottables et des canaux de navigation, sous réserve des dispositions spéciales de la présente section.

Art. 19. — *Hauteur des conducteurs.* — § 1er. — A la traversée des cours d'eau navigables et des canaux de navigation, la hauteur minimum des conducteurs au-dessus du plan d'eau est fixée, dans chaque cas, suivant le type des bateaux susceptibles de fréquenter les voies d'eau et le mode de navigation et de traction.

Cette hauteur ne peut être inférieure à 8 m au-dessus des plus hautes eaux navigables.

Toutefois, si la navigation n'est pas effectivement pratiquée, la hauteur peut être réduite à 3 m au-dessus des plus hautes eaux.

§ 2. — La même hauteur minimum de 8 m est applicable à la traversée des autres cours d'eau du domaine public, mais elle peut être réduite à la traversée des cours d'eau classés comme flottables, lorsque le flottage n'est pas effectivement pratiqué, sous réserve que cette hauteur ne sera pas inférieure à 3 m au-dessus des plus hautes eaux.

§ 3. — Lorsque les conducteurs traverseront la voie d'eau en prenant appui sur un ouvrage d'art formant passage supérieur, la hauteur pourra être réduite à celle de l'intrados de cette ouvrage augmentée d'un mètre, étant entendu que la saillie des supports sur le parement des têtes sera déterminée dans chaque cas particulier en tenant compte des caractéristiques du matériel fluvial et des nécessités de l'exploitation de la voie navigable.

Art. 20. — *Coefficient de sécurité.* — Le coefficient de sécurité de l'installation dans la traversée des cours d'eau navigables sur lesquels la navigation est effectivement pratiquée et des canaux de navigation est au moins égal à 5 pour les supports et ferrures d'isolateurs encadrant la traversée et à 3 pour les conducteurs. Dans la traversée des autres cours d'eau du domaine public, il est au moins égal à 3 pour les supports, ferrures et conducteurs.

Le même coefficient 3 est applicable aux installations faites sur les dépendances des cours d'eau et des canaux qui ne sont pas ouverts à la circulation publique et, en particulier, sur les emplacements réservés au halage.

Section VI. — Traversée et voisinage d'autres canalisations.

Art. 21. — *Prescriptions générales.* — Les prescriptions des sections I, II et IV du présent chapitre sont applicables aux parties des installations traversant ou avoisinant des lignes d'énergie électrique ou des conduites d'eau, de gaz ou d'air comprimé, sous réserve des dispositions spéciales de la présente section.

Art. 22. — *Conducteurs aériens traversant ou avoisinant d'autres conducteurs aériens de distribution.* — § 1er. — A tous les points où les conducteurs aériens avoisinent d'autres conducteurs aériens de distribution, des dispositions doivent être prises pour qu'il ne puisse y avoir contact accidentel ou amorçage d'arc entre ces deux systèmes de conducteurs.

§ 2. — On adoptera les dispositions nécessaires pour que l'appareil de prise de courant des véhicules à traction électrique ne puisse atteindre les lignes de distribution voisines lorsque cet appareil est susceptible de quitter la ligne de contact.

Art. 23. — *Canalisations souterraines traversant ou avoisinant d'autres canalisations souterraines* (1). — § 1er. — Lorsque les canalisations souterraines suivent une direction commune avec d'autres canalisations souterraines ou conduites d'eau, de gaz ou d'air comprimé et que les deux canalisations sont établies en tranchée, une distance minimum de 20 cm doit exister entre les points les plus rapprochés de chacune des canalisations.

§ 2. — Lorsque les canalisations souterraines croisent des installations préexistantes (canalisations souterraines de distribution, conduites d'eau, de gaz ou d'air comprimé), elles doivent, en principe, passer au-dessus d'elles et se trouver en tous points à une distance supérieure ou égale à 20 cm.

Toutefois, lorsque le point le plus haut des installations préexistantes se trouve à plus de 1 m de profondeur, les canalisations souterraines de distribution qui les croisent pourront être posées au-dessus, étant entendu qu'elles devront passer à une distance au moins égale à 20 cm.

§ 3. — Lorsque les dispositions prévues aux deux paragraphes précédents ne peuvent être réalisées, la distance entre les deux canalisations peut être réduite, à condition qu'elles soient séparées par une cloison isolante en tous les points où la distance est inférieure au minimum prescrit.

Section VII. — Traversée des lignes de chemins de fer (2).

Art. 24. — *Prescriptions générales.* — Les prescriptions des sections I, II et IV, et lorsque le mode de traction adopté est la traction électrique, de la section VI du présent chapitre, sont applicables aux traversées de chemins de fer sous réserve des dispositions spéciales de la présente section.

Division I. — Traversées des lignes de chemins de fer des grands réseaux d'intérêt général.

Art. 25. — *Dispositions générales.* — Pour traverser un chemin de fer d'un grand réseau d'intérêt général, toute installation de distribution doit, de préférence, emprunter un ouvrage d'art (passage supérieur ou inférieur) et, autant que possible, ne pas franchir cet ouvrage en diagonale.

Les canalisations aériennes, empruntant un passage supérieur ou le sol surmontant un souterrain sont soumises aux dispositions suivantes :

a) Si la distance en projection horizontale entre un conducteur quelconque de la canalisation et le tympan ou la

(1) En ce qui concerne les dispositions à prévoir au voisinage des rails de roulement, se reporter aux prescriptions du titre II ci-après.

(2) Ces dispositions ne s'appliquent pas aux canalisations traversant des voies de quai, des embranchements industriels et autres voies analogues, ni aux lignes électriques de service établies dans les gares et stations.

Elles ne s'appliquent pas non plus aux canalisations électriques établies longitudinalement par les réseaux dans leurs emprises (les surplombs de rails dans certaines courbes et les traversées de voies au voisinage des aiguillages ne constituant pas les traversées de lignes de chemins de fer visées par la présente section), mais elles s'appliquent aux traversées qui intéressent les voies principales.

tête de l'ouvrage la plus rapprochée est supérieure à la hauteur d'un support, la canalisation n'est soumise à aucune des prescriptions spéciales aux traversées de chemins de fer.

b) Si la distance précitée est inférieure à la hauteur d'un support, la canalisation est soumise, outre les prescriptions de la présente section, aux prescriptions des sections III du chapitre III, IV du chapitre IV et V du chapitre V.

A défaut de pouvoir, en raison de circonstances locales, emprunter un ouvrage d'art, les installations de distribution doivent, autant que possible, effectuer la traversée en un point de moindre largeur de l'emprise du chemin de fer.

ART. 26. — *Canalisations aériennes.* — § 1er. — En outre des prescriptions indiquées à la section I du présent chapitre, notamment en ce qui concerne les traversées, toute canalisation aérienne qui traverse le chemin de fer doit satisfaire aux prescriptions indiquées ci-après :

§ 2. — Les supports de la ligne d'énergie placés de part et d'autre de la traversée devront être aussi rapprochés que possible des limites de l'emprise, sans que leur distance au bord extérieur du rail le plus voisin puisse être inférieure à 3 m. Ils sont placés à une distance horizontale d'au moins 1,50 m des lignes de conducteurs électriques d'énergie ou de télécommunication existant le long des voies et, autant que possible, du côté de ces lignes opposé à la voie ferrée.

Chacun de ces supports est encastré dans un lit massif de maçonnerie.

§ 3. — Les supports métalliques de la traversée sont mis en communication avec le sol.

§ 4. — Le coefficient de sécurité de l'installation constituant la traversée, calculé conformément aux indications du paragraphe premier de l'article 6, est au moins égal à 5 pour les supports et ferrures d'isolateurs et à 3 pour les conducteurs.

Le coefficient de stabilité de l'installation, y compris le haubannage, s'il y en a, doit être au moins égal à 1,5, sans tenir compte de la butée des terres.

Dans l'hypothèse de la rupture de tous les conducteurs placés d'un même côté, le coefficient de sécurité est ramené à 1,75 pour les supports et ferrures d'isolateurs, et le coefficient de stabilité de l'installation, y compris le haubannage, s'il y en a, doit être au moins égal à l'unité sans tenir compte de la butée des terres.

Ces deux coefficients de stabilité ne seront pas exigés pour les appuis scellés dans le rocher.

§ 5. — Indépendamment de la vérification des conditions électriques de l'entreprise de distribution ou de traction électrique prévue par les règlements en vigueur (1), il sera procédé par le service du contrôle de l'entreprise de distribution ou de traction électrique à des visites périodiques des installations traversant ou empruntant les emprises du chemin de fer.

Ces visites auront lieu en présence du représentant du concessionnaire ou permissionnaire de la distribution d'énergie électrique; les représentants du Contrôle du Chemin de fer, de l'Administration des Postes et des Télégraphes, de la compagnie ou de l'administration exploitant le chemin de fer y seront convoqués, mais leur absence ne fera pas obstacle à ce qu'il soit procédé aux opérations de vérification.

Ces visites auront pour objet l'examen détaillé des installations à l'intérieur des emprises et aux abords pour constater leur bon état d'entretien; elles auront lieu tous les trois ans ou à des intervalles plus rapprochés si l'arrêté d'autorisation le prescrit, ou, en cas d'urgence, sur la réquisition du service du contrôle.

ART. 27. — *Canalisations souterraines.* — § 1er. — Les canalisations souterraines en câbles doivent être en câbles des meilleurs modèles connus, comportant une chemise de plomb sans soudure et une armure métallique ou toute autre protection mécanique.

Les câbles armés sont noyés dans le sol, non seulement à la traversée des voies ferrées, mais encore de part et d'autre et jusqu'à 1,50 m au moins au delà des lignes électriques existant le long des voies.

§ 2. — Toutes dispositions seront prises pour que le remplacement des câbles soit possible, sans ouverture de tranchée sous les voies et le ballast.

§ 3. — Les vérifications prévues au paragraphe 5 de l'article 26 pour les canalisations aériennes auront lieu dans les mêmes conditions pour les canalisations souterraines.

DIVISION II. — Traversée des lignes secondaires d'intérêt général et des lignes d'intérêt local.

ART. 28. — *Canalisations aériennes.* — La traversée du chemin de fer par une canalisation aérienne, quelle que soit la catégorie, est soumise aux prescriptions relatives aux traversées des routes nationales.

Section VIII. — Protection des lignes de télécommunication.

ART. 29. — *Canalisations aériennes voisines de lignes de télécommunication.* — § 1er. — En aucun cas les poteaux ou pylônes supportant les conducteurs de distribution ne doivent être établis au milieu des nappes de fils de télécommunication.

§ 2. — Aux points de croisement, les lignes de télécommunication sont dûment consolidées si elles sont placées au-dessus de la ligne d'énergie.

§ 3. — Lorsque la ligne de distribution croise dans la même portée des fils aériens de télécommunication et une ligne aérienne de contact, sa section ne peut être inférieure à 12 mm² et elle ne peut être établie qu'en câbles toronnés, dans toute la longueur de la traversée.

§ 4. — Lorsque les dispositions prévues aux paragraphes 2 et 3 du présent article ne peuvent être appliquées, les lignes préexistantes doivent être modifiées.

§ 5. — Il pourra être établi, s'il est jugé nécessaire, des appareils de protection spéciaux sur les fils de télécommunication avoisinant des ouvrages de distribution et des lignes de contact.

ART. 30. — *Canalisations souterraines voisines de lignes souterraines de télécommunication.* — § 1er. — Lorsque des conducteurs souterrains de distribution suivent une direction commune avec une ligne de télécommunication souterraine, et que les deux canalisations sont établies en tranchées, une distance minimum de 50 cm doit exister entre les conducteurs et la ligne de télécommunication, à moins qu'ils ne soient séparés par une cloison protectrice donnant une sécurité équivalente.

§ 2. — Lorsque des conducteurs souterrains croisent une ligne de télécommunication, ils doivent être placés à une distance minimum de 20 cm des lignes de télécommunication, à moins qu'ils ne présentent en ces points, au point de vue de la sécurité publique, de l'induction et des dérivations, des garanties équivalentes à celles de câbles concentriques ou cordés à enveloppe de plomb.

Section IX. — Entretien des ouvrages.

ART. 31. — *Elagages.* — L'élagage des arbres plantés en bordure des voies publiques, soit sur le sol de ces voies, soit sur les propriétés particulières, doit être effectué aussi souvent que la sécurité l'exige ou que le service du contrôle le prescrit.

Dans tous les cas, l'exploitant de la ligne est tenu d'en donner préalablement avis au service de voirie intéressé et de procéder à l'élagage en se conformant à ses instructions.

Réciproquement lorsque ce dernier (service de voirie) jugera un élagage nécessaire pour le bon entretien d'une plantation, il n'entreprendra le travail qu'après en avoir avisé le service du contrôle et avoir arrêté par son intermédiaire, avec l'exploitant de la ligne, les mesures de sécurité que peut exiger l'opération.

(1) Article 51 du décret du 3 avril 1908 ou article 33 du décret du 24 avril 1923, modifié par le décret du 14 octobre 1924.

Ch. III. — Ouvrages de première catégorie.

Art. 32. — *Prescriptions générales.* — Les ouvrages de première catégorie sont soumis aux prescriptions du chapitre II ci-dessus et, en outre, à celles du présent chapitre.

Art. 33. — *Mise au sol du point et du conducteur neutres* — Dans les distributions triphasées en étoile de la subdivision B_1, le point neutre et le conducteur neutre, s'il y en a un, sont mis en communication avec le sol.

Dans le cas de la subdivision B_2, cette liaison au sol est facultative.

Section I. — Canalisations aériennes.

Art. 34. — *Supports.* — Dans la traversée des routes nationales ou départementales et des chemins de grande communication ou d'intérêt commun et des voies de circulation établies sur les dépendances du domaine public fluvial ou maritime, les supports doivent être aussi rapprochés que possible.

Art. 35 — *Conducteurs.* — § 1er. — Sur les parties de voies publiques accessibles aux véhicules, le point le plus bas des conducteurs et fils de toute nature doit être au moins à 6 m de hauteur le long de ces voies et à leur traversée.

Néanmoins, des canalisations aériennes pourront être établies à moins de 6 m de hauteur :

1° A la traversée des ouvrages construits au-dessus des voies publiques, à la condition de comporter, dans toute la partie à moins de 6 m de hauteur, un dispositif de protection spécial en vue de sauvegarder la sécurité ;

2° Le long et à la traversée des voies ou parties de voies interdites ou inaccessibles aux véhicules.

§ 2. — Le diamètre de l'âme métallique des conducteurs d'énergie non câblés peut, par dérogation au premier alinéa du paragraphe 2 de l'article 5, être abaissé à 2,5 mm et la charge de rupture à 200 kg pour les branchements particuliers ou de canalisations d'éclairage public qui ne croisent pas des lignes de télécommunication placées au-dessous.

§ 3. — Dans le voisinage des maisons et autres bâtiments, à l'exception de ceux affectés au service de la distribution, les conducteurs, qui doivent être, en tout cas, hors de la portée des habitants et usagers, sont placés en dehors d'une zone de protection limitée par un plan vertical, parallèle au mur de façade, distant de 1 m au moins et par un plan incliné, parallèle au toit en pente, distant verticalement d'au moins 2 m, ou par un plan horizontal parallèle au toit en terrasse, distant verticalement d'au moins 3 m.

Dans le cas des toits à la Mansart, la portion de toit dont l'inclinaison sur l'horizontale sera supérieure à 45° est assimilée à la partie verticale du mur de façade, c'est-à-dire que la zone de protection y sera limitée par un plan parallèle à la paroi distant d'au moins 1 m.

Les conducteurs situés à la limite ou en dehors de la zone de protection ainsi définie doivent être à une distance minimum de 1 m de toute partie en saillie sur la façade (balcon, chéneau, etc.) ou sur le toit (cheminée, lucarne, paratonnerre) et à une distance verticale minimum de 2 m de toute construction autre qu'un garde-corps en saillie sur le toit et située à leur aplomb.

Section II. — Installations diverses.

Art. 36. — *Tableaux de distribution.* — Sur les tableaux de distribution, les conducteurs doivent présenter les isolements et les écartements propres à éviter tout danger.

Section III. — Traversée des chemins de fer (1).

Art. 37. — *Prescriptions générales.* — Les prescriptions de la section I du présent chapitre sont applicables aux parties des installations traversant des lignes de chemins de fer, sous réserve des dispositions spéciales de la présente section.

Division I. — Traversée des lignes des grands réseaux d'intérêt général.

Art. 38. — *Mise hors tension de la canalisation.* — La canalisation traversant la voie ferrée doit pouvoir être isolée de tout générateur possible de courant.

Art. 39. — *Canalisations aériennes.* — § 1er. — Toute canalisation aérienne qui n'emprunte pas un ouvrage d'art doit franchir les voies ferrées, autant que possible, d'une seule portée et suivant la direction générale de la ligne d'énergie, sans que ladite portée puisse, à moins de circonstances spéciales, dépasser 70 m. Son point le plus bas doit être situé à 7 m au moins de hauteur au-dessus du rail le plus haut; de plus, elle doit être établie à 2 m de distance dans le sens vertical du conducteur électrique préexistant le plus voisin longeant la voie ferrée.

§ 2. — Chaque conducteur des canalisations aériennes est relié sur chacun des supports de la traversée à deux isolateurs.

§ 3. — A chacun des supports, et à 50 cm au moins des isolateurs dans la portée de la traversée, est fixée une pièce de garde métallique en communication avec le sol, afin qu'en cas de rupture d'un ou plusieurs isolateurs, ce ou ces conducteurs soient en communication avec le sol.

Division II. — Traversée des lignes secondaires d'intérêt général et des lignes d'intérêt local.

Art. 40. — *Canalisations aériennes.* — La traversée du chemin de fer, par une canalisation aérienne, est soumise aux prescriptions relatives aux traversées de routes nationales. Toutefois, si la traversée est établie sur une partie de la voie ferrée construite sur une plate-forme indépendante, la condition relative à la hauteur des conducteurs est remplacée par la suivante : le point le plus bas des conducteurs doit être établi au moins à 3 m de distance verticale au-dessus du gabarit du matériel circulant sur la voie ferrée.

Art. 41. — *Croisement d'un chemin de fer avec lignes de contact de deuxième catégorie par des conducteurs aériens de distribution de première catégorie.* — Quand une canalisation aérienne de distribution de première catégorie traverse une voie ferrée d'intérêt local ou d'un réseau secondaire d'intérêt général avec traction électrique par conducteurs aériens de deuxième catégorie, les dispositions des paragraphes 2 et 3 de l'article 39 sont applicables.

Section IV. — *Protection des lignes de télécommunication.*

Art. 42. — *Canalisations aériennes de distributions voisines de lignes de télécommunication.* — § 1er. — Lorsque les canalisations suivent parallèlement une ligne de télécommunication, la distance minimum à établir entre cette ligne et les conducteurs d'énergie doit être fixée de manière qu'il ne puisse y avoir de contact accidentel.

Cette distance prise de conducteur à fil en projection horizontale ne peut être inférieure à 1 m, excepté si les points de fixation des conducteurs ne sont pas distants l'un de l'autre de plus de 1 m, auquel cas la distance peut être réduite à 30 cm.

Dans tous les cas, les précautions nécessaires devront être prises pour qu'il ne se produise aucune perturbation nuisible par induction ou autrement.

§ 2. — Aux points de croisement, les conducteurs de distribution sont, autant que possible, placés au-dessus des fils de télécommunication.

(1) Ces dispositions ne s'appliquent pas aux canalisations traversant des voies de quai, des embranchements industriels et autres voies ferrées analogues, ni aux lignes électriques de service établies dans les gares et stations.

Elles ne s'appliquent pas non plus aux canalisations électriques établies longitudinalement par les réseaux dans leurs emprises (les surplombs de rails dans certaines courbes ou les traversées de voies au voisinage des aiguillages ne constituant pas les traversées de lignes de chemins de fer visées par la présente section), mais elles s'appliquent aux traversées qui intéressent les voies principales.

Une distance minimum de 1 m mesurée suivant la verticale est maintenue entre les conducteurs et les fils de télécommunication. Toutefois, lorsque les conducteurs sont établis sous plomb ou sous tube métallique, cette distance peut être réduite à 30 cm.

Si les conducteurs sont au-dessus des fils de télécommunication, l'article 5, paragraphe 4, et l'article 34 sont applicables.

Si les conducteurs sont au-dessous des fils de télécommunication, un dispositif de garde efficace en communication avec le sol doit, en cas de nécessité, être établi entre les deux sortes de conducteurs.

Art. 43. — *Branchements.* — Les branchements verticaux ou obliques croisant des lignes de télécommunication doivent en être maintenus à une distance minimum de 50 cm mesurée suivant l'horizontale.

Toutefois, lorsque ces branchements sont établis sous plomb ou sous tube métallique, cette distance peut être réduite à 30 cm.

Ch. IV. — Ouvrages de deuxième catégorie.

Art. 44. — *Prescriptions générales.* — Les ouvrages de deuxième catégorie sont soumis aux prescriptions du chapitre II ci-dessus et à celles du présent chapitre.

Section I. — Canalisations aériennes.

Art. 45. — *Supports.* — Les pylônes et poteaux métalliques ou en béton armé doivent être mis en communication avec le sol.

Ils doivent être munis, à une hauteur d'au moins 2 m au-dessus du sol, d'un dispositif pour empêcher, autant que possible, le public d'atteindre les conducteurs; les pylônes à treillis seront en outre munis d'un dispositif spécial empêchant l'ascension par l'intérieur.

Chaque support doit porter l'indication : « Défense absolue de toucher aux fils même tombés à terre » suivie en gros caractères des mots « Danger de mort »; cette inscription figurera sur une plaque dont les caractéristiques générales seront déterminées par le ministre des Travaux publics.

Les traverses qui supportent les ferrures d'isolateurs sont pourvues des fourrures nécessaires pour boucher toute cavité où pourrait être construit un nid d'oiseau.

Dans la traversée des routes nationales ou départementales et des chemins de grande communication ou d'intérêt commun et des voies de circulation établies sur les dépendances du domaine public fluvial ou maritime, les supports doivent être aussi rapprochés que possible.

Toutefois, cette prescription n'est pas applicable aux canalisations aériennes dont la section est égale ou supérieure à 48 mm² pour le cuivre ou à une section conduisant à une résistance mécanique à la rupture équivalente pour les autres métaux, et qui sont constituées en conducteurs câblés à trois brins au moins.

Art. 46. — *Conducteurs.* — § 1er. — Le point le plus bas des conducteurs et fils de toute nature surplombant les voies publiques dans une partie accessible aux véhicules doit être à 6 m au moins de hauteur le long de ces voies et à 8 m au moins, dans leur traversée.

Néanmoins, des canalisations aériennes pourront être établies à moins de 6 m de hauteur :

1° A la traversée des ouvrages construits au-dessus des voies publiques, à la condition de comporter, dans toute la partie à moins de 6 m de hauteur un dispositif de protection spécial en vue de sauvegarder la sécurité;

2° Le long et à la traversée des voies ou parties de voies interdites ou inaccessibles aux véhicules.

§ 2. — Les mesures nécessaires sont prises pour que, dans les traversées et sur les appuis d'angle, tout conducteur d'énergie électrique, au cas où il viendrait à abandonner l'isolateur, soit encore retenu et ne risque pas de traîner sur le sol ou de créer des contacts dangereux.

§ 3. — Dans le voisinage des maisons et autres bâtiments, à l'exception de ceux affectés au service de la distribution, les conducteurs qui doivent être en tout cas hors de la portée des habitants et usagers, sont placés en dehors d'une zone de protection limitée par un plan vertical, parallèle au mur de façade distant de 1 m au moins, et par un plan incliné, parallèle au toit en pente distant verticalement de 2 m au moins, ou par un plan horizontal parallèle au toit en terrasse distant verticalement de 3 m au moins.

Dans le cas des toits à la Mansard, la portion de toit dont l'inclinaison sur l'horizontale sera supérieure à 45° est assimilée à la partie verticale du mur de façade, c'est-à-dire que la zone de protection y sera limitée par un plan parallèle à la paroi distant de 1 m au moins.

Les conducteurs situés à la limite ou en dehors de la zone de protection ainsi définie doivent être à une distance minimum de 1 m de toute partie en saillie sur la façade (balcon, chéneau, etc.), ou sur le toit (cheminée, lucarne, paratonnerre) et à une distance verticale minimum de 2 m de toute construction autre qu'un garde-corps en saillie sur le toit et située à leur aplomb.

Art. 47. — *Résistance mécanique des ouvrages.* — Le coefficient de sécurité des supports, des ferrures d'isolateurs et des conducteurs sera uniformément égal à trois, sauf en ce qui concerne les supports et ferrures d'isolateurs établis dans les agglomérations, ou encadrant une traversée de route nationale ou départementale, de chemin de grande communication ou d'intérêt commun ou de voie de circulation établie sur les dépendances du domaine public fluvial ou maritime, ou située dans une partie de gare ou station ouverte au public, pour lesquels ce coefficient sera porté à 5.

Art. 48. — *Distribution desservant plusieurs agglomérations.* — Dans les distributions desservant un certain nombre d'agglomérations distantes les unes des autres, l'entrepreneur de la distribution est tenu d'établir, entre chaque agglomération importante desservie et l'usine de production de l'énergie ou le poste le plus voisin, un moyen de communication directe.

L'entrepreneur de la distribution est dispensé de la prescription ci-dessus s'il a établi, à l'entrée de chaque agglomération importante, un appareil permettant de couper le courant toutes les fois qu'il est nécessaire.

Toutefois, les dispositions ci-dessus ne sont pas applicables aux conducteurs aériens d'alimentation qui devront être protégés par des dispositifs destinés à limiter l'intensité du courant.

Section II. — Sous-stations, postes de transformation et installations diverses.

Art. 49. — *Moteurs, transformateurs et appareils.* — § 1er. — Les locaux non gardés dans lesquels sont installés des transformateurs doivent être fermés à clef; lorsque les portes de fermeture sont à rabattement, elles doivent s'ouvrir vers l'extérieur; si elles s'ouvrent sur une voie publique ou sur les dépendances du domaine public fluvial ou maritime, elles devront se rabattre et être fixées sur le mur de façade, de façon à réduire la saillie au minimum.

Des écriteaux très apparents sont apposés partout où il est nécessaire pour prévenir le public du danger d'y pénétrer.

§ 2. — Si une machine ou un appareil électrique se trouve dans un local ayant en même temps une autre destination, la partie du local affectée à cette machine ou à cet appareil est rendue inaccessible par un garde-corps ou un dispositif équivalent, à toute personne autre que celle qui en a la charge. Une mention indiquant le danger doit être affichée en évidence.

§ 3. — Les bâtis et pièces conductrices non parcourus par le courant qui appartiennent à des moteurs et transformateurs sont reliés électriquement au sol ou isolés électriquement du sol. Dans ce dernier cas, les machines sont entourées par un plancher de service non glissant isolé du sol et assez développé pour qu'il ne soit pas possible de toucher à la fois à la machine et à un corps conducteur quelconque relié au sol.

La mise au sol ou l'isolement électrique est constamment maintenu en bon état.

§ 4. — Les passages ménagés pour l'accès aux machines et appareils placés à découvert ne peuvent avoir moins de 2 m de hauteur; leur largeur mesurée entre les machines, conducteurs ou appareils eux-mêmes, aussi bien qu'entre ceux-ci et les parties métalliques de la construction, ne doit pas être inférieure à 1 m.

Toutefois, lorsque les machines, conducteurs ou appareils sont protégés par un grillage ou par un écran placé à 30 cm au moins de distance horizontale et régnant sur 2 m au moins de hauteur, ou sur toute la hauteur libre, si elle est inférieure à 2 m, la largeur des passages d'accès ménagés entre les grillages ou écrans eux-mêmes, aussi bien qu'entre ceux-ci et les parois de la construction, peut être réduite à 80 cm.

ART. 50. — *Canalisations installées à l'intérieur des sous-stations et postes de transformation.* — § 1er. — A l'intérieur des sous-stations et postes de transformation, les canalisations nues de deuxième catégorie doivent être établies sur des isolateurs convenablement espacés et être écartées des masses métalliques telles que piliers ou colonnes, gouttières, tuyaux de descente.

§ 2. — Les canalisations nues doivent être protégées par un grillage ou par un écran placé à une distance qui, en aucun cas, ne pourra pas être inférieure à 30 cm.

Cette protection sera établie pour toutes parties de canalisations dont la distance, par rapport au sol, plancher ou passage, ne sera pas supérieure à 2 m.

§ 3. — La largeur des passages d'accès ménagés entre les grillages ou écrans eux-mêmes, aussi bien qu'entre ceux-ci et les parois de la construction, ne doit pas être inférieure à 80 cm.

§ 4. — Tous les conducteurs et appareils de deuxième catégorie doivent, notamment sur les tableaux de distribution, être nettement différenciés des conducteurs ou appareils de première catégorie par une marque très apparente (une couche de peinture par exemple).

§ 5. — Il pourra être fait emploi, pour protéger le personnel contre les conducteurs sous tension, de pancartes ou d'écrans très visibles mentionnant l'interdiction d'ouvrir tant que les conducteurs du compartiment qu'ils commandent sont sous tension. A défaut de ce procédé, on devra faire emploi de tout procédé procurant une sécurité équivalente.

ART. 51. — *Tableaux de distribution.* — § 1er — Sur les tableaux de distribution portant sur leur face avant où se trouvent les poignées de manœuvre et les instruments de lecture des appareils et pièces métalliques pouvant être sous tension, le plancher de service doit être isolé électriquement et établi dans les conditions indiquées à l'article 49, paragraphe 3.

§ 2. — Quand des appareils et pièces métalliques pouvant être sous tension sont établis à découvert sur la face arrière du tableau, un passage entièrement libre de 1 m de largeur et de 2 m de hauteur au moins est réservé derrière lesdits appareils et pièces métalliques; l'accès de ce passage est défendu par une porte fermant à clef, laquelle ne peut être ouverte que par ordre du chef de service ou par ses préposés: l'entrée en sera interdite à toute autre personne.

ART. 52. — *Mise au sol des colonnes et autres pièces métalliques des sous-stations et postes de transformation.* — Les colonnes, les supports et, en général, toutes les pièces métalliques des sous-stations et postes de transformation, qui risqueraient d'être soumis à une tension de deuxième catégorie, doivent être convenablement reliés au sol.

Section III. — Traversée et voisinage d'autres lignes d'énergie électrique.

ART. 53. — *Canalisations aériennes.* — § 1er. — Les prescriptions de la section I du présent chapitre sont applicables aux canalisations de distribution traversant ou avoisinant d'autres lignes d'énergie électrique.

§ 2. — En outre, toute canalisation aérienne de distribution doit être établie à 2 m au moins du conducteur d'énergie préexistant le plus voisin.

§ 3. — Toutefois, dans le cas où la canalisation serait établie sur les mêmes supports que le conducteur préexistant, sa distance à ce conducteur peut être abaissée à celle qui sépare entre eux les conducteurs de la canalisation ayant la tension la plus élevée, si elle est inférieure à 2 m.

Section IV. — Traversées aériennes de chemins de fer (1).

ART. 54. — *Prescriptions générales.* — Les prescriptions de la section I et, lorsque le mode de traction adopté est la traction électrique, celles de la section III du présent chapitre, sont applicables aux parties des installations traversant les lignes de chemins de fer sous réserve des dispositions spéciales de la présente section.

DIVISION I. — Traversée des lignes des grands réseaux d'intérêt général.

ART. 55. — *Mise hors de tension des canalisations.* — Une canalisation traversant la voie ferrée doit pouvoir être isolée de tout générateur possible de courant.

ART. 56. — *Dispositions spéciales.* — § 1er. — Toute canalisation aérienne qui n'emprunte pas un ouvrage d'art doit franchir les voies ferrées, autant que possible, d'une seule portée et suivant la direction générale de la ligne d'énergie, sans que ladite portée puisse, à moins de circonstances spéciales, dépasser 70 m. Son point le plus bas doit être situé à 7 m au moins de hauteur au-dessus du rail le plus haut; de plus, elle doit être établie à 2 m de distance dans le sens vertical du conducteur électrique préexistant le plus voisin longeant la voie ferrée.

§ 2. — Chaque conducteur des canalisations aériennes est relié sur chacun des supports de la traversée à deux isolateurs.

§ 3. — A chacun des supports et à 50 cm au moins des isolateurs dans la portée de la traversée, est fixée une pièce de garde métallique en communication avec le sol, afin qu'en cas de rupture d'un ou plusieurs isolateurs ou conducteurs, ce ou ces conducteurs soient en communication avec le sol.

Toutefois ces dispositions ne s'appliquent pas aux lignes montées avec isolateurs suspendus, pour lesquelles elles sont remplacées par les suivantes :

A chaque support est installé un dispositif tel qu'il puisse recevoir les conducteurs en cas de rupture d'une ou plusieurs chaînes, les maintenir à la hauteur spécifiée au paragraphe 1er du présent article et les mettre en communication avec le sol.

§ 4. — *a*) On ne fera pas usage de poteaux ou pylônes en bois dans la traversée et les portées immédiatement contiguës.

Toutefois, lorsque, dans la traversée, la ligne aérienne est remplacée par un câble souterrain, l'emploi de poteaux ou pylônes en bois est autorisé à chaque extrémité de cette traversée à la condition que la hauteur de chaque support soit inférieure à sa distance aux emprises du chemin de fer.

b) La section de l'âme métallique des conducteurs ne peut être inférieure à 12 mm² pour les portées inférieures ou égales à 40 m et à 19 mm² pour les portées supérieures à 40 m.

La section pourra toutefois être inférieure aux minima ci-dessus indiqués, si la traversée est constituée par des conducteurs solidaires, pourvu que le coefficient de sécurité

(1) Ces dispositions ne s'appliquent pas aux canalisations traversant des voies de quai, des embranchements industriels et autres voies ferrées analogues, ni aux lignes électriques de service établies dans les gares et stations.

Elles ne s'appliquent pas non plus aux canalisations électriques établies longitudinalement par les réseaux dans leurs emprises (des surplombs de rails dans certaines courbes ou les traversées de voies au voisinage des aiguillages ne constituant pas les traversées de lignes de chemins de fer visées par la présente section), mais elles s'appliquent aux traversées qui intéressent les voies principales.

de l'ensemble de ces conducteurs solidaires soit au moins égal à celui qu'assurerait l'emploi des conducteurs simples ayant les sections minima fixées par l'alinéa précédent.

DIVISION II. — Traversée des lignes secondaires d'intérêt général et des lignes d'intérêt local.

ART. 57. — *Cas où la traction est électrique.* — § 1er. — Toute canalisation aérienne de distribution qui croise le chemin de fer doit satisfaire aux prescriptions des articles 26, paragraphes 2 (dernier alinéa) et 3, 56, paragraphes 2 et 3; et, en outre, aux prescriptions spéciales suivantes.

§ 2. — Les supports de la ligne d'énergie placés de part et d'autre de la traversée devront être aussi rapprochés que possible des limites de l'emprise, sans que leur distance au bord extérieur du rail le plus voisin puisse être inférieur à 2,30 m. Ils sont placés à une distance horizontale d'au moins 1,50 m des lignes de conducteurs électriques d'énergie ou de télécommunication existant le long des voies et, autant que possible, du côté de ces lignes opposé à la voie ferrée.

§ 3. — *a*) On ne fera pas usage de poteaux ou de pylônes en bois dans la traversée;

b) La section de l'âme métallique des conducteurs d'énergie ne peut être inférieure à 12 mm² pour les portées inférieures ou égales à 40 m et à 19 mm² pour les portées supérieures à 40 m.

La section pourra toutefois être inférieure aux minima ci-dessus indiqués si la traversée est constituée par des conducteurs solidaires, pourvu que le coefficient de sécurité de l'ensemble de ces conducteurs solidaires soit au moins égal à celui qu'assurerait l'emploi de conducteurs simples ayant les sections minima fixées par l'alinéa précédent.

Section V. — Protection des lignes de télécommunication.

ART. 58. — *Canalisations aériennes voisines de lignes de télécommunication.* — § 1er. — Lorsque les canalisations suivent parallèlement une ligne de télécommunication, la distance minimum à établir entre cette ligne et les conducteurs d'énergie doit être fixée de manière qu'en aucun cas il ne puisse y avoir de contact accidentel.

Cette distance prise de conducteur à fil en projection horizontale ne peut être inférieure à 1,50 m en dehors des agglomérations; dans les agglomérations, elle peut être réduite à 1 m en projection horizontale avec une portée maximum de 40 m. Elle peut être réduite à 1 m de distance réelle si les points de fixation des conducteurs d'énergie ne sont pas distants l'un de l'autre de plus de 1 m.

Dans tous les cas, les précautions nécessaires devront être prises pour qu'il ne se produise aucune perturbation nuisible par induction ou autrement.

Les poteaux ou pylônes supportant les lignes d'énergie devront être à une distance d'au moins 50 cm du plan vertical des fils de télécommunication les plus rapprochés, si ces supports sont en bois ou en ciment armé et de 1 m s'ils sont métalliques.

§ 2. — Aux points de croisements, les conducteurs d'énergie sont, autant que possible, placés au-dessus des fils de télécommunication.

Une distance minimum de 2 m est maintenue entre les conducteurs et les fils de télécommunication.

Si les conducteurs d'énergie sont au-dessus des fils de télécommunication, il est fait application des dispositions de l'article 5, paragraphe 4, de l'article 45, paragraphe 4, de l'article 46, paragraphe 2, de l'article 47 et de l'article 56, paragraphe 2.

Si les canalisations d'énergie sont au-dessous des fils de télécommunication, un dispositif de garde efficace mis en communication avec le sol est solidement établi entre les deux sortes de conducteurs.

Si les canalisations d'énergie sont disposées verticalement ou obliquement, la plus courte distance entre les conducteurs d'énergie et les fils ne devra pas être inférieure à 2 m; en outre, un dispositif de garde, relié au sol s'il est métallique, sera placé entre les deux canalisations si la proximité de ces canalisations le rend nécessaire.

ART 59. — *Lignes de télécommunication affectées à l'exploitation des distributions et montées sur les mêmes supports.* — Les lignes de télécommunication qui sont montées, en tout ou en partie de leur longueur, sur les mêmes supports qu'une ligne électrique de deuxième catégorie, ne sont pas soumises aux dispositions des deuxième et troisième alinéas, du paragraphe 1er de l'article 58. Elles sont assimilées aux lignes électriques de cette même catégorie.

En conséquence, elles sont soumises aux prescriptions applicables à ces lignes, sauf dans les sections où montées sur des supports particuliers, elles sont séparées du reste du circuit par un appareil (transformateur, par exemple), évitant dans une mesure suffisante la propagation des effets d'induction dont ce circuit est le siège.

Les lignes de télécommunication sont toujours placées au-dessous des conducteurs d'énergie électrique.

En outre, leurs postes de communication, leurs appareils de manœuvre ou d'appel sont disposés de telle manière qu'il ne soit possible de les utiliser ou de les manœuvrer qu'en se trouvant dans les meilleures conditions d'isolement par rapport au sol, à moins que leurs appareils ne soient disposés de manière à assurer l'isolement de l'opérateur par rapport à la ligne.

Section VI. — Exploitation des distributions.

ART. 60. — *Interrupteurs aériens.* — La manœuvre des interrupteurs aériens placés à l'extérieur ne devra être faite qu'au moyen de gants en caoutchouc, l'opérateur étant placé sur un tapis de caoutchouc ou un tabouret isolant. En outre, la poignée de manœuvre de l'appareil doit être isolante et la tringle ou le câble de manœuvre doit être séparé de l'interrupteur par un double isolement.

ART. 61. — *Affichage des prescriptions de sécurité dans les distributions de deuxième catégorie.* — Les chefs d'industrie, directeurs ou gérants sont tenus d'afficher dans un endroit apparent des salles contenant des installations de deuxième catégorie :

1° Un ordre de service indiquant qu'il est dangereux et formellement interdit de toucher aux pièces métalliques ou conducteurs soumis à une tension de deuxième catégorie, même avec des gants en caoutchouc, ou de se livrer à des travaux sur ces pièces ou conducteurs, même avec des outils à manch iesolant;

2° Des extraits du présent arrêté.

CH. V. — OUVRAGES DE TROISIÈME CATÉGORIE.

ART. 62. — *Prescriptions générales.* — Les ouvrages de troisième catégorie sont soumis aux prescriptions du chapitre II ci-dessus ainsi qu'aux dispositions du présent chapitre.

Section I. — Canalisations aériennes.

ART. 63. — *Supports.* — § 1er. — Les pylônes et poteaux métalliques ou en béton armé sont mis en communication avec le sol.

§ 2. — Les poteaux et pylônes sont munis, à une hauteur, d'au moins 2 m au-dessus du sol, d'un dispositif spécial pour empêcher, autant que possible, le public d'atteindre les conducteurs; les pylônes à treillis seront également munis d'un dispositif empêchant l'ascension par l'intérieur. En outre, chaque support porte l'indication : « Défense absolue de toucher aux fils, même tombés à terre », suivie, en gros caractères, des mots : « Danger de mort »; cette inscription figurera sur une plaque dont les caractéristiques générales seront déterminées par le ministre des Travaux publics.

§ 3. — Les traverses qui supportent les ferrures d'isolateurs des poteaux et pylônes sont pourvus des fourrures nécessaires pour boucher toute cavité où pourrait être construit un nid d'oiseau.

§ 4. — Aucun support de canalisation de troisième catégorie ne peut être établi sur les maisons et autres bâtiments, à l'exception des bâtiments affectés au service de la distribution.

§ 5. — Dans la traversée des routes nationales ou départementales et des chemins de grande communication ou d'intérêt commun et des voies de circulation établies sur les dépendances du domaine public fluvial ou maritime, les supports doivent être aussi rapprochés que possible.

Toutefois, cette prescription n'est pas applicable aux canalisations aériennes dont la section est égale ou supérieure à 48 mm² pour le cuivre ou à une section conduisant à une résistance mécanique à la rupture équivalente pour les autres métaux et qui sont constituées en conducteurs câblés à trois brins au moins.

Art. 64. — *Conducteurs.* — § 1er. — Le point le plus bas des conducteurs et fils de toute nature doit être à 6 m au moins au-dessus du sol des propriétés privées, ainsi que le long des parties des voies publiques accessibles aux véhicules.

Cette hauteur est portée à 3 m au moins dans les traversées des parties des voies publiques accessibles aux véhicules.

§ 2. — Les mesures nécessaires sont prises pour que, dans les traversées et sur les appuis d'angle, les conducteurs d'énergie électrique, au cas où ils viendraient à abandonner l'isolateur, soient encore retenus et ne risquent pas de traîner sur le sol ou de créer des contacts dangereux.

§ 3. — En cas d'équipement avec les isolateurs du type suspendu, les pinces de fixation des conducteurs seront établies de manière à retenir le conducteur sans le laisser glisser.

§ 4. — Dans le voisinage des maisons et autres bâtiments, à l'exception de ceux affectés au service de la distribution, les conducteurs qui doivent être, en tous cas, hors de la portée des habitants et usagers, sont placés en dehors d'une zone de protection limitée par un plan vertical, parallèle au mur de façade et par un plan incliné, parallèle au toit en pente, ou par un plan horizontal parallèle au toit en terrasse.

Dans le cas des toits à la Mansard, la portion de toit dont l'inclinaison sur l'horizontale sera supérieure à 45° est assimilée à la partie verticale du mur de façade.

Les conducteurs situés à la limite ou en dehors de la zone de protection ainsi définie doivent être à une distance minimum de toute partie en saillie sur la façade (balcon, chéneau, etc.) ou sur le toit (cheminée, lucarne, paratonnerre) et à une distance verticale minimum de toute construction autre qu'un garde-corps en saillie sur le toit et située à leur aplomb.

Les distances des plans limitant la zone de protection aux murs ou toits et celles qui doivent être respectées d'après l'alinéa précédent sont uniformément fixées à 3 m pour les lignes équipées avec isolateurs rigides et à 4 m pour les lignes équipées avec isolateurs suspendus.

§ 5. — Des transpositions régulières des conducteurs seront effectuées de manière à établir une symétrie électrique aussi complète que possible de chacune des phases de la ligne d'énergie par rapport à l'ensemble constitué par le sol et par les éléments tels que : constructions, arbres, lignes de première ou de deuxième catégorie.

Art. 65. — *Résistance mécanique des ouvrages.* — Le coefficient de sécurité des supports, des ferrures d'isolateurs et des conducteurs sera uniformément égal à 3, sauf en ce qui concerne les supports et ferrures d'isolateurs établis dans les agglomérations, ou encadrant une traversée de route nationale ou départementale, de chemin de grande communication ou d'intérêt commun ou de voie de circulation établie sur les dépendances du domaine public fluvial ou maritime, ou située dans une partie de gare ou station ouverte au public, pour lesquels ce coefficient sera porté à 5.

Art. 66. — *Exploitation des lignes.* — Les télécommunications nécessaires à la sécurité de l'exploitation seront établies entre les usines de production et les postes de transformation ou de coupure.

Section II. — Sous-stations, postes de transformation et installations diverses.

Art. 67. — *Moteurs, transformateurs et appareils.* — § 1er. — Les locaux non gardés dans lesquels sont installés des transformateurs doivent être fermés à clef; lorsque les portes de fermeture sont à rabattement, elles doivent s'ouvrir vers l'extérieur; si elles s'ouvrent sur une voie publique ou sur les dépendances du domaine public fluvial ou maritime, elles devront se rabattre et être fixées sur le mur de façade, de façon à réduire la saillie au minimum.

Des écriteaux très apparents sont apposés partout où il est nécessaire pour prévenir le public du danger d'y pénétrer.

§ 2. — Si une machine ou un appareil électrique se trouve dans un local ayant en même temps une autre destination, la partie du local affectée à cette machine ou à cet appareil est rendue inaccessible par un garde-corps ou un dispositif équivalent, à toute personne autre que celle qui en a la charge. Une mention indiquant le danger doit être affichée en évidence.

§ 3. — Les bâtis et pièces conductrices non parcourus par le courant qui appartiennent à des moteurs et transformateurs sont reliés électriquement au sol ou isolés électriquement du sol. Dans ce dernier cas, les machines sont entourées par un plancher de service non glissant isolé du sol et assez développé pour qu'il ne soit pas possible de toucher à la fois à la machine et à un corps conducteur quelconque relié au sol.

La mise au sol ou l'isolement électrique est constamment maintenu en bon état.

§ 4. — Les passages ménagés pour l'accès aux machines et appareils placés à découvert ne peuvent avoir moins de 2 m de hauteur; leur largeur mesurée entre les machines, conducteurs ou appareils eux-mêmes, aussi bien qu'entre ceux-ci et les parties métalliques de la construction, ne doit pas être inférieure à 1 m.

Art. 68. — *Canalisations installées à l'intérieur des sous-stations et postes de transformation.* — § 1er. — A l'intérieur des sous-stations et postes de transformation, les canalisations nues doivent être établies sur des isolateurs convenablement espacés et être écartées des masses métalliques telles que piliers ou colonnes, gouttières, tuyaux de descente.

§ 2. — Les canalisations nues doivent être protégées par des garde-corps placés à une distance horizontale minimum en rapport avec la tension, mais jamais inférieure à 2 m.

Lorsque ces canalisations sont situées dans un plan horizontal, et qu'elles sont établies au-dessus d'un endroit accessible (tel que passage d'accès, passerelles, etc.), leur hauteur par rapport à celui-ci devra être en rapport avec la tension sans jamais être inférieure à 4 m.

§ 3. — La largeur des passages d'accès, ménagés entre les garde-corps eux-mêmes aussi bien qu'entre ceux-ci et les parois de la construction ne doit pas être inférieure à 1 m.

§ 4. — Tous les conducteurs et appareils doivent, notamment sur les tableaux de distribution, être nettement différenciés des conducteurs ou appareils de première catégorie par une marque très apparente (une couche de peinture par exemple).

§ 5. — Il pourra être fait emploi, pour protéger le personnel contre les conducteurs sous tension, de pancartes ou d'écrans très visibles mentionnant l'interdiction d'ouvrir tant que les conducteurs du compartiment qu'ils commandent sont sous tension. Il devra, à défaut de ce procédé, être fait emploi de tout procédé procurant une sécurité équivalente.

Art. 69. — *Tableaux de distribution.* — § 1er. — Sur les tableaux de distribution portant sur leur face avant (où se trouvent les poignées de manœuvre et les instruments de lecture) des appareils et pièces métalliques pouvant être sous tension, le plancher de service doit être isolé électriquement et établi dans les conditions indiquées à l'article 67, paragraphe 3.

§ 2. — Quand des appareils et pièces métalliques pouvant être sous tension sont établis à découvert sur la face arrière du tableau, un passage entièrement libre de 1 m de largeur et de 2 m de hauteur au moins est réservé derrière lesdits appareils et pièces métalliques; l'accès de ce passage est défendu par une porte fermant à clef, laquelle ne peut être ouverte que par ordre du chef de service ou par ses préposés à ce désigné; l'entrée en sera interdite à toute autre personne.

ART. 70. — *Mise au sol des colonnes et autres pièces métalliques des sous-stations et postes de transformation.* — Les colonnes, les supports et, en général, toutes les pièces métalliques des sous-stations et postes de transformation, qui risqueraient d'être soumis à une tension de troisième catégorie doivent être reliés au sol.

Section III. — Branchements particuliers.

ART. 71. — *Dérivations particulières.* — Les dispositifs prévus à l'article 15 peuvent être remplacés par des dispositifs de sectionnement ne permettant pas la coupure en charge.

Section IV. — Traversée et voisinage d'autres lignes d'énergie électrique.

ART. 72. — *Canalisations aériennes.* — Les prescriptions des sections I et III du présent chapitre sont applicables aux parties des installations traversant ou avoisinant des lignes d'énergie électrique.

En outre, toute canalisation nouvelle doit être établie de telle manière que le conducteur le plus rapproché des lignes d'énergie de toutes catégories préexistantes soit à une distance verticale du conducteur le plus voisin desdites lignes au moins égale à l'écartement des conducteurs de ces lignes, ou de la nouvelle canalisation, si ce dernier est supérieur, sans que cette distance puisse être inférieure à 2 m.

Section V. — Traversée des chemins de fer (1).

ART. 73. — *Prescriptions générales.* — Les prescriptions des sections I et III et, lorsque le mode de traction adopté est la traction électrique, de la section IV du présent chapitre, sont applicables aux parties des installations traversant les lignes de chemins de fer sous réserve des dispositions spéciales de la présente section.

DIVISION I. — Traversée des lignes de grands réseaux d'intérêt général.

ART. 74. — *Canalisations aériennes.* — § 1er. — Toute canalisation aérienne qui n'emprunte pas un ouvrage d'art doit franchir les voies ferrées, autant que possible, d'une seule portée et suivant la direction générale de la ligne d'énergie, sans que ladite portée puisse, à moins de circonstances spéciales, dépasser 70 m.

Toutefois, aucune limitation de longueur n'est imposée aux canalisations aériennes dont la section est égale ou supérieure à 48 mm² pour le cuivre ou à une section conduisant à une résistance mécanique à la rupture équivalente pour les autres métaux et qui sont constituées en conducteurs câblés à trois brins au moins. Dans ce cas, la traversée doit se faire sous un angle d'au moins 15° avec la direction des voies, à moins qu'elle ne soit établie le long d'une voie publique traversant la voie ferrée sous un angle moindre.

Le point le plus bas de la canalisation doit être situé à 7 m au moins de hauteur au-dessus du rail le plus haut; de plus, elle doit être établie à une distance, dans le sens vertical du conducteur électrique préexistant le plus voisin longeant la voie ferrée, égale au moins aux deux tiers de l'écartement des conducteurs de la ligne, sans que cette distance puisse être inférieure à 2 m.

Les prescriptions du premier alinéa du paragraphe 2 de l'article 26 obligeant à placer les supports aussi près que possible des limites de l'emprise ne sont pas applicables aux canalisations aériennes dont chaque conducteur possède, s'il est en cuivre, une section égale ou supérieure à 48 mm² ou, s'il est d'un autre métal, une section qui donne une résistance à la rupture au moins égale à celle d'un fil de cuivre de 48 mm² et qui sont constitués en conducteurs câblés à trois brins au moins.

§ 2. — Chaque conducteur des canalisations aériennes est relié sur chacun des supports de la traversée à deux isolateurs.

Toutefois, cette prescription n'est pas applicable aux lignes montées avec isolateurs suspendus.

§ 3. — A chacun des supports, et à 50 cm au moins des isolateurs dans la portée de la traversée, est fixée une pièce de garde métallique en communication avec le sol, afin qu'en cas de rupture d'un ou plusieurs isolateurs ou conducteurs, ce ou ces conducteurs soient en communication avec le sol.

Toutefois, ces dispositions ne s'appliquent pas aux lignes montées avec isolateurs suspendus, pour lesquelles elles sont remplacées par les suivantes :

A chaque support est installé un dispositif tel qu'il puisse recevoir les conducteurs en cas de rupture d'une ou plusieurs chaînes, les maintenir à la hauteur spécifiée au paragraphe 1er du présent article et les mettre en communication avec le sol.

§ 4. — *a)* On ne fera pas usage de poteaux ou pylônes en bois dans la traversée et les portées immédiatement contiguës.

Toutefois, lorsque, dans la traversée, la ligne aérienne est remplacée par un câble souterrain, l'emploi de poteaux ou pylônes en bois est autorisé à chaque extrémité de cette traversée à la condition que la hauteur de chaque support soit inférieure à la distance aux emprises du chemin de fer.

b) La section de l'âme métallique des conducteurs ne peut être inférieure à 12 mm² pour les portées inférieures ou égales à 40 m et à 19 mm² pour les portées supérieures à 40 m.

La section pourra toutefois être inférieure aux minima ci-dessus indiqués, si la traversée est constituée par des conducteurs solidaires, pourvu que le coefficient de sécurité de l'ensemble de ces conducteurs solidaires soit au moins égal à celui qu'assurerait l'emploi de conducteurs simples ayant les sections minima fixées par l'alinéa précédent.

DIVISION II. — Traversée des lignes secondaires d'intérêt général et des lignes d'intérêt local.

ART. 75. — *Cas où la traction est électrique.* — § 1er. — Toute canalisation aérienne qui croise la ligne de chemin de fer doit satisfaire aux dispositions des articles 26, paragraphes 2 (dernier alinéa) et 3, 74, paragraphes 2 et 3, et, en outre, aux presciptions spéciales suivantes.

§ 2. — Les supports de la ligne d'énergie placés de part et d'autre de la traversée devront être aussi rapprochés que possible des limites de l'emprise, sans que leur distance au bord extérieur du rail le plus voisin puisse être inférieure à 2,50 m. Ils sont placés à une distance horizontale d'au moins 1,50 m des lignes de conducteurs électriques d'énergie ou de télécommunication existant le long des voies et, autant que possible, du côté de ces lignes opposé à la voie ferrée.

Les prescriptions du premier alinéa, obligeant les supports à être aussi rapprochés que possible des limites de l'emprise, ne sont pas applicables aux canalisations aériennes dont la section est égale ou supérieure à 48 mm² pour le cuivre ou à

(1) Ces dispositions ne s'appliquent pas aux canalisations traversant des voies de quai, des embranchements industriels et autres voies ferrées analogues, ni aux lignes électriques de service établies dans les gares et stations.

Elles ne s'appliquent pas non plus aux canalisations électriques établies longitudinalement par les réseaux dans leurs emprises (les surplombs de rails dans certaines courbes ou les traversées de voies au voisinage des aiguillages ne constituant pas les traversées de lignes de chemins de fer visées par la présente section), mais elles s'appliquent aux traversées qui intéressent les voies principales.

une section conduisant à une résistance à la rupture équivalente pour les autres métaux et qui sont constitués en conducteurs câblés à trois brins au moins.

§ 3. — *a*) On ne fera pas usage de poteaux ou de pylônes en bois dans la traversée;

b) La section de l'âme métallique des conducteurs d'énergie ne peut être inférieure à 12 mm² pour les portées inférieures ou égales à 40 m et à 19 mm² pour les portées supérieures à 40 m.

La section pourra toutefois être inférieure aux minima ci-dessus indiqués, si la traversée est constituée par des conducteurs solidaires pourvu que le coefficient de sécurité de l'ensemble de ces conducteurs solidaires soit au moins égal à celui qu'assurerait l'emploi de conducteurs simples ayant les sections minima fixées par l'alinéa précédent.

Section VI. — Protection des lignes de télécommunication.

Art. 76. — *Canalisations nouvelles.* — Dans le cas où une ligne d'énergie électrique à courant alternatif projetée, dont le point neutre restera isolé du sol, doit être, en tout ou en partie, parallèle à une ligne de télécommunication à une distance exprimée en mètres inférieure à $1/3\sqrt{U}$ (où U est la plus grande tension entre conducteurs en service normal, exprimée en volts) sur une longueur suffisante pour que des tensions importantes puissent être induites par cette ligne d'énergie sur la ligne de télécommunication, le concessionnaire ou permissionnaire devra annexer à son projet une évaluation des tensions qu'il y a lieu de prévoir tant par induction électrique que par induction électromagnétique.

Ces prévisions seront basées sur les positions existantes de la ligne de télécommunication et les positions projetées pour la ligne d'énergie, en ne faisant entrer en ligne de compte que les portions de cette dernière distantes de la ligne de télécommunication de moins de $1/3\sqrt{U}$.

Si le point neutre de la ligne d'énergie est relié au sol, on se bornera à effectuer les calculs pour le cas de court-circuit au sol sur une phase.

Dans les cas visés ci-dessus, les transpositions prévues à l'article 64, paragraphe 5, devront être telles que les tensions induites ne puissent, compte tenu des dispositifs de sécurité adoptés sur la ligne de télécommunication, présenter de danger pour les personnes ou le matériel. La distance des deux transpositions successives n'excédera pas 24 km quand les conducteurs d'un circuit d'énergie sont disposés en triangle sur les appuis, et 12 km quand ces conducteurs sont disposés approximativement en ligne droite, soit horizontale, soit verticale, soit oblique.

Art. 77. — *Canalisations aériennes voisines de lignes de télécommunication.* — § 1er. — Lorsque les canalisations suivent parallèlement une ligne de télécommunication, la distance minimum prise entre les conducteurs et les fils de télécommunication en projection horizontale sera au moins égale aux deux tiers de l'écartement des conducteurs d'énergie sans pouvoir être inférieure à 2 m.

Les parties les plus saillantes des poteaux ou pylônes supportant les lignes visées à l'alinéa précédent devront être à une distance d'au moins 1,50 m du plan vertical des fils de télécommunication les plus rapprochés, si ces supports sont en bois ou en ciment armé, et de 3 m s'ils sont métalliques; la distance mesurée verticalement entre les conducteurs les plus bas et les fils de télécommunication les plus hauts sera toujours supérieure à 3 m.

Toutefois, ces prescriptions ne sont pas applicables aux lignes à courant alternatif de tension inférieure à 45 000 v existant sur la plate-forme des chemins de fer, qui resteront régies par les dispositions du paragraphe 1er de l'article 58.

§ 2. — Aux points de croisement, les conducteurs d'énergie sont placés au-dessus des fils de télécommunication.

Les fils aériens de télécommunication seront, en principe, remplacés par une canalisation souterraine aux croisements avec les lignes d'énergie.

Si l'administration dont relèvent les lignes de télécommunication se trouve dans l'obligation de maintenir les fils aériens, un des supports de la ligne d'énergie devra être implanté au voisinage immédiat de la ligne de télécommunication; en outre, cette dernière sera protégée par l'installation sur supports spéciaux d'un ou plusieurs câbles de garde reliés au sol et disposés parallèlement aux fils de télécommunication et sur une longueur convenable pour qu'en cas de chute d'un conducteur d'énergie, il ne puisse y avoir ni arc, ni contact, même en cas de rupture du conducteur.

La distance prise entre les conducteurs inférieurs de la ligne d'énergie et les fils supérieurs de télécommunication, en projection verticale sera égale au moins aux deux tiers de l'écartement des conducteurs de la ligne d'énergie, sans pouvoir être inférieure à 2 m.

Toutefois, ces prescriptions ne sont pas applicables aux lignes à courant alternatif de tension inférieure à 45 000 v existant sur la plate-forme des chemins de fer, qui resteront régies par les dispositions du paragraphe 2 de l'article 58.

S'il est fait emploi d'isolateurs suspendus, la distance ci-dessus s'entend même en considérant la rupture du câble dans les portées contiguës du croisement ou d'une des chaînes d'amarrage, si le support en comporte.

Il est fait application des dispositions de l'article 5, paragraphe 4, et de l'article 64, paragraphes 2 et 3.

Art. 78. — *Lignes de télécommunication affectées à l'exploitation des distributions et montées sur les mêmes supports.* — Les lignes de télécommunication qui sont montées, en tout ou partie de leur longueur, sur les mêmes supports qu'une ligne électrique de troisième catégorie ne sont pas soumises aux dispositions des premier et second alinéas du paragraphe 1er de l'article 77. Elles sont assimilées, pour les conditions de leur établissement, aux lignes électriques de cette même catégorie.

En conséquence, elles sont soumises aux prescriptions applicables à ces lignes, sauf dans les sections où, montées sur des supports particuliers, elles sont séparées du reste du circuit par un appareil (transformateur, par exemple) évitant dans une mesure suffisante la propagation des effets d'induction dont ce circuit est le siège.

Elles pourront être constituées en fils non câblés de section pouvant descendre à un minimum de 10 mm².

De plus, ces conducteurs seront placés sur des isolateurs pouvant supporter la plus forte tension d'induction susceptible de se produire.

Les lignes de télécommunication sont toujours placées au-dessous des conducteurs d'énergie électrique.

En outre, leurs postes de communication, leurs appareils de manœuvre ou d'appel sont disposés de telle manière qu'il ne soit possible de les utiliser ou de les manœuvrer qu'en se trouvant dans les meilleures conditions d'isolement par rapport au sol, à moins que leurs appareils ne soient disposés de manière à assurer l'isolement de l'opérateur par rapport à la ligne.

Section VII. — Exploitation des distributions.

Art. 79. — *Interrupteurs aériens.* — La manœuvre des interrupteurs aériens placés à l'extérieur ne devra être faite qu'au moyen de gants en caoutchouc, l'opérateur étant placé sur un tapis de caoutchouc ou un tabouret isolant. En outre, la poignée de manœuvre de l'appareil doit être isolante et la tringle ou le câble de manœuvre doit être séparé de l'interrupteur par un double isolement.

Art. 80. — *Affichage des prescriptions de sécurité dans les distributions de troisième catégorie.* — Les chefs d'industrie, directeurs ou gérants sont tenus d'afficher dans un endroit apparent des salles contenant des installations de troisième catégorie :

1° Un ordre de service indiquant qu'il est dangereux et formellement interdit de toucher aux pièces métalliques ou conducteurs soumis à une tension de troisième catégorie, même avec des gants en caoutchouc, ou de se livrer à des

ravaux sur ces pièces ou conducteurs, même avec des outils à manche isolant ;

2° Des extraits du présent arrêté.

Ils sont tenus, en outre, d'indiquer d'une façon apparente et durable sur les supports des lignes avoisinant les agglomérations, sur les ouvrages de sectionnement, sur les supports de croisement des routes nationales, départementales, chemins de grande communication et d'intérêt commun, des voies de circulation établies sur les dépendances du domaine public fluvial ou maritime ou situés dans une partie de gare ouverte au public, le nom et l'adresse de l'exploitant ou de la société exploitante, avec indication des numéros de téléphone à demander en cas d'accident.

Titre II. — Traction électrique.

Ch. Ier. — Dispositions applicables à la traction par courants de toute espèce (continus ou alternatifs).

Section I. — Lignes de contact.

Division I. — Dispositions communes.

Art. 81. — *Prescriptions générales.* — Les lignes aériennes de contact sont soumises aux dispositions du titre Ier ci-dessus, sous réserve des modifications et additions énoncées à la présente section.

Art. 82. — *Lignes dont la tension par rapport à la terre ne dépasse pas 1 500 volts en courant continu ou 600 volts en courant alternatif.* — Les lignes de contact et leurs supports ainsi que les lignes d'alimentation, lorsqu'elles sont placées sur ces supports ou en dehors de la voie publique ou inaccessibles au public, ne sont pas soumises aux prescriptions spéciales à la deuxième catégorie si la tension entre leurs conducteurs et la terre ne dépasse pas 1 500 v en cas de courant continu et 600 v en cas de courant alternatif.

Ces lignes ne sont soumises aux prescriptions ni de l'article 5, paragraphe 4 (premier alinéa), ni de l'article 42, paragraphe 2 (premier alinéa).

Art. 83. — *Dispositifs de protection.* — § 1er. — Les fils de contact doivent comporter un double isolement par rapport à la terre. Les isolateurs en porcelaine, en verre, etc., accouplés par deux en série ou à double cloche, sont considérés comme équivalents à un double isolement.

§ 2. — Lorsqu'un conducteur d'alimentation sera placé le long d'un poteau ou d'un pylône, il sera enfermé sur une hauteur d'au moins 3 m à partir du sol, dans un tube d'acier de 2 mm au moins d'épaisseur; ce dispositif sera réalisé même si le conducteur est revêtu d'une armure d'acier.

Art. 84. — *Voisinage des lignes de télécommunication.* — § 1er. — Dans les parties en courbe, lorsque la ligne de télécommunication est établie dans la concavité de la courbe, les points d'attache du fil de contact doivent être assez rapprochés, ou des dispositions seront prises pour que, si l'une des attaches vient à manquer, ce fil de contact ne vienne pas toucher les fils de télécommunication.

§ 2. — A tous les points où les fils aériens de contact croisent des lignes de télécommunication, des dispositifs doivent être établis en vue de protéger mécaniquement ces lignes contre les mélanges avec les fils de contact.

Les fils transversaux seront munis de dispositifs destinés à retenir les fils de télécommunication qui viendraient à tomber et qui, par suite, pourraient glisser jusqu'aux fils de contact ou jusqu'aux câbles porteurs.

La partie des fils transversaux placée sous les fils de télécommunication est isolée des conducteurs de prise de courant par deux isolateurs en série.

Des dispositions seront prises pour qu'en aucun cas l'appareil de prise de courant ne puisse atteindre les lignes de télécommunication.

Division II. — Installations de traction empruntant la voie publique.

Art. 85. — *Fils de contact.* — § 1er. — Le point le plus bas des fils de contact doit être à 6 m au moins au-dessus des voies publiques. Toutefois, ces fils pourront être établis à moins de 6 m de hauteur à la traversée des ouvrages construits au-dessus des voies publiques. Pour les installations de deuxième catégorie, toute la partie à moins de 6 m de hauteur devra comporter un dispositif de protection spécial en vue de sauvegarder la sécurité et toute traversée de hauteur comprise entre 6 et 8 m devra comporter un dispositif apparent d'avertissement.

§ 2. — La section des fils de contact ne peut pas être inférieure à 30 mm² dans les nouvelles installations.

§ 3. — Dans les installations de deuxième catégorie, sur les supports d'angle, les mesures nécessaires sont prises aux points d'attache des fils de contact pour que, au cas où ces fils viendraient à abandonner les organes de suspension, ils soient encore retenus et ne risquent pas de traîner sur le sol ou de créer des contacts dangereux.

§ 4. — Dans les traversées des agglomérations et au droit des immeubles isolés, les fils de contact doivent passer à 1 m au moins des façades et être, en tout cas, hors de la portée des habitants.

§ 5. — Pour les lignes de contact et pour les lignes d'alimentation qui sont placées sur les mêmes supports que les lignes de contact, les prescriptions de l'article 5, paragraphes 3 et 4, de l'article 46, paragraphes 1 et 2, et de l'article 64, paragraphes 1, 2 et 3, sont remplacées par celles du présent article.

Art. 86. — *Résistance mécanique des lignes de contact.* — Par dérogation aux dispositions de l'article 47, dans les parties de lignes de contact de deuxième catégorie établies hors des agglomérations, le coefficient de sécurité des lignes de contact doit être au moins égal à 2 et, dans les parties des mêmes installations établies dans les agglomérations, ainsi que dans les parties des gares et stations ouvertes au public, la valeur du coefficient de sécurité est au moins égale à 3.

Toutefois, pour les lignes à suspension caténaire, le coefficient 2 pourra être maintenu pour le fil de contact, même dans les agglomérations et dans les parties de gares ou stations susvisées, les dispositions de l'article 47 restant d'ailleurs applicables au câble porteur sur tout le parcours de la ligne.

Les mêmes dispositions seront étendues aux lignes d'alimentation établies sur les mêmes supports que les lignes de contact, lorsqu'elles transportent du courant de même catégorie que ces dernières.

Division III. — Installations de traction établies sur plate-forme indépendante.

Art. 87. — *Fils de contact.* — § 1er. — Le point le plus bas des fils de contact doit être à 5,50 m au moins au-dessus de la partie supérieure des rails.

Cette distance sera portée à 6 m au moins à la traversée à niveau des voies publiques accessibles aux véhicules, sauf dans les cas spéciaux visés au paragraphe premier de l'article 85.

Elle pourra être réduite à la traversée des ouvrages d'art et la cote réduite ainsi adoptée pourra être maintenue entre deux ouvrages d'art consécutifs, lorsque le rapprochement de ces ouvrages entraînerait des dénivellations de la ligne de contact de nature à faire obstacle à la vitesse des trains.

§ 2. — Pour les lignes de contact et pour les lignes d'alimentation qui sont placées sur les mêmes supports que les lignes de contact les prescriptions de l'article 5, paragraphes 3 et 4, de l'article 46, paragraphes 1 et 2, et de l'article 64, paragraphes 1, 2 et 3, sont remplacées par celles du présent article.

Art. 88 — *Résistance mécanique des lignes de contact.* — Par dérogation aux dispositions de l'article 47, le coefficient de sécurité des lignes de contact de deuxième catégorie doit être au moins égal à 2, excepté dans les parties de gares ou stations ouvertes au public où la valeur de ce coefficient est au moins égale à 3.

Toutefois, pour les lignes à suspension caténaire, le coefficient 2 pourra être maintenu pour le fil de contact, même dans les parties de gares ou stations susvisées, les dispositions de l'article 47 restant d'ailleurs applicables au câble porteur sur tout le parcours de la ligne.

Les mêmes dispositions seront étendues aux lignes d'alimentation établies sur les mêmes supports que les lignes de contact, lorsqu'elles transportent du courant de même catégories que ces dernières.

Section II. — Utilisation des rails de roulement comme conducteurs de courant.

Division I. — Dispositions communes.

Art. 89. — *Voisinage des masses métalliques.* — Quand les rails de roulement seront employés comme conducteurs, toutes les mesures nécessaires seront prises pour protéger contre l'action nuisible des courants dérivés les masses métalliques telles que conduites d'eau et de gaz, les voies ferrées de chemins de fer et leurs lignes de signaux, les lignes de télécommunication, toutes autres lignes électriques, etc.

Art. 90. — *Artères reliées aux rails de roulement.* — La liaison des rails de roulement à la station ou sous-station génératrice sera assurée par des conducteurs de courant isolés du sol.

Art. 91. — *Résistance entre les rails et les conduites souterraines.* — En aucun cas, la voie et les conducteurs qui lui sont reliés ne doivent être reliés métalliquement avec les conduites, canalisations ou masses métalliques se trouvant dans le sol.

Art. 92. — *Surveillance.* — § 1er. — L'exploitant est tenu de faire les installations nécessaires pour permettre au Service du Contrôle de vérifier l'application des prescriptions des articles 89, 90 et 91, ainsi que les articles 93 et 94 ci-après.

§ 2. — Lorsque les fils transversaux passent au-dessous des lignes aériennes de télécommunication, leur isolement par rapport aux fils de contact, prescrit par le paragraphe 2 de l'article 84, devra être vérifié par l'exploitant au moins deux fois par an et les résultats seront consignés sur un registre tenu à la disposition du Service du Contrôle et de l'Administration des Postes et des Télégraphes.

Division II. — Installations de traction empruntant les voies publiques.

Art. 93. — *Répartition en deux zones.* — Les lignes de traction sont divisées en deux zones dont la délimitation, toujours revisable, sera définie d'accord entre l'exploitant et le Service du Contrôle :

1° Une zone dite urbaine, située à l'intérieur d'un réseau ramifié de conduites, canalisations ou masses métalliques souterraines ;

2° Une zone dite suburbaine, située à l'extérieur de la précédente.

Les chutes de tension ou intensités moyennes, envisagées dans les articles 102, 103, 104, 105 et 113 ci-après s'entendent :

1° Pour la zone urbaine, comme moyenne de la durée effective du service, c'est-à-dire de l'intervalle de temps compris entre l'heure de sortie de la première voiture et celle de rentrée de la dernière voiture ;

2° Pour la zone suburbaine, comme moyenne d'une durée de vingt-quatre heures consécutives.

Art. 94. — *Résistance entre les rails et les ouvrages métalliques.* — Lorsque la voie passe sur un ouvrage métallique, la voie et les conducteurs qui lui sont reliés doivent être, dans la mesure du possible, isolés électriquement dans la traversée de l'ouvrage.

Art. 95. — *Surveillance.* — § 1er. — L'exploitant doit disposer, s'il y a nécessité, soit des fils pilotes pour mesurer les différences de potentiel entre les points désignés de la distribution, soit des appareils pour vérifier l'exactitude des calculs indiqués aux articles 103 et 113 ci-après.

§ 2. — L'exploitant est tenu de vérifier, au moins une fois par an, la conductance des joints de la voie.

Les résultats obtenus seront consignés sur un registre qui devra être présenté à toute réquisition du service du contrôle,

Ch. II. — Dispositions spéciales a la traction par courant continu.

Art. 96. — *Prescriptions générales.* — Les installations de traction par courant continu sont soumises aux prescriptions du chapitre 1er du titre II et, en outre, aux dispositions du présent chapitre.

Section I. — Lignes de contact.

Art. 97. — *Rails de contact.* — § 1er. — Les rails de contact sont isolés du sol avec le plus grand soin.

§ 2. — Dans les installations de deuxième catégorie, les rails de contact, dans les endroits où le public peut avoir accès, et principalement dans les gares, doivent être protégés autant que possible. Il sera tout au moins réservé des passages permettant au personnel de les franchir sans danger.

Pour les installations au-dessus de 1500 v, la protection sera obligatoire dans les gares et dépôts, et, en dehors de ces points, dans tous les endroits où le public pourra avoir accès.

Section II. — Utilisation des rails de roulement comme conducteurs de courant.

Division I. — Dispositions communes.

Art. 98. — *Conductance des rails de roulement.* — § 1er. — Lorsque la voie comporte des joints non soudés, leur conductance doit être assurée dans les meilleures conditions possibles en prévision de l'intensité du courant devant y circuler.

§ 2. — En tous les points où les voies de roulement présentent une solution de continuité pour le passage du courant (ponts mobiles, traversées de chemins de fer, aiguillages, etc.), la conductance est assurée par des conducteurs spéciaux reliés aux rails de part et d'autre de la coupure.

§ 3. — Tous les conducteurs de courant reliés aux rails doivent être isolés du sol. Font exception les connexions des joints des rails, les connexions des appareils de voie et les connexions transversales qui peuvent être nues.

Art. 99. — *Artères reliées aux rails de roulement.* — Dans le cas où les rails sont reliés au pôle négatif, les points de connexion des artères avec les rails devront être effectués autant que possible dans un terrain sec et mauvais conducteur et en des points aussi éloignés que possible des conduites, canalisations, masses métalliques souterraines. Les enveloppes des câbles souterrains seront isolées des rails et du sol jusqu'à une distance d'au moins 4 m de rails.

Art. 100. — *Résistance entre les rails et les conduites souterraines.* — § 1er. — En tous les points où le potentiel des rails est susceptible de devenir négatif par rapport à celui des conduites, canalisations ou masses métalliques souterraines, notamment au voisinage des points de connexion des artères négatives, si elles sont reliées aux rails de roulement, toutes dispositions seront prises, lors de l'établissement des voies, pour augmenter le plus possible la résistance entre les rails servant de conducteur de courant et les conduites, canalisations ou masses métalliques souterraines avoisinantes.

§ 2. — Les conduites ou canalisations métalliques souterraines, en tous les points où elles croisent les voies, devront passer à une profondeur telle que la distance comprise entre les points les plus proches des rails et des conduites ou canalisations métalliques soit au moins de 70 cm.

Si les conduites ou canalisations métalliques souterraines

qui croisent les voies ne peuvent être placées à une telle profondeur et si elles ne peuvent être déviées, elles devront être protégées par une enveloppe isolante aussi efficace que possible. Cette enveloppe sera prolongée de part et d'autre des rails extérieurs sur une longueur telle que la distance entre les rails et la partie métallique des conduites ou canalisations soit au moins de 70 cm aux points de l'enveloppe les plus éloignés des rails.

§ 3. — Les conduites ou canalisations métalliques qui sont parallèles aux voies devront être éloignées des rails de telle sorte que la distance entre les points les plus proches des rails et des conduites ou canalisations métalliques soit au moins de 70 cm.

DIVISION II. — Installations de traction empruntant la voie publique.

ART. 101. — *Voisinage des masses métalliques.* — Toutes les dispositions sont prises par l'exploitant qui utilise les rails de roulement comme conducteurs de courant électrique pour que le passage de ce courant se fasse dans des conditions telles que, outre les prescriptions du chapitre I, section II, divisions I et II et du chapitre II, section II, division I, celles des articles 102, 103, 104 et 105 ci-après soient remplies.

Toutefois, les prescriptions des articles précités ne sont pas applicables si les voies de roulement sont isolées du sol en permanence ou bien s'il n'existe aucune conduite, canalisation ou masse métallique souterraine dans une zone d'au moins 50 m de largeur de part et d'autre des voies, à condition qu'il n'en résulte aucun inconvénient pour les canalisations voisines et, en particulier, aucune perturbation nuisible dans les circuits de télécommunication, que ces circuits soient constitués par des lignes aériennes ou souterraines ou par les voies elles-mêmes constituant des circuits de voie.

ART. 102. — *Conductance des rails de roulement.* — § 1er. — La conductance des joints de rails sera entretenue en bon état et la chute de tension moyenne ne doit atteindre dans aucun joint 5 millivolts dans la zone urbaine et 10 millivolts dans la zone suburbaine [1].

§ 2. — Les rails d'une voie doivent être reliés entre eux par des connexions transversales situées au moins tous les dix joints. Dans les parties à deux voies juxtaposées, les rails intérieurs des deux voies doivent être reliés entre eux par des connexions transversales situées au moins tous les vingt joints. Ces connexions auront une section d'au moins 50 mm², si elles sont en cuivre, ou une section électriquement équivalente.

§ 3.— La section des conducteurs prévus à l'article 98, paragraphe 2, doit être calculée de telle sorte que la différence de potentiel mesurée entre les deux extrémités des rails situés de part et d'autre de la solution de continuité ne dépasse pas en moyenne 10 millivolts par mètre de distance entre les extrémités des rails.

ART. 103. — *Chute de tension calculée dans les rails.* — § 1er. — Dans les cas mentionnés au paragraphe qui suit, le concessionnaire devra justifier que les dispositions prises pour le retour du courant (section des rails, dispositifs de connexion, artères de retour, etc.) permettent de satisfaire aux prescriptions suivantes.

La chute de tension moyenne calculée d'après l'horaire prévu, et en supposant qu'il n'y ait aucune dérivation dans le sol, ne doit pas dépasser, pour 1 km de voie, 1,1 v dans la zone urbaine et 2,2 v dans la zone suburbaine.

§ 2. — Les obligations prescrites au paragraphe qui précède s'appliquent :

a) Aux lignes à construire, même à celles dont les projets auraient été antérieurement approuvés;

b) Aux lignes préexistantes qui viendraient à subir d'importantes modifications, soit dans le service des trains, soit dans la construction des voies ou des canalisations desservant les voies.

Elles ne s'appliquent pas aux lignes préexistantes tant que celles-ci ne subiront pas de modifications de la nature indiquée ci-dessus.

ART. 104. — *Chutes de tension mesurées dans les rails.* — § 1er. — *a*) Dans la zone urbaine, la perte de charge, mesurée sur une longueur de voie de 1 km prise arbitrairement, ne doit pas dépasser en moyenne 1 v;

b) Dans la zone suburbaine, la perte de charge, mesurée sur une longueur de voie de 1 km prise arbitrairement, ne doit pas dépasser en moyenne 2 v.

§ 2. — Lorsque des conduites, canalisations ou masses métalliques visées aux articles 91 et 103 se trouvent à une distance des rails supérieure à 4 m, une chute de tension pouvant aller jusqu'au double de celle fixée au paragraphe 1er peut être admise, à la condition qu'il n'en résulte aucun inconvénient pour les canalisations voisines et, en particulier, aucune perturbation nuisible dans les circuits de télécommunication, que ces circuits soient constitués par des lignes aériennes ou souterraines ou par les voies elles-mêmes constituant des circuits de voie.

Cette distance de 4 m pourra être augmentée jusqu'à 10 m si, par suite de sa nature, le terrain était particulièrement conducteur, et davantage si des troubles sont constatés.

ART. 105. — *Artères reliées aux rails de roulement.* — Lorsque plusieurs artères sont issues d'une même station ou sous-station génératrice, la différence de potentiel moyenne entre deux quelconques des points de connexion de ces artères avec les rails ne devra pas dépasser 1 v dans la zone urbaine et 2 v dans la zone suburbaine, par kilomètre de distance mesurée à vol d'oiseau entre ces points.

DIVISION III. — Installations de traction établies sur plateforme indépendante.

ART. 106. — *Voisinage des masses métalliques.* — Toutes les dispositions nécessaires seront prises par l'exploitant qui utilise les rails de roulement comme conducteur de courant électrique, pour que le passage de ce courant se fasse dans dans des conditions telles que, outre les prescriptions du chapitre I, section II, division I et du chapitre II, section II, division I, celles des articles 107, 108 et 109 ci-après soient remplies.

ART. 107. — *Conductance des rails de roulement.* — § 1er. — La conductance des joints de rails sera entretenue en bon état et la chute de tension moyenne ne doit pas atteindre une valeur telle qu'il en résulte des troubles dans les ouvrages avoisinants (tels que canalisations diverses, signaux, etc.).

§ 2. — La section des conducteurs de jonction spécifiée au paragraphe 2 de l'article 98 doit être calculée de telle sorte que la différence de potentiel mesurée entre les deux extrémités des rails situés de part et d'autre de la solution de continuité ne dépasse pas, en moyenne, 32 millivolts par mètre de distance entre les extrémités des rails.

ART. 108. — *Chute de tension calculée dans les rails.* — § 1er. — Dans tous les cas mentionnés au paragraphe qui suit, le concessionnaire devra faire connaître, dans le projet qu'il doit présenter, les dispositions prises pour le retour du courant (poids des rails, dispositifs de connexion, artères de retour, etc.), en vue d'éviter les troubles dans les canalisations voisines d'eau, de gaz, d'électricité, de télécommunication, etc.

§ 2. — Les obligations prescrites au paragraphe qui précède s'appliquent :

a) Aux lignes à construire, même à celles dont les projets auraient été antérieurement approuvés;

b) Aux lignes préexistantes qui viennent à subir d'importantes modifications, soit dans le service des trains, soit dans la construction des voies ou des canalisations desservant les voies.

Elles ne s'appliquent pas aux lignes préexistantes, tant

[1] On pourra, conformément à l'usage, continuer à vérifier la conductance des joints en comparant la chute de tension dans les joints avec celle d'une longueur déterminée de rail.

que celles-ci ne subiront pas de modifications de la nature ci-dessus indiquée.

ART. 109. — *Artères reliées aux rails de roulement.* — Lorsque plusieurs artères sont issues d'une même station ou sous-station génératrice, la différence de potentiel moyenne entre deux quelconques des points de connexion de ces artères avec les rails ne devra pas atteindre une valeur telle qu'il en résulte des troubles dans les ouvrages avoisinants (tels que canalisations d'eau, de gaz, d'électricité, de télécommunication, etc.)

CH. III. — DISPOSITIONS SPÉCIALES A LA TRACTION PAR COURANT ALTERNATIF.

ART. 110. — *Prescriptions générales.* — Les installations de traction par courant alternatif sont soumises aux prescriptions du chapitre Ier du titre II et, en outre, aux dispositions du présent chapitre.

Section I. — Lignes de contact.

ART. 111. — *Installations spéciales.* — Dans les installations de deuxième catégorie, les voies non parcourues de façon permanente par les trains, telles que les voies de débord, ou certaines voies de garage et de dépôt, seront munies de sectionneurs permettant de supprimer le courant sur les lignes de contact correspondantes lorsque les manœuvres n'y seront pas nécessaires.

Section II. — Utilisation des rails de roulement comme conducteurs de courant.

ART. 112. — *Conductance des rails de roulement.* — § 1er. — La conductance des rails sera assurée de façon qu'il n'existe aucune solution de continuité électrique, en particulier, les aiguilles, croisements, appareils de voies, etc., seront pourvus de connexions spéciales dont la section doit être calculée de telle sorte que la différence de potentiel, mesurée entre les deux extrémités des rails situés de part et d'autre de la solution de continuité, ne dépasse pas en moyenne 20 millivolts par mètre de distance entre les extrémités des rails.

§ 2. — Dans la zone dite urbaine, les rails seront reliés entre eux métalliquement par des connexions transversales situées au moins tous les vingt joints. Dans les parties à deux voies juxtaposées, les rails intérieurs des deux voies doivent être reliés entre eux par une connexion transversale située au moins tous les kilomètres.

Ces connexions auront une section d'au moins 50 mm², si elles sont en cuivre, ou une section électriquement équivalente.

Dans la zone suburbaine, ces connexions ne seront pas exigées en voie courante, sauf aux aiguilles, croisements, points spéciaux.

§ 3. — Tous les conducteurs de courant reliés aux rails doivent être isolés du sol, sauf dans le cas où leur longueur est inférieure à 100 m et où ces conducteurs sont reliés au sol par une plaque de terre au moins à une de leurs extrémités.

Font exception les connexions de joints de rails, les connexions des appareils et les connexions transversales qui peuvent être nues.

ART. 113. — *Chute de tension calculée dans les rails.* — § 1er. — Dans les cas mentionnés au paragraphe qui suit, le concessionnaire devra justifier, dans le projet d'exécution qu'il doit présenter, que les dispositions prises pour le retour du courant (poids des rails, dispositifs de connexion, artères de retour, etc.) permettent de satisfaire à la condition suivante : la chute de tension moyenne calculée dans les rails sur la durée définie à l'article 93 avec l'horaire prévu ne devra pas dépasser 15 pour 100 de la tension d'alimentation au départ des centrales ou sous-stations, en supposant qu'il n'y ait aucune dérivation dans le sol.

§ 2. — Les obligations prescrites au paragraphe qui précède s'appliquent :

a) Aux lignes à construire, même à celles dont les projets auraient été antérieurement approuvés;

b) Aux lignes préexistantes qui viennent à subir d'importantes modifications, soit dans le service des trains, soit dans la construction des voies ou des canalisations desservant les voies.

Elles ne s'appliquent pas aux lignes préexistantes, tant que celles-ci ne subiront pas de modifications de la nature indiquée ci-dessus.

ART. 114. — *Résistance entre les rails et les conduites souterraines.* — Toutes dispositions seront prises lors de l'établissement des voies pour augmenter le plus possible la protection contre l'influence du courant circulant dans les rails, des conduites, canalisations ou masses métalliques souterraines avoisinantes.

Section III. — Prescriptions concernant les équipements électriques du matériel roulant.

ART. 115. — *Prescriptions relatives aux organes sous tension.* — Toutes dispositions doivent être prises dans la construction du matériel roulant accessible au public pour éviter tout contact accidentel des voyageurs avec un conducteur ou un organe sous tension et, dans la mesure du possible, tout commencement d'incendie dû au passage du courant.

ART 116. — *Isolement et protection des conducteurs.* — Dans les parties des voitures accessibles au public, tous les conducteurs doivent comporter un isolement en rapport avec leur tension par rapport à la terre et être protégés par une paroi isolante ou métallique.

ART. 117. — *Prescriptions relatives aux organes susceptibles d'être sous tension et aux organes mobiles.* — § 1er. — Tous les appareils employés dans l'équipement du matériel roulant comportant des parties métalliques nues susceptibles d'être sous tension doivent être enfermés dans un capot isolant ou métallique.

§ 2. — Tous les appareils employés dans l'équipement du matériel roulant comportant des organes mobiles (par exemple : poignées de disjoncteurs, etc.) ou susceptibles de donner lieu à des arcs de rupture (par exemple : contacteurs, interrupteurs, etc.) doivent être protégés de façon à éviter, dans la mesure du possible, que les personnes placées dans leur voisinage soient atteintes par l'organe qui se déplace ou par les projections auxquelles le fonctionnement de l'appareil peut donner lieu.

ART. 118. — *Equipements utilisés avec des courants de deuxième catégorie.* — § 1er. — Pour les équipements utilisés avec des courants de deuxième catégorie, outre les dispositions indiquées aux articles 115, 116 et 117, les canalisations électriques doivent, sur toute leur longueur, être protégées par des gaines métalliques et les appareils doivent être complètement enfermés dans des armoires ou cabines métalliques.

§ 2. — En particulier, les appareils utilisés pour la conduite de la voiture doivent se trouver complètement hors de la portée du public et autant que possible rassemblés dans une cabine accessible seulement aux machinistes ou à toute personne dûment qualifiée.

ART. 119. — *Mise à la masse des pièces métalliques.* — Toutes les parois ou gaines métalliques en contact avec des conducteurs isolés, tous les capots, armoires ou cabines métalliques utilisés pour la protection des appareils doivent être reliés de façon permanente à la masse du châssis au moyen d'un conducteur de section suffisante.

TITRE III. — DISPOSITIONS DIVERSES.

ART. 120. — *Interdiction d'employer la terre.* — Il est interdit d'employer la terre comme partie d'un circuit de distribution.

ART. 121. — *Voisinage des magasins à poudre.* — Aucune

canalisation de distribution ou ligne de contact ne peut être établie à l'intérieur de la clôture d'une poudrerie, ni à une distance d'un magasin à poudre ou d'un bâtiment d'une poudrerie pouvant être appelée à contenir de la poudre, inférieure à celle définie ci-dessous suivant sa nature et sa catégorie :

1° Conducteurs souterrains :

1re ou 2e catégorie, 10 m ;

3e catégorie, 20 m ;

2° Conducteurs aériens :

1re ou 2e catégorie, 20 m ;

3e catégorie, 100 m.

Les distances se comptent horizontalement à partir du bâtiment de la poudrerie envisagée ou à partir de l'aplomb extérieur de la clôture qui entoure le magasin. S'il n'existe pas de clôture, on devra considérer comme limite :

1° D'un magasin enterré, le pied du talus du massif de terre recouvrant les locaux ;

2° D'un magasin souterrain, le polygone convexe circonscrit à la projection horizontale sur le sol des locaux et des gaines ou couloirs qui mettent ces locaux en communication axec l'extérieur.

Dans tous les cas, les conducteurs aériens devront être établis de telle sorte qu'en cas de rupture, dans les conditions les plus défavorables, ils ne puissent atteindre les limites du magasin définies ci-dessus.

Lorsque plusieurs conducteurs des 2e ou 3e catégorie passent au voisinage du magasin, on doit les disposer d'un même côté et non de part et d'autre de ce magasin.

ART. 122. — *Conditions d'application du présent arrêté.* — § 1er. — D'une façon générale, les ouvrages relevant d'une catégorie d'après les définitions données à l'article 1er du présent arrêté pourront toujours être équipés suivant les règles fixées pour une catégorie supérieure, mais à la condition d'observer dans l'établissement de ces ouvrages toutes les règles prescrites pour les installations de cette dernière catégorie.

§ 2. — Des dérogations aux prescriptions du présent arrêté pourront être accordées par le ministre des Travaux publics, après avis du Comité d'Electricité et après toutes autres consultations qu'il jugerait utiles.

§ 3. — Le présent règlement ne fait pas obstacle à ce que le Service du Contrôle, lorsque la sécurité l'exige, impose des conditions spéciales pour l'établissement des installations, sauf recours des intéressés au ministre des Travaux publics.

§ 4. — Le présent arrêté annule et remplace l'arrêté du 30 avril 1924, sous réserve de l'application de l'article 123.

ART. 123. — *Délais d'application du présent règlement aux installations existantes.* — A moins de nécessité de caractère urgent, les dispositions du présent arrêté ne seront applicables aux installations existantes qu'au fur et à mesure des travaux de renouvellement ou de modification.

Ne pourra, toutefois, dépasser une année le délai dans lequel seront appliquées les prescriptions des articles suivants :

Article 50, §§ 2 et 5 (sous-stations et postes de transformation).

Article 58, §, dernier alinéa (canalisations verticales ou obliques croisant des lignes de télécommunication).

Article 60, dernière phrase (dispositions relatives aux interrupteurs aériens placés à l'extérieur).

Article 68, §§ 2 et 5 (sous-stations et postes de transformation).

Article 79, dernière phrase (dispositions relatives aux interrupteurs aériens placés à l'extérieur).

Article 80, dernier alinéa (affichage du nom et de l'adresse de l'exploitant).

Fait à Paris, le 30 avril 1927.

Le ministre des Travaux publics,
André TARDIEU.

Le ministre du Commerce et de l'Industrie,
Maurice BOKANOWSKI.

Régime fiscal des tantièmes, jetons de présence et rémunérations diverses des administrateurs de sociétés.

« L'Information financière » publie sur ce sujet la note suivante de M. Georges Vincent, ancien inspecteur de l'Enregistrement.

« Le régime fiscal actuellement en vigueur concernant les tantièmes, jetons de présence et rémunérations diverses des administrateurs de sociétés est résumé dans le tableau ci-après :

	TAXE SUR LE REVENU DES VALEURS MOBILIÈRES	IMPÔT SUR LES TRAITEMENTS ET SALAIRES	IMPÔT SUR LES BÉNÉFICES INDUSTRIELS ET COMMERCIAUX
I. Jetons de présence et autres rémunérations ayant le caractère de charge sociale perçus par :	les administrateurs, l'administrateur délégué ou l'administrateur directeur, au même titre que les autres administrateurs.	l'administrateur délégué ou l'administrateur directeur, à titre de rémunération supplémentaire pour ses fonctions spéciales.	
II. Tantièmes perçus par :	les administrateurs, l'administrateur délégué ou l'administrateur directeur, au même titre que les autres administrateurs.	l'administrateur délégué ou l'administrateur directeur, à titre de rémunération supplémentaire pour ses fonctions spéciales.	les administrateurs

» L'administration de l'Enregistrement considère que la disposition de l'article 4 de la loi du 19 décembre 1926 qui précise que les allocations de toute nature perçues par l'administrateur délégué en sus de celles attribuées aux autres membres du conseil d'administration et en tant qu'elles sont destinés à la rémunération de son travail de direction ne sont soumises qu'à l'impôt sur les traitements et salaires, est interprétative de l'article 79 de la loi du 13 juillet 1925 et qu'elle rétroagit à compter de la mise en vigueur de ce texte (Just. Enreg. 3937 § 1er). Les sociétés ont droit soit à l'imputation si elles existent encore, soit à la restitution, dans le cas contraire, de la taxe sur le revenu des valeurs mobilières versées de ce chef. Comme conséquence, les sommes au sujet desquelles cette imputation ou cette restitution donnera lieu deviendront rétroactivement passibles de l'impôt sur les traitements et salaires. »

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 13. 1er OCTOBRE 1927.

Concours d'appareils d'éclairage électrique. — Afin de donner une impulsion nouvelle aux études et projets d'éclairage, il avait été organisé, au cours du troisième trimestre de l'année 1926, par la Société pour le Perfectionnement de l'Eclairage et la Compagnie des Lampes, un concours ayant pour objet l'éclairage des trois pièces principales d'une habitation aux caractéristiques déterminées (1). Ce concours, qui portait exclusivement sur des dessins, descriptions et calculs, a eu lieu, et 25000 fr de récompenses ont été répartis, sous forme de primes d'encouragement, à dix-huit concurrents dont les projets avaient mérité de retenir l'attention du jury.

Comme suite à ce concours les deux sociétés précitées viennent d'organiser un nouveau concours, également doté de 25000 fr de prix, concernant, non plus des dessins ou des calculs, mais des appareils ou des dispositifs *matériellement réalisés*, susceptibles d'être essayés dans leurs conditions réelles d'emploi.

La notice contenant le règlement du concours donne, en vue de guider les concurrents, les schémas et les dimensions de quelques-uns des appareils actuellement d'usage courant pour l'éclairage d'un salon, d'une salle à manger, d'une chambre à coucher. Pour bien préciser le but de ces renseignements, la notice ajoute à ce sujet : « Du point de vue purement technique, ces modèles correspondent aux conditions d'éclairage rationnel stipulées précédemment, mais ils n'ont aucune prétention à l'effet décoratif généralement recherché pour l'éclairage des pièces d'habitation considérées. Il est bien entendu que les appareils sont présentés seulement dans le but d'aider les concurrents embarrassés par l'étude technique du problème et que la plus entière latitude est laissée à ceux qui voudraient proposer d'autres modèles ou d'autres solutions techniques susceptibles d'être retenues par le jury, c'est-à-dire présentant les qualités requises de diffusion, de répartition lumineuse, d'éclairement, d'esthétique, etc... » Les ingénieurs de la Société pour le Perfectionnement de l'Eclairage se tiendront d'ailleurs à la disposition des concurrents pour tous renseignements pratiques ou techniques dont ils pourraient avoir besoin, de même que pour l'examen préalable de tout appareil nouveau ou de toute technique nouvelle que les concurrents voudraient soumettre à leur appréciation ou à leur approbation.

Le concours est ouvert à toute personne ou société, ou tout groupe de personnes ou sociétés travaillant en collaboration, qui se sera fait inscrire avant le 1er décembre 1927 et aura remis avant le 1er mars 1928, à la Société pour le Perfectionnement de l'Eclairage, 134, boulevard Haussmann, à Paris, un ou

(1) Concours de projets et d'appareils d'éclairage électrique. *Revue générale de l'Electricité*, 23 octobre 1926, t. XX, p. 569-570.

plusieurs appareils ou ensembles d'appareils, répondant aux conditions énumérées dans le règlement du concours. Ce règlement pourra être obtenu sur demande.

Bibliographie : Code de la T. S. F., par Achille Mestre, professeur à la Faculté de Droit de Paris [1]. — D'après la conception de son auteur, cet ouvrage est essentiellement un « Code de la T. S. F. », c'est-à-dire un recueil des lois, décrets et circulaires relatifs à la radioélectricité, ou mieux, à l'ensemble des radiocommunications et non pas seulement à la radiotélégraphie, comme semblerait l'indiquer le sous-titre. L'auteur s'est donc borné à recueillir ces textes; mais, si impersonnel que soit ce travail, il s'imposait, car, avant sa publication, on ne pouvait obtenir de renseignements qu'au prix de pénibles recherches dans le « Journal officiel ».

Comme l'a fait remarquer l'auteur dans l'introduction, le « Code de la T. S. F. » est, malgré le nombre assez restreint des textes, un véritable maquis. Cette circonstance tient à ce qu'on rassemble sous le seul vocable « T. S. F. » des ordres d'activité extrêmement différents : il y a les télégraphies continentale et transcontinentale, nationale et internationale, la télégraphie maritime, les services commerciaux et les services d'intérêt général, les transmissions horaires et météorologiques, les avis aux navigateurs et les signaux scientifiques; il y a les communications privées; il y a enfin la radiodiffusion.

La présentation des textes par ordre chronologique, adoptée par M. Mestre, offre d'évidents avantages; par contre, elle ne met pas en relief le rôle des divers textes, ni la nature des communications auxquelles ils se rapportent, ce qui ne permet pas au lecteur de suivre facilement la réglementation de celui des genres de communications qui l'intéresse particulièrement. D'autre part, l'absence de commentaire et d'exposé des motifs empêche de saisir l'esprit de la législation et de la réglementation qui échappe fatalement au lecteur non averti. A ce sujet, ceux de nos lecteurs que la question intéresse se reporteront utilement aux articles publiés par M. P. Brenot, qui a très activement participé à l'élaboration des textes législatifs [2].

Nous ne pouvons évidemment rappeler ici, même très succinctement, les grandes lignes de cette législation. Signalons cependant que de 1917 à 1921 [3], une série de textes, que M. Mestre n'a pas évoqués parce qu'ils sont abrogés, marquent la transition entre la réglementation de la télégraphie privée et celle de la radiodiffusion publique. Ce sont : le décret du 24 février 1917 posant le principe de l'exploitation par des particuliers des postes radioélectriques émetteurs et récepteurs; l'arrêté du 27 février 1920, qui concerne l'établissement et l'usage des postes récepteurs horaires et météorologiques; l'arrêté du 2 juin 1920, qui fixe les conditions de l'installation et de l'exploitation des postes radioélectriques concédés aux particuliers; le décret du 15 mai 1921, qui modifie le décret du 24 février 1917 et en étend l'application aux postes récepteurs de toute nature; l'arrêté du 11 juin 1921, qui fixe la redevance afférente à l'usage des postes radiorécepteurs et, en particulier, des postes horaires et météorologiques, ainsi que des postes pour essais et expériences; le décret du 21 juin 1921 et l'arrêté du 18 juin 1921, qui déterminent les conditions d'établissement et d'usage des postes radioélectriques émetteurs; enfin l'arrêté du 6 juillet 1921, qui réglemente l'usage des postes radioélectriques récepteurs destinés uniquement à des essais ou expériences.

L'introduction de l'auteur est une intéressante profession de foi qu'on aurait aimé voir plus développée. Il est curieux de constater que dans ce code qui régit les transmissions par ondes, la confusion ait pu persister longtemps entre la correspondance privée, à laquelle s'applique le vieux code de la télégraphie et la radiodiffusion, véritable « presse parlée », qui exige un statut entièrement nouveau. — M. A.

(1) Un volume, format 26 cm × 17 cm, de 215 pages, édité par la librairie Payot, 106, boulevard Saint-Germain, à Paris (6e). Prix : broché, 18 fr.

(2) P. Brenot; La législation de la Radiotélégraphie (Législation en France, Commission extraparlementaire de télégraphie sans fil, Réglementations internationales). *Radioélectricité*, juin, juillet, août, septembre 1920, t. I, p. 52-55, 102-104, 154-165, 211-216.

(3) Voir la Réglementation des stations de télégraphie sans fil à l'usage des amateurs. *Radioélectricité*, mars 1922, t. III, p. 128-130.

Bibliographie : The wireless annual for amateurs and experimenters 1926 (Annuaire de la radioélectricité pour 1926, à l'usage des amateurs et des expérimentateurs) [1]. — L'ouvrage est divisé en deux parties sensiblement égales : l'une, technique; l'autre, pratique. Dans la première, on trouvera, d'abord, une revue à grands traits des inventions ou plus exactement des perfectionnements réalisés en radiodiffusion au cours de l'année 1925, suivie de quelques considérations envisageant surtout le point de vue commercial et international du problème ainsi que la législation qui règle la matière dans les différents pays du monde ; puis vient un résumé dû à M. W. James sur la construction, les applications et les caractéristiques des lampes à trois électrodes et l'auteur insiste tout particulièrement sur l'insuffisance du facteur d'amplification en volts pour définir l'amplification effective que l'on peut réaliser avec les triodes ; en effet, pour ces derniers, la résistance intérieure croit en même temps que le facteur d'amplification en volts, en sorte que, pour des lampes de même type, on ne peut pas affirmer que le quotient du facteur d'amplification en volts par la résistance intérieure soit constant ; on tend donc de plus en plus à définir la qualité ou l'efficacité d'une lampe, par le quotient ci-dessus pour chaque point de la caractéristique et on l'exprime en micromhos. Si l'on a tracé la caractéristique de la lampe, la conductance, ou inverse de la résistance, correspondant à chaque point est égale au coefficient angulaire de la tangente à la courbe en ce point.

Deux tableaux donnent les constantes des lampes de fabrication anglaise et 43 schémas de montage de postes récepteurs permettent aux amateurs de choisir celui qui convient le mieux à leur goût, à leur but ou encore à leurs moyens : ces schémas sont accompagnés de légendes explicatives dues à M. F.-H. Haynes, en sorte que leur interprétation ne donne lieu à aucune ambiguité. Cette partie technique se termine par une note indiquant la façon de procéder pour déceler et corriger les défauts des postes récepteurs, par la reproduction d'un certain nombre de formules sélectionnées à l'usage des amateurs, par des tableaux donnant, par exemple, l'inductance de bobines formées d'une seule couche de fil à raison de 10 spires par centimètre, ou la longueur d'onde, la fréquence et la valeur du produit LC dans les circuits utilisés en radioélectricité, etc.

La deuxième partie débute par un rappel sommaire des lois et décrets qui régissent l'octroi des autorisations aux amateurs et aux expérimentateurs qui sont classés en deux

(1) Un volume, format 21 cm × 14 cm, de 180 pages, avec 43 figures dans le texte, édité par Iliffe and Sons, Dorset house, Tudor street, à Londres E. C. 4 (Angleterre). Prix : cartonné, 2 shillings 6 pence.

catégories A et B, ceux qui travaillent avec une antenne à l'air libre et ceux qui se contentent d'une antenne artificielle, par quoi il faut entendre un circuit oscillant non mis à la terre, mais comprenant de l'inductance, de la capacité et de la résistance et fonctionnant aux lieu et place du système antenne-terre. Dans ce circuit, la radiance doit être atténuée au point que les signaux ne soient pas perceptibles en dehors du bâtiment où est installé le poste et celui-ci sera, en outre, pourvu des appareils de détection ou de mesure susceptibles de contrôler les effets produits par les émissions. Les assujettis de ces deux catégories sont astreints à ne pas dépasser une puissance de 10 w pour leurs émissions ; les longueurs d'onde tolérées sont 150, 200 et 440 m, cette dernière étant rigoureusement interdite entre 17 et 23 heures ; toutefois, la délivrance des licences ne présente aucune difficulté pour les opérateurs qui s'engagent à ne pas utiliser d'autres ondes que celles de 23 et 45 m ; en outre, les bénéficiaires d'une licence doivent être capables de transmettre ou de recevoir des signaux Morse au rythme de 12 mots à la minute au moins de façon qu'ils soient capables d'émettre ou de recevoir les instructions du Gouvernement ou des stations commerciales.

Pour ce qui concerne les brouillages, on fait remarquer que ceux-ci se manifestent par une « note » ou un « sifflement » continus. Si cette note ou ce sifflement changent de hauteur quand on fait varier la longueur d'onde à la réception, c'est que la cause du brouillage réside dans le poste récepteur lui-même et on devra donc réduire la réaction jusqu'à ce que tout bruit ait disparu ; si, au contraire, il n'y a aucun changement, c'est que la note ou le sifflement proviennent d'une source extérieure.

Les indicatifs et les adresses des amateurs sont donnés pour la Grande-Bretagne, la France, la Hollande, l'Allemagne, la Suède, la Finlande, l'Italie, l'Espagne, l'Afrique du Sud, les Indes, l'Australie, la Nouvelle-Zélande et la République argentine ; cette liste est suivie de deux autres comprenant, d'une part, les noms de toutes les sociétés de radiotélégraphie ou de radiodiffusion et, d'autre part, la nomenclature de toutes les stations de radiotélégraphie envoyant des messages avec indication de l'heure, de la longueur d'onde, de la nature des ondes et de l'indicatif ; cette dernière liste est remaniée en suivant l'ordre des longueurs d'onde.

Un petit dictionnaire des termes techniques et les adresses des fabricants anglais d'appareils et d'accessoires pour la télégraphie et la téléphonie sans fil terminent l'ouvrage. — B. C.

Bibliographie : Principles underlying the design of electrical machinery (Principes fondamentaux du calcul des machines électriques), par W.-J. Slichter (1). — Les matières contenues dans ce livre ont été enseignées à la Columbia University et ont été rédigées d'après les notes recueillies par l'auteur dans sa longue carrière d'ingénieur-conseil qui lui avait donné accès aux plates-formes de la plupart des constructeurs de matériel électrique. La caractéristique dominante de ce traité est de montrer comment on déduit les formules pratiques en se basant sur les principes fondamentaux de l'électricité et d'expliquer chacune d'elles de telle sorte que le lecteur ait une conception bien nette du phénomène physique qu'elle doit représenter ; dans ces conditions, aucun détail ne reste dans l'obscurité et le calcul d'une machine devient très aisé. C'est pourquoi le présent ouvrage se recommande non seulement aux ingénieurs, mais encore et surtout aux élèves des écoles supérieures qui ont toujours comme sujet d'examen pour l'obtention d'un diplôme, un projet de machine ; ces derniers trouveront ici des compléments très intéressants à leurs cours ordinaires.

L'ouvrage comporte, outre l'introduction, cinq grandes divisions, génératrices et moteurs à courant continu, alternateurs à pôles saillants, alternateurs accouplés à des turbines, transformateurs, et moteurs d'induction, qui, toutes, sont développées suivant un unique et même plan, à savoir, déduction des formules avec la définition précise des grandeurs qui y figurent, exemples d'un calcul de machines et, enfin, reproduction de quelques tableaux où sont consignées les valeurs des éléments de machines déjà construites. A dessein, on a omis tout ce qui concerne la construction mécanique pour ne retenir que le circuit magnétique, le circuit électrique et le circuit diélectrique.

D'après l'auteur, la marche à suivre pour l'établissement d'une machine électrique serait la suivante : on suppose généralement que la puissance et la tension sont imposées ; on y ajoute, quelquefois, la nature du courant et la vitesse ; il s'agit alors de déterminer les éléments suivants : la vitesse, le nombre de pôles, le diamètre et la longueur de l'induit, la longueur de l'entrefer, le nombre et les dimensions des encoches (provisoire), le flux total utile (provisoire), le nombre de spires de l'induit, les ampères-tours de la réaction d'induit, le nombre de conducteurs par encoche, le type d'enroulement de l'induit, la grosseur des conducteurs de l'induit, les dimensions exactes des encoches, la résistance de l'induit et l'échauffement, le collecteur et les balais, la tension de réactance, la valeur exacte du flux, la section du circuit magnétique et les densités de flux, le calcul du circuit magnétique et de l'excitation, le facteur de stabilité, la longueur définitive de l'entrefer, la réaction d'induit, les enroulements de champ (shunt et série), les pôles de commutation et les enroulements compensateurs. On utilisera les résultats ainsi obtenus en première approximation pour avoir une idée du fonctionnement de la machine et si ce fonctionnement ne répond pas tout à fait aux conditions imposées, on fera toutes les retouches nécessaires. La marche à suivre pour exécuter ce contrôle consiste à déterminer les pertes dans les noyaux, les pertes par frottement, les pertes dans l'excitation, les pertes dans le circuit de l'induit, les pertes en charge, le rendement, le réglage et l'échauffement.

L'exemple traité dans l'ouvrage comporte le calcul d'un moteur dont les données imposées sont : la puissance, 100 kw ; la tension, 240 v ; la vitesse de rotation, 600 t : mn ; le courant à la puissance normale, 420 A.

Le plan esquissé dans cette première partie s'applique exactement aux machines à courant alternatif aux différences près résultant des caractéristiques propres de ce genre de machine ; il est donc inutile de s'y attarder et nous terminons cette bibliographie en insistant encore sur la haute valeur didactique de l'ouvrage que nous présentons. — B. C.

Bibliographie : Anleitung zur Entwicklung elektrischer Starkstromschaltungen (Règles relatives à l'établissement des connexions dans les installations électriques à courant fort), par Georg-I. Meyer (1). — Dans cet ouvrage

(1) Un volume, format 24 cm × 15 cm, de 312 pages, avec 150 figures dans le texte, édité par la librairie Chapman and Hall, 11, Henrietta street, Covent Garden, à Londres W. C. 2 (Angleterre). Prix : relié, 18 shillings 6 pence.

(1) Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 159 pages, avec 167 figures dans le texte, édité par la librairie Julius Springer, 23-24, Linkstrasse, à Berlin W. 9 (Allemagne). Prix : relié, 12 marks.

sont réunies un certain nombre de règles à suivre dans l'étude des connexions à établir entre les appareils qui rentrent dans les installations électriques. Ainsi que l'indique le titre, il ne s'agit que d'installations à courant fort. De plus, il n'est pas question des connexions à l'intérieur des machines et des appareils de mesure d'usage courant.

L'ouvrage comprend deux parties. Dans la première sont exposées des règles générales; celles-ci sont subdivisées suivant le nombre de circuits considérés, la nature et le nombre des appareils mis en jeu.

La seconde partie traite des principes sur lesquels doit être basé l'établissement des connexions dans un certain nombre de cas bien définis, tels que le couplage triphasé, en étoile et en triangle, les montages pour la compensation de phase, pour l'équilibrage de courants, ceux adoptés pour les batteries d'accumulateurs, etc.

Ainsi conçu, l'ouvrage sert de guide au technicien chargé de l'exécution d'un schéma de connexions devant répondre à des conditions déterminées.

En ce qui concerne la façon de présenter la solution du problème, l'auteur propose, à côté de la méthode graphique bien connue conduisant au schéma proprement dit, la méthode des tableaux, peut être plus facile à lire, surtout lorsqu'il s'agit de combinaisons compliquées de circuits, mais dont l'emploi est encore peu généralisé, au moins dans les installations à courant fort.

On trouvera dans cet ouvrage, à titre d'applications, un certain nombre de schémas se rapportant à telle partie bien limitée d'une installation; mais, ainsi que l'avoue l'auteur, si l'on cherche la solution définitive et complète d'un problème donné, il faut recourir à d'autres ouvrages; par contre « celui qui veut établir par lui-même en toute connaissance de cause le schéma des connexions répondant au problème posé, poursuit l'auteur, trouvera ici les considérations fondamentales qui le guideront dans son étude ».

Si l'on songe au grand nombre de problèmes qui se présentent dans cette question des connexions entre appareils, à leur complexité et à la diversité des solutions, il faut féliciter l'auteur d'avoir cherché à établir des règles présentant un caractère général; il est beaucoup plus facile, dans ce domaine, d'envisager des cas particuliers; c'est d'ailleurs ce que reconnait l'auteur lui-même qui, pour préciser les règles énoncées, est nécessairement amené à considérer telle solution bien définie et à traiter un grand nombre d'exemples répondant à des questions déterminées.

Si l'ouvrage a un but didactique, il est certainement fort intéressant; au point de vue directement utilitaire, nous craignons que le praticien qui cherche avant tout une solution ne suive pas l'auteur dans des considérations qui peuvent ne pas répondre toutes au problème à résoudre. — A. C.

Bibliographie : Anleitungen zum Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium (Instructions relatives au travail dans le laboratoire électrotechnique), par E. Orlich (1). — L'auteur a réuni dans cette brochure les notes écrites à l'intention des élèves des écoles techniques supérieures qui entreprennent les travaux de laboratoire électrotechnique, mesures électriques et essais de machine; bien qu'elles s'adressent spécialement aux élèves de la Berliner Hochschule, elles ont été remaniées de façon à avoir un caractère plus général et à pouvoir être utiles à tout technicien qui, avec des connaissances suffisantes des principes de l'électrotechnique et des mesures électriques, est appelé à exécuter tel essai en quelque sorte classique.

Pour chacune des mesures ou des expériences décrites, au nombre de 30 environ, l'auteur indique d'abord les appareils nécessaires, donne le schéma du montage et traite ensuite de la marche à suivre après avoir insisté sur les précautions à prendre dans la disposition de la mesure et sur les vérifications possibles du montage.

Parmi les questions envisagées nous relevons, au hasard, des mesures de résistances de tout ordre, des essais de fusion de fils conducteurs, des mesures de flux de dispersion avec le galvanomètre balistique, des relevés de courbes d'hystérésis, d'échantillons de fer et de caractéristiques de machines à courant continu, etc.

Le lecteur appelé à effectuer telle expérience peut trouver dans cet ouvrage une disposition ingénieuse et des conseils pratiques; il ne s'agit pas d'un cours de mesures qui ait la prétention d'exposer toutes les méthodes, même celles devenues pour ainsi dire classiques et de les discuter, mais bien plutôt d'un guide qui conseille et ne discute pas. — A. C.

(1) Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 94 pages, avec 74 figures dans le texte, édité par la librairie Julius Springer, 23-24 Linkstrasse, à Berlin W. 9 (Allemagne). Prix : broché, 3,15 marks.

Bibliographie : Rotary converters (Commutatrices), par E.-P. Hill (1). — Cet ouvrage qui traite des commutatrices à un point de vue surtout pratique a été écrit par un praticien à l'usage des constructeurs et surtout des exploitants.

Les commutatrices, bien qu'elles puissent être placées en compétition sérieuse avec des systèmes parfois fort intéressants, conservent l'avantage d'avoir reçu la sanction d'une longue pratique. Depuis plus de vingt ans, en effet, des commutatrices dont l'ensemble représente une puissance de plusieurs millions de kilowatts ont été installées dans toutes les parties du monde où elles assurent avec succès les services les plus divers. Un tel fait suffirait à justifier les faveurs dont ces machines continuent à être l'objet auprès d'un grand nombre d'exploitants.

L'ouvrage dont il est question ici vient combler une lacune et sera, en raison de sa portée pratique, d'une grande utilité pour les exploitants qui ont à installer, à conduire et à essayer des commutatrices.

Il donnera également aux constructeurs des aperçus pleins d'intérêt sur les particularités d'exploitation que présente l'emploi de ces convertisseurs.

Parmi les questions les plus intéressantes traitées dans cet ouvrage, nous signalerons : la commutation, l'influence des lignes alimentées par les commutatrices sur les circuits téléphoniques, une étude sur les transformateurs au point de vue de leur emploi pour l'alimentation des commutatrices, l'amorçage d'arc au collecteur et les interrupteurs ultra-rapides, les systèmes de commande à distance des sous-stations, les essais et la recherche des défauts. Le dernier chapitre est consacré à une comparaison entre les commutatrices et les autres systèmes de conversion du courant alternatif en courant continu. — L. V.

(1) Un volume, format 25 cm × 16 cm, de 324 pages, avec 247 figures et tableaux dans le texte, édité par la librairie Chapman and Hall, 11, Henrietta street, Covent Garden, Londres W. C. 2 (Angleterre). Prix : relié, 25 shillings.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur les constantes du quadripôle passif

Après avoir rappelé la définition du quadripôle passif, l'auteur donne les deux équations linéaires qui relient la tension et le courant à l'entrée et à la sortie du quadripôle. Les constantes de ces équations forment un déterminant égal à l'unité. Dans la seconde partie de l'article, l'auteur passe à l'étude de quelques quadripôles particuliers correspondant à divers schémas d'impédances. Il recherche, dans la troisième partie, les conditions nécessaires auxquelles doivent satisfaire les constantes d'un quadripôle et il discute ces conditions. Dans la quatrième partie, il montre qu'elles sont suffisantes, et il termine par quelques remarques sur l'interprétation des conditions établies en indiquant des variantes de leur forme (*).

I. **Introduction.** — Nous appelons « quadripôle passif » un assemblage quelconque de circuits électriques ne contenant aucune source d'énergie électrique et comportant quatre bornes, dont deux sont appelées « bornes d'entrée » et les deux autres, « bornes de sortie ».

Appelons V_1, et I_1 les tension et courant aux bornes d'entrée; V_2 et I_2 les tension et courant aux bornes de sortie.

On sait que les quantités V_1, I_1, V_2, I_2 sont liées par des relations de la forme :

$$\left.\begin{aligned} V_1 &= AV_2 + BI_2, \\ I_1 &= CV_2 + DI_2. \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

A, B, C, D sont quatre constantes satisfaisant à la condition

$$AD - BC = 1. \qquad (2)$$

Ces relations, vraies en courant continu permanent, subsistent en courant alternatif sinusoïdal d'une fréquence déterminée, au moyen de la méthode qui représente, par des nombres complexes, les quantités qui varient suivant une loi sinusoïdale. Les quantités A, B, C, D qui entrent dans les équations (1) et (2) sont alors des grandeurs complexes.

B a les dimensions d'une impédance, C, celles de l'inverse d'une impédance; A et D ont des dimensions nulles.

Nous nous proposons de traiter la question suivante :

Peut-on construire un quadripôle qui admette quatre constantes A, B, C, D ayant des valeurs données ?

Nous supposons bien entendu que ces constantes satisfont à la condition (2). Nous allons voir d'ailleurs que cette condition n'est pas suffisante.

(*) Les résultats démontrés dans le présent travail ont été communiqués à l'Académie des Sciences dans une note présentée par M. Janet (*Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 21 mars 1927, CLXXXIV, p. 742).

II. **Etude de quelques quadripôles particuliers.** — Nous désignerons désormais un quadripôle Q par ses quatre constantes écrites sous forme d'un déterminant

$$Q = \begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix}.$$

Considérons les deux quadripôles

$$Q = \begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} \quad \text{et} \quad Q_1 = \begin{vmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{vmatrix}.$$

Connectons les bornes d'entrée de Q_1 avec les bornes de sortie de Q. Nous obtenons ainsi un quadripôle que nous représenterons par la notation QQ_1 ou

$$\begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{vmatrix}$$

en écrivant en premier lieu le quadripôle placé du côté de l'entrée. Les constantes de ce quadripôle QQ_1 sont faciles à calculer. En effet, appelons V_1 et I_1 les tension et courant aux bornes d'entrée du quadripôle Q; V_2 et I_2 les tension et courant aux bornes de sortie du quadripôle Q et aux bornes d'entrée du quadripôle Q_1; V_3 et I_3 les tension et courant aux bornes de sortie du quadripôle Q_1.

Des relations

$$V_1 = AV_2 + BI_2,$$
$$I_1 = CV_2 + DI_2,$$

et

$$V_2 = A_1V_3 + B_1I_3,$$
$$I_2 = C_1V_3 + D_1I_3,$$

on tire

$$V_1 = (AA_1 + BC_1)\, V_3 + (AB_1 + BD_1)\, I_3,$$
$$I_1 = (CA_1 + DC_1)\, V_3 + (CB_1 + DD_1)\, I_3.$$

Par suite

$$\begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} AA_1 + BC_1 & AB_1 + BD_1 \\ CA_1 + DC_1 & CB_1 + DD_1 \end{vmatrix}. \quad (3)$$

Nous avons donc la règle :

Le déterminant des coefficients du quadripôle obtenu en mettant en série deux quadripôles s'obtient en faisant le produit des déterminants de chacun des quadripôles constituants, d'après la loi suivante : l'élément de la i^e ligne et de la q^e colonne du déterminant produit est la somme des produits deux à deux des éléments de la i^e ligne du déterminant correspondant au quadripôle

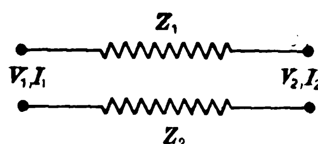


Fig. 1. — Schéma du quadripôle a.

d'entrée et de ceux de la q^e colonne du déterminant correspondant au quadripôle de sortie.

Remarquons que le résultat diffère en général si l'on modifie l'ordre de connexion des deux quadripôles composants.

Les constantes du quadripôle a de la figure 1 sont évidemment [1]

$$\begin{vmatrix} 1 & Z_1 + Z_2 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

Les constantes du quadripôle b de la figure 2 sont évidemment

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{Z} & 1 \end{vmatrix}.$$

Par application répétée de la formule (3), on en dé-

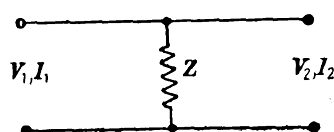


Fig. 2. — Schéma du quadripôle b.

duit les constantes d'un quadripôle composé d'un nombre quelconque d'impédances placées en série sur deux lignes parallèles ou en dérivation entre ces deux lignes.

Considérons, par exemple, le quadripôle c représenté par la figure 3 ; on a

$$\begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & Z_1 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{Z_2} & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 1 & Z_3 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{Z_4} & 1 \end{vmatrix}$$

$$= \begin{vmatrix} 1 + \frac{Z_1}{Z_2} + \frac{Z_1 + Z_3}{Z_4} + \frac{Z_1 Z_3}{Z_2 Z_4} & Z_1 + Z_3 + \frac{Z_1 Z_3}{Z_2} \\ \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_4} + \frac{Z_3}{Z_2 Z_4} & 1 + \frac{Z_3}{Z_2} \end{vmatrix}.$$

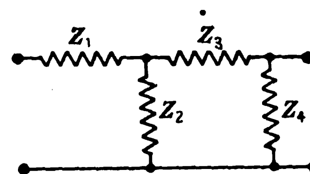


Fig. 3. — Schéma du quadripôle c.

Si nous faisons, en particulier, $Z_1 = 0$, nous obtenons un quadripôle d en π (fig. 4) pour lequel on a

$$\begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 + \frac{Z_3}{Z_4} & Z_3 \\ \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_4} + \frac{Z_3}{Z_2 Z_4} & 1 + \frac{Z_3}{Z_2} \end{vmatrix}.$$

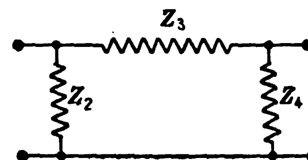


Fig. 4. — Schéma du quadripôle d en π.

Si, dans la figure 3, nous faisons $Z_4 = \infty$, nous obtenons un quadripôle e en T (fig. 5) pour lequel on a

$$\begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 + \frac{Z_1}{Z_2} & Z_1 Z_3 \left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} \right) \\ \frac{1}{Z_2} & 1 + \frac{Z_3}{Z_2} \end{vmatrix}.$$

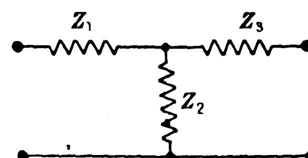


Fig. 5. — Schéma du quadripôle e en T.

Considérons un quadripôle f en T shunté constitué comme l'indique la figure 6. On trouve pour les

(1) Dans les figures qui accompagnent le texte, nous supposons toujours les bornes d'entrée à gauche et les bornes de sortie à droite.

constantes de ce quadripôle

$$\begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 + \frac{Z_1 Z_2}{\Delta} & \frac{Z_1 Z_2 Z_3 Z_4}{\Delta}\left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_4}\right) \\ \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{\Delta} & 1 + \frac{Z_2 Z_3}{\Delta} \end{vmatrix}.$$

où l'on pose

$$\Delta = Z_4 (Z_1 + Z_2 + Z_3) + Z_1 Z_2.$$

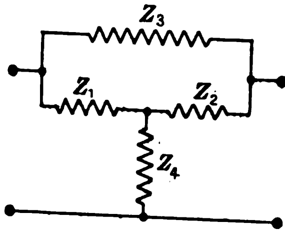


Fig. 6. — Schéma du quadripôle f en T shunté.

Si dans ce montage en T shunté, on fait $Z_3 = \infty$, on obtient les formules du montage en T ordinaire de la figure 5.

Considérons une cellule en X (quadripôle g) constituée comme l'indique la figure 7. On trouve pour les constantes de ce quadripôle

$$\begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{(Z_1+Z_2)(Z_3+Z_4)}{Z_2 Z_3 - Z_1 Z_4} & \frac{Z_1 Z_2 Z_3 Z_4}{Z_2 Z_3 - Z_1 Z_4}\left(\frac{1}{Z_1}+\frac{1}{Z_2}+\frac{1}{Z_3}+\frac{1}{Z_4}\right) \\ \frac{Z_1+Z_2+Z_3+Z_4}{Z_2 Z_3 - Z_1 Z_4} & \frac{(Z_1+Z_3)(Z_2+Z_4)}{Z_2 Z_3 - Z_1 Z_4} \end{vmatrix}.$$

Si on y fait $Z_3 = \infty$, on obtient les formules du montage en T de la figure 5; si on y fait $Z_4 = 0$, on obtient celles du montage en π de la figure 4.

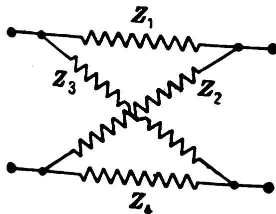


Fig. 7. — Schéma du quadripôle g en X.

III. Conditions nécessaires auxquelles doivent satisfaire les constantes A, B, C, D.

— 1. Recherche des conditions. — Posons

$$A = a + ja',$$
$$B = b + jb',$$
$$C = c + jc',$$
$$D = d + jd',$$

de façon à mettre en évidence les parties réelles et les parties imaginaires des constantes A, B, C, D.

Fermons le quadripôle sur une impédance

$$Z = R + jX.$$

La partie réelle R de cette impédance ne peut être négative; quant à X, il peut être positif, négatif ou nul. Dans ces conditions, on a

$$\frac{V_2}{I_2} = R + jX$$

et les formules (1) donnent

$$\frac{V_1}{I_2} = (a + ja')(R + jX) + (b + jb')$$
$$= (aR - a'X + b) + j(a'R + aX + b'),$$
$$\frac{I_1}{I_2} = (c + jc')(R + jX) + (d + jd')$$
$$= (cR - c'X + d) + j(c'R + cX + d').$$

La puissance moyenne P_2 absorbée dans l'impédance de sortie est (1)

$$P_2 = I_2^2 R.$$

La puissance moyenne P_1 fournie aux bornes d'entrée s'obtient en faisant le produit de la différence de potentiel par la quantité conjuguée du courant. On a

$$\frac{P_1}{I_2^2} = (aR - a'X + b)(cR - c'X + d)$$
$$+ (a'R + aX + b')(c'R + cX + d').$$

On doit avoir toujours

$$P_1 \geqq P_2,$$

c'est-à-dire

$$(ac + a'c')X^2 + (ad' + b'c - da' - bc')X + (ac + a'c')R^2$$
$$+ (ad + bc + a'd' + b'c' - 1)R + ba - b'd' \geqq 0.$$

Or, en identifiant les parties réelles et imaginaires de (2), on obtient

$$\left.\begin{aligned} ad - a'd' - bc + b'c' &= 1, \\ ad' + a'd - bc' - b'c &= 0, \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

et, en tenant compte de ces relations, l'inégalité précédente s'écrit

$$(ac+a'c')X^2 + 2(da' - b'c)X + (ac + a'c')R^2 + 2(bc + a'd')R$$
$$+ bd + b'd' \geqq 0. \qquad (5)$$

(1) Nous prenons, pour origine des phases, la phase du courant I_2.

Cette inégalité doit être vérifiée pour toutes les valeurs de R supérieures ou égales à zéro et pour toutes les valeurs de X.

Le coefficient $ac + a'c'$ de X^2 dans le trinôme qui constitue le premier membre de l'inégalité doit être positif ou nul.

2. Discussion. — a) *Cas où $ac + a'c'$ est positif.* — Le discriminant Δ du trinôme constituant le premier membre de (5) doit être négatif ou nul pour toutes les valeurs de R positives ou nulles. Or on a

$$\Delta = -(ac+a'c')^2R^2 - 2(ac+a'c')(bc+a'd')R + H \qquad (6)$$

en posant

$$H = (da' - b'c)^2 - (ac + a'c')(bd + b'd'). \qquad (7)$$

Nous allons transformer H. Les relations (4), considérées comme des équations linéaires en b et d', ont pour déterminant $ac + a'c' > 0$; elles peuvent donc être résolues et donnent

$$\left.\begin{aligned} b &= \frac{a^2d + ab'c' - a + a'^2 d - a'b'c}{ac + a'c'}, \\ d' &= \frac{ac'd + b'c'^2 - c' - a'cd + b'c^2}{ac + a'c'}, \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

d'où

$$bd + b'd' = \frac{(a^2+a'^2)d^2 + (c^2+c'^2)b^2 + 2abc'd - 2a'b'cd - ad - b'c}{ac + a'c'},$$

et, après simplifications, la relation (7) devient

$$\begin{aligned} H &= (da' - b'c)^2 \\ &\quad -(ac+a'c')\frac{(a^2+a'^2)d^2+(c^2+c'^2)b'^2+2ab'c'd-2a'b'cd-ad-b'c'}{ac+a'c'} \\ &= -a^2d^2 - (2b'c' - 1)ad - b'c'(b'c' - 1) \\ &= -(ad + b'c')(ad + b'c' - 1), \end{aligned}$$

ou, en tenant compte à nouveau des formules (4),

$$H = -(bc + ad')(bc + a'd' + 1).$$

L'expression (6) devient alors :

$$\begin{aligned} \Delta = &-(ac + a'c')^2 R^2 - 2(ac + a'c')(bc + a'd')R \\ &-(bc + a'd')(bc + a'd' + 1). \end{aligned} \qquad (9)$$

Elle doit être négative ou nulle pour toutes les valeurs de R positives ou nulles.

Or, le discriminant du trinôme (9) en R est

$$-(ac + a'c')^2(bc + a'd'). \qquad (10)$$

Si $bc + a'd' \geqq 0$, ce discriminant (10) est négatif et les conditions voulues sont réalisées.

Si au contraire $bc + a'd' < 0$, le trinôme (9) a deux racines distinctes dont la somme est positive; l'une au moins de ces racines est donc positive et Δ serait positif pour R inférieur à cette racine positive et nous avons vu que cela ne doit pas être.

Remarquons que la condition

$$bc + a'd' \geqq 0 \qquad (11)$$

équivaut d'après (4) à

$$ad + b'c' - 1 \geqq 0. \qquad (12)$$

D'autre part, les relations (4) considérées comme des équations linéaires en b et b' ont pour déterminant $c^2 + c'^2$, quantité non nulle, puisque $ac + a'c' > 0$; elles peuvent donc être résolues et donnent en particulier :

$$b = \frac{acd - a'cd' - c + a'c'd + ac'd'}{c^2 + c'^2}.$$

On en tire également, après simplifications,

$$\begin{aligned} bc + a'd' &= b\,\frac{acd - a'cd' - c + a'c'd + ac'd'}{c^2 + c'^2} + a'd' \\ &= \frac{(cd + c'd')(ac + a'c') - c^2}{c^2 + c'^2} \end{aligned}$$

Il en résulte que la relation (11) entraîne

$$cd + c'd' \geqq 0. \qquad (13)$$

L'expression (7) de H étant négative ou nulle, nous en concluons :

$$bd + b'd' \geqq 0. \qquad (14)$$

D'autre part, en nous servant de la valeur de b donnée par (8), nous obtenons après simplifications

$$ab + a'b' = \frac{a'^2 + (a^2 + a'^2)(bc + a'd')}{ac + a'c'}.$$

Par conséquent nous avons, en tenant compte des résultats précédents

$$ab + a'b' \geqq 0. \qquad (15)$$

b) *Cas où $ac + a'c'$ est nul.* — On doit alors avoir, d'après (5),

$$ac + a'c' = 0, \qquad (16)$$

$$da' - b'c = 0, \qquad (17)$$

$$bc + a'd' \geqq 0, \qquad (11)$$

$$bd + b'd' \geqq 0, \qquad (14)$$

A cause des relations (4) on peut y ajouter

$$ad - bc - a'd' + b'c' = 1, \qquad (18)$$

$$ad' - bc' = 0. \qquad (19)$$

Supposons d'abord $c \neq 0$. Les relations (16), (17) et (18) donnent

$$a = -\frac{a'c'}{c}, \; b' = \frac{da'}{c},$$

$$b = \frac{ad + b'c' - a'd' - 1}{c} = -\frac{a'd' + 1}{c},$$

et la relation (11) devient, après simplifications :

$$-1 \geqq 0,$$

relation impossible. On doit donc avoir $c = 0$ et les relations précédentes deviennent

$$a'c' = 0, \quad da' = 0, \quad a'd' \geqq 0,$$

$$bd + b'd' \geqq 0,$$

$$ad - a'd' + b'c' = 1,$$

$$ad' - bc' = 0.$$

Supposons $a' \neq 0$. On tirerait successivement

$$c' = 0, \; d = 0, \; a'd' \geqq 0, \; b'd' \geqq 0, \; a'd' = -1, \; ad' = 0.$$

La troisième et la cinquième de ces relations étant incompatibles, on doit avoir, en outre, $a' = 0$, et il reste

$$bd + b'd' \geqq 0, \tag{14}$$

$$ad + b'c' = 1, \tag{20}$$

$$ad' - bc' = 0. \tag{21}$$

Nous allons démontrer que $cd + c'd'$ est alors forcément $\geqq 0$. Si $c' \neq 0$, on tire de (20) et (21)

$$b' = \frac{1 - ad}{c'},$$

$$b = \frac{ad'}{c'},$$

d'où

$$bd + b'd' = \frac{d'}{c'} \geqq 0,$$

et

$$cd + c'd' = c'd' \geqq 0.$$

Si $c' = 0$, on a $c'd' = 0$; donc, dans tous les cas,

$$c'd' \geqq 0.$$

Nous allons montrer également que $ab + a'b' = ab$ est, lui aussi, forcément $\geqq 0$. Si $d' \neq 0$, l'équation (21) nous donne

$$a = \frac{bc'}{d'}, \quad ab = \frac{b^2}{d'^2}, \quad c'd' \geqq 0.$$

Si $d' = 0$, on a

$$bd \geqq 0, \; ad + b'c' = 1, \; bc' = 0.$$

Si b est nul, la proposition est démontrée, puisqu'on a alors $ab = 0$. Si $b \neq 0$, on doit avoir

$$c' = 0, \; bd' \geqq 0, \; ad = 1.$$

On en tire

$$a = \frac{1}{d}, \quad ab = \frac{b}{d} = \frac{bd}{d^2} \geqq 0.$$

En résumé, nous trouvons que tous les cas possibles sont ceux dans lesquels on a simultanément

$$ac + a'c' \geqq 0, \tag{22}$$

$$cd + c'd' \geqq 0, \tag{13}$$

$$bd + b'd' \geqq 0, \tag{14}$$

$$ab + a'b' \geqq 0, \tag{15}$$

$$bc + a'd' = ad + b'c' - 1 \geqq 0. \tag{11}$$

Faisons remarquer, sans donner le détail des calculs, que l'on obtiendrait des conditions analogues si l'on exprimait que la puissance moyenne fournie aux bornes d'entrée, ou que la partie réelle de l'impédance mesurée aux bornes d'entrée, sont positives quelle que soit l'impédance de sortie à partie réelle positive ou nulle, au lieu d'exprimer, comme nous l'avons fait, que la puissance moyenne fournie aux bornes d'entrée est supérieure ou égale à la puissance moyenne absorbée dans l'impédance de sortie. Les calculs seraient d'ailleurs assez peu modifiés.

IV. Les conditions trouvées sont suffisantes. — Nous allons montrer que, si les constantes A, B, C, D satisfont aux conditions ci-dessus, on peut construire un quadripôle qui admette ces quatre constantes.

1. Possibilité de changer simultanément les signes des constantes. — On peut changer simultanément les signes des quatre constantes A, B, C, D. Cela revient à permuter entre elles les deux bornes d'entrée par exemple.

2. Possibilité de permuter deux des constantes. — On peut permuter les constantes A et D. Cela revient à échanger les deux bornes d'entrée avec les deux bornes de sortie (1). Par conséquent, la construction des deux quadripôles

$$\begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} \text{ et } \begin{vmatrix} D & B \\ C & A \end{vmatrix}$$

constitue deux problèmes équivalents.

(1) L.-L. Collet ; Le quadripôle. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, novembre 1926, t. xv, p. 946.

3. Construction de divers quadripôles. — a) *Construction du quadripôle.*

$$\begin{vmatrix} A B \\ C D \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a & 0 \\ 0 & d \end{vmatrix}.$$

Dans ce quadripôle,

$$ad = 1; \quad a' = b = b' = c = c' = d' = 0.$$

On peut réaliser ce quadripôle au moyen d'un transformateur parfait.

On peut également le réaliser au moyen d'un montage en T shunté (fig. 6), dans lequel on fait

$$Z_2 = -dZ_1, \quad Z_3 = (d-1)Z_1, \quad Z_4 = \frac{d}{1-d}Z_1.$$

Z_1 étant une impédance purement imaginaire.

On peut encore employer une cellule en X (fig. 7), dans laquelle on fait

$$Z_4 = -Z_1, \quad Z_2 = -Z_3 = \frac{a+1}{a-1}Z_1,$$

Z_1 étant une impédance purement imaginaire

b) *Construction du quadripôle :*

$$\begin{vmatrix} A B \\ C D \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & jb' \\ jc' & 0 \end{vmatrix}.$$

Dans ce quadripôle

$$b'c' = 1; \quad a = a' = b = c = d = d' = 0.$$

On peut réaliser ce quadripôle au moyen d'un montage en T (fig. 5), dans lequel on fait

$$Z_1 = jb', \quad Z_2 = -jb', \quad Z_3 = jb'.$$

c) *Construction du quadripôle*

$$\begin{vmatrix} A B \\ C D \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & b \\ 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

Dans ce quadripôle

$$a' = b' = c = c' = d' = 0,$$
$$a = d = 1 \qquad b \geqq 0.$$

Le quadripôle est réalisable au moyen du dispositif de la figure 1, dans lequel on fait

$$Z_2 = 0, \quad Z_1 = b.$$

d) *Construction du quadripôle*

$$\begin{vmatrix} A B \\ C D \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a & b \\ 0 & d \end{vmatrix}.$$

Dans ce quadripôle on a

$$a' = b' = c = c' = d' = 0; \quad ad = 1.$$

On peut supposer : $a > 0$, $d > 0$ et, par suite, $b \geqq 0$.

D'après la formule (3) qui donne les constantes de deux quadripôles en série et que nous utiliserons constamment par la suite, on a

$$\begin{vmatrix} a & b \\ 0 & d \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a & 0 \\ 0 & d \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 1 & \frac{b}{a} \\ 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

Le premier quadripôle du second membre est réalisé au paragraphe a) ci-dessus et le second, au paragraphe c).

e) *Construction du quadripôle*

$$\begin{vmatrix} A B \\ C D \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a & b+jb' \\ 0 & d \end{vmatrix}.$$

Dans ce quadripôle on a

$$ab \geqq 0, \quad bd \geqq 0, \quad ad + b'c' = 1,$$
$$a' = c = c' = d' = 0, \quad ad = 1.$$

Il en résulte

$$\begin{vmatrix} a & b+jb' \\ 0 & d \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a & b \\ 0 & d \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 1 & -j\frac{b'}{a} \\ 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

Le premier quadripôle du second membre est réalisé au paragraphe d) et le second est réalisé au moyen du dispositif de la figure 1 dans lequel on fait

$$Z_2 = 0, \quad Z_1 = -j\frac{b'}{a}.$$

f) *Construction du quadripôle* $\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}.$

Dans ce quadripôle

$$a' = b' = c' = d' = 0,$$
$$ad - bc = 1;$$
$$ab \geqq 0, \quad bd \geqq 0, \quad cd \geqq 0, \quad ac \geqq 0, \quad bc \geqq 0.$$

Les quatre quantités a, b, c, d sont de même signe, éventuellement nulles; on peut les supposer positives ou nulles; a et d ne peuvent être nuls, sans quoi on aurait

$$-bc = 1 \quad \text{et} \quad bc \geqq 0,$$

relations incompatibles. On a

$$\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \frac{c}{a} & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} a & b \\ 0 & d - b\frac{c}{a} \end{vmatrix}.$$

Or, le premier quadripôle du second membre est réalisé au moyen du dispositif de la figure 2, dans lequel on fait

$$Z = \frac{c}{a},$$

quantité non négative. Le second quadripôle est

$$\begin{vmatrix} a & b \\ 0 & \dfrac{ad - bc}{a} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a & b \\ 0 & \dfrac{1}{a} \end{vmatrix}.$$

Ce quadripôle est réalisé au paragraphe d) ci-dessus.

g) *Construction du quadripôle* $\begin{vmatrix} a & b + jb' \\ jc' & d \end{vmatrix}$.

Dans ce quadripôle, on a

$$a' = c = d' = 0, \quad ad + b'c' = 1, \quad bc' = 0,$$
$$ab \geqq 0, \quad bd \geqq 0.$$

Si $c' = 0$, on est ramené au cas e).

Si $c' \neq 0$, on a $b = 0$. Supposons qu'un des nombres a, d soit différent de zéro, sans quoi on serait ramené au cas b). Supposons par exemple $a \neq 0$. On a

$$\begin{vmatrix} a & jb' \\ jc' & d \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ j\dfrac{c'}{a} & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} a & jb' \\ 0 & d - jb'\dfrac{jc'}{a} \end{vmatrix}.$$

Or le premier quadripôle du second membre est réalisé au moyen du dispositif de la figure 2, dans lequel on fait

$$Z = -j\frac{a}{c'}.$$

Le second quadripôle est

$$\begin{vmatrix} a & jb' \\ 0 & \dfrac{ad + b'c'}{a} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a & jb' \\ 0 & \dfrac{1}{a} \end{vmatrix}.$$

C'est un cas particulier du quadripôle réalisé au cas e).

h) *Construction du quadripôle*

$$\begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} ja' & b + jb' \\ jc' & d + jd' \end{vmatrix}$$

dans lequel on a $a = c = 0$. Les conditions de possibilité sont

$$a'b' \geqq 0, \quad b'd' \geqq 0, \quad c'd' \geqq 0, \quad a'c' \geqq 0, \quad a'd' \geqq 0,$$
$$-a'd' + b'c' = 1, \quad a'd - bc' = 0;$$

b' et c' sont forcément tous deux différents de zéro, sans quoi on aurait deux conditions incompatibles $a'd' \geqq 0$ et $a'd' = -1$.

Or, on a

$$\begin{vmatrix} ja' & b + jb' \\ jc' & d + jd' \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & \dfrac{a'}{c'} \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 0 & b + jb' - (d + jd')\dfrac{a'}{c'} \\ jc' & d + jd' \end{vmatrix}$$

$$= \begin{vmatrix} 1 & \dfrac{a'}{c'} \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 0 & \dfrac{j}{c'} \\ jc' & d + jd' \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & \dfrac{a'}{c'} \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 0 & \dfrac{j}{c'} \\ jc' & d \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 'd' & 1 \end{vmatrix}.$$

Chacun des trois quadripôles du dernier membre est réalisable; le premier au moyen du dispositif de la figure 1 dans lequel on fait

$$Z_2 = 0, \quad Z_1 = \frac{a'}{c'}$$

quantité non négative; le second, au moyen du procédé indiqué au cas g); le troisième, au moyen du dispositif de la figure 2, dans lequel on fait $Z = \dfrac{1}{c'd'}$ quantité, non négative.

i) *Construction du quadripôle*

$$\begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a & b + jb' \\ c & d + jd' \end{vmatrix}.$$

Dans ce quadripôle $a' = c' = 0$. Les conditions de possibilité sont

$$ac \geqq 0, \quad ab \geqq 0, \quad bd + b'd' \geqq 0, \quad cd + c'd' \geqq 0,$$
$$bc \geqq 0, \quad ad - bc = 1, \quad ad' - b'c = 0.$$

On aura

$$\begin{vmatrix} a & b + jb' \\ c & d + jd' \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 1 & Z_\lambda \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

à condition de prendre pour Z_λ la solution des deux équations

$$aZ_\lambda = jb',$$
$$cZ_\lambda = jd'.$$

Or, le premier quadripôle est réalisable d'après le cas f) et le second correspond à une impédance imaginaire Z_λ en série à la sortie.

j) *Construction du quadripôle*

$$\begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a + ja' & b + jb' \\ c & d + jd' \end{vmatrix}.$$

Dans ce quadripôle, $c' = 0$. Nous pouvons supposer en outre $c \neq 0$, sans quoi on aurait $ac + a'c' = 0$,

$cd + c'd' = 0$; d'où $a' = d' = 0$ et l'on se trouverait dans le cas e).

Les conditions de possibilité sont

$$ab + a'b' \geqq 0, \quad bd + b'd' \geqq 0, \quad cd \geqq 0, \quad ac \geqq 0, \quad bc + a'd' \geqq 0,$$
$$ad - a'd' - bc = 1, \quad ad' + a'd - b'c = 0.$$

On a

$$\begin{vmatrix} a + ja' & b + jb' \\ c & d + jd' \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & j\dfrac{a'}{c} \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \times$$
$$\times \begin{vmatrix} a + ja' - j\dfrac{a'}{c}c & b + jb' - j\dfrac{a'}{c}(d + jd') \\ c & d + jd' \end{vmatrix}.$$

Le premier de ces quadripôles correspond à une impédance imaginaire

$$j\frac{a'}{c}$$

en série à l'entrée. Quant au second, il est égal à

$$\begin{vmatrix} a & \dfrac{bc + a'd'}{c} + j\dfrac{b'c - a'd}{c} \\ c & d + jd' \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a & \dfrac{ad - 1}{c} + j\dfrac{ad'}{c} \\ c & d + jd' \end{vmatrix}.$$

Il a été étudié au cas i) et l'on constate facilement que les conditions de possibilité sont réalisées.

k) *Construction du quadripôle*

$$\begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a + ja' & b + jb' \\ c + jc' & d + jd' \end{vmatrix}.$$

Nous supposons que l'une des quantités $ac + a'c'$ et $cd + c'd'$ est différente de zéro, sans quoi on aurait $a' = d' = c = 0$ et l'on serait ramené au cas g).

Supposons par exemple $ac + a'c' > 0$.

L'un des nombres a et a' doit être différent de zéro. On a en outre

$$ab + a'b' \geqq 0, \quad bd + b'd' \geqq 0, \quad cd + c'd' \geqq 0, \quad ac + a'c' \geqq 0,$$
$$bc + a'd' \geqq 0,$$

et l'on peut supposer $c' \neq 0$ sans quoi on serait ramené au cas j).

1° Si $a \neq 0$, on écrit

$$\begin{vmatrix} a + ja' & b + jb' \\ c + jc' & d + jd' \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ j\dfrac{c'}{a} & 1 \end{vmatrix},$$
$$\times \begin{vmatrix} a + ja' & b + jb' \\ c + jc' - j\dfrac{c'}{a}(a + ja') & d + jd' - j\dfrac{c'}{a}(b + jb') \end{vmatrix}.$$

Le premier quadripôle du second membre correspond à la mise en dérivation, à l'origine, d'une impédance imaginaire égale à

$$j\frac{c'}{a}.$$

Quant au second quadripôle, il est égal à

$$\begin{vmatrix} a + ja' & b + jb' \\ \dfrac{ac + a'c'}{a} & \dfrac{ad + b'c'}{a} + j\dfrac{ad' - bc'}{a} \end{vmatrix}.$$

Il a été réalisé au cas j), et on constate facilement que les conditions de possibilité sont réalisées.

2° Supposons maintenant $a = 0$, $a' \neq 0$.

On doit avoir

$$a'b' \geqq 0, \quad bd + b'd' \geqq 0, \quad cd + c'd' \geqq 0, \quad a'c' \geqq 0,$$
$$bc + a'd' = b'c' - 1 \geqq 0,$$
$$a'd - bc' - b'c = 0.$$

Si $c = 0$, on est ramené au cas h). Sinon on a

$$\begin{vmatrix} ja' & b + jb' \\ c + jc' & d + jd' \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ -j\dfrac{c}{a'} & 1 \end{vmatrix}$$
$$\times \begin{vmatrix} ja' & b + jb' \\ c + jc' + j\dfrac{c}{a'}ja' & d + jd' + j\dfrac{c}{a'}(b + jb') \end{vmatrix}.$$

Le premier quadripôle du second membre correspond à la mise en dérivation à l'origine d'une impédance imaginaire égale à

$$-j\frac{c}{a'}.$$

Quant au second quadripôle, il est égal à

$$\begin{vmatrix} ja' & b + jb' \\ jc' & \dfrac{a'd' - b'c}{a'} + j\dfrac{a'd' + bc}{a'} \end{vmatrix}.$$

Il a été réalisé au cas h) et on constate facilement que les conditions de possibilité sont satisfaites.

Nous avons ainsi examiné tous les cas et donné pour chacun d'eux un moyen de réaliser le quadripôle, moyen qui ne sera d'ailleurs pas toujours le plus simple.

V. Remarques sur l'interprétation des résultats. — 1. GROUPES DE TRANSFORMATION ENTRE LES VARIABLES FONDAMENTALES. — Les formules (1), dans lesquelles A, B, C, D satisfont aux condition (11), (13), (14), (15) et

(22) définissent, entre les variables V_1, I_1 et les variables V_2, I_2, des transformations dont l'ensemble constitue un groupe G, qui est un sous-groupe de première espèce du groupe spécial linéaire homogène.

2. Interprétation simple des conditions. — Quatre des cinq conditions que nous avons trouvées sont susceptibles d'une interprétation simple.

La condition (22) exprime que la partie réelle de $\frac{A}{C}$ ou $\frac{ac + a'c'}{c^2 + c'^2}$ est positive ou nulle, c'est-à-dire que l'impédance mesurée à l'entrée, le circuit étant ouvert à la sortie, a une partie réelle non négative.

De même, la condition (13) exprime que la partie réelle de $\frac{D}{C}$ ou $\frac{cd + c'd'}{c^2 + c'^2}$ est positive ou nulle, c'est-à-dire que l'impédance mesurée à la sortie, le circuit étant ouvert à l'entrée, a une partie réelle non négative.

De même, la condition (14) exprime que la partie réelle de $\frac{B}{D}$ ou $\frac{bd + b'd'}{d^2 + d'^2}$, est positive ou nulle, c'est-à-dire que l'impédance mesurée à l'entrée, les bornes de sortie étant en court-circuit, a une partie réelle non négative.

De même, la condition (15) exprime que la partie réelle de $\frac{B}{A}$, ou

$$\frac{ab + a'b'}{a^2 + a'^2}$$

est positive et nulle, c'est-à-dire que l'impédance mesurée à la sortie, les bornes d'entrée étant en court-circuit, a une partie réelle non négative.

Si l'on considère la substitution homographique complexe

$$Z_1 = \frac{AZ_2 + B}{CZ_2 + D}, \qquad (23)$$

qui donne l'impédance mesurée aux bornes d'entrée en fonction de l'impédance placée à la sortie, l'aire décrite par Z_1 quand Z_2 décrit le demi-plan situé à droite de l'axe imaginaire est comprise à l'intérieur d'un cercle situé tout entier à droite de l'axe imaginaire.

3. Autre forme des conditions. — Si l'on caractérise le quadripôle au moyen d'autres constantes que A, B, C, D, les conditions trouvées précédemment prennent une forme plus ou moins simple. Posons, par exemple,

$$V_1 = M_1 I_1 + N I_2,$$
$$V_2 = N I_1 - M_2 I_2,$$

et désignons respectivement par m_1, m_2, n et m'_1, m'_2, n', les parties réelles et les parties imaginaires de M_1, M_2, N.

On a

$$\begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{M_1}{N} & \frac{M_1 M_2 - N^2}{N} \\ \frac{1}{N} & \frac{M_2}{N} \end{vmatrix}$$

et

$$M_1 = \frac{A}{C}, \quad M_2 = \frac{D}{C}, \quad N = \frac{1}{C}.$$

La condition (22) équivaut évidemment à

$$m_1 \geqq 0. \qquad (24)$$

La condition (13) équivaut de même à

$$m_2 \geqq 0. \qquad (25)$$

Un calcul simple montre que la condition (11) équivaut à

$$m_1 m_2 - n^2 \geqq 0. \qquad (26)$$

On voit qu'une quelconque des relations (24) ou (25) est la conséquence de l'autre et de la relation (26).

On trouve que la condition (15) équivaut à

$$m_1 n'^2 - 2m'_1 nn' - m_1 n^2 + m_2(m_1^2 + m'^2_1) \geqq 0. \qquad (27)$$

Je dis qu'elle est une conséquence de (24), (25) et (26). En effet, si $m_1 > 0$, le premier membre de (27) considéré comme un trinôme en n' a son discriminant égal à

$$-(m_1^2 + m'^2_1)(m_1 m_2 - n^2),$$

quantité qui est négative ou nulle; donc le premier membre de (27) n'a pas de racines distinctes et est, par suite, toujours positif ou nul. Si $m_1 = 0$, on doit avoir aussi $n = 0$, d'après (26), et la condition (27) se réduit à

$$m_2(m_1^2 + m'^2_1) \geqq 0,$$

condition évidemment réalisée.

De même la condition (14) équivaut à

$$m_2 n'^2 - 2m'_2 nn' - m_2 n^2 + m_1(m_2^2 + m'^2_2) \geqq 0,$$

relation qui est également une conséquence de (24), (25) et (26).

Si l'on appelle p, q, M les points doubles et le multiplicateur de la substitution (23), il est nécessaire que les parties réelles de p et q soient de signes opposés. Mais il est évident que cette condition n'est pas suffisante.

Considérons par exemple le quadripôle

$$\begin{vmatrix} -4 & 3R \\ \frac{5}{R} & -4 \end{vmatrix},$$

R étant une résistance positive que nous introduisons pour l'homogénéité. Les points doubles de la transformation

$$Z_1 = \frac{-4Z_2 + 3R}{\frac{5}{R}Z_2 - 4}$$

sont les racines de l'équation

$$5Z^2 - 3R^2 = 0$$

Ces racines sont réelles et de signes contraires et pourtant le quadripôle n'est pas réalisable. En effet, les résistances en circuit ouvert et en court-circuit seraient négatives, ce qui est impossible. Quand Z_2 décrit le demi-plan situé à droite de l'axe imaginaire, Z_1 ne reste pas à droite de ce même axe. Il faudrait ajouter une relation assez compliquée entre les parties réelles et les parties imaginaires de p, q, M. En réalité, l'emploi des paramètres p, q, M se prête mal à l'étude de la question, car ces quantités subissent des transformations extrêmement compliquées quand Z_1 ou Z_2 reçoivent des accroissements purement imaginaires, alors que le quadripôle ne cesse pas d'être ou non réalisable [1].

4. Influence de la fréquence. — Faisons remarquer en terminant que les constructions de quadripôles données au paragraphe IV ne sont valables que pour une valeur déterminée de la fréquence.

Le problème consistant à construire un quadripôle dans lequel A, B, C, D sont des fonctions données de la fréquence est un problème beaucoup plus difficile dont nous n'avons pas la solution pour le moment.

La remarque suivante nous paraît susceptible d'aider à la solution de ce problème.

Des conditions nécessaires et suffisantes que nous avons trouvées ci-dessus, il résulte que les deux quadripôles

$$Q = \begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} \quad \text{et} \quad Q' = \begin{vmatrix} D & CR^2 \\ \frac{B}{R^2} & A \end{vmatrix},$$

où R est une résistance réelle introduite pour l'homogénéité, sont simultanément réalisables ou irréalisables.

Nous allons rappeler sommairement comment l'on peut passer du premier quadripôle au second par une transformation simple qui est la même pour toute valeur de la fréquence et comment ces deux quadripôles permettent d'obtenir deux impédances dont le produit soit constamment égal à R^2, quelle que soit la fréquence.

[1] Ph. Le Corbeiller et Ch. Lange; Étude sur les lignes en T dyssymétriques et application aux filtres de bandes. *L'Onde électrique*, novembre 1923, t. II, p. 560.

M. Vallot; Sur les constantes d'un quadripôle passif. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juillet et septembre 1927, t. XVI, p. 519 et 860.

Considérons le dipôle D, formé par le premier quadripôle fermé sur une impédance connectée aux bornes de sortie. En ajoutant dans ce dipôle un nombre suffisant de branches ayant des impédances nulles ou infinies, on peut supposer que le dipôle D satisfait aux conditions suivantes.

a) Chaque branche ne contient qu'un seul des trois éléments suivants : résistance, self-inductance et capacité ;

b) Les branches de D, considérées comme rectilignes, sont les projections des arêtes d'un polyèdre V.

Pour calculer l'impédance Z_0 de ce dipôle, nous prenons pour inconnues les courants I qui passent dans chaque branche. Les équations de Kirchhoff sont pour les sommets

$$\Sigma_s I = 0, \tag{28}$$

et pour les parcours fermés de D comprenant des branches projections des arêtes de V constituant des polygones plans

$$\Sigma_p IZ = 0. \tag{29}$$

Ces équations peuvent ne pas être indépendantes, mais cela importe peu. Elles sont, en outre, homogènes par rapport aux intensités du courant, mais cela n'empêchera pas de calculer Z_0 qui sera donné par le quotient de deux fonctions homogènes et du premier degré par rapport à ces intensités. Pour cela, nous considérons un parcours ouvert joignant les deux bornes de D et constitué par des branches, projections d'arêtes de V, situées dans un même plan, et nous formons pour les différentes branches de ce parcours la somme $\Sigma_q IZ$. Nous formons également la somme $\Sigma_t I$ étendue aux branches qui aboutissent à l'un des pôles d'entrée de D, non compris celle qui réunit ces pôles extérieurement aux dipôles, et nous avons

$$Z_0 = \frac{\Sigma_q IZ}{\Sigma_t I}. \tag{30}$$

Considérons maintenant un second dipôle D' obtenu en projetant sur un plan le polyèdre polaire réciproque de V. A chaque branche de D correspond une branche de D'. A des branches concourantes de l'un des dipôles correspondent des branches aplanaires de l'autre. Nous supposons en outre que les branches correspondantes des deux dipôles ont des impédances dont le produit est toujours égal à la constante positive R^2; autrement dit à une impédance nulle nous faisons correspondre une impédance infinie et inversement, à une résistance réelle nous faisons correspondre son inverse multiplié par R^2; à une self-inductance L nous faisons correspondre la capacité $C = \frac{L}{R^2}$, d'après la formule

$$jL\omega \left(\frac{-j}{\frac{L}{R^2}\omega} \right) = R^2,$$

et à une capacité C nous faisons correspondre une self-inductance $L = CR^2$ d'après la formule

$$jCR^2\omega\left(\frac{-j}{C\omega}\right) = R^2.$$

Cette correspondance est d'ailleurs indépendante de la fréquence.

Les équations (28) relatives à des branches concourantes de D sont remplacées par des équations relatives à des parcours fermés de D′, soit

$$\Sigma_{p'} I'Z' = 0,$$

ou

$$\Sigma_{p'} \frac{II'}{Z} = 0, \qquad (31)$$

puisque les impédances Z' sont proportionnelles aux inverses des impédances Z.

Les équations (29) relatives à des parcours fermés sont remplacées par des équations relatives à des sommets, soit

$$\Sigma_{s'} I' = 0. \qquad (32)$$

On voit qu'on passe du système (28), (29), au système (31), (32) en remplaçant chaque courant inconnu I qui circule dans la branche d'impédance Z par le courant $\frac{I'R^2}{Z}$, autrement dit en posant

$$I = \frac{I'R}{Z}, \qquad I' = \frac{IZ}{R},$$

$$Z = \frac{R^2}{Z'}, \qquad Z' = \frac{R^2}{Z}.$$

On en conclut

$$I'Z' = IR.$$

Pour avoir l'impédance de D′, procédons comme pour l'obtention de la formule (30) : prenons pour parcours ouvert celui qui correspond aux branches concourantes envisagées dans la formule (30), et inversement. On aura ainsi

$$Z_{n'} = \frac{\Sigma_{t'} I'Z'}{\Sigma_{q'} I'} = \frac{\Sigma_t IR^2}{\Sigma_q IZ} = \frac{R^2}{Z_n},$$

pour toute valeur de la fréquence.

Dans le dipôle D′ ainsi obtenu, nous supprimons les branches correspondant à celles qui sont placées à l'entrée et à la sortie du quadripôle Q et nous obtenons le quadripôle

$$Q' = \begin{vmatrix} D & CR^2 \\ \frac{B}{R^2} & A \end{vmatrix}$$

qui donne bien une impédance mesurée à l'entrée égale à l'inverse de celle que donne le quadripôle Q, multipliée par R^2, dès que les impédances placées aux bornes de sortie des deux quadripôles ont elles-mêmes pour produit R^2.

On voit que la réalisation du quadripôle Q est un problème équivalent à celle des trois autres quadripôles obtenus en permutant A et D, ou B et C. Nous aurions d'ailleurs pu utiliser cette remarque pour simplifier légèrement l'exposé du paragraphe IV.

M. Vaulot,
Ingénieur en chef des Postes, Télégraphes et Téléphones, Agrégé de mathématiques, Docteur ès sciences.

Revues, analyses et informations

Théorie du champ moléculaire.

Nous reproduisons ci-dessous une note de M. Raoul Ferrier (1), présentée à la séance du 5 septembre 1927 de l'Académie des Sciences. Les développements contenus dans cette note sont la conséquence des théories exposées antérieurement dans cette revue (2).

Le problème de la détermination du champ électrique moléculaire n'a pu recevoir, jusqu'ici, en dépit de son importance capitale, aucune solution de principe. Les équations de l'électrodynamique conduisent, en général, à une expression de ce champ $\mathcal{E}$ contenant un terme qui décroît en raison inverse de la distance, si bien que l'intégrale d'énergie électrique, étendue jusqu'au front d'une onde lointaine qui se propage avec la vitesse de la lumière, croît proportionnellement au temps au delà de toute limite. En d'autres termes, le système laisse *rayonner* son énergie.

Cette sorte d'incompatibilité entre les lois admises et les faits constatés disparaît, semble-t-il, si l'on adopte le système d'équations plus générales que j'ai proposé (1) et d'où j'ai déjà déduit certaines conséquences en introduisant la notion de *singularités libres*

$$\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\mathcal{E}}{\partial t^2} + \Delta\mathcal{E} = \frac{2}{c}\,\text{rot}\,\frac{\partial\mathcal{H}}{\partial t}, \quad \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\mathcal{E}}{\partial t^2} - \Delta\mathcal{E} = \frac{2}{c}\,\text{grad}\,\frac{\partial\mathcal{A}}{\partial t}. \quad (1)$$

(1) *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 5 septembre 1927, t. CLXXXV, p. 533-535.

(2) R. Ferrier; Une nouvelle théorie de l'électrodynamique. *Revue générale de l'Electricité*, 9 et 23 mai 1925, t. XVII, p. 709-714 et 789-794. — De la formule d'Ampère à la loi des quanta. *Revue générale de l'Electricité*, 7 novembre 1925, t. XVIII, p. 763-769. — Les trois études ont été réunies dans un même volume intitulé *Les nouveaux axiomes de l'électronique*, en vente aux bureaux de la « Revue générale de l'Electricité ».

(1) *Les nouveaux axiomes de l'électronique*, 1925, p. 49, équations (10).

Considérons en effet un électron E animé d'un mouvement *quasi périodique* autour d'un noyau positif N fixe et associons-lui un point singulier F, symétrique de E par rapport à N.

D'après la théorie ordinaire, où l'on suppose $\mathfrak{A}$ identiquement nul, le système ne rayonnerait pas si l'on plaçait un second électron en F.

La partie $\mathcal{F}_{12}$ du champ $\mathcal{E}$ ainsi obtenu, qui s'annule lorsque les charges E et F sont au repos, ne contient pas de termes en $\frac{1}{r}$, ces derniers se compensant exactement à grande distance, pour un tel mouvement.

Je dis que les équations (1) peuvent être satisfaites, en supposant $\mathfrak{A}$ non nul, *alors même qu'il n'y a pas de second électron en* F, mais seulement une *singularité libre*, analogue à celle que j'ai rencontrée [1] dans le cas de *l'oscillateur pur*. Il suffit, en effet, de poser

$$\mathcal{E} = \mathcal{F}_{12} + \text{grad}\left(\frac{e_1}{r_1} - \frac{e_0}{r_0}\right), \quad \mathfrak{A} = -\frac{e_1 c}{2}\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{1}{r_2}\right),$$

r_0, r_1, r_2 désignant les distances d'un même point *fixe* A aux points N, E et F. L'expression désignée par $\mathcal{F}_{12}$ ne contenant pas de termes en $\frac{1}{r}$, l'intégrale d'énergie

$$\int \frac{\mathcal{E}^2 + \mathcal{H}^2 - \mathfrak{A}^2}{8\pi} d\tau \qquad (2)$$

est convergente au loin. Elle l'est aussi autour des points singuliers, car l'expression (2), déduite de (1) dans le cas des champs réguliers, est compatible avec la loi de *compensation anergique*, déjà utilisée dans le cas de l'oscillateur pur, en vertu de laquelle l'intégration, dans tout l'espace, de la formule précédente (*où l'on ne fait figurer dans* $\mathcal{E}$, $\mathcal{H}$ *et* $\mathfrak{A}$ *que les termes en* $\frac{1}{r^2}$ *relatifs à un seul point singulier*), donne un résultat *nul*, par réduction des termes positifs et négatifs, si la singularité est *libre*. Si elle est *gênée* par un électron, la variation de cette expression particulière représente précisément la variation *d'énergie électrocinétique* de la particule réelle envisagée isolément.

Si la conservation de l'énergie exigeait seulement la constance de l'expression (2), elle pourrait ainsi cadrer avec un mouvement quasi périodique extrêmement voisin du mouvement keplérien.

Mais il faut prendre garde [2] que la variation d'énergie, pendant le temps dt, comprend, en outre, le travail des réactions des charges sur le vide

$$c\,dt \sum e_n \mathfrak{A}_n, \qquad (3)$$

$\mathfrak{A}_n$ étant la valeur de l'*ampérien* au point occupé par la charge e_n. Or, ce terme est du même ordre de grandeur que la variation d'énergie potentielle. L'existence d'un mouvement quasi périodique, voisin du mouvement keplérien, est donc incompatible avec l'expression adoptée pour $\mathcal{E}$, c'est-à-dire que le problème ne peut pas être entièrement résolu en considérant une seule singularité libre dans le champ.

Il faut compléter l'expression de $\mathcal{E}$, de manière à faire disparaître le terme (3). Ce résultat peut être obtenu en ajoutant *simultanément* une infinité de termes $\mathcal{F}_{ij}$ définis comme précédemment, mais correspondant chacun à un couple de singularités libres en mouvement. En vertu de la compensation anergique, l'intégrale d'énergie n'est pas sensiblement modifiée; et l'infinité de termes quasi périodiques ainsi introduits dans l'expression de l'ampérien total permet de faire passer constamment la surface $\mathfrak{A} = 0$ par les points N et E.

La valeur *moyenne* est, d'ailleurs, rigoureusement nulle en tout point (en raison du caractère quasi périodique de $\frac{1}{r_2}, \ldots, \frac{1}{r_j}$) et c'est ce qui explique *pourquoi l'ampérien échappe à toute mesure directe*, aussi bien au sein de la matière qu'en dehors d'elle. Au contraire, l'infinité de termes introduits dans l'expression du champ magnétique se compose en un champ magnétique moyen définissant le moment de Weiss, M', dont la valeur paraît ainsi dépendre de la manière suivant laquelle la compensation du terme (3) se trouve réalisée dans chaque cas.

Au surplus, quelle que soit la disposition véritable de ces singularités libres, qui peuplent les alentours de la molécule, leur existence même ne paraît guère douteuse. Une étude plus approfondie des solutions stationnaires du système (1) montre, en effet, que la fonction $\mathfrak{A}$ présente bien alors des points singuliers et que ces derniers ne peuvent pas coïncider avec les charges elles-mêmes, en raison de la signification physique de l'expression (3).

(1) R. Ferrier; L'oscillateur de Planck. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 7 mars 1927, t. CLXXXIV, p. 585-587.

Le sujet de cette note a été développé dans : R. Ferrier; Sur les lois complètes de l'électricité. *Revue générale de l'Electricité*, 19 mars 1927, t. XXI, p. 443-453.

(2) *Quelques idées sur l'électrodynamique*, édité par la librairie A. Blanchard, Paris, 1927. Voir le compte rendu dans *Revue générale de l'Electricité*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 761-762.

Expériences sur la polarisation rotatoire et sur la réflexion par la surface d'un aimant (phénomène de Kerr).

A la séance du 23 mai 1927 de la Section de Strasbourg de la Société française de Physique, M. H. Ollivier, professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg, a présenté deux expériences dont il donne la description suivante [1].

1. — Dans la première expérience, un faisceau polarisé rectilignement se propage, parallèlement à un axe X, dans un tube de verre (exemple : diamètre 6 cm, longueur 90 cm) de génératrices parallèles à X. Ce tube, fermé par des glaces planes, renferme un corps actif, tel qu'une solution concentrée de sucre, additionnée ou non d'un peu de savon. Les spectateurs reçoivent la lumière diffusée, dans des directions ne faisant pas un angle trop petit avec X. La rotation, proportionnelle à l'épaisseur traversée, du plan de polarisation, est ainsi mise en évidence en lumière rouge, en lumière verte, etc... Quand on fait tourner lentement le polariseur autour de X, l'observateur assiste au déplacement, le long du tube, des régions qui diffusent vers lui de la lumière. En lumière blanche se produisent les colorations dues à la dispersion rotatoire. (Autres cas : liquides superposés, tube large, utilisation de miroirs, etc.). Dans le cas de corps suffisamment transparents, on fait usage, pour la lumière transmise, d'un dispositif classique (Mach) : arc, condensateur, diaphragme percé d'un trou, nicol immobile, substance active, tube T animé d'un mouvement rapide de rotation autour de son axe, qui est parallèle à X. Le tube T renferme un nicol analyseur suivi d'un réseau, ou d'un prisme, ou

(1) *Bulletin de la Société française de Physique*, 17 juin 1927, n° 249, p. 95 S.

d'un prisme à vision directe (modifié de façon que la déviation ne soit nulle qu'en dehors du spectre visible). On obtient, au moyen de deux lentilles, un très grand spectre pur, en couronne, aux raies circulaires, traversé par deux spirales noires. Chacune d'elles représente, en coordonnées polaires, la loi de la dispersion rotatoire. Ce phénomène est utilisé (exemples, perfectionnements) pour les mesures de pouvoirs rotatoires dans les cas normaux ou non.

2. — Pour la seconde expérience, on prend un ellipsoïde très allongé, de fer électrolytique. Une petite surface très plane est taillée à l'une des extrémités. Placé suivant l'axe d'une forte bobine à circulation d'eau, l'ellipsoïde s'aimante. Le phénomène de Kerr est observé, sous une incidence de quelques degrés, au moyen d'un Glazebrook polarisateur et d'un Glazebrook analyseur précédé d'un Lippich (de spath), et en supprimant toute lame demi-transparente ou tout autre corps capable de diffuser de la lumière. Les cycles d'hystérésis obtenus en portant en abcisses les champs et en ordonnées : 1° les rotations de Kerr; 2° les valeurs du moment magnétique M de la tige, ou celles de l'aimantation (quotient de M par le volume, sans rechercher la valeur locale de l'aimantation) sont semblables, aux incertitudes expérimentales près. La mise au point a été faite ensuite, non plus sur l'arête du Lippich, qui était supprimé, mais sur la surface même du miroir de fer, d'abord à travers l'analyseur, puis au moyen d'un microscope polarisant à éclairage intérieur (la surface réfléchissante était alors plane ou sphérique). Aucune différence entre les diverses régions du miroir n'a été observée, au moment de l'aimentation, sur l'échantillon étudié. Celui-ci était magnétiquement visqueux et donnait lieu au phénomène de Barkhausen, dans les domaines de variation du champ où les cycles lent et instantané de M. Lapp étaient séparés.

Les moments magnétiques de l'ion cobalteux.

Nous donnons ci-dessous le résumé d'une communication faite sous ce titre par M. A. Chatillon à la séance du 23 mai 1927 de la Section de Strasbourg de la Société française de Physique (1).

1° *Dans les solutions de chlorure de cobalt additionnées d'acide chlorhydrique.* — En ajoutant des proportions croissantes d'acide chlorhydrique aux solutions aqueuses de chlorure de cobalt, on a une variation de la couleur qui passe progressivement du rose au violet puis au bleu. J'ai observé que le coefficient d'aimantation du sel restait constant tant que la solution n'était pas bleue, puis à partir du virage au bleu il diminuait au fur et à mesure que la proportion d'acide augmentait.

En étudiant la variation thermique du coefficient d'aimantation χ de ces solutions, j'ai, pour certaines concentrations et dans certains intervalles de température, obtenu la variation linéaire ($1/\chi$, T) qui permet d'atteindre le moment.

2° *Dans le sulfate anhydre*; j'ai pu montrer : *a*) la grande généralité du moment 25 magnétons, pour les sulfates anhydres dont la température n'a pas dépassé 400°C; *b*) une assez grande généralité du moment 26 magnétons quand on a porté le sulfate au voisinage du rouge; le changement de moment serait dû à un effet de température seul; *c*) une absence de corrélation entre les phénomènes magnétiques et la transformation du sulfate amorphe caractérisés par un retrait marqué et une variation de la couleur qui devient plus foncée (environ de 650°C); *d*) le sulfate hexagonal obtenu par refroidissement d'une solution dans SO^4H^2 concentré et bouillant donne, après calcination au rouge, le

Pour 100 en Cl^2Co	n/b de molécules HCl / mol. Cl^2Co	Intervalles de température	Moment	Point de Curie
1re série de solutions (origine du Cl^2Co^2 : maison Kahlbaum).				
7,430	8,43	— 79° à 20° c	25,07	— 13°
7,423	12,6	97° à 143° c	23,47	+ 8°
6,848	14	— 79° à 50° c	22,03	+ 33°
		58° à 137° c	23,52	— 11°
5,204	29	11° à 50° c	21,98	+ 38°
		50° à 110° c	23,50	— 3°
2e série (origine du sel : maison Merck).				
5,096	12,5	70° à 140° c	24,00	— 29°
4,042	29,5	8°,8 à 74° c	23,08	— 10°
		74° à 131° c	24,01	— 39°

moment fractionnaire 25 2/3 découvert par Mlle Serres. Ce moment peut s'expliquer par la structure du réseau, 3 atomes de cobalt n'occupant pas des positions équivalentes; *e*) par cristallisation d'une solution aqueuse de ce sulfate hexagonal, j'ai ramené le moment à 25 magnétons, mais une nouvelle calcination au rouge a redonné au sel le moment fractionnaire 25 2/3.

En résumé, l'ion cobalteux existe dans cinq états différents caractérisés par 22, 23, 24, 25, 26 magnétons exactement. On a rencontré en outre les deux moments de 23,5 et 25 2/3 magnétons qui peuvent être attribués à des associations d'atomes de moments différents.

(1) *Bulletin de la Société française de Physique*, 17 juin 1927, n° 249, p. 94 S.

Quelques propriétés des cellules photoélectriques au potassium. Applications d'un éclairage périodique : Cellulophone, machine à lire et à parler.

Dans une communication faite à la séance du 17 juin 1927 de la Société française de Physique, M. P. Toulon a décrit quelques applications des cellules photoélectriques. Voici le résumé de cette communication (1).

La principale difficulté que l'on rencontre dans l'emploi des cellules photoélectriques provient de la très faible valeur du courant obtenu. Les cellules ordinaires au potassium sont traitées dans l'hydrogène et remplies ensuite d'argon à basse pression afin d'augmenter la valeur du courant produit. Dans ces conditions, pour un éclat lumineux donné, le courant photoélectrique augmente au fur et à mesure que la tension appliquée entre les électrodes est plus élevée, jusqu'au moment où la cellule s'illumine, laissant passer par effluves un courant relativement très intense. La valeur du potentiel disruptif varie suivant l'intensité de la lumière.

L'auteur examine les propriétés de la cellule pour les éclats lumineux très intenses et au delà du potentiel disruptif.

Il signale diverses applications des cellules utilisées dans ces conditions et capables de fournir une énergie appréciable.

(1) *Bulletin de la Société française de Physique*, 17 juin 1927, n° 249, p. 92 S-93 S.

Passant ensuite en revue les divers types d'amplificateurs du courant photoélectrique produit, il remarque l'intérêt que présente l'amplificateur à basse fréquence à transformateur, associé à une cellule photoélectrique éclairée périodiquement. L'éclairage périodique peut être obtenu par un disque perforé. Sur le même disque on peut disposer plusieurs cercles concentriques, ayant des nombres variables de perforations.

Par un choix convenable du nombre des perforations, on peut facilement obtenir des fréquences qui correspondent aux différentes notes de la gamme. On réalise ainsi très facilement un appareil de musique en faisant tomber le faisceau lumineux interrompu sur la cellule. Le courant après amplification est lancé dans un haut-parleur. L'auteur expose un cellulophone basé sur ce principe.

Un appareil de projection forme derrière les touches d'un clavier une image agrandie du disque fournant. Chaque touche du clavier reçoit un faisceau lumineux intercepté périodiquement à la fréquence déterminée. Un miroir démasqué lorsqu'on appuie sur la touche permet d'envoyer sur la cellule les oscillations lumineuses qui sont ensuite transformées en ondes sonores. Chacun des cercles du disque tournant comporte un nombre variable de fentes très fines obtenues par réduction sur une plaque photographique. L'interposition d'un cache de forme ou d'opacité variable sur la trajectoire des rayons permet de modifier à volonté la tonalité de son produit.

Le disque tournant peut également comporter des enregistrements de voyelles ou consonnes obtenus à l'oscillographe à partir d'un microphone.

On pourrait imiter la voix en appuyant sur les touches.

Une réduction à très petite échelle de l'image du disque tombant sur une feuille de papier où sont inscrits des caractères d'imprimerie permet d'obtenir des accords musicaux qui varient au fur et à mesure du déplacement sur la surface du papier et permettent de reconnaitre la nature des caractères.

Sur les oscillations de Barkhausen.

Dans certaines conditions, les triodes à électrodes cylindriques donnent des oscillations de très courtes longueurs d'onde appelées oscillations de Barkhausen. A la séance du 25 mai 1927 de la Section de Nancy de la Société française de Physique, M. E. Pierret a présenté les résultats de l'étude qu'il a faite en vue d'obtenir des oscillations de ce genre stables et puissantes. Voici le résumé qu'il donne de sa communication [1].

Les ondes entretenues ultra-courtes de longueur inférieure au mètre, ne peuvent être obtenues facilement avec les lampes triodes actuelles et les oscillateurs normaux (plaque chargée positivement), même en employant les montages spéciaux pour ondes courtes. Nous avons déjà signalé un moyen de produire des ondes très courtes en recherchant les harmoniques d'ondes de 1,20 m à 4 m. Les ondes les plus courtes que nous avons pu ainsi déceler mesuraient 21 cm, mais leur puissance était très faible; tous les essais tentés jusqu'ici pour les isoler et les amplifier n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

Nous avons alors cherché, en vue d'études sur la propagation, à utiliser les oscillations de Barkhausen, oscillations de longueur d'onde très courte qui se produisent dans les triodes à électrodes cylindriques, dont la grille est chargée positivement, la plaque étant portée à un potentiel négatif, nul, ou positif, mais suffisamment inférieur à celui de la grille. Notre but était de trouver un oscillateur stable et assez puissant.

Nous avons essayé divers montages à une lampe (type Gill et Morrell), puis un dispositif à deux lampes couplées en parallèle (type Scheibe-Grechowa). Les lampes qui ont donné les meilleurs résultats sont les lampes « Fotos » et les lampes Mesny (T. M. C.); ces dernières ayant un filament plus gros produisent une émission électronique plus intense. Les expériences ont confirmé la plupart des observations déjà formulées par d'autres auteurs. Avec ces lampes et les dispositifs utilisés, il a été possible d'obtenir des oscillations assez intenses, sans employer des tensions de grille trop fortes ni un chauffage exagéré, nuisible à la stabilité des oscillations et à la durée des lampes.

Dans une ligne faiblement couplée à l'oscillateur, nous avons obtenu des courants de résonance produisant le même échauffement de la soudure thermoélectrique qu'un courant continu de 0,1 A.

Au cours des expériences, certaines anomalies ont été observées :

1° Des lampes de même fabrication placées sur le même oscillateur, et dans les mêmes conditions, n'oscillent pas avec la même facilité; certaines même n'oscillent pas.

2° Lorsqu'on couple deux lampes en parallèle, il arrive que l'une d'elles, qui se trouve dans les meilleures conditions, commande l'oscillation; la deuxième lampe subit une oscillation forcée; on peut diminuer son chauffage, l'éteindre ou la remplacer par un condensateur de faible capacité sans que la longueur d'onde varie sensiblement; seules, l'intensité du courant de plaque et celle du courant oscillant changent; il est à remarquer que la puissance obtenue avec deux lampes est beaucoup plus grande que le double de la puissance fournie par une lampe seule.

3° Si deux lampes sont telles que, seules, elles donnent des courants oscillants de même puissance, mais de fréquences légèrement différentes, ces deux lampes mises en parallèle peuvent osciller sur une fréquence plus élevée que la plus grande de leurs fréquences propres.

4° Avec une des lampes utilisées, nous avons trouvé des ondes de 18 cm ne correspondant pas à un harmonique de l'onde normale; en déplaçant le pont du circuit de plaque de l'appareil, on observait deux maxima; pour l'un, la demi-longueur d'onde mesurée était de 21,1 cm; pour l'autre, elle était de 9 cm; par conséquent, suivant les conditions imposées par le circuit extérieur, l'une ou l'autre des lampes déterminait la fréquence de l'oscillation.

5° D'autres lampes n'oscillaient qu'après un certain temps de chauffage; le refroidissement faisait disparaitre les oscillations. Ce phénomène semble pouvoir être expliqué par la présence d'ions positifs provenant de traces de gaz dégagés par la grille portée au rouge (Kapzov).

Une étude approfondie de ces anomalies pourra conduire, d'une part à la production d'ondes plus courtes, d'autre part à une explication plus complète des phénomènes de Barkhausen.

(1) *Bulletin de la Société française de Physique*, 17 juin 1927, n° 249, p. 98 S-99 S.

SECTION INDUSTRIELLE

Note sur la conservation des poteaux en bois

Dans cette étude, qui a fait l'objet d'un rapport à la Commission technique du Syndicat des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, les auteurs, après avoir rappelé la nature des causes provoquant la destruction des poteaux en bois, examinent les procédés à employer pour assurer la conservation de ces poteaux, non seulement sur les lignes à établir, mais encore sur les lignes existantes. Ils envisagent la protection des pieds des poteaux et décrivent les diverses méthodes inventées pour réaliser ce but, en particulier les dispositifs à socles dont il existe actuellement un grand nombre de modèles, parmi lesquels, certains d'entre eux ont déjà été décrits dans une étude antérieure (*).

I. **Introduction**. — L'entretien des lignes sur poteaux en bois grève assez lourdement les exploitations rurales et la dépense d'entretien de certaines lignes qui transmettent seulement quelques centaines de kilowatts avec une faible utilisation intervient dans les dépenses totales pour une somme qui, rapportée au kilowattheure, peut se trouver du même ordre que la dépense de production au point de départ.

Nous n'avons pas à discuter ici la question de savoir s'il convient, dans tel ou tel cas, d'adopter un support en bois, ou un support en béton armé ou en métal; le fait est qu'il existe un grand nombre de lignes sur poteaux en bois, et qu'on continue à en établir. Il s'agit donc d'examiner quels sont les procédés à employer pour prolonger la durée des lignes existantes et pour assurer aux lignes nouvelles une durée aussi longue que possible. Comme malgré tout, et quels que soient les moyens employés, la résistance mécanique du bois va en diminuant peu à peu, il importe de remarquer qu'il y a intérêt à établir le support en bois avec un coefficient de sécurité environ double de celui qu'on adopterait pour un support indestructible.

Il convient d'ailleurs de rappeler que, bien que la section de rupture théorique du poteau se trouve au quart environ de la hauteur à partir du sol, la rupture se produit presque toujours au voisinage de celui-ci; c'est que la partie du poteau voisine du sol est celle qui subit l'altération la plus rapide, du fait qu'en cet endroit se trouvent réunis les éléments qui la provoquent.

II. **Causes de la destruction des bois**. — Indépendamment d'actions dues à la nature chimique du sol, et qui sont susceptibles, dans certains cas, de produire une altération du bois, ce sont, la plupart du temps, l'humidité et l'air qui, favorisant l'éclosion dans le bois d'infusoires microscopiques, le font fermenter et le transforment en humus. L'humidité et l'air favorisent également l'éclosion de végétations parasites cryptogamiques (moisissures) qui naissent à la surface du bois et parfois pénètrent, comme le mycélium, à travers les cellules végétales pour se les assimiler.

L'éclosion de ces infusoires ou de ces végétations est particulièrement intense dans certaines conditions d'humidité et c'est ainsi, par exemple, que le mycélium se développe le mieux, au contact de l'oxygène de l'air, lorsque l'humidité du bois atteint environ 18 pour 100.

Les bois peuvent aussi être attaqués et détruits par les parasites animaux tels que les termites, les fourmis, etc.

III. **Modes de préservation des bois**. — D'une manière générale, pour augmenter la durée de vie des poteaux en les rendant réfractaires à l'action destructive des infusoires et des parasites végétaux et animaux, on les immunise à l'aide de substances chimiques, telles que les sulfates et les acétates de fer et de cuivre, le bichlorure de mercure ou sublimé, le fluorure de mercure, l'acide arsénieux, le bichlorure de zinc, la créosote, etc.

Les traitements préservatifs que l'on peut ainsi faire subir aux poteaux sont assez variés; on peut cependant, selon le mode d'incorporation de l'antiseptique, les classer en trois catégories :

1° Traitements consistant à incorporer l'antiseptique par immersion;

2° Traitements consistant à incorporer l'antiseptique par injection ;

3° Traitements consistant à incorporer l'antiseptique par vide et pression.

1. Traitements par immersion. — Dans les traitements par immersion, les poteaux, lorsqu'ils ont atteint un degré de siccité suffisant, sont plongés dans l'antiseptique choisi.

Un de ces traitements consiste à placer les poteaux

(*) T. Paisent: L'emploi des poteaux en bois pour l'établissement des lignes de transmission d'énergie électrique. *Revue générale de l'Electricité*, 20 janvier 1923, t. XIII, p. 103-108. On trouvera au cours de cet article une bibliographie très complète de la question.

dans un bain de créosote à 105° C pendant quatre à huit heures et à les placer ensuite dans un bain à 50° C pendant deux à quatre heures. Un autre, connu sous le nom de « kyanisation », consiste à laisser séjourner les poteaux pendant une dizaine de jours environ, dans un solution froide de sublimé à 2 pour 100. Un troisième consiste à utiliser une solution de sulfate de cuivre à 1,5 pour 100, portée à 70° C. On a également traité les poteaux par immersion dans le chlorure de zinc.

Nous signalerons également, dans les traitements par immersion, le procédé suivant : les poteaux préalablement chauffés sont placés dans un bain froid de chlorure de zinc et d'huile lourde de goudron superposés par leur différence de densité; l'imprégnation d'huile lourde a pour but de créer une gaine protectrice et d'éviter, en particulier, l'entraînement par les pluies de la solution chlorurée.

Les traitements que nous venons de rappeler produisent une pénétration de l'antiseptique de quelques millimètres seulement dans l'aubier. En général, une élévation de la température de l'antiseptique accroît cette pénétration.

2. Traitements par injection. — Parmi les traitements par injection, le plus connu est le procédé Boucherie. Il consiste à injecter dans le poteau, de sa base envers son sommet, une solution de sulfate de cuivre dosée de 1 à 2 pour 100. Pour cela les poteaux sont disposés sur le sol, leur pied surélevé de 50 cm environ et reliés, à l'aide d'un sac imperméable, à un collecteur relié lui-même à un réservoir, placé à une hauteur de 6 à 8 m et contenant la solution de sulfate de cuivre. Sous l'effet de la pression, le sulfate de cuivre chasse la sève des canaux du bois. On arrête l'injection lorsque l'on voit apparaître au sommet du poteau la coloration bleue du sulfate de cuivre. Ce procédé d'injection doit être pratiqué dans un délai de 12 à 15 jours au maximum après la coupe.

3. Traitements par l'emploi du vide et de la pression. — Dans les méthodes d'immunisation par vide et pression, les poteaux sont préalablement séchés, soit à l'air libre, soit par des procédés artificiels. Ils sont ensuite placés dans un autoclave pour y recevoir l'antiseptique sous pression. Le vide est utilisé soit pour débarrasser les cellules du bois des liquides qu'elles pourraient contenir, soit pour hâter l'égouttage des bois à la sortie de l'autoclave. Une de ces méthodes (procédé Bethel) consiste à soumettre les poteaux, placés dans l'autoclave, à l'action de la vapeur sous une pression de 9 kg : cm², pendant plusieurs heures ; le vide est ensuite établi, puis la créosote à 70° C environ est introduite dans l'autoclave sous une pression de 7 à 12 kg : cm². L'égouttage des poteaux est fait, soit naturellement, soit par application du vide.

Une variante à cette méthode consiste, par économie, à remplacer la créosote par du chlorure de zinc, puis à créosoter le poteau sous pression soit sur toute sa longueur, soit sur une longueur de 25 à 50 cm au-dessus de la partie du poteau au niveau du sol. La créosote imprègne les couches superficielles et empêche le délavage, par les pluies, du chlorure de zinc incorporé dans les couches profondes du bois.

La méthode Ruping consiste à envoyer tout d'abord dans le bois de l'air comprimé à 2 ou 3 atmosphères pendant vingt minutes environ, puis de la créosote à 90° C et à une pression de 9 à 10 kg : cm². Quand on retire la créosote de l'autoclave, la détente de l'air chasse la créosote en excès ; pour aider à cette dernière opération on peut faire le vide dans l'autoclave.

M. Estrade, bien connu pour ses travaux sur la question qui nous intéresse, a mis au point un procédé de fabrication de poteaux dits « poteaux noirs » et qui consiste à provoquer, à l'aide d'un courant d'air sec et chaud, la dessiccation et le fendillement des poteaux préalablement à leur imprégnation avec de la créosote sous une pression de 10 kg : cm², [1].

Le procédé Gilson consiste à soumettre esl poteaux, durant quarante minutes, à l'action de la créosote à 95°C, puis à les soumettre à l'action du vide durant quarante autres minutes. On remplit ensuite l'autoclave avec de la créosote à 95° C sous une pression de 8 à 10 kg :cm² et quand la quantité de créosote voulue a été refoulée dans le bois, on vidange l'autoclave; puis, à l'aide de l'air comprimé et chaud, durant un temps variable suivant les cas, on assure la pénétration à cœur.

Le procédé Welhouse consiste à incorporer dans le poteau un mélange de chlorure de zinc et de colle, puis ensuite, du tanin; ce dernier et la colle forment une pâte consistante qui obture les pores du bois et empêche le délavage de l'antiseptique par les pluies.

Nous signalons, en dernier lieu, le procédé Gerlache, qui consiste à incorporer dans les poteaux un antiseptique, l'aczol qui est à base de trois sels basiques : le zincate de cuivre ammonié, le phénate de cuivre et le zinc ammonié.

IV. Protection des pieds de poteaux. — Il est universellement admis que la dépense d'imprégnation est largement compensée par l'excédent de durée du poteau. Mais la partie voisine du sol reste toujours la plus vulnérable et un supplément de protection dans cette partie doit, si cette protection est efficace, se trouver justifié.

Pour atténuer la pourriture des poteaux à leur sommet, quelques exploitants pratiquent la peinture ou le goudronnage à chaud, en renouvelant ce traitement tous les quatre ou cinq ans environ. Parfois on se contente de coiffer le sommet du poteau d'un chapeau en zinc pour empêcher l'humidité d'y pénétrer.

Pour atténuer la pourriture des pieds de poteaux, on carbonise ces pieds sur une longueur de 2 m de manière à créer une couche de charbon protectrice. Souvent on pratique le badigeonnage à chaud du pied du poteau préalablement carbonisé ou non, à l'aide de

[1] Ach. Delamarre ; « Les poteaux noirs » et les lignes agricoles. *Revue générale de l'Électricité*, 28 janvier 1922, t. XI, p. 123-125.

goudron, de brai, de bitume, de coaltar, de carbonyle, etc., soit sur toute la partie enterrée et sur une certaine hauteur au-dessus du niveau du sol, soit simplement en bracelet, au voisinage du niveau du sol.

Un procédé qui semble donner des résultats satisfaisants consiste à insérer le pied du poteau, avant son implantation, dans une gaine protectrice constituée par une couche de brai que l'on maintient en place, autour du poteau, par une enveloppe de carton bitumé. Le poteau ainsi préparé peut être ensuite scellé dans un massif de béton.

Signalons encore un procédé appliqué par M. Chaplet et qui consiste à envelopper la partie du poteau voisine du sol (50 cm au-dessous, 15 cm au-dessus) dans une toile d'amiante bleue d'une dimension telle qu'elle fasse deux fois le tour du poteau. Celui-ci est d'abord abondamment goudronné, puis la toile elle-même est enduite de goudron intérieurement et extérieurement. Quelques pointes ou un léger feuillard la maintiennent en place.

On a aussi recommandé la métallisation au plomb, par le procédé Schoop, de la base et du sommet du poteau; mais nous n'avons pu avoir connaissance de la valeur des résultats obtenus à l'aide de ce procédé (Trimbach).

L'enrobage d'une partie de la hauteur du poteau dans un fourreau en béton armé (fig. 1) constitue un procédé (Haefeli et Kaelin) qui s'applique indifféremment à des poteaux neufs ou usagés.

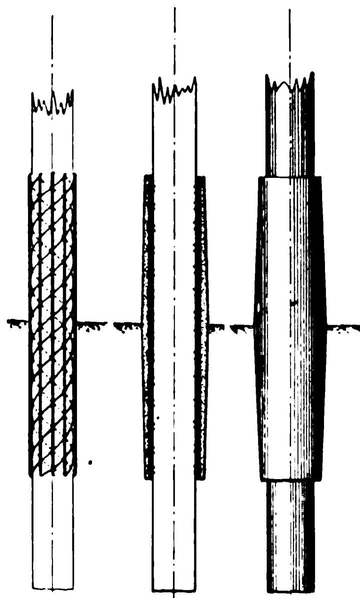


Fig. 1. — Dispositifs d'enrobage en béton armé système Haefeli et Kaelin.

Il faut citer aussi, dans le même ordre d'idées, le poteau « standard » d'Himmelsbach, poteau mixte dont la partie hors sol est formée d'un poteau ordinaire et la partie enterrée, d'un prolongement en bois dur créosoté, dépassant de 1 m le niveau du sol. Poteau et soubassement sont réunis par trois éclisses métalliques.

L'expérience des traverses de chemin de fer a montré en effet la supériorité du bois dur et son emploi pour la base du poteau assure une même durée, ou à peu près, aux deux parties du support.

Quelques exploitants procèdent périodiquement (tous les trois ou quatre ans), pendant la saison sèche, à un goudronnage des pieds de poteaux, préalablement mis à jour par une petite fouille de 30 à 40 cm de profondeur.

Mais la suppression du bois dans la partie enterrée constitue le moyen le plus certain de prolonger la durée du poteau. L'addition d'un pied de poteau ou socle imputrescible présente en outre cet intérêt, de s'appliquer à des lignes existantes dont les poteaux sont sur le point de nécessiter le remplacement. Il suffit alors, sans démonter la ligne, de supporter provisoirement le poteau, de le scier à 30 ou 50 cm au-dessus du sol, puis de sortir la partie enterrée, pour la remplacer par le pied imputrescible, muni d'un dispositif de fixation pour recevoir la partie restée saine du poteau.

V. Description des divers socles de poteaux. — On a construit un grand nombre de socles de poteaux, et on peut les diviser en trois groupes :

1° Les socles entièrement métalliques;

2° les socles formés d'une partie en béton prolongée par des armatures métalliques;

3° les socles entièrement en béton armé.

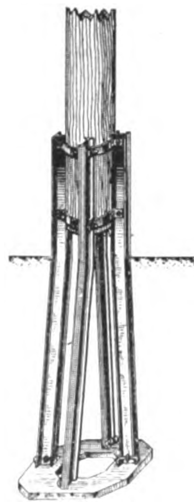


Fig. 2. — Socle métallique système Gaillard.

1. Socles entièrement métalliques. — Nous ne connaissons qu'un socle de ce type; c'est le « dispositif Gaillard » (fig. 2) formé d'une charpente en fer à double T montée sur une semelle en béton. La partie inférieure de cette charpente s'enterre, sans aucun massif, le poids des terres sur la semelle étant suffisant pour assurer la stabilité. La partie

supérieure forme un double collier qui enserre le poteau.

Le « dispositif » pèse de 40 à 105 kg, pour des moments fléchissants de 1 620 à 5 650 m-kg. La profondeur d'implantation varie de 0,70 m à 1,10 m.

2. Socles avec partie en béton prolongée par des armatures métalliques. — Parmi les socles de ce type, nous citerons :

Le socle « Postis » (fig. 3) qui constitue une sorte de prolongement du poteau, en béton armé. La liaison du poteau avec ce pied s'effectue à l'aide de 4 fers à U, qui sont boulonnés sur le béton armé et fixés au bois par des tirefonds ou des colliers ;

Le socle « Lemon », formé d'un fer enrobé de béton dans sa partie enterrée, et se prolongeant hors sol de

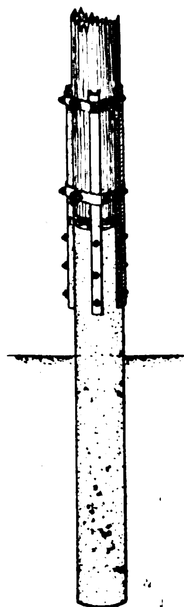


Fig. 3. — Socle mixte « Postis ».

façon à recevoir le poteau qui s'y trouve fixé par une bride et un boulon (le poteau est percé d'un seul trou);

Le socle « S. E. T. F. » (fig. 4) composé de 3 cornières encastrées dans un dé en béton armé, et sur lesquelles le poteau se fixe par deux colliers ;

Le socle « Forclum » (fig. 5) formé de deux éléments comprenant chacun un fer à double U, dont une partie est noyée dans un dé en béton armé (partie enterrée) et une partie hors sol qui sert à la fixation du poteau par deux boulons.

On pourrait être tenté de reprocher aux socles entièrement métalliques, ou formés en partie de pièces métalliques exposées à l'air, d'être encore sujets à destruction par la rouille. C'est un inconvénient plus apparent que réel, car ces ferrures constituent toujours de gros éléments, et l'expérience de fers ainsi employés et ayant 30 ans d'existence, tout en étant encore loin de leur limite d'usure, l'a suffisamment prouvé.

3. Socles entièrement en béton armé. — Les socles entièrement en béton sont de beaucoup les plus nombreux. On pourrait les diviser eux-mêmes en trois catégo-

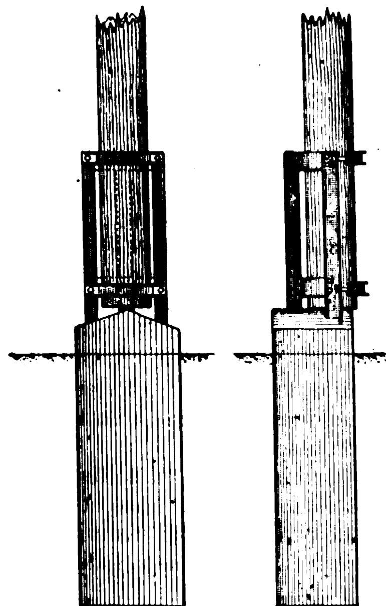


Fig. 4. — Socle mixte « S. E. T. F. ».

ries : les socles simples, sur lesquels le poteau se fixe latéralement ; les socles en plusieurs parties, entre

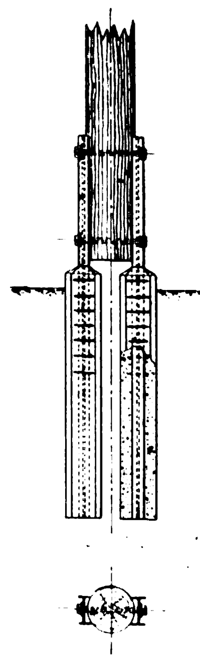


Fig. 5. — Socle mixte « Forclum ».

lesquelles le poteau est serré ; les socles tubulaires, dans lesquels le poteau est introduit par la partie supérieure.

1° *Socles simples.* — Parmi les socles simples, nous mentionnerons :

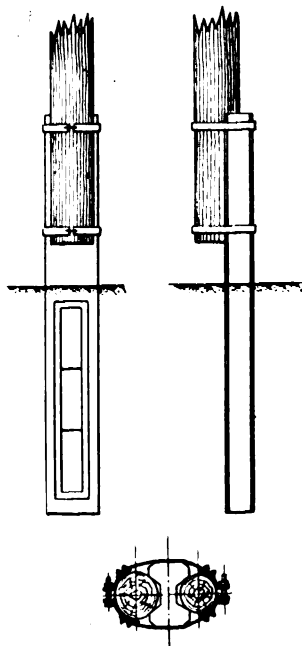


Fig. 6. — Socle simple en béton armé « Palix ».

Le socle « Palix » (fig. 6) dont la forme générale est un I ajouré, à la partie supérieure duquel le poteau se

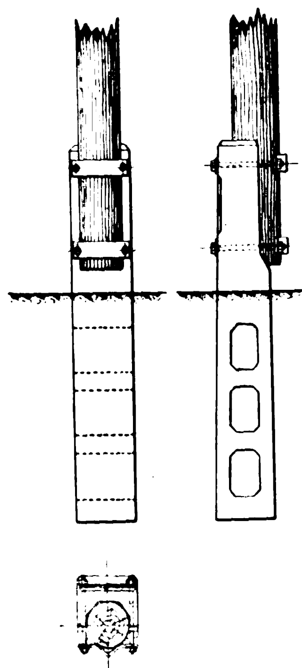


Fig. 7. — Socle simple en béton armé « Potofix ».

fixe, par des colliers métalliques. Le poteau s'appuie sur un évidement trapézoïdal, qui peut recevoir des diamètres très différents ; le système se prête d'ailleurs à l'emploi des poteaux jumelés ;

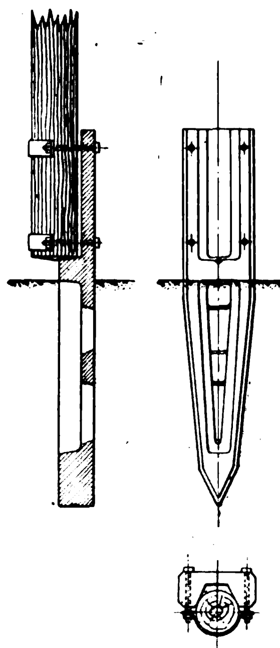


Fig. 8. — Socle simple en béton armé « Soclon ».

Le socle « Potofix » dont la figure 7 montre la forme générale ;

Le socle « Soclon » (fig. 8) dont la section générale

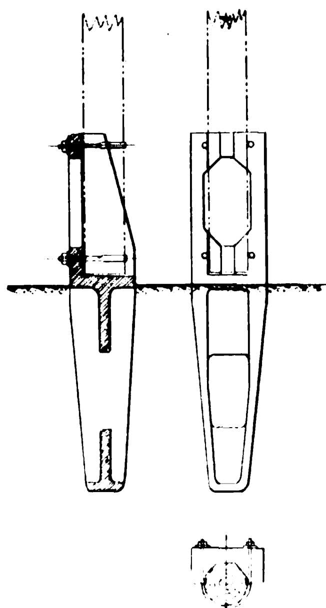


Fig. 9. — Socle simple en béton armé « Electric ».

est celle d'un U, la partie enterrée ayant la forme d'un solide d'égale résistance ;

Le socle « Electric » (fig. 9) dont la section est celle d'un U ajouré dans la partie hors sol, et d'un I dans la partie enterrée ;

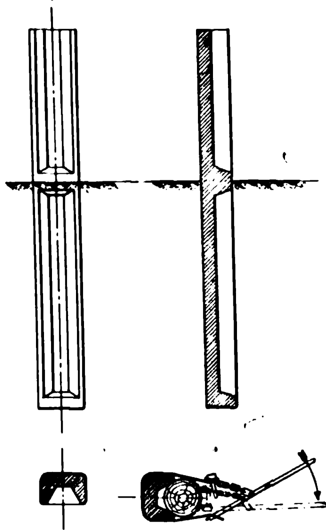


Fig. 10. — Socle simple en béton armé système Haefeli et Kaelin.

Le socle « Haefeli et Kaelin » (fig. 10) dont la section est la même hors sol et dans la partie enterrée, avec une butée pour le poteau. Un tendeur spécial, permet de tendre les brides de fixation pendant le serrage des boulons.

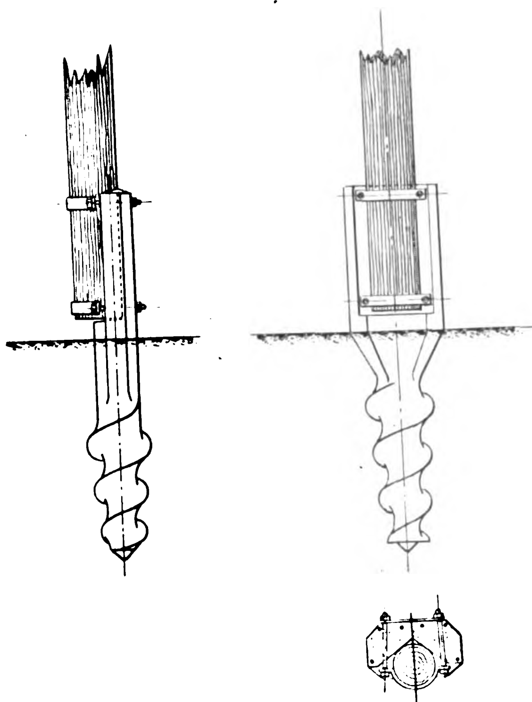


Fig. 11. — Socle simple en béton armé système Grimaud.

Le socle à vis « Grimaud » (fig. 11) constitue un système très original, dérivé des pieux à vis. Il est constitué par une vis en béton, qui se prolonge par une partie évidée sur laquelle le poteau se fixe par deux colliers. Il ne nécessite pas de fouille et peut même se visser dans un terrain marécageux.

2° *Socles en plusieurs parties.* — Parmi les socles multiples, nous pouvons mentionner :

Le socle « SANCA » (fig. 12) formé de deux éléments entre lesquels est serré le poteau ;

Un autre modèle du socle « Potofix » (fig. 13);

Le socle « Ponsolle », formé de deux pièces qui, réunies par des boulons, forment un ensemble hexagonal ;

Le socle « Ava », établi plus particulièrement avec la préoccupation d'arriver à des éléments de poids réduit, faciles à transporter. Il est formé (fig. 14) de quatre montants en béton armé, réunis sur place par un socle placé au fond de la fouille, une embase située au niveau du sol et une rondelle supérieure.

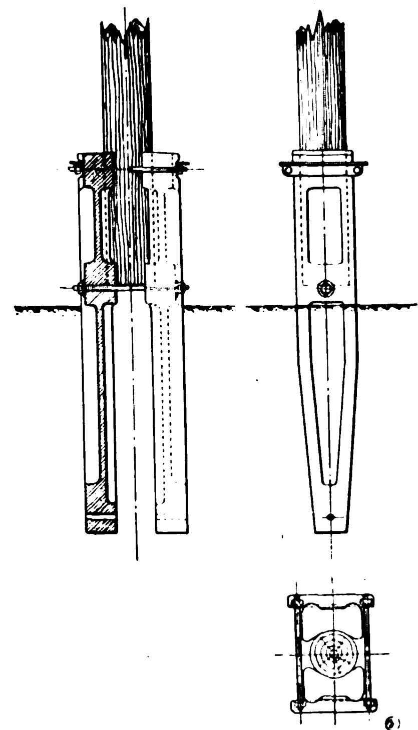


Fig. 12. — Socle multiple en béton armé « SANCA ».

3° *Socles tubulaires.* — Les socles tubulaires, lorsqu'ils s'appliquent à la réfection d'un poteau dont la base est pourrie, nécessitent le levage du poteau sur une certaine hauteur afin qu'il soit possible d'introduire dans le socle la partie restée saine. C'est une opération d'ailleurs facile moyennant un outillage spécial.

Nous citerons parmi ces socles :

Le socle monolithe « Ponsolle » (fig. 15), sorte de gaine cylindrique extérieurement, cylindro-conique

ntérieurement, telle que le poteau s'y trouve coincé à sa partie inférieure taillée également en cône. Le poteau est maintenu dans la gaine par des coins, laissant autour du bois l'espace nécessaire à l'aération ;

le socle « Lanterne » (fig. 16) formé d'un tube en béton ajouré dans lequel le poteau est maintenu par des cales en béton ;

Le socle « Rossignol », dont la forme extérieure est hexagonale.

La plupart de ces socles, quel qu'en soit d'ailleurs le système, sont couramment établis pour des moments

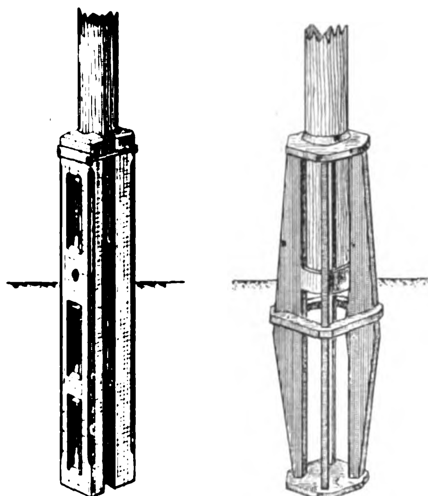


Fig. 13. — Socle multiple en béton armé « Potofix ».
Fig. 14. — Socle multiple en béton armé « Ava ».

fléchissants de 600 à 2 500 m-kg ; leur poids varie de 40 à 400 kg, leur prix actuel, de 50 à 200 fr.

On remarquera la préoccupation des constructeurs d'éviter le contact du bois avec le ciment sur de grandes surfaces, ceci, afin de bien assurer l'aération indispensable à la bonne conservation du poteau.

La plupart de ces socles peuvent d'ailleurs s'employer, soit avec des poteaux simples, soit avec des poteaux jumelés, et s'appliquer à des contre-fiches.

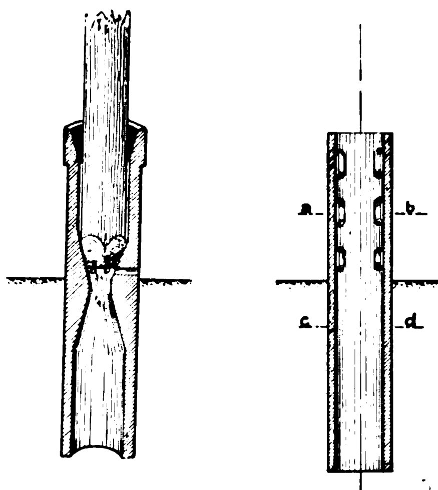
VI. Conclusions. — Le renseignement le plus intéressant, mais aussi le plus difficile à préciser, concernerait la durée des lignes sur poteaux en bois ainsi établies. La durée d'un poteau dépend d'un si grand nombre de facteurs variables d'un endroit à l'autre, qu'il est bien difficile d'avancer des chiffres.

Le poteau non imprégné, surtout lorsqu'il est implanté dans un terrain calcaire, ne dure guère plus de quatre ou cinq ans.

On admet généralement que la durée moyenne d'un poteau injecté et simplement implanté à la façon ordinaire est de quinze à vingt ans. D'autre part, on cite des poteaux qui, montés autrement qu'en terre (fixés à un mur, par exemple) durent depuis plus de quarante ans. Il est donc permis de penser qu'un poteau en bois bien injecté, monté, soit au début, soit par la suite, sur une base en béton, doit atteindre, sous notre climat, une durée moyenne totale d'une trentaine d'années, et peut-être davantage, c'est-à-dire une durée environ double de celle du poteau ordinaire, tout en réservant la possibilité, lorsque la ligne sera arrivée à sa limite de durée, de la remettre en état moyennant une dépense moindre qu'à l'origine, les socles ayant une durée pratiquement indéfinie.

On trouvera même l'avantage appréciable suivant : alors que l'implantation d'un nouveau poteau à la place d'un poteau pourri doit avoir lieu dans un emplacement différent, faute de quoi, le nouveau poteau se pourrit encore plus vite que le premier, le poteau rapporté sur le socle prend exactement la place du précédent.

Quant à la protection qui résulte d'un enrobage de brai et de goudron de la partie au voisinage du sol,



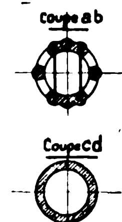


Fig. 15. — Socle tubulaire en béton armé monolithe système Ponsolle.
Fig. 16. — Socle tubulaire en béton armé « Lanterne ».

elle ne semble pas prolonger de plus de quatre ou cinq ans la durée du poteau ; cette prolongation est d'ailleurs suffisante pour en justifier l'emploi.

F. Drouin,
Directeur du Service technique de la Compagnie générale d'Électricité.

P. Médan,
Ingénieur à la Compagnie générale d'Électricité.

Revues, analyses et informations

Un nouveau redresseur électronique à oxyde de cuivre [1].

1. EXPOSÉ DE LA QUESTION. — Si l'on forme une pellicule d'oxyde de cuivre sur une lame de cuivre et que l'on fasse passer un courant à travers cette pellicule dans une direction perpendiculaire à la surface de séparation, on constate que la résistance constituée par cette combinaison est moindre quand le courant va de l'oxyde au cuivre que lorsqu'il circule en sens inverse; sur le premier modèle essayé, les résistances dans les deux sens étaient dans le rapport de 3 à 1. Ce phénomène est si différent de celui que l'on rencontre dans les autres types de redresseurs, que les auteurs en ont fait une étude théorique et expérimentale approfondie qui leur a démontré que ce nouveau dispositif peut être employé comme redresseur dans la plupart des cas.

2. DESCRIPTION DU REDRESSEUR. — Celui-ci est monté comme on le voit sur la figure 1 qui représente un élément simple ne permettant que le redressement d'une alternance.

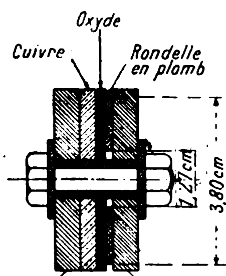


Fig. 1. — Soupape à oxyde de cuivre simple pour le redressement d'une seule alternance.

Il comprend un disque de cuivre sur lequel on a formé une couche d'oxyde de cuivre; pour avoir un bon contact électrique, on applique sur celle-ci une rondelle de plomb ou une feuille de métal et le tout est serré entre des écrous qui se vissent sur un boulon traversant le bloc de part en part. Dans cette soupape, la rectification parait limitée à une couche microscopique au point de contact du cuivre et de l'oxyde et elle se produit sans aucune action électrolytique et sans aucun changement physique ou chimique décelable. On peut associer en série et en parallèle autant d'éléments qu'on le désire; les connexions normalisées des soupapes pour le redressement de l'onde totale sont schématisées en figure 2. La figure 3 montre un assemblage de quatre soupapes utilisées également pour le redressement de l'onde totale et groupées suivant le schéma B de la figure 2. Un tel groupe peut être utilisé sans établir de dérivation au milieu du transformateur; avec une bonne ventilation et des éléments munis d'ailettes, il fournit une tension de 6 v et un courant dont l'intensité est fonction de l'étendue des surfaces en contact; dès que la densité de courant dépasse 0,3 A : cm², il faut recourir à la ventilation forcée ou immerger le groupe dans l'huile. La nécessité de dissiper la chaleur dégagée est imposée par le fait que, pour un pouvoir de redressement donné, le volume et, par suite, la surface rayonnante sont relativement faibles.

3. CARACTÉRISTIQUES D'UN REDRESSEUR SIMPLE. — Il n'existe, disent les auteurs, aucune analogie entre les soupapes à oxyde de cuivre et les détecteurs ordinaires, à galène, par

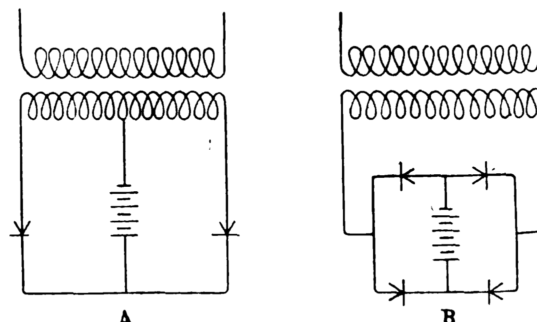


Fig. 2. — Montages normalisés des soupapes à oxyde de cuivre pour le redressement de l'onde totale.

exemple, car des recherches très soignées leur ont montré que c'est à la surface de contact entre le cuivre et l'oxyde de cuivre que réside le siège de la rectification. Les redresseurs ordinaires à contact ont une résistance relativement élevée et ils sont absolument incapables de fournir une puissance appréciable. Tous les expérimentateurs qui ont travaillé avec ces derniers redresseurs sont unanimes à reconnaître que, même si l'on reste bien en deçà de leur puissance

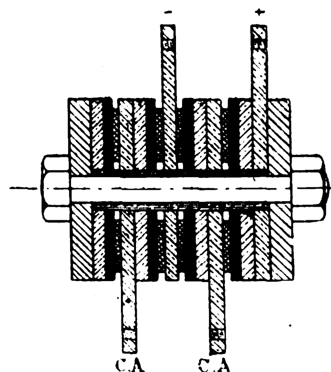


Fig. 3. — Assemblage de 4 éléments à oxyde de cuivre pour le redressement intégral suivant le schéma B de la figure 2.

limite, ils sont insuffisants pour la plupart des applications ordinaires à cause de l'instabilité de contact et de l'allure incertaine de l'élément considéré comme conducteur. Au contraire, le nouveau redresseur est caractérisé par un fonctionnement très constant qui ne dépend pas d'un point de contact et sa résistance est si faible qu'il peut être traversé par des courants de grande intensité. C'est toute la surface de contact entre le cuivre et l'oxyde de cuivre qui participe à la rectification et rien ne donne à penser qu'il existe un

(1) L.-O. GRONDAHL et P.-H. GEIGER. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, mars 1927, t. XLVI, p. 215-222, 5 400 mots, 18 figures.

point sensible comme dans les redresseurs à contact. Toutes ces suggestions sont confirmées par les caractéristiques courant-tension et résistance-tension reproduites en figures 4 et 5. Pour la première, le courant correspondant à la grande résistance a été tracé à une échelle mille fois plus grande

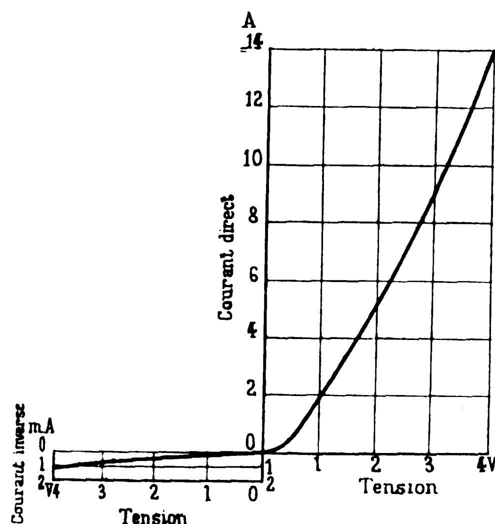


Fig. 4. — Caractéristique courant-tension d'un redresseur à oxyde de cuivre. La courbe de droite correspond au courant circulant de l'oxyde au cuivre; celle de gauche, au courant inverse, c'est-à-dire allant du cuivre à l'oxyde; le courant est exprimé en milliampères pour cette dernière caractéristique.

que celle du courant direct; sur la seconde figure, les valeurs négatives de la tension correspondent à la grande résistance. On remarque, sur cette dernière figure que, si la tension croît, la grande résistance augmente également, passe par un maximum de 45 000 ohms pour une tension de 1,8 v

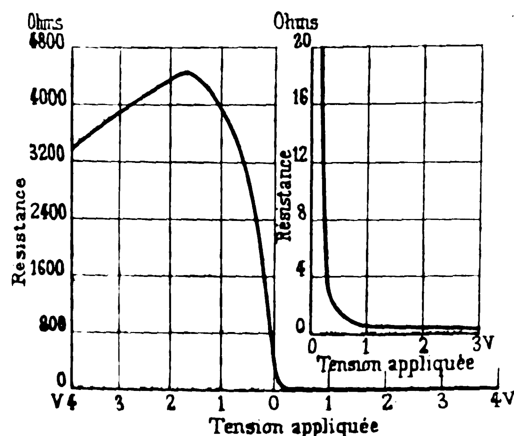


Fig. 5. — Caractéristique résistance-tension d'un redresseur à oxyde de cuivre; la courbe de droite se réfère à la faible résistance; celle de gauche, à la grande résistance ou au courant inverse.

environ, puis décroît de nouveau, tandis que la faible résistance tombe brusquement de l'infini à 0,5 ohm quand la tension varie de 0 à 1 v; puis elle continue à décroître très lentement et suivant une courbe exponentielle; l'échelle de la caractéristique petite résistance-tension est 200 fois plus grande que celle de la caractéristique grande résistance-tension. Le rapport de la grande à la petite résistance qui, d'après les auteurs, définit le facteur de redressement, augmente avec la tension appliquée et atteint des valeurs bien supérieures à celles auxquelles l'appareil est appelé à fonctionner; mais il n'y a pas de relation simple entre ce rapport et le rendement. Pour un redresseur intégral constitué par quatre éléments, la courbe du rendement en fonction du courant accuse un maximum de 72 pour 100 correspondant à un courant de 0,5 A; ce rendement représente le rapport de la puissance continue mesurée aux bornes de sortie à la puissance alternative mesurée aux bornes d'entrée; avec certains appareils, on a relevé des rendements de 80 pour 100. Comme le facteur de redressement tend vers l'unité aux basses tensions, il en résulte que le rendement d'un groupe redresseur tend vers zéro aux très basses tensions; par contre, avec les tensions employées communément dans les applications des redresseurs, le rapport des deux résistances est si élevé que ses variations prennent rarement de l'importance.

4. Projet d'un redresseur a oxyde de cuivre. — Pour la plupart des applications, il convient de tenir compte des pertes dues au courant inverse bien qu'elles soient faibles. Les considérations suivantes justifient cette restriction. Dans un redresseur intégral connecté suivant le schéma B de la figure 2, à chaque alternance, la tension appliquée dans le sens de la grande résistance est supérieure à celle qui agit dans le sens de la petite résistance et sa valeur est ordinairement telle que le redresseur travaille bien au delà du maximum de la courbe de gauche de la figure 5. Toutes ces causes concourent à rendre, en fonctionnement réel, le rapport du courant dans le sens de la petite résistance au courant dans le sens de la grande résistance, bien plu sfaible que le rapport de la grande à la petite résistance, ces deux résistances étant mesurées à la même tension comme il a été indiqué ci-dessus. Les auteurs reproduisent alors, en fonction de la tension mesurée aux bornes de sortie, les courbes de rendement du redresseur à quatre éléments de 4 cm de diamètre représenté en figure 3, à puissance constante. C'est pour les faibles puissances que le rendement atteint son maximum le plus élevé; ce dernier est de 77 pour 100 à 0,2 w par élément et tombe à 68 pour 100 à 5 w par élément, comme il ressort de la figure 6 sur laquelle les indicatifs des courbes correspondent à la puissance par élément, c'est-à-dire au quart de la puissance totale du redresseur.

Les points situés sur la branche ascendante ou à gauche du maximum proviennent d'un excès de pertes dans le sens de la faible résistance; ceux de la branche descendante, à un excès de pertes dans le sens de la grande résistance.

Si un redresseur déterminé est destiné à fournir une tension à peu près constante à la sortie, comme l'exige, par exemple, la charge d'une batterie d'accumulateurs, les pertes dans le sens de la grande résistance sont approximativement constantes tandis que celles afférentes à la faible résistance décroissent en même temps que décroît le courant de charge. C'est pourquoi il est souvent avantageux d'utiliser un redresseur de faible débit avec un nombre d'éléments plus élevé que celui qu'exigerait un redresseur de grand débit.

Le nombre d'éléments nécessaires pour fournir à la réception une puissance déterminée dépend aussi du dispositif de refroidissement. Pour le couplage des éléments en série-parallèle, on s'aidera de courbes analogues à celles de la figure 6. Etant donné un ensemble redresseur dont chaque élément doit débiter une puissance constante imposée, com-

bien faudra-t-il grouper d'éléments en série pour avoir une tension constante du côté récepteur avec un rendement maximum pour l'ensemble ? Le nombre d'éléments à grouper en série s'obtient en divisant la tension désirée par la tension correspondant au rendement maximum pour la puissance imposée par élément; cette dernière tension se lit sur les courbes de la figure 6. D'autre part, on maintiendra le courant aux bornes de sortie à une intensité déterminée en connectant assez d'éléments en parallèle, tout en ne s'écartant pas de la puissance exigée par chaque élément. Si le montage du redresseur est réalisé suivant le schéma A de la figure 2, il faudra doubler le nombre des éléments à mettre en série, chaque élément fonctionnant toujours sur

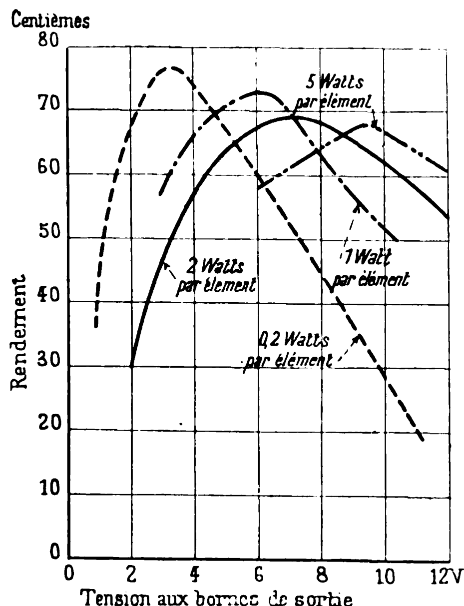


Fig. 6. — Courbes de rendement en fonction de la tension aux bornes de sortie pour des puissances constantes disponibles à ces mêmes bornes.

la même partie de la caractéristique que s'il s'agissait d'un redresseur à quatre éléments.

Pour les applications ne nécessitant qu'un courant de quelques dixièmes d'ampère et même moins (pour le courant du circuit de plaque des triodes), on est parfois obligé, pour atteindre le rendement maximum, d'utiliser des éléments ayant moins de 4 cm de diamètre ou bien de se contenter d'une puissance moindre par élément que celle que l'on exigerait pour d'autres applications. Ceci résulte directement de l'inspection des courbes de la figure 6 sur lesquelles on remarque, en effet, que, pour des éléments de 4 cm de diamètre, il n'y a un rendement maximum pour les courants de faible intensité que si, en même temps, on n'exige qu'une faible puissance de chaque élément.

D'après les auteurs, le facteur de forme de l'onde redressée oscille entre 1,13 et 1,25, celui d'une onde rigoureusement sinusoïdale étant de 1,11. Le nouveau redresseur peut être employé à n'importe quelle fréquence sans aucun inconvénient pour son fonctionnement, soit 3 000 000 p : s; on constate seulement, au-dessus de 100 000 p : s, une diminution progressive du facteur de redressement qui semble provenir d'un effet de capacité. L'influence de la température sur le rendement peut être compensée de différentes façons, notamment par un choix approprié des dimensions des éléments et, aussi, par l'emploi d'une charge inductive. C'est ainsi que l'on a pu maintenir le rendement d'un groupe rigoureusement constant entre 0° et 80°C avec une tension également constante aux bornes d'entrée. Le réglage de la tension d'un redresseur dépend, tout d'abord, de la résistance effective de chaque élément; on peut aussi faire varier le nombre des éléments mis en parallèle comme on le fait pour les accumulateurs et les piles primaires; pratiquement, il est possible d'atteindre n'importe quelle précision dans le réglage, à la condition de doter chaque élément de la quantité de cuivre nécessaire ; c'est ainsi qu'avec un appareil de faible puissance, le réglage entre la marche à vide et la pleine charge est tombé de 16,5 à 8,5 pour 100, tout simplement en doublant la quantité de cuivre du redresseur.

5. Théorie du redresseur a oxyde de cuivre. — L'un des auteurs a proposé une théorie du redresseur à oxyde de cuivre basée sur le fait que le cuivre et l'oxyde sont en contact très intime. Le transport d'un électron du cuivre à l'oxyde, ou inversement, a lieu sous une tension correspondant à la différence des affinités électroniques de chaque substance et, dans ces conditions, on conçoit que, même à la température ambiante et sans l'application d'une force électromotrice extérieure, un grand nombre d'électrons peuvent s'échapper du cuivre pour pénétrer dans l'oxyde. Le cuivre joue alors le même rôle que le filament chaud dans les tubes à vide et entretient, dans l'oxyde, une quantité d'électrons en excès sur la teneur normale. En raison de la faible distance qui sépare les électrodes, de la grande surface de ces dernières, et probablement aussi, en raison du rôle joué par la constante diélectrique de l'oxyde, le flux d'électrons ne rencontre qu'une faible résistance dans le sens du cuivre à l'oxyde; mais, que l'on vienne à appliquer une tension en sens contraire, celle-ci aura tendance à refouler les électrons dans le cuivre; cette action est toutefois contrariée par la diffusion rapide, dans l'oxyde, des électrons émanés du cuivre, de sorte que ces électrons se trouvent concentrés au voisinage de la surface du cuivre. Le gradient résultant de cette concentration d'électrons dans l'oxyde produit un gradient de potentiel qui s'oppose à l'écoulement du flux d'électrons de l'oxyde vers le cuivre. Cette théorie semble se concilier très bien avec la caractéristique résistance-tension.

6. Applications du redresseur a oxyde de cuivre. — Par suite de sa construction simple, de son excellent fonctionnement et de sa durée pour ainsi dire illimitée, cet appareil semble apte à toutes les applications. Les auteurs énumèrent, en particulier les suivantes : instruments de mesure, charge des batteries, appareils de commande, télégraphie, by-pass pour les commutateurs de champs et radiotélégraphie. Etant donné qu'un groupe redresseur est constitué par l'assemblage de petits éléments, il s'ensuit que le poids, par kilowatt, est pratiquement indépendant des dimensions du groupe. Si on raisonne, en prenant comme base les éléments formés par des disques de 4 cm de diamètre, on trouve qu'avec une bonne ventilation 200 éléments de ce type suffisent pour fournir une puissance de 1 kw aux bornes de sortie; ces 200 éléments correspondent à 1,80 kg de cuivre et le métal entrant dans la constitution des ailettes et des supports atteint à peu près le poids de 7,2 kg, de sorte que le poids total d'un groupe d'une puissance de 1 kw est de 9 kg et son volume de 6 400 cm³. — B. C.

Le rôle du circuit auxiliaire dans les multiplicateurs de fréquence avec bobines d'inductance à noyau de fer [1].

Dans un précédent article [2], les auteurs ont étudié le fonctionnement du système constitué par un alternateur à haute fréquence débitant sur des capacités et des inductances convenablement combinées pour augmenter la fréquence du courant d'émission. Poursuivant leurs recherches sur le même dispositif de principe, ils examinent le rôle que joue le circuit auxiliaire C_2 L_2 (fig. 1). Dans le dispositif d'essais, la fréquence de l'antenne sur laquelle est accordé

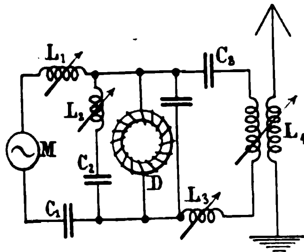


Fig. 1. — Schéma des connexions du multiplicateur de fréquence : M, alternateur à haute fréquence D, inductance à noyau de fer.

le circuit secondaire est de 23 fois celle de l'alternateur et le circuit auxiliaire a une fréquence propre égale à 5 fois cette dernière.

1. Analyse du courant dans le circuit secondaire. — Deux méthodes peuvent être envisagées pour cette analyse, celle qui consiste à décomposer la fonction périodique en une série de Fourier, et celle qui consiste à considérer ce courant comme étant dû à une tension de choc; les auteurs, qui ont montré au préalable que la tension E_D aux bornes de la bobine D a bien le caractère d'une tension de choc, préfèrent donc la seconde méthode à la première. Si la courbe de la tension de choc est supposée rectangulaire, on peut écrire que le courant i_s dans le circuit secondaire a pour expression

$$i_s = 2\frac{E_D}{\sqrt{\frac{L}{C}}}\sin\frac{\omega_2\varepsilon}{2}\,e^{-\frac{R}{2L}t}\sin\omega_2 t,$$

où ω_2 est la pulsation correspondant à la fréquence propre du circuit considéré, ε, la durée du maximum de la tension de choc, R, L et C, les constantes du circuit. Cette expression est obtenue en considérant le courant i_s comme étant la superposition des deux courants, l'un i_e qui s'établit lors de l'application de la tension de choc et l'autre i_a, lorsque cette tension disparait; comme ε est très faible, l'amortissement de i_e pendant ce temps est négligeable.

Si le régime devient stationnaire ($t = \infty$), l'amplitude du courant i_s a pour expression

$$I_s = 2\frac{E_D}{\sqrt{\frac{L}{C}}}\sin\frac{\omega_2\varepsilon}{2}\left[1 + e^{-\frac{R}{2L}T} + e^{-\frac{R}{2L}2T} + \ldots + e^{-\frac{R}{2L}nT}\right].$$

où n tend vers l'infini et T représente le temps qui sépare deux chocs de tension successifs. La valeur de I_s est donc, en définitive, en remarquant que la série entre parenthèses est une progression géométrique.

$$I_s = \frac{2E_D}{\sqrt{\frac{L}{C}}}\sin\frac{\omega_2\varepsilon}{2}\,\frac{1}{1 - e^{-\frac{R}{2L}T}}.$$

2. Influence du circuit auxiliaire. — Pour faire ressortir cette influence, qui doit être telle que E_D doit, du fait de sa présence, être augmenté ou $\omega_2\varepsilon$, modifié, remarquons que l'on a

$$E_D = L_D\frac{di}{dt}$$

d'où

$$\varepsilon E_D = L_D\Delta i = \text{constante},$$

L_D étant l'inductance de la bobine D et Δi, la variation du courant dans cette bobine pendant le temps ε.

Le circuit auxiliaire doit donc remplir les deux conditions suivantes : 1° les chocs de tension aux bornes de la bobine doivent contribuer à provoquer des oscillations dans ce circuit; 2° ces chocs de tension dont il reçoit de l'énergie, à intervalles de temps réguliers, sont augmentés par lui.

La figure 2 montre la variation du courant du circuit auxiliaire, ou, tout au moins, quelques-unes de ses valeurs

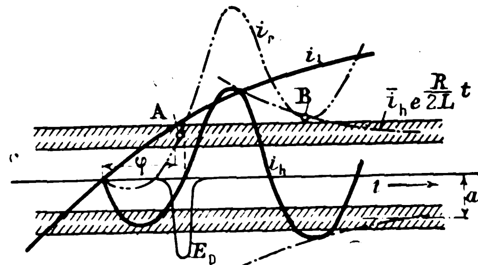


Fig. 2. — Courbes des courants i_1 de l'alternateur, i_h du circuit auxiliaire et de la tension de choc E_D aux bornes de l'inductance.

par rapport au courant du circuit de l'alternateur dans la bobine; sur cette figure, i_1 est le courant de l'onde fondamentale (10 000 p : s); i_h, le courant du circuit auxiliaire qui est amorti peu avant le nouveau choc de tension; i_2, le courant résultant des deux précédents, par addition de leurs valeurs instantanées. Si i_h n'existait pas, il n'y aurait que la petite pointe de tension E_{D1}. Sous l'influence du courant du circuit auxiliaire, le choc de tension est déplacé dans le temps et la pointe E_{D1} est bien augmentée, du fait que

$$\frac{d}{dt}(i_1 + i_h) > \frac{di_1}{dt}$$

et de plus, comme $\varepsilon E_D =$ constante, la durée ε du maximum de la tension est déterminée.

Le courant du circuit auxiliaire modifie donc, par réaction, l'allure de la tension de choc en tendant à augmenter l'amplitude de cette tension. En principe, les circuits auxiliaire et secondaire sont identiques et on serait porté à croire que pour des constantes convenables du circuit secondaire, c'est-à-dire par un rapport judicieux entre l'induc-

[1] Gg. Hilpert et H. Seydel. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 14 avril 1927, t. XLVIII, p. 492-497, 650 mots, 9 figures.

[2] Gg. Hilpert et H. Seydel. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 15 et 22 avril 1926, t. XLVII, p. 433-435 et 472-475; analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 6 novembre 1926, t. XX, p. 681-682.

tance et la capacité, il serait possible de supprimer ce circuit auxiliaire; mais il faut remarquer que la valeur élevée de $\frac{di_h}{dt}$ pendant la durée du choc doit être maintenue pendant un temps assez long, ou au moins sa variation pendant le temps ε doit être peu sensible, d'où la nécessité d'accorder le circuit auxiliaire sur un des harmoniques les plus élevés de l'onde fondamentale; de plus, il n'a jamais été prouvé que le plus grand courant dans le circuit secondaire et la plus grande augmentation de tension aux bornes de la bobine, déterminée par le courant du circuit secondaire, correspondent pour un seul et même système de valeurs des constantes de ce circuit.

Il importe donc, ajoutent les auteurs, de déterminer l'ordre de l'harmonique de l'onde fondamentale du courant de l'alternateur pour lequel doit être accordé le circuit auxiliaire.

3. Choix de l'ordre de l'harmonique sur lequel doit être accordé le circuit auxiliaire. — Il importe de remarquer que l'on est limité dans ce choix par le fait que la fréquence du circuit auxiliaire ne doit pas être un multiple trop élevé de celle de l'onde fondamentale; si, en effet, cette fréquence était trop grande, il se produirait des tensions de choc que nous pouvons appeler de second ordre, aux bornes de la bobine, et qui seraient dues à un circuit auxiliaire. L'énergie mise en jeu dans ces tensions de choc serait empruntée à ce circuit et il en résulterait un amortissement rapide du courant, amortissement qui réduirait l'influence du circuit dans l'augmentation de l'amplitude des tensions de choc dues à l'alternateur. Le circuit auxiliaire ne doit donc intervenir que pour provoquer la production, par l'alternateur, d'une quantité d'énergie suffisante, correspondant à l'augmentation de la tension de choc aux bornes de l'inductance. Ces considérations conduisent les auteurs à fixer une limite a (fig. 2) telle que l'on ait

$$-i_h + i_1 \sin\left(2\pi \frac{5}{4}\frac{t}{T}\right) \leqq -a,$$

pour que soient précisément évitées les tensions de choc dues au circuit auxiliaire; cette relation suppose que les deux courants s'annulent simultanément, ce qui correspond très approximativement à la réalité. Un calcul simple permet de conclure que la fréquence propre du circuit auxiliaire doit être égale à 5 fois celle de l'onde fondamentale du courant de l'alternateur.

4. Etude du fonctionnement du circuit auxiliaire. — Le choix de la fréquence propre de ce circuit étant fait, comment en déterminer les constantes? Telle est la question résolue dans la suite de l'article. Il est tenu compte de ce que la bobine d'inductance est enroulée autour d'un noyau de fer et il y a lieu de distinguer deux pulsations du courant i_s défini plus haut, ω'_2 correspondant aux valeurs élevées de l'inductance de la bobine et ω_2, à ses valeurs réduites; on désigne par F le rapport de ω'_2 à ω_2, rapport supposé égal à 0,63. L'amplitude du courant i_2 du circuit auxiliaire est donnée en fonction de i_s par la formule

$$I_2 = \frac{I_s}{1 - e^{-\frac{R}{L}T}}\left\{\sqrt{1 - e^{-\frac{R}{L}T}\sin^2\psi} + e^{-\frac{R}{2L}T}\cos\psi\right\}.$$

Remarquant, d'autre part, que

$$E_D = L_D\left(\frac{di_1}{dt} + \frac{di_2}{dt}\right),$$

que $\frac{di_1}{dt}$ est constant et égal à Γ et que, pendant la durée de la tension de choc,

$$\frac{di_2}{dt} = -I_2F\omega_2 e^{-\frac{R}{2L}T}\cos\varphi$$

on en déduit

$$E_D = L_D\left(\Gamma - I_2F\omega_2 e^{-\frac{R}{2L}T}\cos\varphi\right).$$

Cette formule n'est pas absolument exacte. Au moment du choc, la réaction du circuit auxiliaire sur le circuit principal de l'alternateur augmente et une fraction non négligeable du courant du circuit auxiliaire traverse la machine, la bobine et le condensateur du circuit de cette dernière; il en résulte une réduction du second terme de E^D; on peut écrire

$$E_D = L_D\left(\Gamma - \alpha I_2F\omega_2 e^{-\frac{R}{2L}T}\cos\varphi\right)$$

où $\alpha = 0,2$. Les angles ψ et φ sont définis sur la figure 3.

L'application numérique traitée à la fin de l'article et les oscillogrammes du courant dans le circuit auxiliaire et de la tension aux bornes de la bobine d'inductance montrent l'utilité du circuit auxiliaire convenablement déterminé qui, en augmentant la tension de choc, augmente le rendement du système. — B. H.

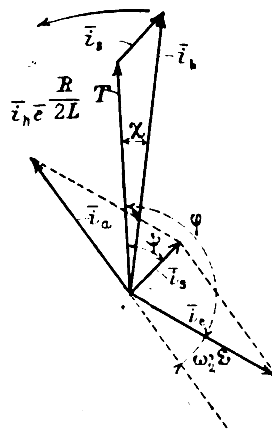


Fig. 3. — Diagrammes des courants dans les circuits du multiplicateur de fréquence.

ERRATUM

Dans le compte rendu de la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension, publié dans notre numéro du 3 septembre 1927, t. XXII, pages 332-340, faire la rectification suivante :

Page 337, 2e colonne, 2e ligne, au lieu de « courant triphasé à 600 000 V », lire : « courant triphasé à 60 000 V ».

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Compagnie d'Electricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière).

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 2 JUIN 1927.

D'après le rapport annuel de cette société au capital de 100 millions de francs et dont le siège est à Paris, 52, rue de Lisbonne, le développement des affaires industrielles a continué à être satisfaisant.

Au cours de l'exercice 1926, la longueur totale des câbles souterrains à haute tension est passée de 515 200 m à 554 420 m; celle des câbles aériens, de 189 845 m à 234 580 m.

La longueur des câbles souterrains à basse tension est passée de 203 620 m à 213 360 m; celle des câbles aériens, de 1 033 590 m à 1 127 580 m.

La population desservie directement est passée de 488 569 habitants à 582 704 habitants et la population totale desservie par le réseau de l'Ouest-Lumière est passée de 620 299 habitants à 759 084 habitants.

Le nombre d'abonnés directs est passé de 136 692 à 149 632.

La puissance installée en service est passée, pour l'éclairage, de 64 473 kw à 71 132 kw et pour la force motrice, de 118 363 kw à 121 933 kw.

Les participations dans les autres sociétés ont aussi donné des résultats satisfaisants. Voici, à leur sujet, les renseignements publiés dans le rapport.

La participation dans l'Union d'Electricité est restée sensiblement de même importance que celle au 31 décembre 1925. L'activité de cette société est en accroissement constant, le dividende nominal, en progression régulière, a été de 20 fr par action pour l'exercice 1925; le dividende pour 1926 est de 22,50 fr.

La compagnie a accru sa participation dans la société dite Sud-Lumière, dans une proportion plus grande que celle qui lui était acquise en raison de l'augmentation de capital de cette société, qui est passé de 20 à 30 millions de francs pendant l'exercice 1926.

La Compagnie générale de Lumière et Traction, dont la compagnie possède la plus grande partie du capital, a cessé son activité pour ce qui concerne l'entreprise de travaux électriques; elle concentre, désormais, ses moyens d'action sur le développement des applications domestiques de l'électricité. Le dividende déclaré en 1926 pour l'exercice 1925 a été de 7 fr.

La Compagnie d'Eclairage et de Chauffage par le Gaz de la Banlieue de Paris, qui alimente en gaz et en électricité un groupe de communes de la banlieue nord-est de Paris, a doublé son capital pendant l'exercice 1926. La compagnie a pris, dans cette augmentation, la part qui lui revenait. Le dividende déclaré pour 1926 a été de 60 fr par action de 500 fr.

La participation dans la Société versaillaise de Tramways électriques et de Distribution d'Energie a été sensiblement accrue du fait de l'acquisition d'actions qui ont été cédées à la compagnie par des groupes amis.

Les résultats intéressants et encourageants que donne cette société et sa proximité du réseau de la compagnie conduisent à prendre le plus grand intérêt au développement de cette affaire : le dividende déclaré en 1926 a été de 30 fr par action ordinaire.

Poursuivant la politique de pénétration des intérêts des secteurs de la banlieue de Paris, la compagnie a pris, dans l'augmentation de capital du Nord-Lumière, la part qui lui revenait.

La Société d'Electricité de Saint-Germain-en-Laye, dans laquelle la compagnie a une importante participation, a procédé au remaniement de son capital qui a été porté de 1 500 000 fr à 4 500 000 fr. Elle a pris, dans cette augmentation, la part qui lui était due.

La Société andelysienne d'Electricité, a procédé à une augmentation de capital à laquelle la compagnie a participé. Les résultats financiers sont encourageants : le dividende déclaré en 1926 a été de 20 fr par action de 250 fr.

La compagnie a également pris part, à la fin de 1926, à des augmentations de capital de la Société de Distribution de l'Ouest, qui alimente des régions voisines et de la Société de Force et Lumière électriques qui s'est fait une spécialité des travaux d'électrification.

Voici, maintenant, les résultats financiers de la compagnie dont nous nous occupons.

Après déduction des charges sociales et provisions, le compte de profits et pertes présente un solde de 27 141 195,61 fr comprenant le bénéfice de l'exercice 1926, soit 26 923 070,28 fr et le report de l'exercice 1925, soit 218 125,33 fr (1).

Le bénéfice de l'exercice 1926 se répartit de la façon suivante : versements de 6 000 000 fr au compte général d'amortissement et de 3 000 000 fr au compte provision pour éventualités diverses; 896 153,50 fr représentant les 5 pour 100 de la réserve légale; un intérêt de 6 pour 100 aux actions, soit 6 000 000 fr; 10 pour 100 du reste au Conseil d'administration, soit 1 102 691,70 fr; versement d'une somme de 1 000 000 fr à la réserve de prévoyance.

Il reste une somme de 8 924 225,08 fr qui, avec le report de l'exercice 1925, de 218 125,33 fr, donne un total de 9 142 350,41 fr permettant de répartir un dividende supplémentaire aux actions, de 5,5 pour 100 par domaine contractuel, soit 5 500 000 fr et de 3,5 pour 100 par domaine privé, soit 3 500 000 fr.

Le report à nouveau est de 142 350,41 fr.

(1) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 21 août 1926, t. XX, p. 291-292.

Le dividende brut est donc de 15 fr par action, payable depuis le 30 juin 1927 sous déduction des impôts et de l'acompte déjà versé.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif.

	fr
Terrains et constructions	10 918 247,70
Matériel et installations	87 163 608,57
Entrepreneurs et constructeurs (paiements sur travaux en cours)	1 380 585,90
Petit matériel et outillage, mobilier et agencement moins amortissement	1 »
Approvisionnements généraux	5 113 329,93
Cautionnements	3 486 828,80
Titres et valeurs	45 944 079,61
Caisse et banques	22 581 968,80
Effets à recevoir	1 922 395,05
Abonnés	17 999 985,58
Débiteurs divers	6 678 298,95
Acompte sur dividende 1926	10 000 000 »
	213 189 329,89

Passif.

	fr
Capital actions	100 000 000 »
Réserve légale	2 733 721,40
Réserve de prévoyance	2 000 000 »
Provision pour risques divers	2 400 000 »
Primes d'émission des actions (reliquat)	2 676 349,25
Compte général d'amortissements moins prélèvements des exercices antérieurs	21 000 000 »
Bons obligataires décennaux à 6 pour 100	17 000 000 »
Dépôts de garantie	7 177 061 »
Fournisseurs	9 092 194,34
Créditeurs divers	16 246 971,45
Obligations 4,50 pour 100 et bons 5,50 pour 100 restant à rembourser	32 390,15
Actions : coupon n° 24 — acompte sur dividende exercice 1926	5 124 530,40
Coupons à payer	564 916,29
Profits et pertes :	
Solde bénéficiaire de l'exercice 1926	26 923 070,28
Report à nouveau	218 125,33
	213 189 329,89

Société de Production et de Distribution d'Energie.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 6 MAI 1927.

Du rapport annuel de cette société au capital de 10 millions de francs et dont le siège est à Paris, 96, rue de la Victoire, nous extrayons les renseignements qui suivent :

A Reims, la vente d'énergie électrique s'est accrue dans des proportions très satisfaisantes.

La société a mis en service, au cours de l'exercice, 14 nouveaux réseaux communaux, ce qui porte à 93 le nombre des communes desservies au 31 décembre 1926.

Un nouveau turboalternateur de 8 000 kw a été mis en service au mois d'octobre 1926 et un nouveau générateur de vapeur du type Ladd-Belleville, capable de produire 20 000 kg de vapeur à l'heure, est en cours de montage.

A Langres, les résultats d'exploitation de l'usine à gaz sont les mêmes que ceux de l'exercice 1925.

La vente d'énergie électrique accuse un accroissement très sensible.

Le réseau syndical intercommunal langrois comprenant 133 communes est entièrement en service et la société apporte tous ses efforts pour accentuer le développement de la vente de l'énergie électrique.

La Société d'Etudes des Chutes de la Cure, à laquelle la société est intéressée, a poursuivi ses études pour l'aménagement des chutes dont elle est concessionnaire.

L'examen du compte de profits et pertes montre que les produits bruts des exploitations s'élèvent à 3 110 166,19 fr et les revenus du portefeuille à 12 323,50 fr, soit un total de recettes de 3 122 489,69 fr.

Pour l'exercice précédent, le produit brut des exploitations n'avait été que de 2 319 465,05 fr (1).

Au débit, les frais généraux s'élèvent à 502 929,64 fr; les intérêts et charges financiers des obligations et emprunts, à 902 993,71 fr; les frais d'émission d'obligations, à 250 000 fr. Après versement de 350 000 fr au compte spécial de premier établissement et de 1 116 566,34 fr pour amortissements du poste usine et secteur, le total du débit balance le crédit du compte de profits et pertes.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Usines et secteurs électriques	20 130 389,19
Usine à gaz et canalisations	533 692,47
Matériel d'exploitation	947 812,47
Caisses et banques	514 747,68
Loyers d'avance et cautionnements	48 783,60
Portefeuille titres et participations industrielles	249 120 »
Débiteurs divers et avances sur commandes	4 000 279,56
Impôts à recouvrer	114 682,82
Approvisionnements	2 278 293,87
Frais d'émission d'obligations et d'augmentations de capital moins amortissements	550 000 »
Prime de remboursement des obligations à 6 pour 100	600 000 »
Compte spécial de frais de premier établissement (intérêts temporaires aux actions) moins amortissements	750 000 »
	30 717 802,66

Passif.

	fr
Capital social	10 000 000 »
Obligations à 6 pour 100, 1re émission	6 000 000 »
Obligations à 6 pour 100, 2e émission	4 000 000 »
Obligations à 7 pour 100	1 328 500 »
Réserve légale	35 841,62
Amortissements sur usines et secteurs	2 415 912,85
Coupons à payer	48 100,26
Intérêts courus mais non échus sur les obligations	207 749,60
Créditeurs divers	6 681 498,33
	30 717 802,66

(1) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 28 août 1926, t. XX, p. 326.

SECTION DE LÉGISLATION

La réforme de la législation sur les brevets d'invention

L'auteur examine et critique certaines dispositions du projet de loi voté par la Chambre des Députés, et actuellement soumis au Sénat, en vue d'obtenir de celui-ci le rejet de certaines innovations ultimes regrettables et la reprise du projet initial plus homogène et fruit d'une minutieuse préparation.

I. Introduction. — La Chambre des Députés a discuté et voté au cours d'une série de séances s'espaçant du 22 mars au 7 avril 1927, des dispositions nouvelles comprises dans 71 articles et assez différentes, pour certaines du moins, des dispositions comprises dans les 54 articles qui constituaient jusqu'ici la loi du 5 juillet 1844 sur les brevets d'invention (1).

Le projet sur lequel la Chambre a délibéré, à la suite d'un rapport remarquable de M. Marcel Plaisant, était le résultat d'une longue préparation, puisque, aussi bien, depuis quelque vingt ans, les groupements s'occupant de propriété industrielle n'ont pas cessé de délibérer sur de nombreuses propositions de réforme, issues d'une expérience presque séculaire,

Le texte élaboré finalement, après des remaniements incessants, au gré des critiques ultimes, n'a subi en séance, heureusement, que de rares modifications, que nous devrons critiquer en souhaitant vivement que le Sénat les rejette, en même temps qu'il pourra, il faut aussi l'espérer, apporter quelques améliorations au texte même proposé par la Commission du Commerce et de l'Industrie et voté par la Chambre, en raison de certaines dispositions qu'il contient.

Il nous sera permis, en raison de la collaboration que nous avons nous-même constamment apportée depuis une quinzaine d'années à la préparation de la réforme, d'exposer, ici, notre approbation ou nos critiques, le cas échéant, en vue d'aider à perfectionner encore, à l'occasion de la discussion devant le Sénat, l'instrument si important, dont notre industrie et notre commerce vont se trouver dotés pour de longues années sans doute.

II. Nécessité de la réforme. — Avant de préciser sur quelles dispositions particulières nous comptons porter notre examen, avant même d'exposer l'économie générale de la loi, il nous paraît nécessaire de rappeler comment se posait le problème et dans quel sens les réformateurs ont tenté de le résoudre.

Le discours du rapporteur du projet de loi à la Chambre, aussi lumineux que plein d'aperçus profonds sur la portée économique de la législation envisagée, a montré l'intérêt considérable, débordant même nos frontières, de la réforme en gestation (1).

Le brevet d'invention a pour but d'assurer à l'inventeur d'une découverte d'application industrielle un monopole, sévèrement garanti pendant une durée déterminée; à l'expiration du délai ainsi fixé, l'invention tombe dans le domaine public.

La concession d'un brevet est donc la conclusion d'une transaction intervenue entre l'inventeur et l'Etat représentant la Société, et cela pour des raisons d'ordre doctrinal et pratique qui sont depuis longtemps connues et admises, et que les législations de tous les pays du monde ont consacrées depuis longtemps.

La législation, qui organise le statut des brevets d'invention, doit définir nettement ce qui est brevetable et ce qui ne l'est pas; elle doit dire à quelles conditions la protection légale doit être assurée, pendant quelle durée, comment elle peut se perdre, comment le breveté peut transmettre ses droits, ou partie d'entre eux, comment il peut les faire respecter, etc.

Il faut tenir compte, non seulement des intérêts respectifs de l'inventeur et de la collectivité, mais de ceux de l'inventeur futur, prochain, qui attend l'expiration du brevet en cours pour en perfectionner l'objet. Il faut encore tenir compte des dispositions des législations étrangères, des conventions internationales, bref, d'un ensemble de conditions d'ordre non seulement juridique mais économique et de caractère international, ce qui rend la solution d'un tel problème particulièrement délicate et conditionnée à une connaissance approfondie de la matière.

Pour n'appeler l'attention que sur certains points, à titre d'exemple, et préciser la portée des observations qui précèdent, la durée du brevet doit être à la fois assez longue pour assurer au breveté le moyen de tirer

(1) FERNAND-JACQ. La réforme de la législation sur la propriété industrielle. *Revue générale de l'Electricité*, 18 novembre 1922, t. XII, p. 785-792. — Le projet de réforme de la loi sur les brevets d'invention. *Revue générale de l'Electricité*, 20 décembre 1924, t. XVI, p. 1 013-1 016. — La réforme de la législation sur la propriété industrielle et commerciale. *Revue générale de l'Electricité*, 11 avril 1925, t. XVII, p. 591-592. — Le projet de réforme sur les brevets d'invention. *Revue générale de l'Electricité*, 23 janvier 1926, t. XIX, p. 151-155.

(1) Voir procès-verbal de la Séance de la Chambre du 22 mars 1927.

de son invention un profit légitime, mais calculée d'autre part en fonction de la durée moyenne des brevets étrangers pour ne pas handicaper l'industrie nationale et pour permettre, par ailleurs, le perfectionnement continu et le plus rapide possible des procédés et des produits et par suite le développement du progrès industriel.

De même, si des taxes sont nécessaires pour assurer la marche des services administratifs indispensables et si elles doivent être calculées de manière à ne pas écraser les premières années de la vie du brevet, elles doivent, néanmoins, couvrir les charges qu'impose l'organisation des bureaux de la Propriété industrielle.

La loi de 1844 qui intervenait à une époque où l'industrie naissait à peine, alors que de nombreux pays ne possédaient pas encore de législation spéciale, alors que les grandes conventions internationales n'étaient pas même en vue, n'avait pu envisager certains problèmes que notre époque si différente a depuis posés impérieusement et en partie résolus.

C'est ainsi que depuis un certain temps, en raison de la multiplicité des brevets, de l'appréciation que doivent pouvoir en faire ceux qui voudraient aider à leur mise en œuvre, on fut amené à se demander s'il fallait ou non délivrer les brevets librement aux risques et périls des sollicitants ou s'il ne fallait, au contraire, les délivrer qu'après un examen préalable de leur nouveauté.

On fut amené également à se demander s'il fallait conditionner le maintien du monopole accordé à une exploitation effective, jugée suffisante, dans un certain délai et dans le pays du brevet, ou si la non-exploitation ne devrait pas avoir d'autre sanction que l'obligation de concéder des licences d'exploitation aux tiers qui en feraient la demande; on s'est demandé encore si l'on ne devrait pas permettre dans certaines conditions la résurrection des brevets déchus faute de paiement des annuités; dans quelles conditions l'État, pour les besoins de la Défense nationale, pourrait exproprier certaines inventions; on s'est demandé encore comment on pourrait fixer, en raison de la multiplication progressive des conflits en la matière, les droits respectifs des employeurs et des salariés, lorsque ceux-ci font des inventions au cours de leur contrat de louage de services.

Toutes ces questions, devenues capitales, et dont la solution, ou bien n'avait pas été envisagée en 1844, soit parce qu'elles ne présentaient aucun intérêt au regard de la situation d'alors, soit parce qu'on en avait esquivé la difficulté mais dont certaines avaient dû être résolues depuis, en l'absence de textes, au gré des espèces, par une jurisprudence ingénieuse, guidée, à défaut de dispositions formelles, par la simple équité, ont été l'objet dans le projet de loi de prescriptions positives, qui impriment à la réforme un caractère d'actualité et de particulière importance.

Il nous faut donc, pour préciser la portée du projet voté par la Chambre, examiner maintenant l'économie générale de la loi, les principales dispositions du texte nouveau et formuler certaines critiques qui concerneront notamment les articles 5, 33 et suivants, 41 et 46, ainsi que d'autres dispositions de moindre importance.

III. Objet de la réforme. — 1. Caractéristiques nouvelles du projet. — Le projet de la Chambre se caractérise par des innovations importantes.

En effet, il étend notamment le domaine de la brevetabilité aux produits chimiques définis, même lorsque ces produits concernent des produits pharmaceutiques, en raison des procédés et dispositifs servant à leur obtention; il augmente la durée des brevets d'invention, qu'il porte à 20 ans; il organise un nouveau système de taxes à faible taux pour la première période de protection ; il réglemente les droits respectifs des employeurs et des salariés sur les inventions; il autorise, dans certaines conditions, la restauration des brevets déchus; il substitue à la déchéance faute d'exploitation, le régime plus souple de la licence obligatoire ; il institue un système d'expropriation des brevets pour cause d'utilité publique ou de défense nationale ; il apporte, à l'occasion de la répression de la contrefaçon, tant au breveté qu'aux tiers objets des poursuites, certaines garanties, notamment en exigeant que la mauvaise foi soit établie dans tous les cas pour qu'il y ait délit, en augmentant le délai pour assigner après la saisie, en renforçant les peines de la contrefaçon, en instituant même des délits nouveaux, en permettant d'abréger les instances, en faisant procéder à des nominations d'expert par voie de référé, etc... etc..; enfin le projet s'efforce de protéger le public lui-même en obligeant le breveté à inscrire sur les dispositifs et produits, la mention « brevet » et le numéro d'ordre du brevet en vigueur, et en réprimant d'autre part l'usurpation de la qualité de breveté.

2. Examen des dispositions essentielles. — Si l'on entre un peu plus avant dans l'examen de la législation proposée par la Chambre, les dispositions essentielles sont les suivantes :

L'article 3 ne maintient l'exclusion du bénéfice du brevet qu'aux produits pharmaceutiques et remèdes proprement dits et sous la réserve expresse que les produits chimiques définis pourront être brevetés et que les procédés, dispositifs ou moyens servant à les obtenir, qu'ils concernent ou non des remèdes, pourront l'être également.

En outre, l'article 26 institue la faculté, pour tous les inventeurs d'un procédé nouveau, pour obtenir un produit breveté ou qui constitue un perfectionnement au procédé initial breveté déjà, d'exiger du propriétaire du brevet principal une licence d'exploitation, les mettant ainsi à même d'exploiter leur invention et d'en faire bénéficier le public immédiatement.

D'autre part, l'inventeur ne risquera plus de voir son brevet refusé sans autre réserve qu'un pourvoi fort aléatoire devant le Conseil d'État, en effet, suivant le projet voté par la Chambre une opposition du Ministère à

la délivrance du brevet ne pourra être faite qu'après avis conforme du Comité technique de la Propriété industrielle, l'intéressé ayant été entendu préalablement et conservant en outre le pouvoir de discuter ultérieurement l'avis de rejet devant les tribunaux de droit commun.

L'article 4 porte la durée des brevets de 15 à 20 ans et règle le montant des taxes.

Moyennant le paiement d'un droit de dépôt de 100 fr, et d'une taxe de publication de 250 fr, le breveté se trouvera dispensé pendant les 4 premières années de tout autre paiement; il ne paiera qu'à l'expiration de cette période, pendant laquelle il aura eu le temps de faire apprécier la valeur de son invention, une taxe annuelle de 300 fr, augmentée successivement de 50 fr par chaque année nouvelle.

Les articles 5 à 11 concernent les conditions de délivrance des brevets et n'ajoutent que peu de chose à la pratique jusqu'ici suivie; ils consacrent à nouveau le système de la délivrance libre qui, pour de multiples raisons, maintes fois exposées, est la seule possible, tout au moins dans les circonstances actuelles, dans notre pays.

Toutefois, les nouvelles dispositions assurent à l'inventeur le maximum de garanties contre les erreurs ou l'arbitraire de l'Administration. Les textes nombreux, clairs et précis ne se plient guère à une analyse que leur caractère exclusivement utilitaire rendrait, d'ailleurs, dans cette étude succincte, quelque peu rébarbative et confuse, il suffira de se reporter aux textes.

L'article 12 introduit dans notre législation une disposition favorable aux inventeurs dénués de ressources en instituant ce qu'on a appelé le petit brevet

Aux termes de cet article (§ § 2, 3, 4), l'inventeur pourra déposer sa demande sous pli secret avec réquisition d'ajournements de la délivrance du brevet pendant une année, sans avoir à acquitter d'autre taxe qu'un versement de 50 fr à valoir sur la taxe normale, qu'il sera libre de compléter à l'expiration de l'année pour obtenir la délivrance du titre ou d'abandonner avec la demande.

Les articles 22 à 25 traitent des changements, perfectionnements et additions et spécifient que lorsqu'un brevet principal aura encouru une déchéance ou une nullité, les certificats d'addition, constituant des inventions indépendantes, survivront au brevet principal et, au lieu de tomber avec le brevet principal deviendront des brevets indépendants, à charge naturellement de payer, pour chacun d'eux, par la suite, les taxes imposées aux brevets.

Les articles 26 à 28 règlent les conditions à observer pour transmettre la propriété des brevets ou le droit à leur exploitation, leur mise en gage, etc... en incorporant notamment dans le texte général les dispositions de la loi du 26 juin 1920.

Les articles 28 à 32 concernent la publication et la conservation des brevets et des documents, qui les accompagnent.

Les articles 33 à 35 consacrent une innovation importante sous le titre « des droits des employés »; nous y reviendrons, en présentant les critiques que nous avons annoncées.

Les articles 36 à 38 rappellent et spécifient quels droits les étrangers pourront invoquer, observation faite que pour la presque totalité des pays étrangers ces droits sont déterminés par la Convention internationale d'Union de Paris de 1883, revisée en dernier lieu à La Haye en 1925 et non encore ratifiée. On sait que d'une façon générale la Convention internationale assimile l'étranger unioniste au national (art. 2 de la Convention de Paris).

Les articles 39 à 45 envisagent les nullités et déchéances que peuvent encourir les brevets d'invention et les actions qui les consacrent.

Ces textes reproduisent les textes correspondants de la loi de 1844 étendus par une jurisprudence interprétative, mais ils contiennent, en outre, une innovation importante, et d'ailleurs fort discutée, qui fait échec à la déchéance faute de paiement des annuités, en instituant la restauration des brevets déchus dans certaines conditions. Nous y reviendrons lorsque nous exposerons les critiques que nous croyons devoir faire au projet.

Une autre innovation importante est consacrée par les articles 46 et 47, aux termes desquels la déchéance faute d'exploitation après trois ans d'inactivité, sans justification des causes de l'inaction du breveté, est désormais supprimée et remplacée par le régime de la licence obligatoire.

Cette réforme, depuis longtemps réclamée, a été réalisée depuis un certain nombre d'années dans divers pays, dont le nombre tend à s'accroître.

L'article 46 est un des plus importants du projet.

Non seulement il organise en France le régime de la licence obligatoire permettant à des tiers, après avis d'une commission arbitrale spéciale, d'obtenir la licence d'exploitation d'un brevet dont l'exploitation, jugée inexcusable, n'a pas eu lieu trois ans après le dépôt de la demande, mais il organise, ainsi que l'article 47, les conditions d'attribution des licences obligatoires et encore, mais implicitement, conformément aux prescriptions de l'article 33, § 4, donne pouvoir à la commission arbitrale de fixer les droits respectifs des employeurs et des salariés sur leurs brevets. Cette disposition toute particulière appellera nos critiques motivées. La gravité et la complexité des problèmes soulevés par ces dispositions ont certainement échappé à la Chambre des Députés; nous y reviendrons.

Les articles 48 et 49 prévoient l'expropriation des brevets pour cause d'utilité publique ou de défense nationale; ces dispositions s'inspirent de l'ancienne loi temporaire du 12 avril 1916, abrogée à la fin des hostilités, dont ils reproduisent les dispositions essentielles, en organisant un régime définitif.

La protection des inventeurs et la garantie des justiciables poursuivis fait l'objet d'une série d'articles numérotés de 50 à 61.

L'innovation essentielle consiste en l'introduction dans l'article 50, qui remplace l'article 40 de la loi de 1844, de l'exception de bonne foi, qui, par une disposition exorbitante du droit commun était jusqu'ici inopérante en matière de contrefaçon de brevet.

En effet, l'article 40 de la loi de 1844 décide que toute atteinte portée aux droits du breveté, soit par la fabrication, soit par l'emploi des moyens brevetés, constitue le délit de contrefaçon, même si le fabricant ou l'usager commercial est de bonne foi. Un arrêt de la Cour de Cassation, toutes chambres réunies, du 30 octobre 1899, a spécifié que cet article était applicable à tous ceux qui emploient à titre commercial les moyens brevetés.

Dorénavant, comme en matière de droit commun, il n'y aurait de délit que si le contrefacteur, qui est présumé de mauvaise foi, était dans l'impossibilité d'établir sa bonne foi, l'ignorance alléguée de brevets régulièrement publiés ne pouvant à elle seule être invoquée comme preuve de bonne foi; cependant, toute atteinte, même portée de bonne foi, aux droits du breveté pourrait donner lieu à une action exclusivement civile contre l'auteur du préjudice.

Une innovation intéressante, consacrée par la Conférence de la Haye dans le domaine international, est reproduite par l'article 51, qui spécifie que l'atteinte aux droits du breveté par l'emploi à bord d'un navire étranger, ou d'engins de locomotion quelconques, de dispositifs brevetés, lorsque ces navires ou engins de locomotion pénétreront temporairement ou accidentellement en France (sous réserve que la législation des pays auxquels ces engins appartiennent accorde, bien entendu, des droits analogues aux engins de locomotion nationaux), ne constituera pas un délit.

L'article 54 augmente, en cas de récidive, les peines de la contrefaçon ; il institue un délit nouveau à la charge du contrefacteur, ancien employé du breveté, ou associé de l'ancien ouvrier du breveté.

L'article 57 permet expressément au tribunal correctionnel de statuer sur les exceptions de nullité, de déchéance ou de propriété du brevet.

L'article 58, en vue de pallier à une jurisprudence draconienne récente de la Cour de Cassation (arrêt du 22 décembre 1926) prévoit expressément que le breveté pourra faire opérer des saisies, même avant la délivrance du brevet, sur présentation du procès-verbal de dépôt de la demande du brevet et de la copie officielle de la demande.

L'article 59 porte de 8 à 15 jours le délai pour assigner en contrefaçon après saisie.

L'article 60 prescrit que dans les cours et tribunaux, composés de plusieurs chambres, toutes les affaires concernant les brevets d'invention seront renvoyées à une même chambre, qui sera ainsi spécialisée.

Les articles 62 à 71, qui visent des prescriptions particulières et transitoires, contiennent certaines dispositions intéressantes.

Tout d'abord, et en vue de faciliter la solution des procès, il est prévu que, orsqu'une affaire sera en cours, le président du tribunal ou de la chambre saisie du litige pourra, jugeant en référé sur la demande de l'une des parties, ordonner une expertise, sur laquelle il sera statué dans un délai déterminé, les experts pouvant être contraints à s'expliquer à l'audience.

C'est là pratiquement un double progrès, alors surtout qu'il est spécifié, en outre, que les experts seront désignés annuellement sur une liste dressée par le Comité technique de la Propriété industrielle, ce qui garantira, dans une large mesure, la compétence et l'honorabilité des experts ainsi choisis.

L'article 62, en vue de protéger le public contre la fraude, oblige le breveté à munir les objets de sa fabrication de l'indication « brevet » suivie du numéro du brevet; d'autre part des sanctions sont prévues contre celui qui usurperait à un titre quelconque la qualité de breveté.

Le projet prévoit enfin (articles 65 et suivants) que des décrets, rendus après avis du Comité technique de la Propriété industrielle, détermineront toutes les dispositions nécessaires pour l'application de la loi, qui ne deviendra exécutoire que six mois après sa promulgation, afin de permettre le réajustement des deux législations.

La loi serait applicable à l'Algérie et, à la suite de décrets pris après avis du Comité technique de la Propriété industrielle, aux colonies et aux pays de protectorat.

Telles sont les dispositions les plus importantes de la loi votée par la Chambre des Députés. Il s'agit maintenant de distribuer l'approbation ou le blâme et notamment de critiquer certaines dispositions, heureusement peu nombreuses au regard d'un texte aussi copieux... rari nantes in gurgite vasto !

IV. Critique de certaines dispositions du projet. — Tout ce qui concerne les conditions de brevetabilité et de délivrance des brevets, les taxes, la suppression de l'obligation d'exploiter à peine de déchéance et l'instaura tion du régime de la licence obligatoire, comme les innovations de procédure, etc..., tout cela est à approuver, car ces réformes ont été réclamées avec persévérance par tous les groupements qualifiés depuis de longues années, et les taxes qui consacrent ces réformes sont, à quelques variantes près de rédaction, l'œuvre patiente des juristes les plus avertis en la matière, assistés des techniciens, des industriels et des inventeurs les plus avisés.

Ces hommes et ces groupements ont recueilli, avant d'adopter les dispositions qu'ils ont énergiquement soutenues par la suite, les critiques émises de tous côtés, examiné les projets divers et ne se sont finalement décidés que pour ce qui représentait dans l'opinion générale raisonnable, les solutions les plus équitables ; de sorte qu'on peut dire que jamais loi technique ne fut plus minutieusement préparée et dans les conditions les plus rassurantes.

Bien mieux, en raison de la dépendance où se trouve

dans chaque pays la législation sur la propriété industrielle des législations des autres pays, dépendance qui se manifeste notamment par la conclusion de conventions internationales sur la propriété industrielle, les réformes que nous venons de signaler et d'approuver représentent l'introduction dans notre loi nationale de la part commune prise dans l'ensemble des législations les plus récentes et de certaines prescriptions de la Convention internationale d'Union de Paris et des Arrangements de Madrid et de La Haye (1).

Mais, ce juste témoignage rendu au projet de la Chambre, il faut maintenant lui dispenser les critiques et déplorer tout à la fois certaines initiatives ultimes de la Commission du Commerce et de l'Industrie de la Chambre, substituant aux textes adoptés finalement par le Comité technique de la Propriété industrielle, des textes nouveaux, qui constituent des initiatives regrettables en ce qu'elles apportent à l'ensemble homogène édifié avec tant de soin, un certain nombre d'incohérences, et surtout certaines suggestions encore plus déplorables intervenues au cours des séances de discussion, suggestions qui ont bénéficié de l'ignorance de la majorité et du prestige démagogique des mesures qu'elles préconisaient.

1. Critique relative a l'article 5. — La première critique à retenir concerne l'article 5, dont le texte fut modifié en séance par l'incorporation d'un amendement de M. Borel.

Le texte originaire de l'amendement de M. Borel, inspiré par la législation nord-américaine, était le suivant : « Cette demande (toute demande de brevet) devra, sauf dans les cas visés par l'article 33 (brevets de salariés), renfermer la déclaration sur l'honneur que l'invention est bien due au demandeur et que celui-ci n'a cédé à aucune autre personne les droits éventuels pouvant résulter pour lui du brevet. Toute fausse déclaration entraine la nullité du brevet sans préjudice de dommages-intérêts qui pourraient être réclamés par des tiers ».

Vainement le rapporteur et divers orateurs tentèrent de montrer que la proposition allait à l'encontre des véritables intérêts de l'inventeur, qui, contrairement à la faculté qui lui était jusqu'alors laissée, ne pourrait plus désormais, lorsqu'il aurait été devancé par un tiers par la prise d'un brevet, obtenir le transfert du brevet à son profit, en raison de ce que, s'il tentait de le réclamer, il assurerait *ipso facto* la déchéance du brevet.

Tout ce qu'il fut possible d'obtenir finalement, après une longue et confuse discussion, fut de limiter à l'inventeur l'exercice de l'action en nullité, et à ne la lui permettre que pendant un délai de 3 ans à compter de la demande du brevet.

Il est tellement manifeste que M. Borel et ses amis se sont mépris sur la portée de leur proposition et que les commentaires tentés pour interpréter le texte en vue de limiter ses déplorables effets, sont demeurés sans portée en raison de la brutalité des textes (impossibilité de réclamer le transfert sans faire jouer automatiquement la déchéance), qu'il ne peut faire de doute que le Sénat, à la grande satisfaction des auteurs mêmes de l'amendement, supprimera la disposition si malencontreusement introduite dans l'article 5.

Il suffit donc de signaler l'erreur commise, pour être assuré qu'elle sera certainement réparée par le Sénat, et admise lorsque le projet reviendra devant la Chambre.

2. Critique relative a l'article 33. — La seconde critique s'adresse à l'article 33 qui constitue l'une des innovations capitales de la réforme. Cet article et les deux suivants ont tenté d'édicter les règles qui devraient désormais fixer les droits respectifs des employeurs et des employés sur les inventions de ces derniers.

Si rien dans la loi de 1844 n'a déterminé les conditions dans lesquelles s'établiraient les droits respectifs des patrons et des salariés sur les inventions réalisées au cours des contrats de louage de services, depuis longtemps cependant la jurisprudence, à l'occasion d'espèces multiples constituant toute la gamme des circonstances et des possibilités, les a définies.

Le projet initial du gouvernement, œuvre du Comité technique, modifié quelque peu par le ministre du Commerce, avait été l'objet de critiques assez vives à la Commission du Commerce et de l'Industrie de la Chambre, qui y avait substitué un texte assez différent, tout au moins dans sa rédaction, et qu'entendait justifier un minutieux et remarquable commentaire du rapporteur, texte modifié encore, d'ailleurs, à la suite de certaines critiques émanant d'une part du Comité de l'Association française pour la Protection de la Propriété industrielle et de la Commission de Législation civile de la Chambre.

Le texte devait subir en séance une transformation nouvelle, conforme pour une large part à l'amendement présenté par M. Ernest Lafond au nom de la Commission de Législation civile.

M. Puech put faire remarquer judicieusement qu'au lieu d'améliorer la situation actuelle de l'inventeur salarié, malgré les intentions des réformateurs et l'apparence, le texte consacrerait une situation moins favorable pour le salarié inventeur que la jurisprudence dominante jusqu'alors.

Le président de la Commission tenta de démontrer que le dernier état du texte, remanié par la Commission ne faisait que consacrer cette jurisprudence et avait, en outre, l'avantage de garantir le salarié contre l'arbitraire, en imposant des directives assurant le respect des droits de celui-ci ; mais, indépendamment de ces assurances, il apparaît incontestable que la rigidité des nouvelles dispositions empêchera dans certains cas les tribunaux d'attribuer le bénéfice de l'invention au salarié, alors que certaines décisions de jurisprudence avaient pu jusqu'alors laisser au salarié inventeur le

(1) Fernand-Jacq. Le nouveau régime international de la propriété industrielle. *Revue générale de l'Electricité*, 5 février 1927, t. XXI, p. 231-236.

bénéfice de sa découverte, nonobstant les conditions dans lesquelles celle-ci avait eu lieu (notamment l'arrêt de la Cour de Paris de 1911 cité par M. Puech).

Les observations de MM. Puech, Borel et Reibel ont suffisamment souligné cette situation et il paraît certain que le texte adopté, bien qu'il proclame en principe les droits de l'inventeur salarié sur son invention et déclare la lui attribuer lorsqu'elle intervient en dehors du travail qui lui est départi, empêcherait dans certains cas où l'invention aura été réalisée partiellement avec les moyens matériels de l'employeur, de laisser au salarié le bénéfice de l'invention, comme à plusieurs reprises, dans de semblables circonstances, la jurisprudence a pu le faire.

Il est vrai que l'attribution d'une rémunération spéciale, en sus du salaire normal, dévolue pour les découvertes importantes à l'inventeur, même lorsqu'il agit en vertu d'une mission formelle, pourrait être considérée comme constituant une amélioration sensible au sort actuel du salarié inventeur et pourrait constituer une compensation appréciable à la régression qui vient d'être signalée; d'autre part, la netteté des principes posés devrait évidemment avoir pour résultat d'empêcher parfois des interprétations excessives, soit en faveur de l'employeur, soit en faveur de l'employé.

Aussi sous le bénéfice de ces observations entendons-nous réserver nos critiques essentielles pour une toute autre partie de l'article 33.

Les paragraphes 4 et 5 de cet article contiennent en effet des dispositions qui, tout d'abord, paraissent marquées au coin du bon sens et de l'équité les plus louables.

Ces dispositions sont les suivantes : « A défaut d'entente entre les parties, les conditions et l'importance de la rémunération seront fixées dans les conditions déterminées à l'article 46 de la présente loi, et revisables, le cas échéant, par périodes de quatre années jusqu'à l'expiration du brevet, dans les conditions déterminées à l'article 47.

« Si pour réaliser son invention, l'employé a utilisé les ressources matérielles et morales mises à sa disposition par l'employeur, *leurs droits respectifs seront fixés*, à défaut d'entente, *dans les conditions déterminées aux articles 46 et 47* ».

Au moment du vote, M. Puech fit remarquer que ces dispositions sympathiques, et apparemment inattaquables, allaient poser une question de compétence extrêmement délicate et il se demandait quelles seraient les limites de la compétence respective du Tribunal civil, qui est le juge de droit commun en matière de propriété industrielle, et la Commission spéciale prévue par le texte et instituée aux termes de l'article 46 du projet de loi.

Malheureusement, en raison de la longue discussion antérieure, de la fatigue générale, la question posée ainsi à une fin de séance, fut esquivée dans le brouhaha d'un vote de lassitude.

Or M. Puech, juriste expérimenté, avait pleinement raison!

Pour éviter de résoudre une situation difficile, apparue vaguement à la suite des critiques serrées des interrupteurs, opposant leurs préoccupations à l'optimisme de la Commission tiraillée par des amendements innombrables, désireuse d'aboutir après de multiples modifications de textes, au gré des réclamations de la dernière heure, l'Assemblée décida délibérément de laisser à une commission, honorablement composée sans doute, mais n'offrant, pour la discussion devant elle, aucune des garanties de la procédure régulière, le soin de trancher les plus délicates questions de propriété de brevets d'invention, alors qu'il est de principe incontesté dans la plupart des législations en la matière et notamment dans notre législation, de réserver aux seuls tribunaux civils la décision dans ce domaine.

Les dispositions, que nous critiquons, heurtent non seulement le principe même de la compétence spéciale attribuée pour des raisons graves et décisives, qui ne se discutent plus, aux tribunaux de droit commun, fondement de la garantie des inventeurs, mais apparaissent en contradiction avec d'autres prescriptions du projet, notamment avec les articles 42, 43, 50 et suivants.

Va-t-on, lorsqu'il se posera à la fois une question de nullité ou de déchéance, ou de contrefaçon du brevet, et une question de propriété ou de copropriété ou de revendication de propriété entre salarié et employeur, disjoindre, malgré la connexité, cette dernière question des autres questions soumises au juge civil, à cause du nouvel article 33, et des prescriptions de l'article 46, et ainsi déposséder les tribunaux réguliers du soin de déterminer à qui appartiendra définitivement la propriété du brevet? Ces cas se présentent très fréquemment.

Il est en effet traditionnel, au cours d'une poursuite en contrefaçon, d'opposer, à titre d'exception, soit la nullité du brevet, soit l'absence de qualité du poursuivant, soit le transfert, soit toute autre exception mettant en jeu l'attribution de la propriété même du brevet et notamment la détermination des droits respectifs de l'employeur ou du salarié sur l'invention, que celle-ci ait été prise au nom de l'une ou l'autre des parties.

En raison de la dépendance étroite de la question de propriété dans la plupart des cas avec le fondement même de la poursuite, la disjonction serait matériellement impossible.

D'autre part, comment priver le titulaire du brevet, ou le revendiquant, des garanties que confère, pour l'administration de la preuve, la procédure légale, seule possible devant les tribunaux civils?

A quels trafics, à quelles sollicitations, à quelles entreprises suspectes ne risquerait-on pas de livrer les malheureux inventeurs si les dispositions susvisées de l'article 33 étaient maintenues? Il ne faut pas croire en effet, que ceux-ci ne pourraient pas toujours être assistés par des ingénieurs-conseils compétents et loyaux ; ils seraient, au contraire, dans bien des cas la proie d'agences d'affaires attirées par l'intérêt des

litiges, et, par suite, la Commission se trouverait en présence trop souvent de mandataires sans compétence, sans conscience, rendant impossible, ou tout au moins illusoire, la tâche d'équité, qui lui a été précisément dévolue.

Sans poursuivre plus à fond actuellement l'examen d'une situation que la Chambre des Députés n'a certainement pas même entrevue, on doit reconnaître que s'il a été sage d'attribuer à une commission arbitrale, honorablement composée, le soin de déterminer à quelles conditions la concession des licences pourrait être imposée à l'inventeur défaillant, aussi bien dans son intérêt que dans celui de l'industrie et du commerce, il ne faut pas étendre au delà les pouvoirs d'une telle commission.

Il est indispensable de réserver aux seuls tribunaux civils, avec la garantie nécessaire de la procédure régulière que réclament les actions développées devant eux, toutes les questions intéressant *à un titre quelconque* la propriété des brevets d'invention et notamment toutes celles concernant les droits respectifs des employeurs et des salariés sur les inventions réalisées au cours des contrats de louage de services.

L'article 33, tout au moins dans ses paragraphes 4 et 5, doit donc être radicalement amendé. La commission arbitrale instituée par l'article 46 ne doit pouvoir connaître que des conditions d'attribution de licences obligatoires.

3. Critique relative a l'article 41. — La troisième des critiques, que nous réservons au projet de la Chambre, concerne l'article 41, paragraphe 2, lequel institue la restauration des brevets déchus faute de paiement des annuités.

Ce paragraphe dispose que le breveté, qui n'aura pas effectué les paiements prescrits, mais qui justifiera des causes de son inaction, pourra pendant trois ans, à dater de la déchéance encourue, présenter requête au ministre pour relever son brevet de la déchéance en versant une taxe quintuplée; l'inventeur pourra se pourvoir, en cas de refus du ministre, devant la commission arbitrale instituée par l'article 46; la restauration produira ses effets à partir du paiement et sous réserves des droits des tiers,

Le vote de cette disposition entièrement nouvelle a provoqué une discussion fort instructive.

Avant de la parcourir et de l'apprécier, deux constatations s'imposent : 1° la décision du ministre pourra être annihilée par la décision contraire d'une commission arbitrale; 2° l'invention acquise au domaine public, depuis la cessation du paiement régulier jusqu'à la reprise du paiement, respectera les droits acquis par les tiers pendant cette période, qui pourront continuer leur exploitation après la restauration.

La première constatation choque le principe d'autorité; la seconde consacre une situation confuse, source de discussions, de conflits, peut-être de pressions spéculatives, en tous cas défavorable à la stabilité de l'industrie et aux garanties nécessaires à son développement.

Cette innovation est apparue au dernier moment, alors que le projet de loi était non seulement déposé mais déjà rapporté; elle a été introduite dans le projet par l'incorporation dans le texte général d'une proposition de loi spéciale inspirée du sytème anglais de restauration des brevets dont M. Ch. Weismann, ingénieur-conseil, fut le protagoniste et M. Marcel Plaisant l'interprète.

Comme d'autres dispositions, que nous avons critiquées précédemment, la restauration des brevets est le fruit d'une initiative particulière et tardive, elle est une de ces mesures qui ne participent pas de la conception générale et homogène d'une réforme en gestation depuis de longues années.

Lorsque la proposition apparut comme proposition indépendante avant d'être incorporée dans le projet de réforme générale de la loi de 1844, elle avait été rejetée par le Comité technique de la Propriété industrielle, à la majorité des deux tiers et il avait été proposé d'y substituer, ce qui procédait d'une conception toute différente, une prolongation du délai de grâce que l'on aurait porté de trois mois à quinze ou dix-huit mois, c'est-à-dire l'octroi d'un sursis d'un an environ, en raison de ce qu'il a été remarqué en général que, si un breveté peut oublier de bonne foi le paiement d'une annuité, c'est à l'occasion de l'échéance suivante qu'il peut seulement s'en apercevoir.

Cette proposition était sage, mais elle n'a pas été suivie, malgré les observations substantielles et claires du ministre du Commerce, M. Bokanowski et de M. Reibel.

Pour la faire rejeter, le rapporteur invoqua les pratiques consacrées déjà, prétendait-il, dans certains pays étrangers et les engagements, qui auraient été pris par le gouvernement français à La Haye, lors de la revision de la Convention internationale de Paris.

Or, à cet égard, la Chambre semble avoir été incomplètement renseignée, les dispositions des lois américaine, anglaise, allemande, norvégienne, etc... invoquées ne participant pas du principe général et absolu, qui a été incorporé finalement dans l'article 44 du projet actuel.

En effet, la loi anglaise n'admet la restauration que si le contrôleur du brevet, qui dispose d'un pouvoir arbitraire, y consent, elle permet, en tous cas, à quiconque, de faire opposition à la restauration du brevet; la loi allemande n'admet la restauration qu'en cas de force majeure et limite le délai de réclamation à deux mois de l'échéance omise; la loi norvégienne limite aussi l'exercice de la demande de restauration à un an après l'échéance, c'est donc un court délai, analogue au délai de grâce précédemment envisagé et non une restauration qu'elle accorde.

Les inconvénients de la restauration d'un brevet après trois ans de déchéance et de prise de possession de l'invention par le domaine public ont été exposés au cours de la discussion de la Chambre mais sans succès. Le ministre a montr les dangers d'une telle

disposition, l'incertitude, la gêne de l'industrie, la paralysie imposée à tout progrès, en raison de ce que le perfectionneur, l'inventeur de demain devrait attendre après avoir effectué ses recherches et réalisé, dans bien des cas, un perfectionnement important, l'expiration d'un brevet restauré pour en tirer partie ; mais l'assemblée, dominée, comme toutes les collectivités, par l'argument sentimental et démagogique, a préféré au système d'un long délai de grâce, le système de la résurrection d'un droit légalement déchu.

Il faut souhaiter que le Sénat, mieux éclairé, plus soucieux des intérêts généraux de l'industrie et des inventeurs, conscient que la protection du perfectionneur est préférable à celle du spéculateur, revienne à une meilleure conception et substitue à la disposition, adoptée d'ailleurs par une faible majorité, le texte proposé par les groupements compétents et ratifié en connaissance de cause par le Comité technique de la Propriété industrielle.

4. Critiques diverses. — Les articles 46 et 47 ne contiennent en eux-mêmes aucune disposition justifiant de critiques sérieuses.

Ils sont muets sur les conditions d'examen des litiges qui pourraient leur être déférés en vertu de l'article 33, de sorte que l'on pourrait dire qu'ils les excluent implicitement puisqu'ils ne visent expressément et nommément que les conditions d'attribution des licences obligatoires.

En tous cas il n'y aurait rien à y changer si, comme nous le souhaitons, les paragraphes 4 et 5 de l'article 33 du projet sont modifiés dans le sens proposé.

Les articles 48 et 49, traitant des conditions d'expropriation de brevets, pourraient justifier quelques critiques, mais dans l'ensemble et en raison de ce que nous entendons limiter nos objections aux points essentiels, il convient de leur donner un satisfecit.

Enfin parmi les mesures particulières et transitoires, seul l'article 67 appelle une observation qui, formulée cependant avec netteté, par certains groupements et notamment par le Comité de l'Association française pour la Protection de la Propriété industrielle et acceptée par le Comité technique de la Propriété industrielle, a été dédaignée par la Commission du Commerce et de l'Industrie de la Chambre.

L'article 67 dispose que des décrets, rendus après avis du Comité technique de la Propriété industrielle, pourront régler l'application de la loi dans les colonies et les pays de protectorat.

C'est évidemment à tort que les protectorats ont été assimilés aux colonies, puisque les pays qui en sont l'objet jouissent d'un statut spécial et qu'aucune loi votée par le Parlement français, qu'aucun décret, ne leur est applicable que si leur constitution le leur permet. Il y a là une erreur certaine à relever par le Sénat.

V. **Conclusion.** — Telles sont, réduites au strict minimum, les critiques que le projet, qui constitue dans son ensemble une amélioration considérable sur la loi actuelle, justifie à nos yeux.

On remarquera que nous avons été amené à combattre surtout et presque exclusivement les innovations de la dernière heure qui portent manifestement atteinte à l'homogénéité d'une œuvre d'ensemble longuement méditée, innovations qui n'auraient pas été admises vraisemblablement par les groupements qualifiés, qui ont travaillé depuis plus de vingt ans à la mise au point de la réforme, innovations qui avaient été rejetées par le Comité technique de la Propriété industrielle, dont les avis autorisés et désintéressés devraient être décisifs en une si grave matière.

Il faut souhaiter que le Sénat, moins accessible au prestige des mots, à l'apparence des choses, plus réfléchi et mieux éclairé, assure à l'industrie française, dont la loi nouvelle fixera pour une large part le sort pendant de longues années, l'instrument perfectionné que, pour notre faible part, nous voudrions lui donner.

Fernand-Jacq,
Docteur en droit, avocat à la Cour de Paris, membre du Comité technique de la Propriété industrielle.

Législation, jurisprudence, réglementation

Sur l'application de la taxe sur le chiffre d'affaires aux frais de transport des marchandises.

Le « Journal officiel » du 4 août 1927 publie, page 2719 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12 880. — M. Coucoureux, député, demande à M. le ministre des Finances si un commerçant qui expédie sa marchandise en port payé doit voir calculer la taxe sur le chiffre d'affaires sur le montant du transport qu'il a avancé (Question du 21 juin 1927).

Réponse. — Réponse négative si, comme il paraît ressortir des termes de la question, il s'agit bien d'un commerçant qui, tout en vendant ses marchandises livrables en gare départ, fait cependant l'avance des frais de transport pour le compte de son client et facture distinctement le montant des débours ainsi effectués.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 14. 8 OCTOBRE 1927.

A propos des essais de réception des huiles pour transformateurs. — Dans notre numéro du 6 août 1927, t. XXII, pages 209-210, nous avons publié une lettre de M. Vautrin relative à un article de M. A.-R. Matthis, ingénieur, chef de service aux Ateliers de Constructions électriques de Charleroi, inséré dans notre numéro du 4 juin 1927, t. XXI, pages 901-908, sous le titre : « Un essai rapide de réception des huiles pour transformateurs au point de vue de la formation des dépôts ».

Dans une lettre qu'il vient de nous adresser en réponse à celle de M. Vautrin, M. Matthis, après avoir rappelé que les comités électrotechniques d'un grand nombre de pays ont mis à leur ordre du jour l'étude des méthodes d'essais des huiles pour transformateurs, fait observer « qu'il paraît extrêmement difficile de normaliser une méthode de vieillissement artificiel qui non seulement rencontrerait l'approbation des divers pays, mais serait applicable d'une manière absolue aux produits se trouvant sur le marché quelle que soit leur origine ». Il ajoute :

Une méthode de réception doit : 1° Permettre à l'usager d'éviter les stocks immobilisant dans les usines des capitaux improductifs ; rendre plus aisées les transactions commerciales pour le fournisseur d'huiles (le payement de facture étant retardé par un essai de longue durée) ; 3° être facilement effectuée sans nécessiter des essayeurs d'une compétence et d'une habileté très grandes.

Notre but a donc été de répondre à ces desiderata et la méthode proposée s'appliquant à des huiles ayant des points d'inflammabilité Pensky se trouvant aux environs de 170°C (valeur encore momentanément imposée dans les prescriptions qui nous concernent) a prouvé qu'elle est d'un certain intérêt ainsi que nous avons tenté de le montrer dans notre article.

Notre but encore, en ce faisant, était plutôt de provoquer une discussion, de façon à améliorer un « essai rapide » en attendant les conclusions des essais de normalisation de la méthode de recherche. M. Vautrin a bien voulu accorder son attention à l'article précité; nous l'en remercions. Nous lui demanderons d'émettre dans ces colonnes toute suggestion qui lui paraîtrait utile ou mieux le procédé rapide qu'il propose, car il semble bien que, de la collaboration d'efforts divers et sincères, puissent résulter des données intéressantes à considérer par tous.

..... S'il s'agissait d'une classification en fonction de la résistance de l'huile aux hautes températures, l'essai devrait consister essentiellement en une élévation graduelle de la température jusqu'à altération, c'est-à-dire, que pour la catégorie d'huiles qui a, par les prescriptions mêmes, retenu notre attention, donc qui a des points d'inflammabilité Pensky voisins de 170°C, la stabilité étant très satisfaisante, l'altération se confondrait avec un commencement de carbonisation.

Il en est tout autrement dans l'essai mentionné.

Il y a oxydation contrairement à la remarque émise, remarque qui nous a d'autant plus étonné que notre article signalait en passant les possibilités de chauffer des huiles à des températures dépassant 240° C, sans

qu'aucune altération se produise, *s'il n'y a pas d'air en présence.*

Ceci implique, semble-t-il, la non-réalité de la conclusion qu'il s'agissait ici d'un essai de résistance de l'huile aux hautes températures.

En plus, et infirmant à notre avis d'une manière plus marquée cette précédente assertion, le procédé préconisé a un effet certain d'oxydation, effet prédominant si l'on veut se rappeler l'importance du rapport de S à V, c'est-à-dire qu'une huile chauffée à une température déterminée, s'altérera d'autant plus rapidement que sa surface exposée à l'air est plus grande. (Voir par exemple le tableau III de la page 907 de la *R. G. E.*, du 4 juin 1927.)

Nous sommes donc bien en présence d'un procédé faisant intervenir l'oxydation, phénomène intervenant presqu'exclusivement dans le vieillissement des huiles pour transformateurs.

Nous avons pu noter par ce procédé le sous-raffinage aussi bien que le sur-raffinage, c'est-à-dire, respectivement, s'il y avait encore des hydrocarbures non saturés ou si une action chimique trop poussée avait provoqué une dissociation moléculaire tendant à ramener certains hydrocarbures à l'état de non saturés.

Au point de vue général, il semble qu'un premier point à établir serait de considérer les huiles ayant des points d'inflammabilité Pensky égaux ou voisins de 170° C.

Cet essai employé depuis 1911, comme il a été déjà dit, ne considérait que ces huiles, d'où l'essai des volatilités à 170° C et l'essai de vieillissement également à cette température de 170° C, l'essai à 200° C ne venant que pour parfaire la sélection.

Concernant la catégorie des huiles ayant des points d'inflammabilité Pensky égaux ou voisins de 145° C, le nombre d'essais qu'il nous a été donné d'effectuer sur des fractions présentant cette caractéristique ne nous permet pas de conclure. Nous le jugeons insuffisant et n'avons pas eu l'occasion de collaborer avec des raffineries pour des produits de ce genre.

Il se pourrait que ces fractions soient atteintes par certaines températures quant à leur tendance à dissociation de l'édifice moléculaire, mais encore faudrait-il avoir des données exactes sur leur raffinage.

Suffirait-il simplement de faire varier la température de l'essai en fonction du point d'inflammabilité Pensky ? toute chose que nous restons disposé à étudier avec les intéressés.

Je terminerai en soulignant que loin d'être adversaire d'un abaissement du point d'inflammabilité, j'ai proposé à La Haye au nom du Comité électrotechnique belge, de le ramener à 145° C Pensky, de même que dans les « Deuxièmes notes sur les huiles pour transformateurs ».

A.-R. MATTHIS.

Bibliographie : La physique moderne et l'électron : par A. BOUTARIC, professeur à la Faculté des Sciences de Dijon (¹). — Le développement que prennent actuellement les diverses branches de la science, notamment dans le domaine de la physique et de ses applications industrielles, oblige chacun à limiter le champ de ses connaissances, soit en se contentant de connaissances très générales sur la plupart des sujets, mais insuffisantes pour qu'il soit possible d'en tirer parti, soit en se bornant à approfondir de telles questions bien déterminées. Cette spécialisation établit nécessairement des cloisons étanches entre des compartiments qui devraient être, en fait, reliés entre eux : pour ne citer qu'un exemple, considérons celui qui nous occupe ici, le physicien et le technicien, et, en particulier, le technicien électricien. A la base des recherches de l'un et des travaux de l'autre, nous trouvons l'électricité ; tandis que le premier trouve dans les phénomènes observés une confirmation des hypothèses qui datent du début de ce siècle et qui se précisent chaque jour davantage, le second exploite ces phénomènes sans avoir le temps d'en rechercher la cause première, ni même de suivre le physicien dans ses recherches. Ceux des lecteurs de cette revue qui sont avant tout des techniciens se sont certainement rendu compte des difficultés qu'ils éprouvaient à se tenir au courant des progrès de la physique moderne; les principes de cette physique sont basés sur les propriétés des électrons qui sont révélées par des phénomènes n'ayant pas toujours un intérêt directement pratique et échappent au technicien qui ne voit pas la transition entre la physique microscopique qu'étudie le physicien et la physique macroscopique qui intervient dans les applications pratiques.

Or, M. Boutaric établit cette liaison dans son ouvrage intitulé « La physique moderne et l'électron ». Après avoir rappelé les propriétés attribuées aux électrons et les divers phénomènes qui s'expliquent par l'émission d'électrons, il montre comment cette théorie permet d'interpréter les lois connues de l'électricité et du magnétisme; signalons, en particulier, à ce propos, les chapitres relatifs à la théorie électronique des métaux et aux théories du magnétisme. Dans la dernière partie de l'ouvrage sont étudiés, sur cette même base, des phénomènes d'intérêt pratique, tels que les rayons X, les piles photoélectriques, les lampes à deux et à trois électrodes, l'arc électrique et l'oscillographe cathodique.

L'exposé de ces questions est simple et clair; les expériences fondamentales y sont décrites et les développements mathématiques, réduits aux formules essentielles.

Donnant une idée exacte de ce que sont les électrons pour le physicien et de leur rôle dans les phénomènes utilisés par le technicien, cet ouvrage, d'un grand intérêt pour l'étudiant pour lequel il résume les travaux à l'ordre du jour, rendra également service à l'ingénieur désireux de mieux comprendre comment la théorie des électrons dont parle le physicien, permet de résoudre certains problèmes que soulèvent les applications de l'électricité. — A. C.

(¹) Un volume, format 19 cm × 12 cm, de 266 pages, avec 45 figures dans le texte, édité par la librairie Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain, à Paris (6ᵉ). Prix : broché, 15 fr.

Bibliographie : Vie et mort. Hérédité et évolution chez les organismes unicellulaires, par H.-S. JENNINGS, professeur à l'Université John Hopkins, de Baltimore, traduit de l'anglais par FRANÇOIS PEREY (¹). — Bien que cet ouvrage traite d'un sujet qui s'écarte du cadre de notre revue, nous le signalons pour nos lecteurs qu'intéressent les questions de biologie.

L'ouvrage de M. H.-S. Jennings est une étude de génétique dans laquelle l'auteur cherche à montrer ce que les organismes les plus simples tels que les protozoaires nous ont appris sur les grandes questions de la vie, de la mort, de l'hérédité et de l'évolution. — L. V.

(¹) Un volume, format 19 cm × 12 cm, de 276 pages, avec 53 figures dans le texte, édité par la librairie Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain, à Paris (6ᵉ). Prix : broché, 15 fr.

Congrès international des Physiciens (Côme 1927)

A la suite de la séance solennelle consacrée à la commémoration du centenaire de la mort d'Alessandro Volta et dont un compte rendu a été donné dans un précédent numéro (*) s'est tenu à Côme, du 11 au 16 septembre 1927, le Congrès international des Physiciens, sous la présidence du professeur Majorana, directeur de l'Institut Righi, de Bologne. Ainsi que nous l'avons annoncé antérieurement (**) soixante-huit rapports étaient inscrits pour être présentés à ce Congrès. Une cinquantaine seulement ont fait l'objet de communications durant les séances de travail. Ce sont ces divers rapports, élaborés par les physiciens les plus éminents du monde entier, qui sont analysés dans l'article ci-dessous.

Sur la structure des atomes radioactifs et l'origine des rayons α, par Sir E. RUTHERFORD. — Pour rendre raison des données contradictoires sur la dispersion des particules alpha par la matière, lesquelles indiquent une différence de nature et d'action, dans les forces circumlinéaires, selon qu'il s'agit d'atomes lourds, ou d'atomes légers, Sir E. RUTHERFORD suggère que la région du noyau lourd, comprise entre $1,5 \times 10^{-12}$ cm et 7×10^{-12} cm puisse être occupée par des particules électriquement neutres. Le calcul montre que, s'il est possible que des particules positives existent en équilibre dans cette région, il n'en est pas de même pour un satellite neutre, qu'on suppose influencé par des forces d'attraction dues à la distorsion ou à la polarisation de sa structure par le champ électrique ou par le champ magnétique ayant son origine dans le noyau. Le calcul montre que ces forces d'attraction seraient de l'ordre de grandeur nécessaire pour maintenir le satellite en équilibre dans une orbite définie par des conditions quantiques simples.

Sir E. Rutherford expose ensuite des applications de cette théorie aux problèmes relatifs à l'énergie d'émission des particules alpha, à l'origine des rayons gamma et à la structure du noyau. Celui-ci (*cas des atomes lourds*) aurait un noyau central positif, composé probablement de noyaux d'hélium et d'électrons, de rayon 1×10^{-12} cm. Dans la région entre ce noyau et $1,5 \times 10^{-12}$ cm, pourraient circuler des satellites positifs, retenus au noyau par des forces de distorsion. Vient ensuite une région, jusqu'à 6×10^{-12} cm, occupée par des satellites neutres régis par le champ de noyau central.

Les spectres de bandes et les liaisons chimiques, par J. FRANK (Gottingen). — Le conférencier indique une nouvelle méthode optique pour la détermination du travail de dissociation des molécules tant normales qu'excitées, méthode basée sur la détermination du point de convergence d'un train de bandes dans le spectre moléculaire.

La méthode vaut aussi pour les cas où l'on ne peut pas observer directement les points de convergence et même lorsque seule apparait la partie continue du spectre. Dans le seul cas où apparaissent, au lieu de trains de bandes, des bandes isolées, la méthode est inapplicable : c'est le cas lorsque l'énergie oscillatoire de la molécule est la même aux états initial et final. Des spectres de cette espèce se présentent quand la force de liaison chimique reste identique à elle-même aux divers états de quantisation, tandis que, dans les autres cas, les valeurs varient sensiblement selon l'état d'excitation. Cette variation est maximum quand apparaît seulement le spectre continu, c'est-à-dire quand le saut quantique électronique engendre toujours une dissociation. On peut calculer et même déterminer expérimentalement, l'énergie cinétique relative avec laquelle les fragments de molécule se séparent sous l'influence d'une radiation monochromatique.

On peut expliquer ces différences de structure dans les spectres des bandes en admettant que la molécule est formée de lourdes masses nucléaires et d'électrons légers. Dans le passage à une nouvel état quantique, le système des électrons se modifie rapidement, tandis que les noyaux sont retenus par leur inertie. Il se crée ainsi, selon la variation des forces de liaison, des quantités plus ou moins grandes d'énergie potentielle, qui se transforment périodiquement en énergie oscillatoire et peuvent aller jusqu'à la rupture de la molécule. L'auteur cite des exemples et discute le cas de la bande unique.

En se basant sur le cas de dissociations photochimiques, dans lesquelles il n'intervient aucun choc entre molécules, on peut dire qu'une molécule est une combinaison d'ions lorsqu'elle se dissocie en ions (cas de transformations adiabatiques par rapport aux électrons) et d'atomes si les produits de dissociations sont neutres. Ces définitions ne correspondent pas à celles usitées de molécules polaires et non polaires.

Etant donné l'impossibilité d'augmenter l'énergie oscillatoire d'une molécule adiabatiquement par rapport aux électrons, on recourt à des procédés indirects. En émission, ils sont basés sur le passage du système électronique de l'état fondamental à l'état excité, qui permet de juger par le spectre si, à la limite, on a une dissociation en ions ou en groupes non chargés. Dans les expériences sur l'absorption, les combinaisons d'atomes se distinguent des combinaisons d'ions en ce que les combinaisons atomiques peuvent être dissoutes par absorption de lumière en deux fragments dont l'un est doué de charge, ou bien tous les deux chargés en sens

(*) *Revue générale de l'Électricité*, 14 septembre 1927, t. XXII, p. 449-452.

(**) *Revue générale de l'Électricité*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 169 et 53 B.

contraire; tandis que, dans les combinaisons d'ions, on peut obtenir, outre la décomposition en fragments excités, une autre de composition en groupes atomiques ou moléculaires à l'état normal. Ceci s'explique en admettant que la dissociation est provoquée par le passage du système électronique à un état énergétiquement plus instable. Il n'est pas exact de désigner, d'une façon générale, une combinaison comme atomique ou moléculaire, car la stabilité de ces formes dépend des circonstances extérieures.

Travaux récents avec le spectrographe de masse, par F.-W. Aston. — Le spectrographe de masse est, par essence, un instrument qui permet de résoudre selon la masse des particules, un faisceau composé de masses différentes, comme le spectrographe décompose la lumière selon la longueur d'onde. Le premier spectrographe de masse, construit en 1919, pouvait comparer les masses avec une précision du millième; il permit de résoudre la moitié des éléments connus en leurs isotopes et on put montrer que tous les atomes qu'ils contenaient avaient des masses exprimées par des nombres entiers par rapport à l'oxygène avec la seule exception de l'hydrogène. Cette *règle des nombres entiers* justifie l'hypothèse sur la constitution unitaire des éléments en protons et en électrons, ordonnés en structures plus ou moins analogues. L'exception que présente l'hydrogène est due au fait que le noyau de l'hydrogène est un proton unique, et que, par conséquent, il ne peut y avoir de « packing effect. »

Les divergences de la règle sont importantes à déterminer, car elles donnent la mesure du « packing ». Dans ce but, on a construit un nouveau spectrographe, dont le pouvoir de résolution de 1 à 600 (contre 1 à 130 du précédent), procure une précision de 1/10000 et qui couvre le champ de tous les éléments. On a examiné avec cet instrument 57 types d'atomes. On a mesuré, pour chaque atome, une constante particulière qui est le pourcentage de sa divergence d'un nombre entier par rapport à l'oxygène; cette constante est la « packing fraction » que l'on exprime en dix-millionièmes.

En portant les « packing fractions » en abscisses et les masses en ordonnées, on trouve que tous les atomes ayant des masses égales ou supérieures à 20 présentent la même courbe.

L'allure de la courbe indique que les atomes légers, de nombre atomique impair, ont une structure extérieure commune, peu condensée, et, par conséquent, pesante : tandis que les noyaux plus denses et plus stables d'hélium, de carbone et d'hydrogène ont une structure différente.

L'auteur a pu incidemment fixer, au cours de ses recherches, la constitution isotopique du mercure et du plomb (dont les isotopes principaux ont été établis à 206, 207 et 208) et il a découvert deux nouveaux isotopes du soufre, et probablement aussi du xénon.

Les moments atomiques, par Pierre Weiss. — L'auteur indique que les mesures de l'aimentation des corps ferromagnétiques et paramagnétiques permettent de calculer les moments atomiques. Ces moments sont des multiples entiers du « magnéton expérimental », cinq fois plus petit que le « magnéton de Bohr ».

On peut séparer ces moments atomiques en deux catégories dont la détermination repose sur des hypothèses différentes : ceux qui dérivent de la saturation absolue et ceux qui sont calculés à partir de la « constante de Curie. »

Si la commune mesure des moments déterminés indépendamment pour chacun de ces groupes est la même, les méthodes de calcul des moments seront justifiées. Des expériences récentes établissent avec une haute précision qu'il en est bien ainsi.

Le fait que le « magnéton expérimental » ne se confond pas avec le « magnéton de Bohr » doit tenir à ce que les lois de quantification ont des conséquences différentes suivant qu'elles s'appliquent à la matière dense ou à la matière diluée.

Sur la susceptibilité magnétique des gaz, par le Dr Walter Gerlach. — L'auteur rappelle que, jusqu'ici, le point de départ pour le calcul de la susceptibilité paramagnétique des gaz, des solutions ou des cristaux était la loi de Langevin qui suppose aux atomes dont le moment magnétique est m, un axe magnétique rigidement lié à l'atome lui-même. En développant la théorie d'une action *orientante* du champ sur les atomes soumis aux lois cinétiques, on obtient la susceptibilité $\chi = \frac{m^2}{3k51}$ ou la constante de Curie $C_M = \frac{M^2}{3R}$, où M est le magnéton de Bohr.

Les expériences de MM. Stern et Gerlach ayant permis de mesurer le moment magnétique des atomes des éléments univalents, M. A. Roth a mesuré la susceptibilité des vapeurs d'alcalis. Selon la théorie de M. Langevin, C serait égale à 0,12 : l'expérience donne une valeur exactement triple.

La théorie de M. Langevin doit donc être modifiée dans le sens d'une quantisation dans la direction : les axes magnétiques ne pourront plus occuper une position quelconque dans le champ, mais seront astreints à deux directions dans lesquelles les axes des moments seront orientés parallèlement ou antiparallèlement au champ. L'excès des atomes orientés parallèlement sur ceux orientés antiparallèlement dépend de la température, ainsi qu'il est admis dans la théorie de M. Langevin. Mais selon la théorie cinétique, il n'est pas possible de supposer que les atomes ont une *orientation* fixe : il s'ensuit que dans les métaux alcalins, l'axe magnétique n'est pas lié rigidement à l'atome. Ce résultat n'est pas seulement une confirmation, par voie indépendante, de la quantisation de direction, mais aussi une confirmation des développements généraux de la nouvelle mécanique des quanta.

Des mesures effectuées sur la susceptibilité des gaz magnétiques, il découle qu'il n'y a aucune quantisation de direction dans le cas du diamagnétisme. — A. T.

(A suivre).

Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927)

La célébration à Côme du centenaire de la mort d'Alessandro Volta a été l'occasion de la tenue, en cette ville, du 10 au 15 septembre 1927, d'un Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil, présidé par le professeur Giovanni Di Pirro, directeur de l'Institut expérimental des Communications du Royaume d'Italie. Au cours de ce congrès, dont les séances techniques furent coupées de visites et réceptions diverses, une trentaine de communications ont été présentées. Nous en donnons ci-dessous un résumé en groupant ensemble celles qui se rapportent à un même sujet ou à des sujets connexes.

I. Problèmes généraux sur la transmission.

Les problèmes généraux de la transmission ont donné lieu aux communications de MM. Campbell, Di Pirro, Kupfmuller et Salinger.

Application pratique de l'intégrale de Fourier, par le docteur George-A. Campbell (New-York). — Étant donné l'importance croissante que présentent, dans la pratique, les courants transitoires ainsi que les autres phénomènes non périodiques, il y a lieu, en ce qui concerne des problèmes particuliers de cette sorte, de simplifier l'emploi de l'intégrale de Fourier, et d'étendre la catégorie des problèmes capables d'être résolus, sous forme *fermée*, par cette méthode. Le physicien ou le technicien qui n'est pas à même d'évaluer mécaniquement les intégrales définies éventuelles, devra en général se référer aux résultats obtenus par le mathématicien professionnel. Pour en faciliter l'application, les évaluations connues, sous forme fermée, de l'intégrale de Fourier ont été calculées et disposées en une première table. Elles sont présentées, non pas comme des intégrales définies, mais comme des paires de fonctions, l'une des fonctions étant le coefficient de de l'oscillation cisoïdale (ou l'exponentielle complexe), et l'autre le coefficient, par rapport réciproque, de l'unité d'impulsion. Cet arrangement donne une table très simple et son application pratique promet d'être la plus commode, puisqu'il s'agit des coefficients dont on se sert immédiatement, justement comme dans le cas de la série de Fourier. Une seconde table montre l'application des paires de coefficients indiqués, pour 79 problèmes de courants transitoires, ainsi que tous les détails nécessaires.

Quelques types de circuits électriques à constantes variables de point à point, par le professeur G. Di Pirro (Rome). — En une introduction, l'auteur étudie des circuits linéaires à constantes variables définis par les équations bien connues

$$\frac{\partial v}{\partial \xi} = Ri + L\frac{\partial i}{\partial t}, \qquad \frac{\partial i}{\partial \xi} = Kv + C\frac{\partial v}{\partial t} \qquad (1)$$

qui, pour commodité de langage, seront rapportées à des circuits à double fil.

Dans ces équations, le temps t et la distance ξ d'un point du circuit mesurée à partir de l'extrémité réceptrice, sont les variables indépendantes; la tension v entre deux points des deux fils du circuit situés à la même distance ξ et le courant i en un point quelconque du circuit sont les fonctions à déterminer; les grandeurs R, L, K, C, résistance, inductance, conductance (inverse de la résistance d'isolement), capacité par unité de longueur, sont supposées fonctions connues de ξ.

On sait que si l'on considère des solutions v et i, harmoniques par rapport au temps, de la forme $v = Ve^{j\omega t}$, $i = Ie^{j\omega t}$, où V et I sont fonctions seulement de ξ, j est l'opérateur imaginaire, ω est la pulsation de l'harmonique, e, la base des logarithmes népériens; le système (1) se change en

$$\frac{dV}{d\xi} = (R + j\omega L)\, I = aI, \qquad \frac{dI}{d\xi} = (K + j\omega C)\, V = bV, \qquad (1')$$

où $a = R + j\omega L$, $b = K + j\omega C$ sont à regarder comme fonctions de ξ.

Moyennant une dérivation par rapport à ξ on obtient les deux équations suivantes du second ordre qui servent à déterminer V et I

$$\frac{d^2 V}{d\xi^2} = abV + \frac{d\log a}{d\xi}\,\frac{dV}{d\xi}, \qquad \frac{d\xi^2}{d^2 I} = abI + \frac{d\log b}{d\xi}\,\frac{dI}{d\xi}. \qquad (1'')$$

Si a et b sont constantes, ces deux équations deviennent égales, et on retombe sur l'équation de la forme $\frac{d^2\varphi}{d\xi^2} = ab\varphi$ (φ signifie V ou I) qui est relative aux circuits à constantes uniformément distribuées et dont l'intégrale générale est donnée par $\varphi = Ae^{\gamma\xi} + Be^{-\gamma\xi}$, où $\gamma = \varphi\sqrt{ab}$ et A et B sont les constantes d'intégrations.

Des équations à constantes variables de point à point ont été considérées par Heaviside (*Electrical Papers*, t. II, p. 222), qui a étudié aussi le cas particulier correspondant à

$$K = L = 0, \quad R = R_0\xi, \quad C = C_0\xi^{-1}$$

montrant que V et I doivent satisfaire à une équation

de Bessel d'ordre zéro. Lord Rayleigh (*Theory of Sound*, t. 1, p. 235) en considérant les problèmes des vibrations transversales des cordes (analogues à ceux de la propagation de l'électricité sur un circuit à constantes uniformément distribuées) a étudié aussi le cas pour lequel $ab = n^2\xi^{-2}$, n^2 étant une constante réelle positive.

Carson a étudié le problème du point de vue général, en donnant la solution avec la méthode des approximations successives de Picard (*Voir The Electrician*, 4 mars 1921; Carson, *Propagation of Periodic Currents over non-uniforme lines*).

M. di Pirro a porté son attention sur certains types de circuits à constantes variables, dont il signale les suivants :

I. *Circuits pour lesquels les fonctions a, b du système (1') ont la forme*

$$\left.\begin{aligned} a &= e^{m\xi}U^{-n} \\ b &= De^{n\xi}U^{-m} \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

avec

$$U = \left[C + \frac{D}{mn}e^{(m+n)\xi}\right]^{\frac{1}{m+n}}$$

où m, n, C, D sont des constantes arbitraires

L'intégrale générale du système (1') est, dans ce cas, donnée par

$$\left.\begin{aligned} V &= AU^m + Be^{m\xi} \\ I &= mBU^n + \frac{D}{n}Ae^{n\xi} \end{aligned}\right\} \quad (2')$$

où A et B sont les constantes d'intégration. On s'aperçoit que l'une des deux intégrales particulières des équations (1'') est de la forme $e^{\gamma\xi}$ (γ, constante), tandis que les intégrales particulières de l'équation qui se déduit des (1'') pour les circuits à constantes uniformément distribuées, sont, toutes les deux, de cette forme. On peut démontrer que seuls les circuits définis par les expressions (2) de a et b possèdent la propriété que les équations correspondantes (1'') admettent une intégrale particulière de la forme exponentielle $e^{\gamma\xi}$ avec γ constant. Cette propriété constitue donc la caractéristique analytique des circuits dont il s'agit.

On peut rapprocher de ces types de circuits ceux qu'on obtient en introduisant dans les équations (2) au lieu de ξ une autre variable ξ_1 liée à l'ancienne par la relation $\xi = \log_e \xi_1$ et en multipliant les expressions résultantes de a et b par $\frac{1}{\xi_1}$. Les intégrales des équations correspondantes (1'') s'obtiendront à partir des équations (2') par la simple substitution de ξ_1 à ξ.

II. *Circuits pour lesquels les fonctions a et b du système (1') sont de la forme*

$$\left.\begin{aligned} a &= a_0e^{k\xi} = (R_0 + j\omega L_0)e^{k\xi} \\ b &= b_0e^{-k\xi} = (K_0 + j\omega L_0)e^{-k\xi} \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

où a_0, b_0, k sont des constantes arbitraires, dont les premières peuvent être interprétées comme la réactance et l'admittance imaginaires par unité de longueur au point $\xi = 0$.

Ce cas se déduit comme cas particulier des équations (2) en posant $C = 0$.

Il présente la propriété que les deux intégrales particulières des équations correspondantes (1'') sont de la forme $e^{\gamma_1\xi}$, $e^{\gamma_2\xi}$ (γ_1 et γ_2 constantes).

En effet, l'intégrale générale de (1'') est donnée par

$$\left.\begin{aligned} V &= Ae^{\gamma_1\xi} + Be^{\gamma_2\xi} \\ I &= \frac{\gamma_2 B}{a_0}e^{-\gamma_1\xi} + \frac{\gamma_1 A}{a_0}e^{-\gamma_2\xi} \end{aligned}\right\} \quad (3')$$

où

$$\begin{matrix} 2\gamma_1 \\ 2\gamma_2 \end{matrix} = k \pm \sqrt{k^2 + 4m_0^2} \quad (m_0^2 = a_0b_0)$$

et A et B sont les constantes d'intégration.

Ces circuits sont évidemment dissymétriques; mais on obtient des circuits symétriques de longueur $2l$ lorsque a et b varient de $\xi = 0$ à $\xi = 1$ suivant les équations (3) et varient de $\xi = l$ à $\xi = 2l$ suivant les mêmes équations (3) dans lesquelles ξ est remplacé par $l - \xi$.

Si on considère le circuit défini par (3) de longueur l comme un quadripôle dyssymétrique passif de la forme

$$\left.\begin{aligned} V_0 &= A_1V_1 + BI_1 \\ I_0 &= A_2I_1 + CV_1 \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

où V_0, I_0, V_1, I_1 sont les tensions et les courants à l'origine ($\xi = l$) et au terme ($\xi = 0$) du circuit, et où

$$\left.\begin{aligned} A_1 &= \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}\cosh\Gamma, \qquad A_2 = \sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}}\cosh\Gamma, \\ B &= \sqrt{Z_1Z_2}\sinh\Gamma, \qquad C = \frac{1}{\sqrt{Z_1Z_2}}\sinh\Gamma. \end{aligned}\right\} \quad (4')$$

Z_1, Z_2, Γ étant les impédances caractéristiques et l'atténuation totale du quadripôle, on trouve pour Z_1, Z_2 et Γ les valeurs suivantes :

$$\left.\begin{aligned} Z_1 &= z_0e^{kl}\sqrt{\frac{u\cosh\frac{ul}{2} - k\sinh\frac{ul}{2}}{u\cosh\frac{ul}{2} + k\sinh\frac{ul}{2}}} \\ Z_1Z_2 &= z_0e^{kl} \\ \sinh\Gamma &= \frac{2m_0}{u}\sinh\frac{ul}{2} \end{aligned}\right\} \quad (4'')$$

où

$$\left.\begin{aligned} z_0 &= \sqrt{\frac{a_0}{b_0}} = \sqrt{\frac{R_0 + j\omega L_0}{K_0 + j\omega C_0}} \\ u &= \sqrt{k^2 + 4m_0^2}. \end{aligned}\right\} \quad (4''')$$

On peut comparer un circuit de ce type à un autre de même longueur mais avec constantes uniformément distribuées, en supposant que les deux circuits ont les mêmes résistance, inductance, conductance et capacité totales. On trouve que l'atténuation totale Γ_c et

l'impédance caractéristique du circuit uniforme sont exprimées par

$$\left.\begin{aligned}\Gamma_c &= 2\,m_0\,\frac{\sinh\frac{kl}{2}}{k}\\ Z_c &= z_0\,e^{\frac{kl}{2}}.\end{aligned}\right\}\quad (5)$$

Si on compare la première des équations (5) avec la dernière des équations (4"), on obtient la relation :

$$\sinh\Gamma = \frac{1}{\sqrt{1+\dfrac{\sinh^2\frac{kl}{2}}{\Gamma_c^2}}}\sinh\frac{kl}{2}\sqrt{1+\frac{\Gamma_c^2}{\sinh^2\frac{kl}{2}}}\quad (6)$$

qui sert à déterminer Γ à partir de Γ_c.

Il résulte de l'examen de l'équation (6) que Γ est toujours plus petit que Γ_c, et qu'il diminue à mesure que kl croît. On peut avoir une idée de cette diminution, en examinant le tableau I suivant, dans lequel on a indiqué les valeurs de Γ en fonction de kl pour un circuit ayant seulement résistance et conductance (inverse de l'isolement), et qui a la même résistance totale et la même conductance totale qu'un circuit uniforme dont la constante d'atténuation totale est $\Gamma_c = 15$.

Tableau I.

$\frac{kl}{2} =$	0	1	1,5	2,7	3,4	4,1	5,2
$\Gamma =$	15	13,5	10,5	5,96	4,45	3,8	3,64

On voit qu'un accroissement de $\frac{kl}{2}$ au delà de 3,4 est peu avantageux.

Comme conséquence de la plus petite constante d'atténuation, l'énergie reçue (à égalité de la force électromotrice appliquée), est plus grande dans les circuits à constantes variables que dans les circuits correspondants à constantes uniformément distribuées.

A titre d'exemple considérons :

1° — Un circuit à constantes uniformément distribuées, d'inductance et de capacité négligeables. Ses constantes sont

$$R_c = 1 \text{ ohm : km},$$
$$K = 25.10^{-4} \text{ mho : km},$$
$$l = 1\,000 \text{ km}.$$

On aura pour l'atténuation totale Γ_c et pour l'impédance caractéristique z_c les valeurs

$$\Gamma_c = 5, \quad z_c = 200 \text{ ohms}.$$

2° — Le circuit à constantes variables correspondant (ayant la même résistance totale et la même conductance totale) est défini par les relations qui dérivent des équations (3)

$$R = R_0 e^{k\xi}, \quad K = K_0 e^{-k\xi}$$

dans lesquelles on pose $k = 6.10^{-3}$.

On trouve $R_0 = 1,488.10^{-3}$ ohm, $K_0 =$ 1[illegible]0.10^{-6} mho.

Des équations (4"), on déduit

$$Z_1 = 936 \text{ ohms}, \quad Z_2 = 42,4 \text{ ohms}, \quad \Gamma = 2,53.$$

Si on applique à l'origine du circuit considéré au 1° et aux deux extrémités (successivement) du circuit considéré au 2°, une force électromotrice de E volts, produite par un générateur d'impédance négligeable, et si on calcule les courants et les puissances à l'extrémité opposée, on trouve les résultats indiqués sur le tableau II

Tableau II.

Circuit	Courant transmis I ampères	Courant reçu I ampères	Puissance reçue VI watt
Circuit à constantes *non* variables. — Force électromotrice appliquée à une extrémité, l'autre extrémité est fermée sur l'impédance caractéristique $Z_c = 200$ ohms..............	$5.10^{-3}\,E$	$0,0336.10^{-3}\,E$	$22,6.10^{-8}\,E^2$
Circuit à constantes variables. — Force électromotrice appliquée à l'extrémité $\xi = l$; l'autre extrémité est fermée sur l'impédance caractéristique $Z_2 = 42,4$ ohms..............	$1,07.10^{-3}\,E$	$0,4.10^{-3}\,E$	$20 \times 22,6.10^{-8}\,E^2$
Circuits à constantes variables. — Force électromotrice appliquée à l'extrémité $\xi = 0$; l'autre extrémité est fermée sur l'impédance caractéristique $Z_1 = 936$ ohms..............	$23,6.10^{-3}\,E$	$0,4.10^{-3}\,E$	$665 \times 22,6.10^{-8}\,E^2$

On peut chercher à réaliser ces circuits (comme généralement tous les circuits à constantes variables) en introduisant, en des points convenablement choisis des circuits à constantes non variables, des quadripôles dyssymétriques constitués par une combinaison appropriée de résistances, inductances et capacités; mais alors l'étude doit être faite, en tenant compte de ce que a et b prennent la forme indiquée dans le paragraphe III suivant.

On peut aussi construire des lignes avec tronçons ayant des constantes variables de tronçon à tronçon ; mais on se trouve arrêté par la considération qu'aux

mêmes constantes totales des deux types de circuits (uniformes et non uniformes), ne correspond pas la même quantité de matière.

On peut encore se proposer de construire des lignes artificielles réalisant les types de circuits en discussion.

M. di Piro a formé avec des quadripôles dyssymétriques, constitués par des résistances, une ligne artificielle de 10 sections correspondant à la ligne indiquée dans l'exemple précédent. Les courants et tensions mesurés dans chaque point de branchement coïncidaient avec les valeurs théoriques.

Il peut être utile de noter que le rapport $\frac{\Gamma}{\Gamma_0}$ [voir (6)] devient plus petit à mesure que la fréquence augmente; ce qui montre la possibilité d'employer des quadripôles de ce type pour corriger les câbles dans lesquels l'atténuation augmente avec la fréquence.

Il est à noter aussi que, comme conséquence de l'observation faite à la fin du précédent § 1°, on peut obtenir des autres types de circuit, substituant en (3), au lieu de ξ, une nouvelle variable $\xi_1 = e^{\xi}$ et multipliant les valeurs résultantes de a et b par $\frac{1}{\xi_1}$. Dans ces nouveaux types de circuit rentrent ceux étudiés par Lord Rayleigh et mentionnés dans l'introduction.

III. — *Circuits pour lesquels les fonctions* a et b *du système (1') sont de la forme*

$$\left.\begin{aligned} a &= a_0 + a_1 e^{k\xi} = R_0 + j\omega L_0 + (R_1 + j\omega L_1) e^{k\xi} \\ b &= b_1 + b_1 e^{h\xi} = K_0 + j\omega C_0 + (K_1 + j\omega C_1) e^{h\xi} \end{aligned}\right\} \qquad (7)$$

où a_0, b_0, a_1, b_1, h, k, sont des constantes.

En vue d'utiliser les propriétés des circuits discutés en II, on peut insérer des quadripôles dyssymétriques le long d'une ligne à constantes uniformément distribuées. On réalise ainsi les circuits définis par (7). Si $b_1 = 0$, on varie seulement la résistance et l'inductance du circuit; si $a_1 = 0$, on varie seulement la conductance et la capacité.

M. di Piro considère ici le cas où $a_1 \neq 0$, $b_1 = 0$ (qui est analytiquement équivalent à $a_1 = 0$, $b_1 \neq 0$).

Si l'on pose $m_0 = \frac{4 a_0 b}{k^2}$, $m_1 = \frac{4 a_1 b}{k^2}$ et si l'on introduit la nouvelle variable

$$\xi_1 = \sqrt{m_1} e^{\frac{k\xi}{2}}$$

la seconde des équations (1") devient

$$\frac{d^2 I}{d\xi_1^2} + \frac{1}{\xi_1} \frac{dI}{d\xi_1} - \left(1 + \frac{p^2}{\xi_1^2}\right) I = 0 \quad (p^2 = m_0)$$

laquelle donne I et, par conséquent, V.

Dans cette équation, qui est l'équation de Bessel, p est généralement complexe. Si p est un nombre réel rationnel, les deux intégrales particulières sont données par les deux fonctions de Bessel, de première et de seconde espèce, d'ordre p.

Si $p = 0$ ($a_0 = 0$) les intégrales sont données par les fonctions d'ordre zéro. Cette dernière hypothèse correspond au cas où la conductance et la capacité sont constantes, tandis que la résistance et l'inductance varient avec une loi exponentielle.

En terminant, M. di Piro fait remarquer que le but de ce mémoire est seulement de signaler ces types de circuits, qui lui semblent suggestifs.

Quelques relations entre les caractéristiques de fréquences et les phénomènes transitoires en systèmes linéaires par K. Kupfmuller (Berlin). — Les systèmes linéaires sont définis par le fait que les quantités du système sont reliées entre elles par des équations différentielles ou intégrales linéaires. Pareils systèmes sont représentés plus particulièrement par les systèmes électriques, les systèmes de transmission de la téléphonie par exemple. Dans le cas d'un système linéaire, on peut établir pour l'état stationnaire entre une « force » S_1 et une quantité S_2 qui en est une fonction, une relation sous la forme $S_2 = A S_1$.

La quantité A est en général complexe et dépend de la pulsation ω. On écrit

$$A = A e^{-ja}$$

en désignant par A le coefficient de transmission et par a l'angle de transmission. La quantité A, bien qu'elle soit définie par les conditions inhérentes à l'état stationnaire, détermine cependant l'allure de n'importe quels phénomènes transitoires, étant donné que ceux-ci peuvent être représentés, d'après Fourier, par la somme des composantes sinusoïdales stationnaires. Le cas le plus simple est celui du changement brusque de la quantité S_1.

Le système *exempt de distorsion* est défini par

$$A = A_0 = \text{constante},$$

$$\frac{a}{\omega} = t_0 = \text{constante}.$$

Dans un système linéaire de ce genre, un changement brusque de la quantité S_1 du montant S_0 entraîne un changement brusque de la quantité S_2 du montant $A_0 S_0$, lequel aura lieu au bout d'un temps t_0. D'autres phénomènes temporaires relatifs à la quantité S_1 sont fidèlement reproduits par S_2 au bout d'un temps t_0.

Si les conditions concernant l'absence de distorsion ne sont pas satisfaites, on se sert des termes « Distorsion d'amplitude » et « Distorsion de phase ». On discute les distorsions d'amplitude, en prenant pour base les filtres électriques. On établit des relations entre la largeur de la bande de fréquence du filtre et les périodes transitoires. La distorsion de phase est d'une grande importance pour les circuits en câbles interurbains; dans ce cas aussi, on obtient des relations simples entre la période transitoire et la variation de l'angle de transmission a avec la fréquence. Finalement on considère un cas particulier où il se manifeste simultanément la distorsion d'amplitude et la distorsion de phase. On discute les modalités d'application pratique. Quelques résultats obtenus par des expériences sont indiqués pour mettre en évidence la justesse de la théorie. — A. T.

(A suivre).

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Grandeurs et unités photométriques

A l'occasion de la réunion à Bellagio des Comités d'Etudes de la Commission internationale de l'Eclairage, M. A. Blondel, président du Comité d'Etudes des Unités et Symboles photométriques a rédigé le rapport ci-dessous dans lequel il rappelle les résultats acquis et discute des propositions nouvelles. A cet occasion, il proteste contre le défaut d'internationalité des définitions adoptées antérieurement pour l'éclairement et pour la brillance et insiste sur l'opportunité de rattacher les unités photométriques au système C. G. S.

1. **Rappel des décisions antérieures.** — La Commission internationale de l'Eclairage, dans ses sessions de 1921 et 1924, a adopté déjà un certain nombre de définitions de grandeurs et unités, définitions qu'il est utile de reproduire ci-dessous textuellement :

I. Session de Paris, 1921 (1).

Flux lumineux. — C'est le débit d'énergie rayonnante évalué d'après la sensation lumineuse qu'il produit.

Quoique le flux lumineux doive être regardé strictement comme le débit de rayonnement tel qu'il vient d'être défini, il peut cependant être admis comme une entité pour les besoins de la photométrie pratique, étant donné que, dans ces conditions, le débit peut être considéré comme constant.

L'unité de flux lumineux est le lumen. — Il est égal au flux émis dans l'angle solide unité par une source ponctuelle uniforme d'une bougie internationale.

Eclairement. — L'éclairement en un point d'une surface est la densité de flux lumineux en ce point, ou le quotient du flux par l'aire de la surface lorsqu'elle est uniformément éclairée.

L'unité pratique d'éclairement est le lux. — C'est l'éclairement d'une surface d'un mètre carré recevant un flux de un lumen uniformément réparti, ou l'éclairement produit sur la surface d'une sphère d'un mètre de rayon par une source ponctuelle uniforme d'une bougie internationale placée à son centre.

Par suite de certains usages reconnus, on peut aussi exprimer l'éclairement au moyen des unités suivantes :

Si l'on prend pour unité de longueur le centimètre, l'unité d'éclairement est le lumen par centimètre carré, appelé « phot ». Si l'on prend pour unité de longueur le pied, l'unité d'éclairement est le lumen par pied carré, appelé « foot-candle ».

1 « foot-candle » = 10,764 lux = 1,0764 milliphot.

Intensité lumineuse. — L'intensité lumineuse d'une source ponctuelle, dans une direction quelconque, est le flux lumineux par unité d'angle solide émis par cette source dans cette direction. (Tout flux émanant d'une source de dimensions négligeables par rapport à la distance à laquelle on l'observe peut être considérée comme provenant d'un point.)

L'unité d'intensité lumineuse est la « bougie internationale » telle qu'elle résulte des accords intervenus entre les trois laboratoires nationaux d'étalonnage de France, de Grande-Bretagne et des Etats-Unis en 1909 (*). Cette unité a été conservée depuis lors au moyen de lampes électriques à incandescence, dans ces laboratoires qui restent chargés de sa conservation (**).

(*) Ces laboratoires sont : le Laboratoire central d'Electricité, à Paris, le National Physical Laboratory, à Teddington, et le Bureau of Standards, à Washington.

(**) Voir « Note relative à l'unification des intensités lumineuses », page 42.

II. Session de Genève 1924 (1).

Vœu n° 7. — La Commission internationale de l'Eclairage adopte les symboles et définitions suivantes :

Symboles :

Flux lumineux	F	Facteur de réflexion	ρ
Intensité lumineuse	I	Facteur d'absorption	α
Eclairement	E	Facteur de transmission	τ
Brillance	B	Facteur de visibilité	K

Définitions :

a) *Facteur de transmission d'un corps* : Rapport du flux transmis par le corps au flux incident qu'il reçoit.

b) *Facteur d'absorption d'un corps* : Rapport du flux absorbé par le corps au flux incident qu'il reçoit.

c) *Facteur de réflexion d'un corps* : Rapport du flux réfléchi par le corps au flux incident qu'il reçoit.

Le flux réfléchi selon les lois de la réflexion régulière est appelé flux régulièrement réfléchi, et le facteur de réflexion correspondant prend le nom de *facteur de réflexion régulière*. Le flux diffusé, c'est-à-dire envoyé dans d'autres directions que celle de la réflexion régulière, donne le *facteur de réflexion* diffuse. Lorsque l'on considère l'ensemble du flux renvoyé par le corps, on obtient le *facteur totale de réflexion*.

(1) *Recueil des Travaux et Compte rendu des Séances*, 1921, p. 40 et 41.

(1) *Recueil des Travaux et Compte rendu des Séances*, 1924, p. 68 et 69.

d) *Flux total d'une source* : Ensemble du flux émis par cette source.

e) *Flux hémisphérique supérieur (superhorizontal)* : Flux émis par la source au-dessus du plan horizontal passant par son centre.

f) *Flux hémisphérique inférieur (subhorizontal)* : Flux émis par la source au-dessous du plan horizontal passant par son centre.

g) *Intensité sphérique moyenne d'une source* : Moyenne des valeurs de l'intensité de la source dans toutes les directions de l'espace.

h) *Intensité hémisphérique moyenne supérieure* : Moyenne des valeurs de l'intensité de la source dans toutes les directions au-dessus du plan horizontal passant par son centre.

i) *Intensité hémisphérique moyenne inférieure* : Moyenne des valeurs de l'intensité de la source dans toutes les directions au-dessous du plan horizontal passant par son centre.

j) *Intensité horizontale moyenne* : Moyenne des valeurs de l'intensité de la source dans toutes les directions du plan horizontal passant par son centre.

k) *Facteur de réduction de l'intensité sphérique moyenne d'une source* : Rapport de l'intensité moyenne sphérique à l'intensité moyenne horizontale.

l) *Facteur d'efficacité d'une source* : Rapport du flux lumineux total à la puissance totale consommée. Dans le cas d'une lampe électrique, il est exprimé en lumens par watt. Dans le cas d'une source utilisant la combustion on peut l'exprimer en lumens par unité de temps et par unité thermique.

m) *Facteur de visibilité pour une radiation monochromatique*. Rapport du flux lumineux au flux d'énergie correspondant.

Le facteur de visibilité relative d'une radiation monochromatique est le rapport du facteur de visibilité de cette radiation à la valeur maximum du facteur de visibilité.

n) *Brillance* : La brillance dans une direction donnée d'une surface émettant de la lumière est le quotient de l'intensité lumineuse mesurée dans cette direction par l'aire projetée de cette surface sur un plan perpendiculaire à la direction considérée.

Unité de brillance : La bougie internationale par unité de surface.

Ces définitions ont été depuis lors traduites dans les différentes langues nationales, sauf l'allemand, et adoptées par les sociétés d'éclairagistes des groupes correspondants.

II. **Propositions nouvelles**. — Cependant ces définitions sont de nouveau soumises à la discussion, d'une part, par M. Bordoni qui insiste pour l'adoption d'un ordre différent pour l'enchaînement des définitions des grandeurs et, d'autre part, par la délégation allemande qui, n'ayant pas assisté aux précédentes discussions, présente actuellement diverses critiques de détail, notamment en ce qui concerne les termes « centre d'une source » et le mot « fonction », d'origine anglo-saxonne, auquel elle préfère le mot « coefficient » qui est plus conforme aux habitudes allemandes et françaises aussi.

On peut aisément accepter l'emploi *équivalent* et *facultatif* des mots « facteur » et « coefficient » comme nous l'avons proposé déjà en 1921.

Quant au « centre » de la source on est obligé de le concevoir au moins fictivement pour définir l'éclairement étalon, produit par la source étalon. Pour éviter toute difficulté, on pourrait décider que la source étalon doit, obligatoirement, avoir une forme filiforme verticale ou plane verticale, et attribuer aux autres sources plus volumineuses un « centre de figure » qui serait une définition nettement et uniquement géométrique.

Une autre demande beaucoup plus grave est celle que fait la délégation allemande quand elle propose de remplacer partout le mot « bougie internationale » par « unité de lumière ».

Pour pouvoir discuter utilement cette question et la proposition de M. Bordoni, nous sommes forcé de revenir en arrière et de rappeler les principes d'où sont issues les définitions photométriques sous leur forme actuelle.

On nous excusera donc de citer un peu trop souvent nos propres mémoires ou rapports successifs sur les grandeurs, symboles et unités.

III. **Définitions proposées en 1896**. — Nous reproduirons comme point de départ et de comparaison les définitions des grandeurs et unités que nous avions proposées, pour la première fois (avec la terminologie de cette époque), au Congrès des Electriciens de Genève en 1896 [1].

1° Grandeurs photométriques.

Flux : Energie lumineuse propagée par le faisceau pendant l'unité de temps.

Eclairement sur une surface placée en un point du faisceau : Rapport du flux reçu par la surface à l'aire de cette surface, autrement dit, flux par unité de surface.

Intensité d'une source ponctiforme dans une direction donnée : Rapport du flux émis dans un cône infiniment petit à l'angle solide de ce cône; autrement dit, flux par unité d'angle solide, ou « stéradian ».

On appellera « intensité » d'une source volumineuse, ou « puissance » d'un appareil optique à grande distance, l'intensité d'une source ponctuelle *équivalente*, c'est-à-dire produisant le même éclairement à la même distance.

Eclat intrinsèque d'une surface lumineuse suivant une direction donnée : Rapport de l'intensité lumineuse d'un élément infiniment petit de cette surface, dans la direction considérée, à l'aire de la projection de cette surface, normalement au rayon; autrement dit, intensité lumineuse par unité de surface *apparente*.

Rayonnement intrinsèque d'une surface lumineuse : Flux lumineux total émis par unité de surface. Si l'on convient de ne faire aucune différence entre un flux émis ou un flux reçu, le rayonnement intrinsèque se confond avec l'éclairement : c'est l'éclairement intrinsèque de la source.

L'énergie photométrique d'un faisceau de lumière, à laquelle on donnera le nom de *quantité de lumière*, n'est

[1] Congrès international des Electriciens de Genève, 1896, *L'Eclairage électrique*, 22 août 1896, t. VIII, p. 344 et 352. Voir aussi antérieurement : A. Blondel. *The Electrician*, Photometric magnitudes and units, 28 septembre 1894.

plus une quantité physique seulement, mais physiologique, et qui n'a, par conséquent aucune commune mesure avec la précédente. Mais on admet par convention que, pour une radiation donnée, elle lui est proportionnelle. On peut donc enchaîner les définitions photométriques, comme s'il s'agissait des grandeurs physiques dérivant de l'énergie physique de la radiation.

On remarquera seulement que, si la lumière considérée n'est plus monochrome mais polychrome, le rapport entre le flux photométrique et le flux physique n'est plus le même que pour une lumière monochrome, mais varie suivant la source considérée; nous supposerons donc, dans tout ce paragraphe, qu'il s'agit toujours de lumière ayant même composition spectrale, et la grandeur photométrique fondamentale sera définie de la manière suivante :

Quantité de lumière : Grandeur physiologique représentant l'effet produit sur l'œil par l'énergie physique de la radiation, et égale à celle-ci multipliée par un certain coefficient d'effet physiologique k, inconnu quant à ses « dimensions physiques », mais constant pour une composition spectrale donnée.

Les autres grandeurs photométriques s'en déduisent successivement comme on vient de le dire, parallèlement aux grandeurs physiques.

TABLEAU I. — *Grandeurs et notations* (1896).

GRANDEURS PHOTOMÉTRIQUES	SYMBOLES CARACTÉRISTIQUES	DÉFINITIONS
Quantité de lumière	Q	$Q = k\mathcal{E}$
Flux lumineux	Φ	$\Phi = \frac{Q}{T}$
Eclairement	E	$E = \frac{\Phi}{L}$
Intensité, ou puissance lumineuse	I	$I = \frac{\Phi}{\sigma}$
Eclat intrinsèque	i	$i = \frac{I}{S \cos \alpha}$
Rayonnement intrinsèque	E	$E = \frac{\Phi}{S}$

σ, désigne un angle solide; $\mathcal{E}$, l'énergie;
k, un coefficient, inconnu quant à ses dimensions physiques;
α, l'angle d'émission des rayons par rapport à la normale.

Après avoir montré que pour les mesures l'unité principale est l'étalon de lumière, nous proposions les définitions des unités dans l'ordre suivant :

2° UNITÉS CORRESPONDANTES.

Unité d'intensité lumineuse : « Pyr » (nom abandonné ensuite) : L'intensité d'une source formée par une surface plane de 5 mm² de platine incandescent à la température de solidification (1/20 du Violle), observée à grande distance suivant la direction normale.

Unité d'éclairement : « Lux » : L'éclairement produit par une source ponctuelle d'intensité égale à 1 pyr dans la direction considérée, sur une surface placée à l'unité de distance (1 m) normalement au rayon.

Unité de flux : « Lumen » : Le flux reçu par une surface de 1 m² présentant un éclairement uniforme de un lux.

Unité d'éclat intrinsèque : L'éclat d'une petite surface rayonnante produisant l'unité d'intensité par unité de surface apparente ; pratiquement ce sera le « pyr » par centimètre carré.

Unité de quantité de lumière ou d'éclairage : Le produit de l'unité de flux par l'unité de temps (seconde); pratiquement ce sera le « lumen-heure » par analogie avec l'ampère-heure.

TABLEAU II. — *Unités* (1896).

GRANDEUR	NOM DE L'UNITÉ	ÉQUATION DE DÉFINITION	DIMENSIONS
Intensité	Pyr	I	I
Flux	Lumen (= pyr × stéradian)	$\Phi = I\sigma$	I
Eclairement et Rayonnement	Lux (= Lumen : m²)	$E = \frac{\Phi}{S}$	IL^{-2}
Eclat intrinsèque	Pyr par m²	$i = \frac{I}{S}$	IL^{-2}
Quantité de lumière	Lumen-heure	$Q = \Phi T$	IT

Le Congrès de 1896 adopta nos propositions avec de faibles modifications, en remplaçant le mot « pyr » par bougie décimale.

En 1897 nos confrères allemands ont remplacé la bougie décimale par la bougie Hefner et ont modifié certains symboles. On remarquera que le symbole Φ pour le flux qu'ils demandent était celui que nous proposions en 1896.

IV. Comparaison des diverses définitions. — Il est très intéressant de comparer les textes et tableaux anciens reproduits ci-dessus, d'une part avec les propositions très complètes qui ont été faites pendant plusieurs années par l'Illuminating Engineering Society de New-York et, d'autre part, avec les décisions de la Commission internationale de l'Eclairage en 1921 et 1924 et avec le mémoire présenté actuellement par M. Bordoni.

Cette comparaison me suggère trois remarques :

1° L'idée de considérer les grandeurs physiques en partant de l'énergie lumineuse et d'en déduire ensuite les grandeurs physiologiques au moyen d'un coefficient k de transformation physiologique était clairement énoncée dès 1896. Elle a été reprise et conservée depuis lors par nos confrères américains de l'Illuminating Engineering Society et par moi-même dans les tableaux relatifs à la photométrie du « Recueil des Constantes » de la Société de Physique et même encore, avec détails, dans notre « Rapport sur les Grandeurs et Unités photométriques » à la session de la Commission internationale de l'Eclairage tenue à Paris, en juillet 1921 (p. 7 et 12).

Dans ce rapport nous prenions le flux lumineux comme *grandeur initiale* (déduite encore de l'énergie lumineuse au moyen d'un coefficient spécial physiolo-

gique), mais nous faisions remarquer que pour l'enchainement des *unités* il est plus pratique de partir de l'intensité lumineuse. En définitive, le Congrès a préféré enchainer tout, grandeurs et unités, en partant des flux de lumière même pour l'unité.

Après toutes ces discussions, nous ne comprenons donc pas bien pourquoi M. Bordoni demande à remettre en cause l'enchainement des grandeurs. Il y a chose jugée et les considérations qu'il développe ne nous semblent pas apporter des points de vue nouveaux par rapport à ceux que nous avons déjà exposés en 1896 et en 1921, comme il est rappelé ci-dessus.

2° Il n'y a que des différences extrêmement faibles de rédaction entre les propositions acceptées en 1896 par le Congrès des Electriciens (avec le remplacement du mot « pyr » par le mot « bougie décimale »), et les définitions promulguées par la Commission internationale de l'Eclairage dans ses sessions de 1921 et de 1924. Le fait qu'il a fallu 28 ans de discussions pour aboutir à peu près au point de départ, met en évidence un « rendement » vraiment faible des discussions internationales. Il est heureux que les établissements d'enseignement tels que l'Ecole supérieure d'Electricité de Paris n'aient pas attendu 28 ans avant d'adopter le système des unités et grandeurs photométriques. Ces longues discussions ont été dues, croyons-nous, en grande partie, au rôle très important — à juste titre d'ailleurs — joué dans les discussions internationales depuis 1900 par les ingénieurs gaziers qui étaient autrefois tout à fait étrangers à la mentalité « physicienne » des ingénieurs électriciens acquise par l'étude de l'électromagnétisme.

3° *Malheureusement*, en dépit de l'apparence d'identité « formelle » des définitions de 1896 et des définitions de 1921-1924, nous devons aujourd'hui reconnaître avec tristesse que, malgré tous nos efforts, contrariés maintenant par nos confrères américains, le but recherché depuis trente ans, celui de la création d'unités « internationales », c'est-à-dire *communes* à toutes les nations, et rattachées directement aux autres unités de la Physique moderne n'est pas obtenu et est, au contraire, extrêmement compromis par les décisions du Congrès de 1924, dans lesquels on a remplacé l'unité proposée « centimètre » parfaitement définie, par les mots équivoques « unité de longueur » et de même les mots « centimètre carré » pour les mots équivoques « unité de surface ». De même au lieu du *watt* on a écrit les mots « unité de puissance ».

Par suite de l'attachement que mettent nos confrères anglo-saxons à conserver leurs unités nationales de puissance (B. T. U.), de longueur (pied, pouce) et de surface (pied carré, pouce carré), l'unification internationale des unités, obtenue en apparence dans les définitions de celles-ci, n'est plus qu'un leurre, car si les unités de longueur et de puissance calorifique ne sont pas elles-mêmes internationales, les unités photométriques qui s'en déduisent n'ont qu'une *internationalisation apparente* qui réside non dans les choses réelles mais seulement dans des mots. Et il faudra continuer à employer des tables de conversion des unités quand on voudra comparer les travaux faits dans divers pays.

Cet état de choses funeste provient de ce que nos confrères de tous pays ont perdu de vue, en 1924, le grand travail qui avait été accompli de 1900 à 1914 par la Commission des Grandeurs et Unités de l'Illuminating Engineering Society qui avait bien voulu nous associer à ses travaux et adopter le nom de phot que nous avions proposé pour l'unité d'éclairement.

Le point de vue qu'avait alors défendu ladite commission était un peu différent de celui du Congrès de Genève de 1896, en ce qu'il remplaçait le système *métrique* mis en avant à Genève, et qui avait un caractère encore imparfaitement international, par le système d'unités *international* des physiciens « centimètre, gramme, seconde ». La photométrie n'étant en réalité qu'une branche de la physique, dès qu'on admet la détermination expérimentale du coefficient k d'effet physiologique, dont il est parlé plus haut et que M. Bordoni a mis de nouveau en évidence avec une clarté saisissante, il est d'une *logique impérieuse*, de fonder les unités *photométriques* sur le même système C. G. S. à l'exclusion de tout autre.

C'est le point de vue que nous avons adopté dans le « Recueil des Constantes » de la Société française de Physique publié en 1912 et dans notre « Rapport à la Commission internationale de l'Eclairage », session de Paris, 1921 ; dans ce dernier nous demandions formellement que pour la mesure de l'éclairement, les anciennes unités telles que bougie-mètre (appelées actuellement « lux »), « bougie-pied » ou « candle foot », fussent définitivement abandonnées et qu'une seule unité d'éclairement, vraiment internationale, fût définie sous le nom de « phot », égale à l'éclairement produit par un flux de 1 lumen tombant sur une surface de 1 cm^2.

Nous faisions remarquer que le « milliphot » (égal à 10 lux) représente sensiblement l'éclairement nécessaire pour une lecture confortable et ne diffère que fort peu du foot-candle, car *1 foot-candle = 1,0764 milliphot*.

Le « milliphot » est tout aussi qualifié pour devenir une unité internationale d'éclairement que le « millibar », aujourd'hui adopté par les météorologistes, est admis comme unité pratique internationale de pression atmosphérique au lieu des vieilles mesures en centimètres de mercure ou en livres de poids par pouce carré de surface. Il faut savoir être scientifique avec son temps.

La France a fait, il y a une vingtaine d'années, le sacrifice de renoncer à la valeur ancienne de la bougie décimale égale au 1/10 du bec Carcel et à 0,96 de la bougie internationale pour accepter cette dernière dans un esprit de généreux et réaliste internationalisme ; nous ne pouvons comprendre pourquoi nos amis anglais refuseraient de faire, en adoptant le milliphot, une concession semblable et du même ordre de grandeur, car il s'agit seulement d'une erreur sur le *troisième* chiffre de la valeur du foot-candle.

Mais ils ne semblent pas du tout comprendre l'intérêt de cette question et la *nécessité vitale* de faire reposer le système photométrique sur les unités *physiques* internationales. Car on lit dans le vocabulaire qu'on vient de distribuer sous le titre « British Standard Glossary of terms utilised in Illumination and Photometry », n° 233, 1925, p. 5, ce passage :

« Phot = A unit of illumination which is little used », au lieu qu'on devrait lire

Phot = the true and sole international unit of illumination ; the corresponding practical unit is the milliphot chosen to supresesd the foot candle ; 1 foot candle = 1,0764 milliphot ».

On a cru, il est vrai, avoir « escamoté » la question de l'internationalisation de l'unité d'éclairement en disant : « elle sera égale à l'éclairement reçu par une surface placée à l'unité de distance d'une source égale à une bougie » ; mais ce n'est là qu'une « mystification » dangereuse.

Le danger apparait aujourd'hui dans toute son étendue grâce à la demande symétrique que font nos confrères allemands de remplacer à leur tour dans cette définition équivoque le mot bougie par les mots « unité de lumière » ; de même qu'on y a remplacé déjà « centimètre » par « unité de longueur ».

Cette proposition a évidemment pour but de conserver en Allemagne l'unité Hefner, égale à 9/10e de la bougie internationale, à laquelle la France a cependant sacrifié sans hésitation sa bougie décimale égale 1/10e de Carcel. Si la Commission se laissait arracher un avis favorable, nous pourrions voir bientôt des mesures d'éclairement exprimées en hefners-mètres, voire même en hefners-pieds puisque le pied est réclamé outre-Manche et outre-Atlantique comme une simple application de l' « unité de longueur ».

Ce serait une nouvelle mystification à ajouter à celles qui résultent déjà des décisions de 1924 (1).

Pour y mettre fin nous demandons à la Commission de vouloir émettre un vœu énoncé en détail dans nos conclusions ci-dessous, et proclamant explicitement que les unités photométriques internationales ont comme base la bougie internationale et les unités de la physique, le flux étant déduit de la puissance exprimée en watts, par un coefficient physiologique expérimental, dit facteur ou coefficient de « *luminosité* », c'est-à-dire de *transformation en lumens*.

Par la même occasion, nous demanderons à la Commission de rectifier la définition votée par erreur en 1924 de ce coefficient qu'on a appelé à tort coefficient de « visibilité ». Comme nous l'avons montré dans nos rapports de 1921-1924, ce mot visibilité constitue un *solécisme*, car la visibilité est par définition la *faculté* de *voir* et non la faculté d'*émettre* une radiation lumineuse.

Il est toujours nécessaire d'apporter le souci de la logique dans le langage, quel qu'en soit le pays ; il doit en être de même « à fortiori » pour un langage international.

(1) L'étalon Hefner est d'ailleurs incompatible avec les méthodes modernes de la photométrie à cause de sa couleur *beaucoup trop rouge*. Il faut y renoncer comme à la Carcel française.

V. Remarques concernant les définitions de la radiance, de l'excitation et de l'éclairage. — Il nous reste, en terminant, à faire quelques remarques sur les définitions proposées pour trois nouvelles séries, de grandeurs et unités : radiance, excitation, éclairage.

Je suis bien d'accord sur les définitions proposées par la Commission française des Définitions et Symboles, qui diffèrent peu de celles proposées dans nos anciens rapports de 1896 à 1921 et dans les tableaux du « Recueil des Constantes » de la Société française de Physique. Ces unités internationales doivent reposer sur le système C. G. S. Par conséquent, la *radiance*, quotient d'un flux par une surface, doit avoir pour unité le lumen par centimètre carré ; on peut abréger ce terme en employant le mot « phot » qui lui est précisément égal.

Pour éviter toute confusion avec les autres vocables de racine « rad » qui s'appliquent généralement à des radiations non lumineuses, il sera nécessaire en photométrie de dire « radiance lumineuse ». Ce vocable un peu long serait avantageusement remplacé par celui de « fluxance » que j'ai proposé autrefois, ou par celui d' « émittance », au choix.

L'*excitation*, produit d'un éclairement par un temps, a forcément comme une unité, dans le système C. G. S. généralisé, le *phot-seconde* et ses sous-multiples.

Quant à l'*éclairage* ou quantité de lumière, égal au produit d'un flux lumineux par le temps d'émission, son unité C. G. S. est le lumen-seconde ; mais on peut admettre comme multiple international le « lumen-heure » parce que l'heure est déjà, en fait, une unité pratique internationale.

VI. Résumé et conclusions. — *En résumé*, nous avons montré qu'actuellement, le Comité des Définitions et Symboles n'est arrivée à définir qu'un *système international* de *grandeurs*, mais non pas *d'unités*. *Elle n'a donc pas rempli la mission qui lui a été confiée* lorsqu'elle a été créée.

Pour reprendre cette mission, nous proposons :

1° De rappeler les principes généraux trop oubliés pour une décision telle que la suivante :

Le système international d'unités photométriques repose sur le système international d'unités dit système C. G. S. des physiciens (centimètre, gramme, seconde), complété par l'addition d'une unité d'intensité lumineuse, la bougie internationale définie par la Commission internationale de l'Eclairage dans sa session de 1921 et de l'unité de flux correspondant.

Les unités photométriques fondamentales sont : ladite bougie, le lumen (unité de flux) et le phot, égal à un flux de un lumen reçu ou émis par centimètre carré. Pratiquement, on emploiera le milliphot = 10 lux anciens, et très peu différent du foot-candle. Le lux et le foot-candle sont rejetés comme unités non *internationales*.

Aucune autre unité que les trois précédentes ne reçoit de nom spécial (¹).

2° D'admettre les modifications proposées par la délégation allemande, à l'*exception* des mots « unité de lumière » pour remplacer la bougie internationale, qui est maintenue.

D'ajouter par contre à la liste des laboratoires qui conservent la bougie internationale, la Physikalische Technische Reichsanstalt de Berlin.

3° D'adopter les définitions proposées par la délégation française pour les trois nouvelles grandeurs et unités de radiance, excitation, éclairage, sous réserve qu'on soumettra au congrès de 1928 le choix entre les mots radiance, fluxance, ou émittance.

D'adopter pour unités correspondantes le lumen par centimètre carré, le lux-seconde et le lumen-seconde, tout en autorisant l'emploi respectif du phot, du lux-heure et du lumen-heure.

4° De décider que l'éclairage se déduit de l'énergie physique correspondante évaluée soit en *ergs*, soit en *joules*, au moyen d'un coefficient de transformation physiologique qui sera appelé facteur ou coefficient de *luminosité* (c'est-à-dire de production de *lumens*), au lieu du mot « *visibilité* » qui sera rejeté.

A. BLONDEL,
Membre de l'Institut,
Président de la Commission internationale des Symboles et Unités photométriques.

Revues, analyses et informations

Sur les propriétés diélectriques des gaz ionisés et la propagation des ondes électromagnétiques dans la haute atmosphère (²).

Des expériences ont été faites en vue d'observer la diminution apparente de la constante diélectrique d'un gaz ionisé prévue par la théorie de Eccles. Les auteurs ont vérifié cette diminution pour les faibles pressions du gaz; cette diminution ne se continue pas lorsqu'on fait croître l'ionisation et l'on trouve une brusque augmentation pour une ionisation d'autant plus faible que la longueur d'onde est plus grande. La théorie de Eccles ne prévoit pas cette augmentation, mais elle ne fait pas intervenir les actions mutuelles entre les ions. Les résultats expérimentaux s'expliquent complètement, si ces actions mutuelles introduisent des forces quasi élastiques, qui déterminent l'existence d'une période de résonance. Ils donnent une explication des différences que l'on observe entre la propagation autour de la terre des ondes longues et des ondes courtes. En tenant compte du fait que la période de résonance des oscillations ioniques est d'autant plus longue que l'ionisation est plus faible, on arrive à des conclusions relatives à la portée des signaux radiotélégraphiques. Les expériences ont été faites en utilisant des ondes très courtes et de fortes ionisations, mais pour des ondes beaucoup plus longues, les phénomènes de résonance observés se produiraient pour une ionisation moins intense, qui pourrait être atteinte dans les régions basses de la couche d'Heaviside. A cette ionisation correspond une fréquence moyenne d'oscillation ionique. Lorsque des ondes courtes se propagent dans la couche ionisée, la fréquence du champ électromagnétique est supérieure à la fréquence des oscillations des ions. Le courant de convection produit par les mouvements de ceux-ci a alors une composante en opposition de phase avec le courant de déplacement et produit une diminution apparente de la constante diélectrique. Comme le prévoit la théorie de Eccles, des réflexions et des mirages renvoient les ondes vers le sol et assurent les longues liaisons sans fil des postes à ondes courtes. Pour des ondes plus longues, la période de résonance est atteinte. Le courant de convection devient en quadrature avec le courant de déplacement et ne produit plus de variation de la constante diélectrique; il a la phase d'un courant de conduction et provoque une forte absorption des ondes. Des ondes plus longues encore ont une fréquence inférieure à la fréquence de résonance. Une composante du courant de convection est alors en phase avec le courant de déplacement et produit une augmentation apparente de la constante diélectrique. Des phénomènes de mirage ne sont plus possibles, mais les ondes sont alors assez longues pour que la conductibilité de l'eau de mer puisse assurer la propagation dans des conditions qui sont celles de la formule d'Austin; la couche ionisée de la haute atmosphère agit de plus comme une couche conductrice qui favorise encore la propagation. De part et d'autre de la longueur d'onde pour laquelle il y a résonance dans le gaz ionisé, les phénomènes qui interviennent lors de la propagation lointaine des signaux radiotélégraphiques, sont ainsi très différents. Pour les fréquences voisines de la résonance, leur transmission n'est pas assurée par la haute atmosphère qui absorbe les ondes. Celles-ci sont, d'autre part, trop courtes pour que la propagation le long du sol se fasse sans grand affaiblissement. On s'explique ainsi le fait souvent constaté, qu'il existe des longueurs d'onde voisines de 200 m peu favorables aux liaisons radioélectriques. — G. M.

(¹) Ainsi se trouve rejeté le *lambert* proposé comme unité de brillance et dont la définition est doublement *hérétique* pour deux raisons :

1° Parce qu'elle fait intervenir les propriétés d'un certain corps théorique diffusant suivant la loi, théorique aussi, de Lambert et n'ayant aucune absorption (condition d'ailleurs *irréalisable*);

2° Parce qu'elle exprime la brillance unité, par l'éclairement unité, au lieu de l'exprimer suivant la définition de la grandeur correspondante elle-même, c'est-à-dire l'intensité surfacique.

En outre, le lambert est tout à fait inutile parce qu'au lieu de dire qu'une surface a une brillance de 1 lambert, il suffit de dire qu'elle présente un éclairement apparent ou fantomatique de 1 phot; c'est-à-dire la même brillance qu'une test-surface non absorbante et diffusant suivant la loi de Lambert, placée au même endroit et soumise à un éclairement de 1 phot.

Enfin, lors de discussions récentes nos confrères américains ont proposé un nouveau lambert rapporté au pied carré!

(²) H. GUTTON et J. CLÉMENT. *L'Onde électrique*, avril 1927, t. VI, p. 137-151, 6800 mots, 6 fig.

SECTION INDUSTRIELLE

A propos de la mesure de la réactance de dispersion des alternateurs triphasés

L'auteur rappelle qu'il existe plusieurs sortes de réactances de dispersion, et qu'il est vain de vouloir comparer entre elles des méthodes portant sur des grandeurs différentes comme la réactance de l'induit considéré seul, et la réactance des fuites totales ramenées à l'induit. Il analyse ensuite un certain nombre de méthodes simples permettant de mesurer soit la réactance dite inverse, soit la réactance monophasée; parmi ces méthodes certaines ont déjà fait l'objet de publications et quelques autres sont inédites. Il conclut en indiquant que l'on dispose actuellement de plusieurs méthodes permettant de mesurer ces grandeurs avec un degré de précision satisfaisant, et que l'on peut choisir parmi celles-ci celle qui s'adapte le plus simplement aux facilités d'expériences dont on dispose dans chaque cas particulier.

I. Introduction. — Le grand nombre des mémoires consacrés ces dernières années à la recherche d'une méthode simple et suffisamment précise pour mesurer la réactance de fuites des alternateurs prouve à lui seul que cette question préoccupe beaucoup de techniciens, et qu'il serait souhaitable de lui trouver une solution satisfaisante. Elle a d'ailleurs fait l'objet de deux rapports très complets présentés respectivement par MM. Darrieus (1) et Schmutz (2) aux journées de discussions de la Société française des Electriciens d'octobre 1925, et ces mémoires ont largement contribué à éclaircir le problème tant par les principes fondamentaux que par les résultats d'expériences qui s'y trouvent exposés.

Il semble néanmoins, à en juger par des publications toutes récentes, qu'une confusion regrettable subsiste encore à la base des discussions, et que beaucoup d'auteurs persistent à critiquer des méthodes et à en proposer de nouvelles en comparant des résultats de mesures portant sur des grandeurs qui n'ont entre elles qu'une parenté lointaine.

Avant de se préoccuper de mesurer la réactance de fuites d'un alternateur, il est, en effet, une question préalable à laquelle il est indispensable de répondre, car on peut considérer plusieurs sortes de réactance de fuites suivant le but que l'on désire atteindre : quelle réactance de fuites désire-t-on mesurer?

(1) G. Darrieus: Sur les divers coefficients d'induction intervenant dans les machines électriques et spécialement les alternateurs. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, supplément au numéro d'octobre 1925, p. 1-7. — Les « Journées de Discussions » d'octobre 1925 de la Société française des Electriciens. *Revue générale de l'Electricité*, 28 novembre 1925, t. XVIII, p. 887-890.

(2) Schmutz: Note sur les mesures des divers coefficients d'induction intervenant dans les alternateurs. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, supplément au numéro d'octobre 1925, p. 8-27, et avril 1926, t. VI (4e série), p. 350.

Les réactances de dispersion qui semblent devoir intervenir le plus souvent dans la prédétermination du fonctionnement d'une machine semblent être les suivantes :

1° *La réactance triphasée des fuites totales ramenées à l'induit.* — Dans l'expression de cette réactance interviennent non seulement les fuites propres de l'induit, mais celles de l'inducteur et du circuit amortisseur. L'expérience montre que sa valeur peut être supérieure à deux fois celle de la réactance de fuites de l'induit considéré seul, et en diffère d'autant plus que l'amortissement est moins parfait.

La connaissance de cette réactance intéresse au premier chef celui qui doit utiliser la machine. C'est cette réactance qui intervient dans tous les phénomènes transitoires ou permanents mettant en jeu des ampères-tours non synchrones : court-circuit brusque, décharge brusque, oscillations électriques de moyenne fréquence, résonance des harmoniques non multiples de 3, etc... C'est elle, en particulier, qui réagit sur la composante des ampères-tours de réaction, tournant en sens inverse de la vitesse de synchronisme, en cas de déséquilibre des courants induits : on l'appelle pour cette raison réactance asynchrone ou réactance inverse, et nous lui conserverons cette dernière dénomination dans le cours de cette étude.

Enfin, M. Blondel l'a rappelé dernièrement (1), cette réactance de fuites totales se rapproche beaucoup du coefficient λ de Potier qui mesure les fuites de l'induit augmentées des fuites entre cornes polaires de l'inducteur.

Même dans une machine peu amortie où le coefficient λ de Potier peut se trouver inférieur à la réactance inverse, comprenant en particulier la réactance

(1) A. Blondel: Sur certain coefficient de self-induction des alternateurs. *Revue générale de l'Electricité*, 24 janvier 1925, t. XVII, p. 129-130.

du circuit inducteur extérieur au rotor, on ne commettra qu'une erreur négligeable dans le résultat du diagramme en confondant la valeur de ces deux réactances : une erreur commise par excès sur la chute inductive interne entraîne une erreur par défaut sur la détermination des ampères-tours démagnétisants, et le résultat final se trouve peu modifié.

2° *La réactance monophasée des fuites totales.* — Cette réactance diffère de la précédente par une intervention différente de la mutuelle inductance entre phases; elle lui est toujours inférieure et peut se rapprocher fortuitement de la réactance de fuites triphasée de l'induit considéré seul. C'est cette réactance qui réagit sur la composante monophasée des courants déséquilibrés circulant dans l'induit lorsque le déséquilibre affecte le point neutre, et qui intervient, en particulier, si l'on considère les courants harmoniques d'ordre 3 qui sont en phase dans les trois enroulements de l'induit. La connaissance de cette réactance est nécessaire pour le calcul du fonctionnement en régime déséquilibré (transitoire ou permanent) d'une machine dont le point neutre est relié au sol, par exemple pour le calcul des courants de court-circuit à la terre.

Dans tout ce qui suivra, nous l'appellerons réactance monophasée.

3° *La réactance triphasée des fuites de l'induit considéré seul.* — Nous mentionnons cette réactance parce qu'elle intervient dans un grand nombre de travaux consacrés à la mesure de la réactance de fuites. Il faut noter toutefois que la connaissance de cette réactance ne peut être utile qu'au constructeur de la machine dans le cas de recherches spéciales, par exemple en vue de vérifier sur l'alternateur réalisé, certaines formules qui ont servi à prédéterminer ses dimensions. Elle n'offre aucun intérêt pour l'exploitant qui cherche à savoir comment se comportera l'ensemble de l'alternateur, soit en régime normal, soit en régime troublé.

Dans ce qui suit, nous examinerons uniquement les méthodes dont on peut disposer à l'heure actuelle pour mesurer les réactances inverse et monophasée, étant entendu, une fois pour toutes, que ces méthodes fourniront des résultats forcément différents de celles dont on dispose pour mesurer la réactance de fuites de l'induit considéré seul [1].

ainsi formé, et pour obtenir la saturation voulue, on excite l'inducteur.

L'impédance apparente de l'induit, obtenue en divisant la tension U appliquée aux bornes par le courant I, fournit approximativement la réactance inverse.

Dans le cas de machines très puissantes, comme certains turboalternateurs, cette méthode est parfois difficilement applicable faute de sources de courants alternatif et continu suffisantes pour alimenter l'induit et l'inducteur. Il est en effet nécessaire, pour obtenir des résultats convenables, d'admettre dans l'induit un courant au moins égal au courant normal de la machine, et la saturation artificielle obtenue en excitant l'inducteur est généralement insuffisante avec les courants que l'on peut y admettre.

A titre d'exemple, la figure 1 donne le résultat d'une mesure effectuée sur un alternateur de 5 250 v, 840 A.

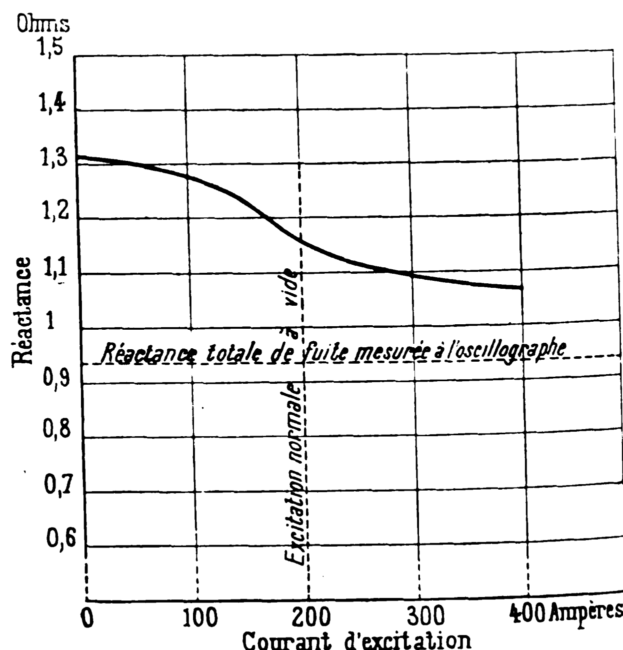


Fig. 1. — Réactance inverse d'un alternateur mesurée par la méthode statique de M. Blondel, avec un courant alternatif de valeur insuffisante dans le stator.

II. Méthodes statiques.

— 1. Réactance inverse. — Dans une note présentée à l'Académie des Sciences le 29 décembre 1924, M. Blondel a indiqué la méthode de mesure suivante [2].

On groupe les bobines de l'induit en étoile, et on envoie un courant alternatif monophasé qui entre par une des branches de l'étoile et sort par les deux autres branches mises en parallèle. On cale l'inducteur de façon que son axe soit en face de l'axe du pôle induit

Le courant alternatif circulant dans l'induit, pour la mesure de la réactance, n'était que de 10 A ; le courant continu, fourni par une excitatrice auxiliaire de caractéristiques identiques à celle de l'alternateur, n'a pas permis d'atteindre un degré de saturation suffisant, et la réactance déduite de la mesure est restée trop élevée.

Par ailleurs, il faut noter que la circulation d'un courant monophasé intense dans l'induit est capable de provoquer un échauffement dangereux des amortisseurs, d'autant plus que la ventilation normale de la machine ne vient pas la compenser.

Ces difficultés semblent restreindre l'emploi de cette méthode aux machines de dimensions relativement

(1) E. Roth ; Critique de quelques méthodes de mesure de la réactance due aux fuites de l'induit des machines électriques rotatives à courants alternatifs. *Revue générale de l'Électricité*, 7 février 1925, t. XVII, p. 217-224.

(2) A. Blondel. *Loc. cit.*

réduites; elle reste d'ailleurs une des plus simples et des plus faciles à interpréter tant qu'il s'agit de telles machines.

2. Réactance monophasée. — Une méthode statique semblable à celle de M. Blondel s'applique à la mesure de la réactance monophasée.

On ferme les 3 phases de l'induit en court-circuit, et on envoie un courant monophasé qui entre par le point neutre, se partage en parties égales dans les trois phases, et sort par les extrémités réunies en court-circuit. L'impédance apparente, obtenue en divisant le triple de la tension appliquée par le courant total, fournit approximativement la réactance monophasée par phase.

Les observations formulées au sujet de la mesure de la réactance inverse par la méthode statique s'appliquent identiquement à cette nouvelle mesure.

III. Méthodes basées sur l'emploi des caractéristiques en court-circuit. — 1. Réactance inverse. — Dans une note publiée pour la première fois en novembre 1923 [1], nous avons indiqué que l'on peut mesurer la réactance de fuites en déterminant simplement la caractéristique à vide, la caractéristique en court-circuit triphasé et la caractéristique en court-circuit monophasé (deux phases en court-circuit).

Le calcul que nous avions indiqué prête à certaines confusions qui ont laissé le champ libre à beaucoup de critiques [2], toutes basées sur la présence du champ de réaction inverse lors du court-circuit monophasé. Nous reprendrons donc ce calcul sous une forme plus évidente, en faisant usage de la décomposition des courants déséquilibrés en leurs composantes triphasées symétriques.

Lors du court-circuit triphasé, le courant de court-circuit I (fig. 2) est limité par la réactance synchrone Z_d de l'alternateur, et en appelant $E^{(3)}$ la force électromotrice étoilée correspondante, on obtient la relation évidente

$$I = \frac{E^{(3)}}{Z_d} \qquad (1)$$

Lors du court-circuit monophasé, on sait que le courant de court-circuit I dans les deux phases est équivalent à deux systèmes de courants triphasés symétriques circulant dans les trois phases, à savoir [3] :

1° Un système direct I_d tournant au synchronisme avec le rotor et mettant en jeu la réactance synchrone Z_d.

2° Un système inverse I_i tournant en sens inverse du rotor et mettant en jeu, par conséquent, la réactance inverse Z_i.

De même, les tensions étoilées déséquilibrées, aux bornes de chaque phase, sont équivalentes à deux systèmes triphasés équilibrés, l'un direct U_d, l'autre inverse U_i.

On sait, en outre, que les courants I_1, I_2, I_3, pouvant circuler respectivement dans les phases 1, 2 et 3, ainsi que les tensions étoilées U_1, U_2, U_3 aux bornes de ces

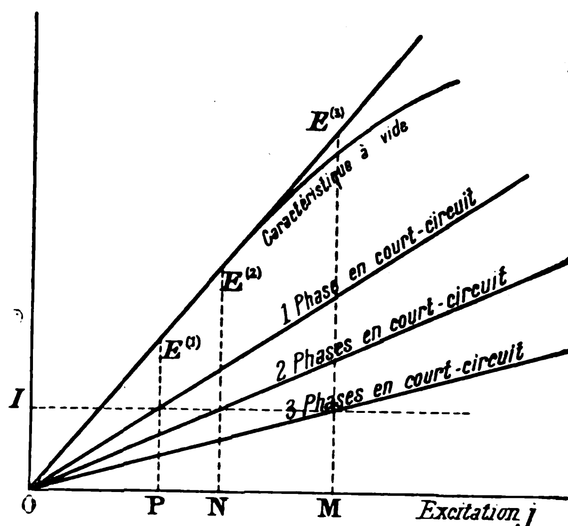


Fig. 2. — Caractéristiques en court-circuit et caractéristique à vide d'un alternateur.

phases, sont reliés à leurs composantes symétriques par les relations fondamentales

$$\left.\begin{aligned} I_1 &= I_d + I_i \\ I_2 &= aI_d + a^2 I_i \\ I_3 &= a^2 I_d + aI_i \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

$$\left.\begin{aligned} U_1 &= U_d + U_i \\ U_2 &= aU_d + a^2 U_i \\ U_3 &= a^2 U_d + aU_i \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

où

$$a = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \quad \text{et} \quad j = \sqrt{-1}.$$

Appliquons la loi d'Ohm à chacun des systèmes direct et inverse et désignons par $E^{(2)}$ la force électromotrice à circuit ouvert dans la phase 1 mise en court-circuit avec la phase 2. On a

$$\left.\begin{aligned} U_d &= E^{(2)} - Z_d I_d \\ U_i &= -Z_i I_i \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

[1] J. Fallou; Une méthode particulièrement simple permettant de déterminer expérimentalement la réactance de dispersion des alternateurs triphasés. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 1923, t. CLXXVII, p. 1034. Sur la détermination de la réactance de dispersion des alternateurs synchrones. *Revue générale de l'Electricité*, 27 septembre 1924, t. XVI, p. 491-493.

[2] E. Roth. *Loc. cit.*

[3] J. Fallou; Calcul des courants de court-circuit dans les réseaux triphasés. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, septembre 1926, t. VI (4e série), p. 969-1002.

Écrivons que les tensions U_1 et U_2 sont égales et que le courant dans la phase 3 est nul

$$\left.\begin{array}{l} U_1 = E^{(2)} - Z_d I_d - Z_i I_i \\ = U_2 = a\,(E^{(2)} - Z_d I_d - a Z_i I_i) \\ I_3 = a^2 I_d + a I_i = 0. \end{array}\right\} \quad (5)$$

De ce système d'équations on tire

$$I_d = \frac{E^{(2)}}{Z_d + Z_i} \quad (6)$$

$$I_i = -\frac{aE^{(2)}}{Z_d + Z_i}. \quad (7)$$

D'où la valeur du courant de court-circuit

$$I = \frac{E^{(2)}(1-a)}{Z_d + Z_i}$$

soit, en valeurs efficaces

$$I = \frac{E^{(2)}\sqrt{3}}{Z_d + Z_i} \quad (8)$$

En éliminant la réactance synchrone Z_d des égalités (1) et (8) on trouve

$$Z_i = \frac{E^{(2)}\sqrt{3} - E^{(3)}}{I} \quad (9)$$

ou encore, en considérant les courants d'excitation, J_i correspondant à la chute inductive $Z_i\,I$; M correspondant au courant I sur la caractéristique en court-circuit triphasé (ou à la force électromotrice $E^{(3)}$); N correspondant au courant I sur la caractéristique en court-circuit monophasé (ou à la force électromotrice $E^{(2)}$)

$$J_i = N\sqrt{3} - M \quad (9 \text{ bis})$$

qui est la relation indiquée dans notre première note.

On voit donc que la présence du champ de réaction inverse ne fausse pas la méthode comme on l'a prétendu, si l'on mesure la réactance inverse.

Cette méthode reste néanmoins sujette à plusieurs critiques :

D'abord, elle repose sur la détermination de la différence de deux grandeurs relativement voisines, ce qui nécessite une certaine précision dans le relevé des caractéristiques.

D'autre part, si la machine est peu amortie, le courant mesuré lors du court-circuit des deux phases peut contenir une certaine proportion d'harmonique 3 dû au courant harmonique 2 induit dans l'inducteur par le champ de réaction inverse. La valeur du courant mesuré est alors entachée d'erreur par excès, la caractéristique en court-circuit monophasé se trouve relevée et la valeur trouvée pour la réactance inverse est entachée d'erreur *par défaut*.

En réalité, il est extrêmement rare que l'harmonique 3 du courant de court-circuit de deux phases atteigne 20 pour 100 du terme fondamental et, par conséquent, que la valeur efficace du courant mesuré comporte, de ce fait, une erreur dépassant 2 pour 100. Comme il s'agit alors d'une machine très peu amortie dont la réactance inverse est élevée, cette erreur diminue beaucoup d'importance.

2. Réactance monophasée : Méthode des deux caractéristiques en court-circuit. — Une méthode analogue permet aussi, du moins en principe, de déterminer la réactance monophasée.

Ayant déterminé la caractéristique à vide et la caractéristique en court-circuit de deux phases, on relève la caractéristique en court-circuit d'une phase reliée au point neutre (fig. 2).

On sait que lors de ce nouveau fonctionnement, le courant I circulant dans la phase court-circuitée est équivalent à trois systèmes de courants circulant dans les trois phases, à savoir :

1° Un système triphasé I_d direct tournant au synchronisme avec le rotor et mettant en jeu la réactance synchrone Z_d;

2° Un système triphasé tournant en sens inverse du rotor et mettant en jeu la réactance inverse Z_i;

3° Trois courants de même grandeur et de même phase circulant respectivement dans chacune des phases, constituant la composante dite monophasée du déséquilibrage et mettant en jeu, par conséquent, la réactance monophasée Z_0.

De même, les tensions étoilées aux bornes de chaque phase sont équivalentes à trois systèmes équilibrés, un système direct U_d, un système inverse U_i, un système monophasé U_0.

Les courants I_1 I_2 I_3 pouvant circuler dans les phases 1, 2 et 3, ainsi que les tensions étoilées U_1 U_2 U_3 aux bornes de ces phases, sont reliés à ces composantes symétriques par les relations fondamentales

$$\left.\begin{array}{l} I_1 = I_0 + I_d + I_i \\ I_2 = I_0 + aI_d + a^2 I_i \\ I_3 = I_0 + a^2 I_d + a I_i \end{array}\right\} \quad (10)$$

$$\left.\begin{array}{l} U_1 = U_0 + U_d + U_i \\ U_2 = U_0 + aU_d + a^2 U_i \\ U_3 = U_0 + a^2 U_d + a U_i \end{array}\right\} \quad (11)$$

où, comme ci-dessus

$$a = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \quad \text{avec} \quad j = \sqrt{-1}.$$

Appliquons la loi d'Ohm à chacune des trois composantes et désignons par $E^{(1)}$ la force électromotrice à circuit ouvert dans la phase 1

$$\left.\begin{array}{l} U_d = E^{(1)} - Z_d I_d \\ U_i = -Z_i I_i \\ U_0 = -Z_0 I_0 \end{array}\right\} \quad (12)$$

Ecrivons que les courants I_2 et I_3 dans les phases libres 2 et 3 sont nuls, ainsi que la tension U_1 de la phase mise en court-circuit

$$\left.\begin{aligned} I_2 &= I_0 + aI_d + a^2 I_i = 0 \\ I_3 &= I_0 + a^2 I_d + aI_i = 0 \\ U_1 &= E^{(1)} - Z_d I_d - Z_i I_i - Z_0 I_0 = 0 \end{aligned}\right\} \quad (13)$$

d'où l'on tire

$$I_0 = I_d = I_i = \frac{E^{(1)}}{Z_0 + Z_i + Z_d} \quad (14)$$

et par suite

$$I = \frac{3E^{(1)}}{Z_0 + Z_i + Z_d}. \quad (15)$$

En éliminant $Z_i + Z_d$ entre les égalités (15) (caractéristique en court-circuit d'une phase) et (8) (caractéristique en court-circuit de deux phases) on obtient

$$Z_0 = \frac{3E^{(1)} - E^{(2)}\sqrt{3}}{I} \quad (16)$$

ou encore, en considérant les courants d'excitation J_0 correspondant à la chute inductive $z_0 I$; N correspondant au courant I sur la caractéristique avec deux phases en court-circuit (ou à la force électromotrice $E^{(2)}$); P correspondant au courant I sur la caractéristique avec une seule phase en court-circuit (ou à la force électromotrice $E^{(1)}$)

$$J_0 = 3P - N\sqrt{3}. \quad (16 \text{ bis})$$

Cette dernière relation a été proposée par MM. Tolwinski et Efremov dans un rapport présenté à la dernière Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension dans le but de mesurer la réactance de dispersion [1]. Toutefois MM. Tolwinski et Efremov n'ont pas su distinguer quelle sorte de réactance on tire de cette formule et il est regrettable qu'ils aient comparé les résultats qu'elle fournit à ceux donnés par l'égalité (9 bis). Ces auteurs ont d'ailleurs commis, entre autres erreurs, celle d'écrire que la chute inductive de tension est la même en court-circuit triphasé et en court-circuit d'une seule phase [2].

Cette méthode, comme celle qui donne la réactance inverse à partir des court-circuits de trois phases et de deux phases, a l'inconvénient de conduire à la mesure d'une quantité relativement petite par différence entre deux quantités relativement élevées.

D'autre part, l'inconvénient relevé plus haut au sujet des harmoniques se trouve ici sensiblement aggravé. Le courant dans la phase court-circuitée contient, en effet, un harmonique 3 important provenant non seulement du champ de réaction inverse, comme dans le cas de la méthode précédente, mais aussi de la déformation du champ résultant synchrone et ceci quel que soit l'amortissement de la machine. Tandis qu'en effet, cette déformation reste insensible dans le cas de deux phases court-circuitées décalées à 120° l'une de l'autre dans l'espace, elle garde son plein effet lorsqu'une seule phase est en jeu. Il s'ensuit que la caractéristique en court-circuit entre phase et neutre peut se trouver exagérément relevée et que la quantité mesurée est généralement entachée d'erreur par défaut.

3. Réactance monophasée : Méthode des caractéristiques de l'harmonique 3. — On peut imaginer un second procédé de mesure de la réactance monophasée basé sur un fonctionnement en court-circuit et dont voici le principe.

Les trois phases de l'alternateur étant mises en court-circuit, on relève la caractéristique de la tension harmonique 3 induite entre le court-circuit et le point neutre, en fonction de l'excitation. On connecte ensuite le court-circuit avec le point neutre à travers un ampèremètre et on relève la caractéristique de court-circuit du courant harmonique 3, en fonction de l'excitation.

La réactance monophasée, par phase et pour la fréquence fondamentale, est égale au quotient de la force électromotrice et du courant du court-circuit ainsi relevé, correspondant à la même excitation.

Cette mesure peut se trouver faussée dans le cas où la force électromotrice mesurée contient des termes importants de fréquences multiples de 3 (harmoniques 9, 15, etc...).

IV. Méthodes basées sur la mesure de la tension des phases libres, lors de courts-circuits monophasés.

— On peut imaginer des méthodes basées sur la mesure de la tension aux bornes des phases pendant la marche en court-circuit déséquilibré. Une tentative intéressante, malheureusement infructueuse en ce qui concerne l'exactitude des formules, a été publiée dans cette revue par M. Magron [3].

---

[1] Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension. *Revue générale de l'Electricité*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 137.

[2] Au cours de leur rapport, MM. Tolwinski et Efremov mentionnent une méthode de mesure connue en Allemagne sous le nom de méthode de Kapp et qui utilise la caractéristique à vide, la caractéristique en court-circuit triphasé et la caractéristique en court-circuit d'une seule phase. Cette méthode conduit à la formule

$$J_k = \frac{1}{2}(3P - M).$$

Il est facile de voir que le courant d'excitation ainsi déterminé, J_k, correspond à la chute inductive $\left(\frac{Z_i + Z_0}{2}\right) I$, et que cette méthode ne permet d'expliciter à elle seule ni la réactance inverse, ni la réactance monophasée. Il est évident enfin que cette formule conduit à des résultats numériques intermédiaires entre les formules 9 bis et 16 bis.

[3] H. Magron; Détermination de la réactance de fuites dans les alternateurs à courant triphasé. *Revue générale de l'Electricité*, 21 août 1926, t. XX, p. 279-282.

1. Réactance inverse. — Considérons un alternateur dont deux phases 1 et 2 sont mises en court-circuit et débitent un courant I.

A l'aide des équations (3), (4), (6), (7) et (8) il est facile de calculer les tensions étoilées U_1, U_2, U_3 qui apparaissent aux bornes de chacune des trois phases. On aboutit ainsi aux trois égalités.

$$Z_i = \frac{U_1\sqrt{3}}{I}, \quad (17)$$

$$Z_i = \frac{U_3\sqrt{3}}{2I}, \quad (18)$$

$$Z_i = \frac{(U_1 - U_3)}{\sqrt{3}\,I}. \quad (19)$$

L'une des formules (17), (18) ou (19) donnerait donc immédiatement la valeur de la réactance inverse Z_i par la mesure simultanée d'une tension et d'un courant si les tensions étaient sinusoïdales.

La formule (19) a été donnée la première fois par S. Bekku ([1]).

Malheureusement, si la tension composée $(U_1 - U_3)$ comprise entre l'extrémité de la phase libre et le court-circuit ne peut être que légèrement déformée dans une machine bien amortie, il n'en est presque jamais de même des tensions comprises entre le point

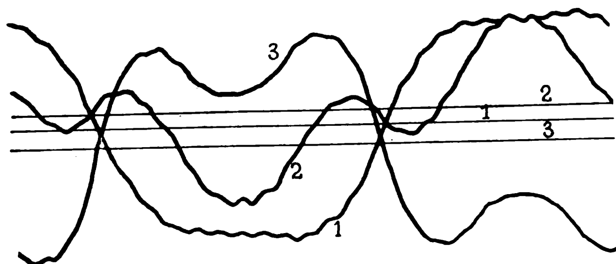


Fig. 3. — Courbes des tensions relevées aux bornes d'un alternateur fonctionnant avec 2 phases en court-circuit. 1, tension composée entre l'extrémité de la phase libre et le court-circuit; 2, tension étoilée entre le point neutre et le court-circuit; 3, tension étoilée de la phase libre.

neutre et l'extrémité de la phase libre U_3 ou entre le point neutre et le court-circuit U_1.

Ces tensions étoilées contiennent en effet un harmonique 3 très important provenant de la déformation du champ synchrone résultant.

L'oscillogramme représenté par la figure 3 se rapporte à une machine à pôles saillants bien amortie. La courbe 1 représentant la tension composée $(U_1 - U_3)$, contient environ 15 pour 100 d'harmoniques 3, tandis que les courbes 2 et 3 représentant les tensions U_1 et U_3 en contiennent toutes deux environ 55 pour 100 ; il en résulte que les valeurs efficaces des tensions mesurées sont entachées d'erreurs respectivement égales à 1,10 pour 100 et 14 pour 100.

La seule formule intéressante est donc la formule (19), encore est-il bon de relever à l'oscillographe ou à l'ondographe la courbe de la tension mesurée afin d'effectuer, s'il y a lieu, la correction nécessaire sur la valeur efficace mesurée.

La nécessité de cette correction enlève beaucoup de simplicité à la méthode.

Méthode wattmétrique. — Il est possible d'utiliser la formule (19) et de corriger automatiquement l'erreur introduite par l'harmonique 3 de la tension $(U_1 - U_3)$ lorsqu'il est important, en faisant usage d'un wattmètre.

On applique la tension $(U_1 - U_3)$ aux bornes du fil fin du wattmètre à travers une impédance aussi réactive que possible. Cette impédance a pour effet : 1° de décaler d'un angle α voisin de 90° et facile à déterminer à l'avance, le terme fondamental du courant circulant dans le fil fin, sur le terme fondamental de la tension appliquée ; 2° de réduire, sensiblement dans le rapport de 3 à 1, le courant dû à l'harmonique 3 de la tension appliquée.

Enfin, on fait passer le courant de court-circuit I à travers un ampèremètre, et à travers le circuit d'intensité du wattmètre.

Si l'on tient compte, d'une part, de ce que le courant de court-circuit reste très sensiblement sinusoïdal, d'autre part de ce que le courant parcourant le circuit de tension du wattmètre est beaucoup moins déformé que la tension appliquée, on se rend compte que le couple du wattmètre dû aux composantes harmoniques d'ordre 3 est pratiquement éliminé. Cet appareil indique très sensiblement la quantité.

$$P = K\,(U_1 - U_3)\,I\cos(\varphi - \alpha) \cong K'\,(U_1 - U_3)\,I$$

φ étant l'angle voisin de 90° que fait le courant I avec la tension $(U_1 - U_3)$. En divisant cette quantité par le carré de la valeur efficace du courant de court-circuit, on obtient

$$\frac{P}{I^2} = K'\,\frac{U_1 - U_3}{I},$$

d'où d'après (19)

$$Z_i = \frac{1}{K'\sqrt{3}}\,\frac{P}{I^2}. \quad (20)$$

Il est évident que l'erreur commise sur la détermination de $K' = K\cos(\varphi - \alpha)$, en posant à priori $\varphi = 90°$, est d'autant plus faible que α est lui-même plus voisin de 90°.

Un calcul d'erreurs effectué avec les données les plus défavorables que l'on puisse rencontrer dans la

([1]) S. Bekku; Calculation of short-circuit ground currents on three-phase power networks, using the method of symmetrical coordinates. *General electric Review*, juillet 1925, t. XXVIII, p. 478. *Revue générale de l'Electricité*, 17 octobre 1925, t. XVIII, p. 127 D.

pratique, montre que cette méthode directe est capable de fournir des résultats très acceptables.

Méthode du pont filtrant. — On peut encore utiliser la formule (19) en éliminant les harmoniques de la tension $(U_1 - U_3)$ par la méthode du pont filtrant imaginée par M. Belfils [1].

Dans ce cas, on mesure avec un ampèremètre et un voltmètre les valeurs efficaces du courant I et de la tension $(U_1 - U_3)$, et, avec un pont filtrant, la valeur efficace du résidu de la courbe de tension.

Il suffit de calculer la racine carrée de la différence entre le carré de la lecture du voltmètre et le carré du résidu pour obtenir la valeur efficace du terme fondamental de la tension qui doit intervenir seul dans la formule (19).

Il est souhaitable que l'on puisse prochainement se procurer dans le commerce des ponts filtrants, qui rendront beaucoup de services dans un grand nombre d'essais de ce genre.

2. Réactance monophasée. — On peut, par un procédé analogue, mesurer la réactance monophasée. On ferme en court-circuit l'extrémité d'une phase et le point neutre, et on excite l'alternateur de telle sorte qu'il débite sur le court-circuit un courant I.

Les tensions étoilées qui existent aux bornes de chacune des phases libres se calculent sans peine à partir des équations (11) (12) (14) et (15). On trouve

$$\left.\begin{aligned} U_2 &= \frac{I}{3}(a-1)(Z_0 - aZ_i) \\ U_3 &= \frac{I}{3}a(a-1)(Z_i - aZ_0) \\ U_3 - U_2 &= \frac{I}{3}a(a-1)(2Z_i + Z_0) \\ U_2 + U_3 &= -Z_0 I \end{aligned}\right\} \qquad (21)$$

ou, en valeurs efficaces,

$$U_2 = U_3 = \frac{I}{\sqrt{3}}\sqrt{Z_0^2 + Z_i^2 + Z_0 Z_i} \qquad (22)$$

$$U_3 - U_2 = \frac{I}{\sqrt{3}}(2Z_i + Z_0) \qquad (23)$$

$$U_2 + U_3 = Z_0 I. \qquad (24)$$

Les égalités (23) et (24) permettent donc, en principe, de mesurer la réactance monophasée Z_0; la première exige la connaissance préalable de la réactance inverse Z_i, la seconde est plus directe. Pour appliquer la formule (24), il suffit d'utiliser des transformateurs de tension dont les enroulements primaires sont reliés respectivement aux phases libres et dont les enroulements secondaires sont croisés comme l'indique la figure 4.

Malheureusement, ici encore, les tensions étoilées U_2 et U_3 contiennent des harmoniques 3 très importants qui s'ajoutent dans le terme mesuré $U_2 + U_3$, et il est indispensable de corriger le résultat de la mesure après un relevé oscillographique de la courbe de la tension, ce qui complique sensiblement la méthode.

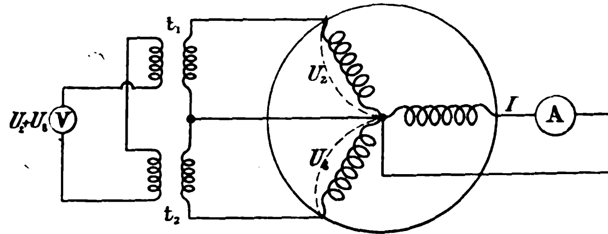


Fig. 4. — Schéma de montage pour la mesure de la réactance monophasée au moyen de la formule (24). A, ampèremètre; V, voltmètre et oscillographe; t_1, t_2, transformateurs de tension.

La figure 5 reproduit un oscillogramme relevé avec un alternateur à pôles saillants bien amorti. La courbe 1 représente une des tensions simples, la courbe 2 la tension composée $(U_2 - U_3)$, la courbe 3 la somme de tensions simples $(U_2 + U_3)$. Cette dernière contient un harmonique 3 atteignant 71 pour 100 du terme fondamental, d'où résulte une erreur de 22 pour 100 sur la valeur efficace indiquée par le voltmètre.

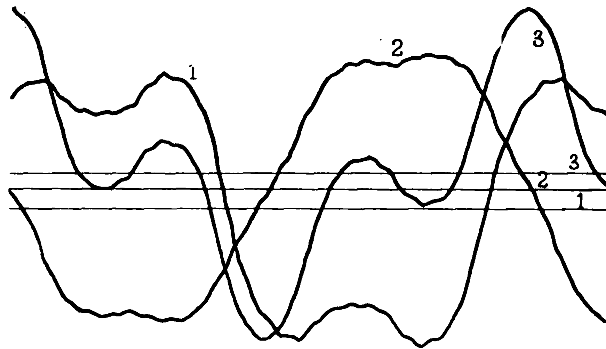


Fig. 5. — Courbes des tensions relevées aux bornes d'un alternateur fonctionnant avec 1 phase en court-circuit avec le point neutre : 1, tension étoilée de l'une des phases libres; 2, tension composée entre les extrémités des phases libres; 3, somme des tensions étoilées des deux phases libres.

V. **Méthode basée sur le relevé oscillographique de la tension aux bornes de la machine, à la coupure du court-circuit.** — On établit sans peine qu'au moment où l'on coupe le courant de court-circuit I d'un alternateur, la tension *composée* qui apparait à ses bornes est égale à :

$$V^{(3)} = Z_i I \sqrt{3} \qquad (25)$$

[1] G. Belfils; Mesure du résidu des courbes de tension par la méthode du pont filtrant. *Revue générale de l'Électricité*, 3 avril 1926, t. XIX, p. 523-529.

si le court-circuit était triphasé,

$$V^{(2)} = 2 Z_i I \qquad (26)$$

si le court-circuit avait lieu entre 2 phases, et

$$V^{(1)} = I \sqrt{Z_0^2 + Z_i^2 + Z_0 Z_i} \qquad (27)$$

si le court-circuit avait lieu entre phase et terre.

Les relations (26) et (27) résultent directement du calcul effectué plus haut sur la valeur de la tension étoilée des phases libres, lors du court-circuit permanent déséquilibré (formules (18) et (22)), en tenant compte de l'invariance du flux inducteur au moment du régime transitoire. Les relations (26) et (27) n'apportent donc aucun élément nouveau permettant de mesurer les réactances Z_0 ou Z_i.

La relation (25), par contre, permet, comme nous l'avons indiqué dans une note présentée le 6 février 1925 à la 1re section du Comité de la Société française des Electriciens ([1]) d'établir une excellente méthode pour mesurer la réactance inverse Z_i.

Il suffit de mettre l'alternateur non excité en court-circuit triphasé à travers un interrupteur, puis de porter le courant d'excitation à une valeur telle que le courant de court-circuit atteigne une valeur élevée pendant quelques instants, et enfin d'ouvrir brusquement l'interrupteur. Un oscillographe enregistre la tension $V^{(3)}$ qui apparaît aux bornes de la machine à l'instant de l'ouverture.

Cette méthode est, à notre avis, une des moins sujettes à caution, car elle ne met en jeu que des grandeurs sinusoïdales; d'autre part, elle permet d'opérer sans aucun danger pour la machine, et en particulier pour les amortisseurs, avec des courants très intenses capables de mettre les circuits magnétiques dans des conditions de saturation voisines de celles qui sont réalisées lors d'un court-circuit brusque. Si l'on redoute une élévation de tension trop grande après la fin du régime transitoire, il est facile de supprimer l'excitation de l'alternateur un instant après le moment où l'on ouvre l'interrupteur de court-circuit.

Certains auteurs ont reproché à cette méthode d'être d'un emploi délicat et d'une interprétation difficile. Il est de fait que la présence de l'arc dans l'interrupteur et la non-simultanéité de la coupure des 3 phases altèrent quelque peu la forme de la première demi-période de la tension; mais cette tension remonte avec une constante de temps si grande qu'il est généralement possible de confondre le début de la courbe d'amortissement avec une droite, et de mesurer par une extrapolation très sûre la première demi-période qui apparaît après la coupure. Les oscillogrammes représentés par la figure 6 en fournissent un exemple.

VI. Conclusion. — Nous avons essayé de montrer que l'on dispose à l'heure actuelle de plusieurs méthodes très simples pour déterminer les réactances de dispersion des alternateurs triphasés. De toutes ces

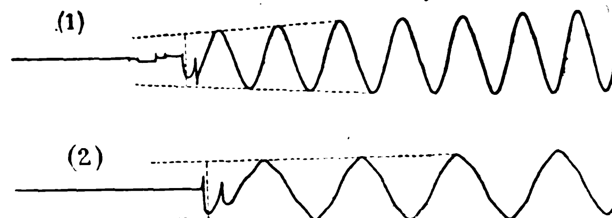


Fig. 6. — Oscillogrammes des tensions composées aux bornes d'alternateurs, relevées au moment de la coupure d'un court-circuit triphasé. 1, turboalternateur 13200 volts, 820 ampères; 2, machine à pôles saillants, 10.500 volts, 350 ampères.

méthodes quelle est la meilleure, et quelle est celle qu'il est préférable d'adopter?

Il nous semble difficile, voire même impossible, de répondre à priori à pareille question. Ce seront sans doute les circonstances spéciales dans lesquelles pourront s'opérer les essais, et l'outillage plus ou moins complet dont on disposera (oscillographe, sources de courant, etc.), qui feront préférer une méthode à une autre dans chaque cas particulier.

C'est ainsi par exemple que les méthodes statiques sont tout indiquées sur la plate-forme d'essais d'un constructeur, tandis que les méthodes de court-circuit où la machine se suffit à elle-même paraissent d'une grande ressource pour les essais effectuées chez l'exploitant ([1]).

Au point de vue de la précision, toutes ces méthodes nous paraissent équivalentes si elles sont employées avec les soins spéciaux que chacune d'elles nécessite, et leur degré d'exactitude est, en tous cas, suffisant pour mener à bien les calculs de prédétermination — courants de court-circuit ou autres — qui exigent la connaissance des réactances inverses et monophasées.

Jean Fallou,
Chargé du Service technique électrique
à l'Union d'Electricité.

([1]) J. Fallou: Rupture du court-circuit aux bornes d'un alternateur. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, mars 1925, t. v (4e série), p. 247.

([1]) M. Barrère: L'usine génératrice de Chancy-Pougny. *Revue générale de l'Electricité*, 30 octobre 1926, t. xx, p. 633-641.

Revues, analyses et informations

L'usine génératrice d'East-River de la New-York Edison Company.

Ainsi que nous l'avons annoncé dans un de nos précédents numéros (1), M. C.-O. Mailloux, lors d'une séance de la première section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension, a présenté un mémoire de M. J.-W. Lieb relatif à la description de l'usine génératrice thermique d'East-River. Ce rapport qui est la reproduction d'un discours prononcé le 27 janvier dernier par M. Lieb, envisage plus particulièrement les dispositifs prévus dans cette installation pour assurer le chauffage au charbon pulvérisé. L'article qui suit décrit l'ensemble des aménagements de l'usine d'East-River d'après le mémoire de M. Lieb et d'autre part, d'après une monographie publiée récemment dans General electric Review (1).

1. Généralités. — L'accroissement de la demande d'énergie sur l'ensemble des réseaux de la Edison Company et de la United Light and Power Co qui desservent la ville de New-York s'est manifestée avec une ampleur considérable durant ces dernières années. C'est ainsi que la charge maximum qui n'était, sur l'ensemble de ces réseaux, que de quelques centaines de kilowatts en l'année 1882 atteignait 360 000 kw en 1920 et 732 000 kw en 1926.

La nécessité de faire face à un tel accroissement a motivé

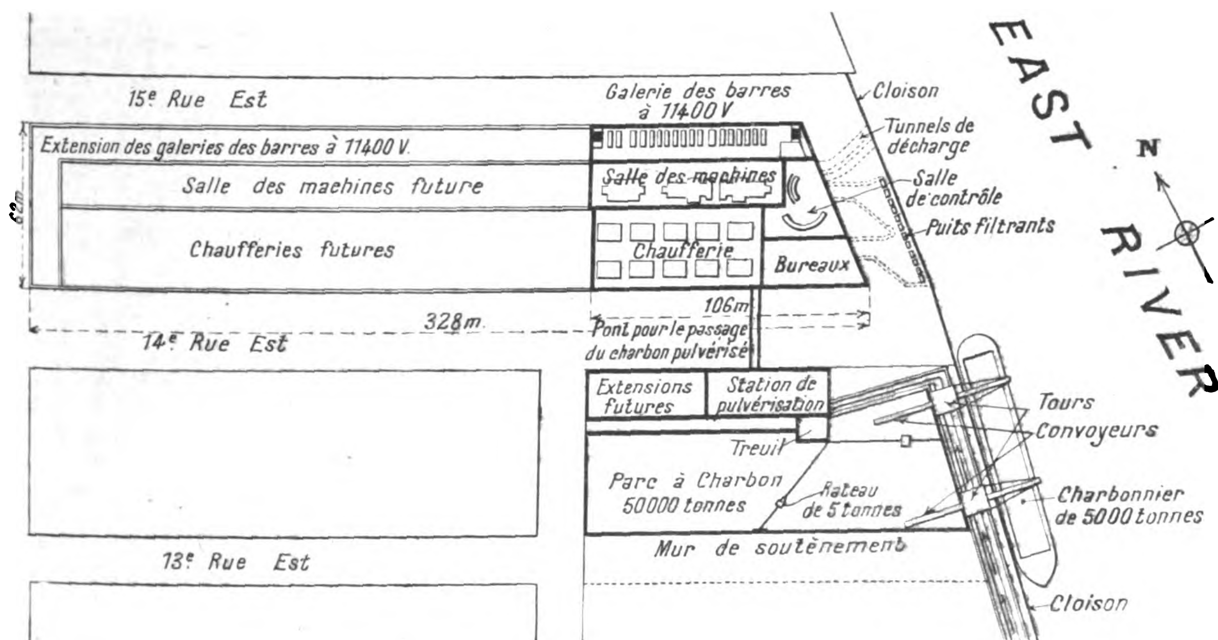


Fig. 1. — Plan de situation de l'usine, de la station de pulvérisation et du parc à charbon.

la construction de la grande usine génératrice thermique d'East-River dont une première partie de l'installation a été mise en service le 26 novembre 1926.

Prévue pour une puissance totale maximum de 1 million de kilowatts, cette usine doit répondre à trois buts : d'abord fournir un appoint d'énergie au système actuel à 25 p : s ; ensuite produire dans l'avenir du courant à 60 p : s et enfin, grâce à un convertisseur de fréquence de 25 à 60 p : s de grande puissance, permettre la liaison entre le réseau à 25 p : s de la New-York Edison Company et ceux à 60 p : s de la Brooklyn Edison Company et de l'United Light and Power Company.

2. Bâtiments de l'usine. — Les bâtiments de l'usine dont la figure 1 indique le plan de situation se développent sur un terrain mesurant 488 m de longueur sur 244 m de largeur situé au bord de l'East-River au côté est de l'ancienne partie de la ville de New-York, c'est-à-dire de l'île de Manhattan. En cet endroit, la profondeur de l'East-River atteint près de 9 m au bord des quais ce qui permet ainsi l'accostage de charbonniers de haute mer d'une capacité de 10 000 t.

Une autre considération ayant déterminé le choix de cet emplacement était la nécessité de placer l'usine au centre approximatif du réseau à 25 p : s de la Edison Company.

Les bâtiments comportent trois travées : la chaufferie qui sur 31 m de largeur s'étendra sur 280 m de longueur (actuellement 66 m) ; la salle des machines, de 17,80 m de largeur sur 204,50 m de longueur (actuellement 75 m) et la salle de l'appareillage, de 14 m de largeur sur 320 m de longueur (actuellement 85 m). Un bâtiment annexe renferme

(1) Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension. *Revue générale de l'Electricité*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 94.

(1) *General electric Review*, mai 1927, t. XXX, p. 238-260, 12 000 mots, 30 figures et une planche hors texte.

la station de pulvérisation du charbon. Les fondations ont été établies sur des pieux en bois battus à une profondeur moyenne de 3,10 m, après que le terrain eût été déblayé sur une profondeur de 1,80 m au-dessous du niveau moyen des basses mers. Sur ces pieux, un radier en béton armé monolithe de 2,15 m d'épaisseur a été établi. Les tuyaux de circulation d'eau des condenseurs ont été placés sur ce radier et noyés dans une épaisseur de béton.

La figure 2 montre la coupe transversale du bâtiment de l'usine.

3. Chaudières. — Une des particularités les plus intéressantes de l'installation réside dans la conception nouvelle du matériel de production de la vapeur. La perfection réalisée dans l'amélioration du rendement thermique permettra, d'après les auteurs, d'assurer la production de l'énergie avec une consommation de charbon de 454 g par kilowatt-heure.

Les chaudières, qui seront au nombre de 44 quand l'installation aura atteint son plein développement, sont construites par la Springfield Boiler Company et ont une surface de chauffe de 1 380 m², non compris les surchauffeurs et les écrans d'eau du foyer. Elles sont du type normal Springfield, sauf en ce que les groupes de 4 tubes de 75 mm des sections extérieures de la rangée supérieure ont été

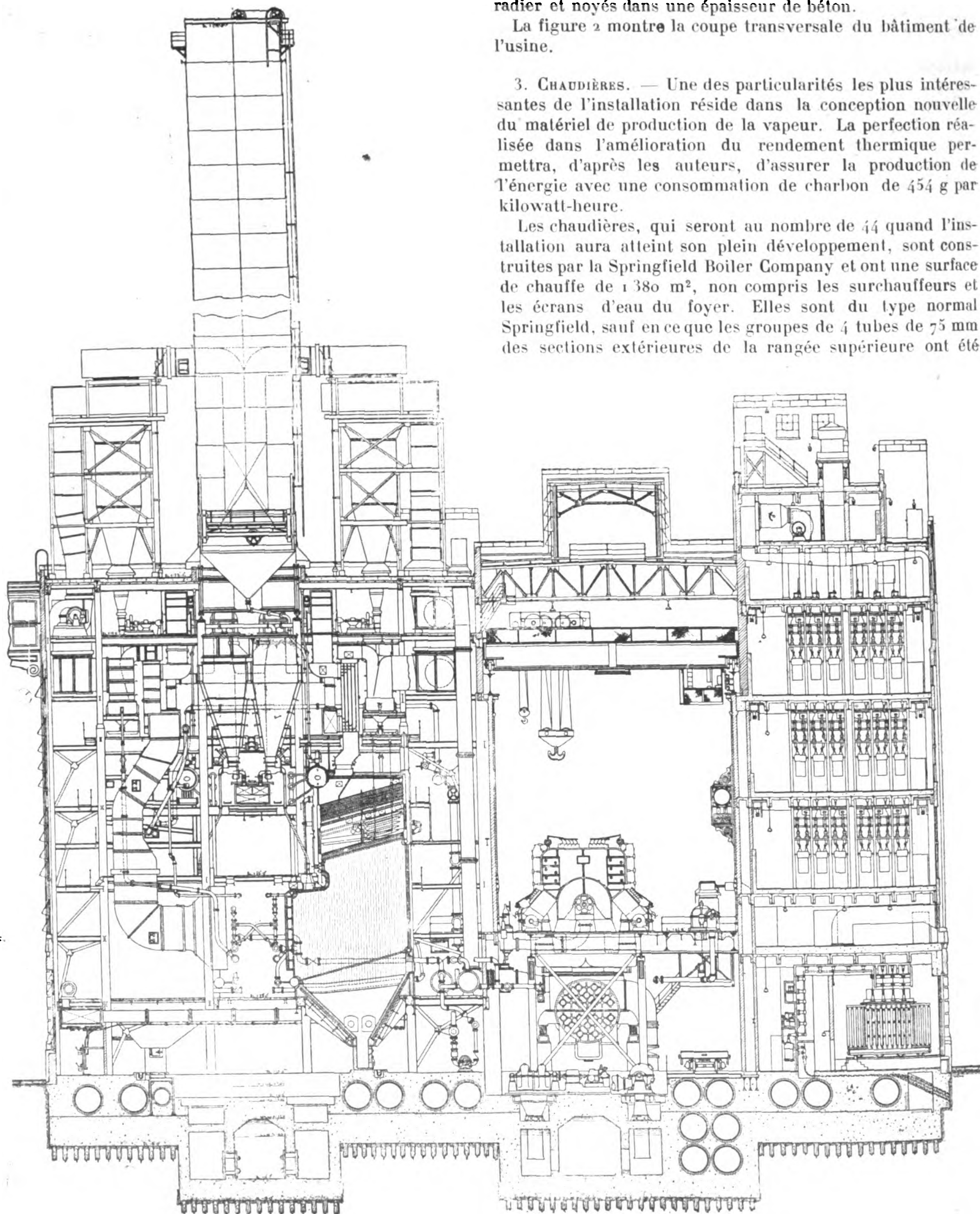


Fig. 2. — Coupe transversale du bâtiment de l'usine génératrice d'East-River.

remplacés par un tube de 100 mm à ailettes. La construction du foyer présente des caractéristiques entièrement nouvelles. Le foyer est recouvert sur toutes ses faces au moyen d'écrans constitués en tubes de 100 mm à ailettes du système Murray. Ces parois sont, ainsi, complètement dépourvues de substances réfractaires et les déperditions de chaleur à l'extérieur sont évitées par l'emploi d'un revêtement externe de ciment. Le système à flamme verticale ayant été adopté, il fallait établir une voûte plate en avant des chaudières. Cette voûte a été constituée au moyen des tubes d'eau de 100 mm. Le surchauffeur a une surface de chauffe de 320 m² et est formé de 74 éléments ayant chacun 5 boucles. La température maximum de la vapeur surchauffée est de 370°C.

Ces chaudières peuvent assurer chacune une production horaire de 22 700 kg de vapeur. Elles sont, en outre, susceptibles de supporter en marche continue des allures de surcharge correspondant à une production horaire de 113 500 kg de vapeur.

L'air de combustion est réchauffé à 200°C environ par les gaz de combustion venant des chaudières, au moyen de réchauffeurs du type à tôles parallèles. Ces gaz passent dans un séparateur humide et, ensuite, dans des collecteurs centrifuges du type à cyclone qui retiennent les poussières les plus

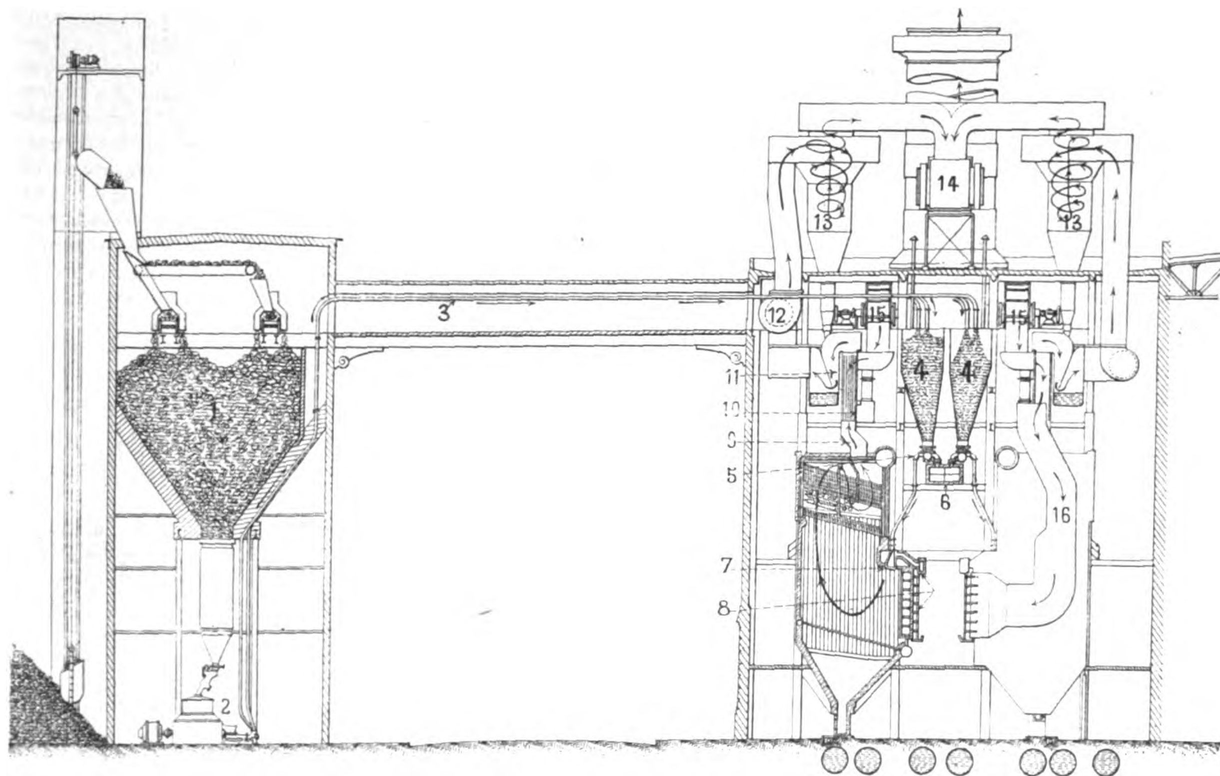


Fig. 3. — Vue en coupe de l'installation de pulvérisation et de la chaufferie de l'usine : 1, Silo de charbon brut d'une capacité de 5 000 t; 2, broyeur de charbon; 3, canalisation de transport du charbon; 4, trémie à charbon pulvérisé; 5, distributeur à vis refoulant le charbon aux brûleurs; 6, conduite d'air primaire alimentant les distributeurs; 7, brûleurs; 8, arrivée d'air comburant; 9, passage des gaz dans le réchauffeur d'air; 10, réchauffeur d'air; 11, collecteur primaire de poussières; 12, ventilateur aspirant pour les fumées; 13, collecteur secondaire de poussières; 14, carneau à fumées; 15, ventilateur soufflant refoulant l'air comburant dans le réchauffeur d'air; 16, conduit d'air chaud au foyer : température de l'air 200° à 300° C.

fines avant d'atteindre les cheminées. Le tirage est assuré par des ventilateurs à tirage induit assurant un débit de 1 700 m³ : mn placés à la sortie des chaudières et d'autres à tirage forcé placés, après les séparateurs de poussières.

4. Manutention du charbon et station de pulvérisation. Pour le déchargement du charbon, il est prévu deux portiques roulants, fonctionnant électriquement et ayant chacun un débit de 400 t de charbon à l'heure. Chacun comprend, en outre, un broyeur à anneau actionné par un moteur de 75 ch réduisant le charbon en morceaux de 30 mm de diamètre au maximum et un transporteur à courroies muni de balances automatiques. Ce transporteur alimente les parcs à charbon prévus pour une capacité d'environ 50 000 t et dans lesquels le charbon est réparti au moyen d'une drague qui se déplace au-dessus du parc.

Le charbon sortant des broyeurs précités peut être amené directement par un système de transporteur à courroies aux élévateurs de la station de pulvérisation.

Cette dernière comprend actuellement un bâtiment mesurant 46 m de longueur sur 30 m de largeur et à la partie supérieure duquel le charbon est amené au moyen de deux élévateurs d'une capacité horaire de 350 t. Le charbon est alors déversé sur des transporteurs à courroie alimentant l'ensemble des silos dont la capacité est de 5 000 t.

Le trajet du combustible dans l'installation est indiqué sur la figure 3. Le charbon sortant des silos (1) tombe dans des sécheurs à vapeur verticaux à raison de deux par broyeur. L'air extrait des sécheurs passe dans des séparateurs cyclones et la poussière de charbon qui y est recueillie est refoulée dans la tuyauterie de transport aux chaudières.

A la sortie des sécheurs, le charbon passe dans des sépa-

la station de pulvérisation du charbon. Les fondations ont été établies sur des pieux en bois battus à une profondeur moyenne de 3,10 m, après que le terrain eût été déblayé sur une profondeur de 1,80 m au-dessous du niveau moyen des basses mers. Sur ces pieux, un radier en béton armé monolithe de 2,15 m d'épaisseur a été établi. Les tuyaux de circulation d'eau des condenseurs ont été placés sur ce radier et noyés dans une épaisseur de béton.

La figure 2 montre la coupe transversale du bâtiment de l'usine.

3. Chaudières. — Une des particularités les plus intéressantes de l'installation réside dans la conception nouvelle du matériel de production de la vapeur. La perfection réalisée dans l'amélioration du rendement thermique permettra, d'après les auteurs, d'assurer la production de l'énergie avec une consommation de charbon de 454 g par kilowatt-heure.

Les chaudières, qui seront au nombre de 44 quand l'installation aura atteint son plein développement, sont construites par la Springfield Boiler Company et ont une surface de chauffe de 1 380 m², non compris les surchauffeurs et les écrans d'eau du foyer. Elles sont du type normal Springfield, sauf en ce que les groupes de 4 tubes de 75 mm des sections extérieures de la rangée supérieure ont été

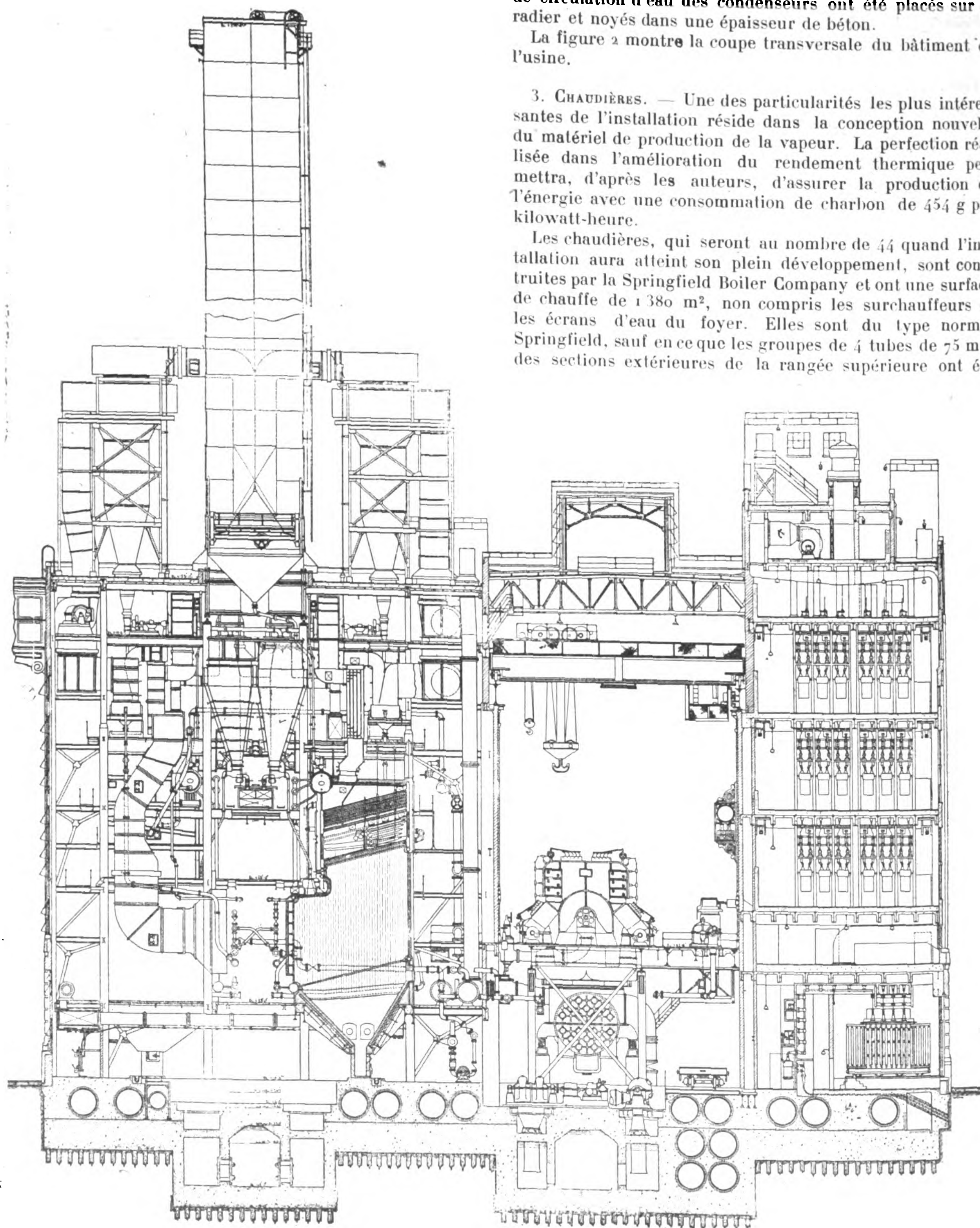


Fig. 2. — Coupe transversale du bâtiment de l'usine génératrice d'East-River.

remplacés par un tube de 100 mm à ailettes. La construction du foyer présente des caractéristiques entièrement nouvelles. Le foyer est recouvert sur toutes ses faces au moyen d'écrans constitués en tubes de 100 mm à ailettes du système Murray. Ces parois sont, ainsi, complètement dépourvues de substances réfractaires et les déperditions de chaleur à l'extérieur sont évitées par l'emploi d'un revêtement externe de ciment. Le système à flamme verticale ayant été adopté, il fallait établir une voûte plate en avant des chaudières. Cette voûte a été constituée au moyen des tubes d'eau de 100 mm. Le surchauffeur a une surface de chauffe de 320 m² et est formé de 74 éléments ayant chacun 5 boucles. La température maximum de la vapeur surchauffée est de 370°C.

Ces chaudières peuvent assurer chacune une production horaire de 22 700 kg de vapeur. Elles sont, en outre, susceptibles de supporter en marche continue des allures de surcharge correspondant à une production horaire de 113 500 kg de vapeur.

L'air de combustion est réchauffé à 200°C environ par les gaz de combustion venant des chaudières, au moyen de réchauffeurs du type à tôles parallèles. Ces gaz passent dans un séparateur humide et, ensuite, dans des collecteurs centrifuges du type à cyclone qui retiennent les poussières les plus

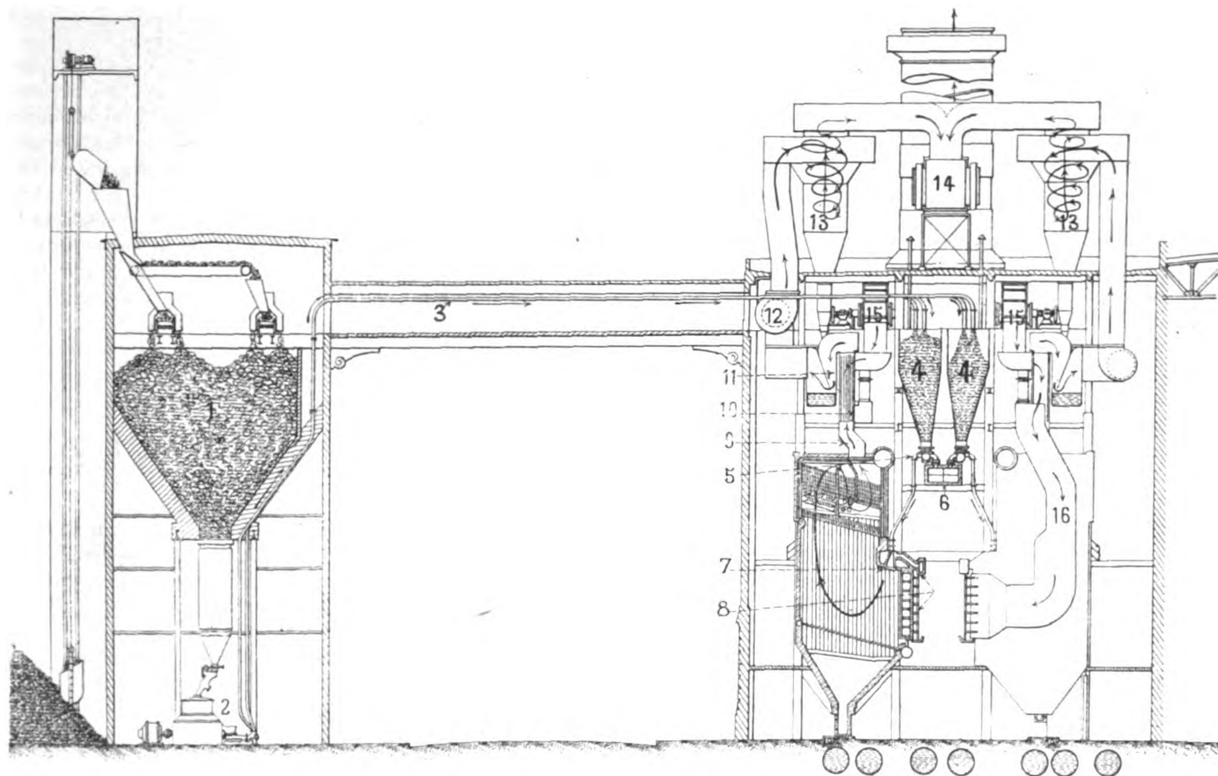


Fig. 3. — Vue en coupe de l'installation de pulvérisation et de la chaufferie de l'usine : 1, Silo de charbon brut d'une capacité de 5 000 t; 2, broyeur de charbon; 3, canalisation de transport du charbon; 4, trémie à charbon pulvérisé; 5, distributeur à vis refoulant le charbon aux brûleurs; 6, conduite d'air primaire alimentant les distributeurs; 7, brûleurs; 8, arrivée d'air comburant; 9, passage des gaz dans le réchauffeur d'air; 10, réchauffeur d'air; 11, collecteur primaire de poussières; 12, ventilateur aspirant pour les fumées; 13, collecteur secondaire de poussières; 14, carneau à fumées; 15, ventilateur soufflant refoulant l'air comburant dans le réchauffeur d'air; 16, conduit d'air chaud au foyer : température de l'air 200° à 300° C.

fines avant d'atteindre les cheminées. Le tirage est assuré par des ventilateurs à tirage induit assurant un débit de 1 700 m³ : mn placés à la sortie des chaudières et d'autres à tirage forcé placés, après les séparateurs de poussières.

4. Manutention du charbon et station de pulvérisation. Pour le déchargement du charbon, il est prévu deux portiques roulants, fonctionnant électriquement et ayant chacun un débit de 400 t de charbon à l'heure. Chacun comprend, en outre, un broyeur à anneau actionné par un moteur de 75 ch réduisant le charbon en morceaux de 30 mm de diamètre au maximum et un transporteur à courroies muni de balances automatiques. Ce transporteur alimente les parcs à charbon prévus pour une capacité d'environ 50 000 t et dans lesquels le charbon est réparti au moyen d'une drague qui se déplace au-dessus du parc.

Le charbon sortant des broyeurs précités peut être amené directement par un système de transporteur à courroies aux élévateurs de la station de pulvérisation.

Cette dernière comprend actuellement un bâtiment mesurant 46 m de longueur sur 30 m de largeur et à la partie supérieure duquel le charbon est amené au moyen de deux élévateurs d'une capacité horaire de 350 t. Le charbon est alors déversé sur des transporteurs à courroie alimentant l'ensemble des silos dont la capacité est de 5 000 t.

Le trajet du combustible dans l'installation est indiqué sur la figure 3. Le charbon sortant des silos (1) tombe dans des sécheurs à vapeur verticaux à raison de deux par broyeur. L'air extrait des sécheurs passe dans des séparateurs cyclones et la poussière de charbon qui y est recueillie est refoulée dans la tuyauterie de transport aux chaudières.

A la sortie des sécheurs, le charbon passe dans des sépa-

rateurs magnétiques et tombe dans des broyeurs du système Raymond (2) qui le pulvérisent à la finesse voulue. Ces broyeurs installés sur des massifs de béton établis sur le sol de la station de pulvérisation, ont chacun un débit de 5 t à l'heure et sont entraînés par des moteurs de 250 ch.

Le charbon pulvérisé provenant des broyeurs est ensuite refoulé par de l'air comprimé dans des tuyaux (3) qui le transportent dans les trémies à charbon pulvérisé (4) situées dans la chaufferie. Le charbon est enfin capté par le distributeur (5) et, à l'aide de l'air comprimé fourni par la conduite d'air primaire (6), refoulé dans le foyer à travers les brûleurs (7).

La petite quantité de scories qui se forme, tombe entre les tubes formant l'écran d'eau, au bas du foyer et se dépose dans le cendrier d'où elle est finalement évacuée par la canalisation d'enlèvement des cendres.

Les gaz brûlés quittent la chaudière au point d'issue (9). Ils passent ensuite dans le réchauffeur d'air (10) et dans le collecteur de poussière du type humide (11). Ils traversent alors le ventilateur aspirant (12), les séparateurs de poussières du type cyclone (13) et, après avoir traversé les carneaux à fumées (14) arrivent finalement à la cheminée.

L'air secondaire (réchauffé) nécessaire à la combustion est refoulé à travers les réchauffeurs d'air (10) par les ventilateurs soufflants (15) qui le font passer dans les conduits à air chaud (16); ceux-ci débouchent dans l'épaisseur du mur frontal de la chambre de combustion. C'est en ce point que l'air réchauffé se mélange avec le combustible pulvérisé et avec l'air refoulé à travers les brûleurs (7).

Un système automatique sera installé pour indiquer le niveau du charbon pulvérisé dans chaque trémie de chaudière; elles comporteront à cet effet un flotteur animé d'un mouvement alternatif grâce à des cames commandées par un arbre en rotation. En s'abaissant, le flotteur vient en contact avec le niveau supérieur du charbon pulvérisé dont la position est indiquée sur une échelle divisée placée dans la chaufferie. De plus, le mouvement du flotteur est communiqué, par l'intermédiaire d'engrenages réducteurs à un rhéostat potentiométrique qui contrôle la tension d'un circuit auxiliaire. Un voltmètre branché sur ce dernier et placé dans la station fournira des indications sur l'approvisionnement des trémies et permettra ainsi de contrôler, avec discernement, le transport du charbon.

La force motrice nécessaire à la station de pulvérisation est fournie en partie par le circuit auxiliaire à 2300 v de l'usine et, en partie, par un turboalternateur de 1 000 kw dont la vapeur d'échappement est utilisée dans les sécheurs.

Les compresseurs d'air sont au nombre de quatre et assurent chacun un débit de 38 m³ : mn à la pression de 7 kg : cm². Ils sont entraînés par des moteurs synchrones de 300 ch à 2300 v.

Les cendres et poussières provenant des séparateurs sont évacuées au moyen d'un système à circulation hydraulique.

L'eau d'alimentation des chaudières, contenant environ 98 pour 100 de l'eau venant des condenseurs, est dirigée dans quatre réchauffeurs dont trois reçoivent la vapeur soutirée aux turbines et un de la vapeur venant du collecteur auxiliaire d'échappement. Le système de réchauffage de l'eau d'alimentation est à réglage automatique.

La conduite de toutes les chaudières se fait automatiquement de manière à ajuster la consommation de charbon, d'eau et d'air aux conditions de fonctionnement requises par la charge sur les barres générales de l'usine. A cet effet, le réglage de marche des chaudières est assuré par un régulateur central unique qui est sous la dépendance de la pression de vapeur dans le collecteur général et qui règle la pression d'air des régulateurs individuels de chaque chaudière. A leur tour, ces régulateurs contrôlent les moteurs des ventilateurs, les moteurs des pompes de circulation du charbon pulvérisé, etc. Chacune de ces chaudières est, en outre, munie d'un panneau de conduite individuel permettant de régler sa marche séparément, en cas de nécessité.

5. TURBOALTERNATEURS ET CONDENSEURS. — L'installation actuelle de l'usine comprend deux turboalternateurs de 60 000 kw tournant à 1 500 t : mn et fournissant du courant triphasé, 11 400 v, 25 p : s. Ces machines fonctionnent avec de la vapeur à 26,5 kg : cm² et à 370°C. Les turbines sont à un seul cylindre, à 20 étages avec extraction de vapeur aux 11ᵉ, 14ᵉ et 18ᵉ étages. La ventilation des alternateurs se fait en circuit fermé avec un réfrigérant à air, la circulation de l'air étant assurée par deux ventilateurs entraînés soit par un moteur électrique, soit par une turbine à vapeur. En outre, chaque groupe turboalternateur comporte en bout d'arbre, une excitatrice à courant continu, 250 v, de 118 kw.

L'installation comprend aussi deux groupes générateurs de 500 kw à courant continu, 250/125 v, entraînés par turbines de Laval avec double réduction d'engrenages, qui fournissent le courant pour une partie des services auxiliaires.

Les condenseurs (un par turbine) ont une surface totale de 4 413 m² et sont munis chacun de deux pompes de circulation de 1 000 m³ : h de débit, de deux pompes d'extraction assurant un débit de 307 m³ : h et enfin de deux éjecteurs d'air à vapeur.

Les manutentions sont assurées dans la salle des machines au moyen de deux ponts roulants ayant chacun une force de 200 t.

Quand l'usine aura atteint son développement définitif, la salle des machines renfermera neuf groupes soit deux groupes de 60 000 kw actuellement en service et sept groupes de 120 000 kw environ.

6. GROUPE CONVERTISSEUR DE FRÉQUENCE. — Le groupe convertisseur de fréquence de 25 à 60 p : s actuellement en service dans l'usine d'East-River, assure la liaison entre le réseau à 25 p : s de la Edison Company et celui à 60 p : s, de la United Electric Light and Power Company. Il est constitué par une machine synchrone à pôles saillants de 27 000 kw, à 25 p : s, accouplée à une génératrice asynchrone de 40 000 kw à 60 p : s. Le rotor de la première est relié au réseau à 25 p : s par l'intermédiaire d'un transformateur à refroidissement par l'air d'une puissance de 18 000 kv-A et donnant 3 300 v au secondaire. Ses enroulements, montés en triangle, sont pourvus de cinq prises du côté de la haute tension. Il est alors possible de faire varier le facteur de puissance du groupe en effectuant le changement de ces prises.

Une caractéristique de ce groupe est la possibilité de faire tourner le stator de la machine synchrone d'un pas polaire complet. Cette disposition a été adoptée pour permettre de partager la charge entre les systèmes à 25 et 60 p : s et le convertisseur de fréquence de 35 000 kw installé à l'usine de Hell Gate de l'United electric Light and Power Company.

Le mécanisme provoquant la rotation du stator de la machine synchrone consiste en un cylindre à huile sous pression dans lequel se meut un piston dont la tige est fixée à la carcasse du stator de la machine (fig. 4). L'admission et l'évacuation de l'huile sont contrôlées au moyen de valves à solénoïde et les deux faces du piston sont, pour chaque position, soumises à la pression de l'huile de telle sorte que le

couple de réaction exercé sur le stator de la machine synchrone ne peut provoquer le déplacement de ce dernier.

Le groupe comporte, en outre, d'un côté une excitatrice à courant continu, 250 v, de 115 kw et de l'autre, pour le démarrage, un moteur d'induction de 1 600 ch, alimenté directement en courant triphasé 13 800 v, 60 p : s. Les deux machines principales sont à ventilation forcée en circuit fermé avec dispositif de refroidissement d'air.

La liaison du groupe avec le réseau à 60 p : s est réalisée au moyen d'une batterie de trois transformateurs de 15 000 kv-A, 28 980/13 800 v.

7. Services auxiliaires. — Les services auxiliaires les plus essentiels pour assurer la continuité de marche de l'usine sont desservis par des turbines à vapeur. Les autres services, qui absorbent actuellement une puissance de 8 000 kv-A sont équipés avec des moteurs électriques alimentés par deux réseaux à courant alternatif à 25 p : s, l'un à 2 300 v pour les moteurs d'une puissance supérieure à 50 ch, l'autre à 450 v pour les moteurs d'une puissance inférieure à cette dernière. Ces réseaux sont desservis par trois transformateurs à double enroulement secondaire, de 4 000 kv-A chacun et la disposition des connexions sur les barres générales à 2 300 v est analogue à celle employée sur la haute tension. En outre, deux groupes turbogénérateurs de 500 kw et une batterie d'accumulateurs de secours de 2 240 A-h fournissent du courant continu à 250 v pour l'éclairage et l'alimentation de certains moteurs.

Une batterie de 132 A-h à 125 v dessert les circuits des commandes à distance des disjoncteurs et son alimentation est assurée par deux groupes moteurs-générateurs de 25 kw.

8. Appareillage et canalisations. — Le bâtiment de l'appareillage est établi suivant le principe de la séparation

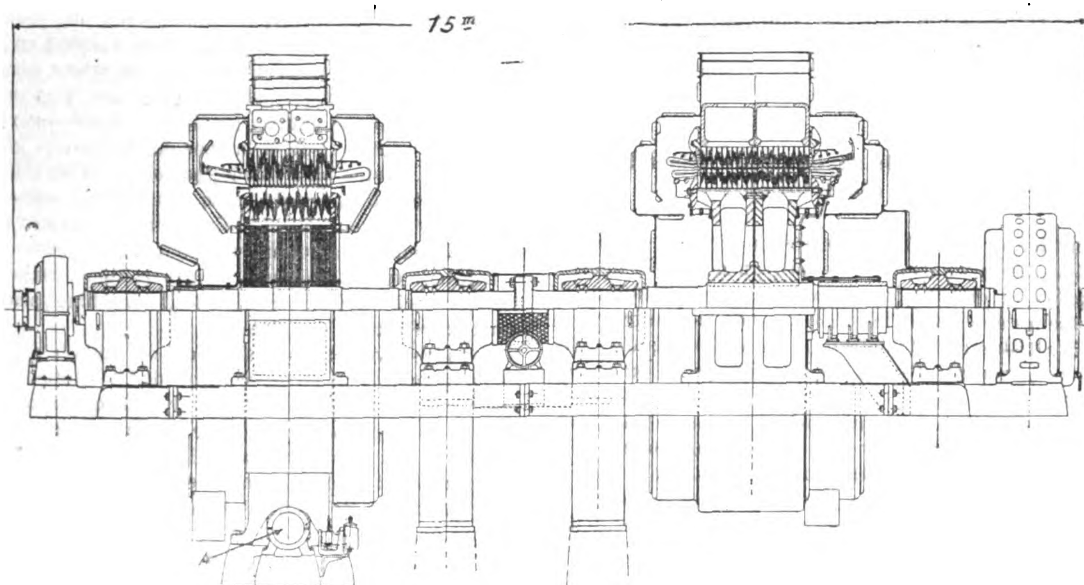


Fig. 4. — Coupe transversale du groupe convertisseur de fréquence de 40 000 kw montrant l'emplacement en A du dispositif de déplacement du stator de la machine synchrone.

des phases, un étage étant affecté à chaque phase. Le rez-de-chaussée est occupé par les transformateurs à 60 p : s, l'appareillage du convertisseur de fréquence, les transformateurs et l'appareillage pour les circuits auxiliaires. Au premier étage sont installés les batteries d'accumulateurs et les appareils de changement de prises du transformateur du convertisseur; aux 3e, 4e et 5e étages, l'appareillage et les canalisations des circuits principaux. Au deuxième, on trouve les tableaux auxiliaires, les groupes moteurs-générateurs, les transformateurs de mise à la terre et les appareils d'essai et de filtrage de l'huile. Enfin, au sixième étage sont placés les appareils de manœuvre des interrupteurs et sectionneurs à 11 400 v disposés dans les trois étages inférieurs. Les tableaux de commande relatifs à l'appareillage à haute tension sont placés à une extrémité du cinquième étage d'où l'on peut voir la salle des machines.

Le système de connexions employé dans cette usine est, dans son principe, celui déjà utilisé dans les autres usines de la compagnie : les barres générales principales et auxiliaires sont munies d'interrupteurs sélectifs desservant chacun deux feeders. Chaque feeder alimente deux convertisseurs synchrones qui ne sont jamais, sous aucun prétexte, placés dans la même sous-station. Les barres générales sont divisées en sections correspondant à une machine génératrice et à douze feeders. Des réactances limitant le courant de court-circuit sont placées entre ces sections, ainsi que dans tous les circuits arrivant aux barres générales ou qui en partent. Tous les interrupteurs placés entre les générateurs et les barres générales, entre les sections des barres générales, ainsi que ceux des départs des groupes de feeders, sont du type à chambre de compression et ont été établis pour une puissance de rupture de 1 500 000 kv-A. Ceux à haute tension sont manœuvrés par moteur au moyen d'un système de commande agissant par la force centrifuge et qui assure un mouvement beaucoup plus doux que tous les autres systèmes employés jusqu'ici. Avant et après les interrupteurs dans l'huile sont branchés des sectionneurs, les trois appareils en série sur chaque phase, étant verrouillés mécaniquement grâce à un système spécial de fermeture des cuves des interrupteurs.

Parmi les autres caractéristiques de cette installation, il faut signaler que tous les conducteurs à haute tension, en barres de cuivre plat laminé, sont isolés pour la tension totale au moyen de toile vernie qui a été placée sur chaque section, avant montage, au moyen d'une machine spéciale. Les barres sont supportées par des isolateurs en porcelaine prévus pour 25 000 v. Les joints de sections sont boulonnés et ont été isolés à la main. Mécaniquement, on a protégé ces barres en les plaçant dans des caniveaux en béton, fermés par des plaques de 20 mm d'épaisseur.

Des précautions spéciales ont été prises dans la construction des cellules prévues pour les appareils, en vue d'éviter la propagation d'un incendie d'une cellule à l'autre.

Au point de vue de la protection, le fonctionnement des disjoncteurs d'alternateurs est contrôlé au moyen de relais différentiels connectés chacun en aval et en amont de l'enroulement d'une même phase de la machine et pour les disjoncteurs de feeders, au moyen de relais équilibrés connectés entre les phases correspondantes de deux feeders.

Le point neutre du réseau est connecté à la terre par l'intermédiaire des enroulements de transformateurs bobinés en zigzag et placés sur chaque section des jeux de barres. — J. S. et L. V.

La stabilité des grands réseaux de distribution d'énergie électrique [1].

L'auteur définit la stabilité d'un réseau comme son aptitude à répondre aux demandes de puissance pour lesquelles il a été prévu ou encore comme son aptitude à maintenir la tension quelles que soient les variations de la charge qui se produisent. Il illustre cette définition par un exemple simple qui lui sert à montrer d'autre part les limites de puissance d'un système.

Considérant alors, en premier lieu, le cas des longues lignes de transmission, l'auteur estime que dans l'état actuel de la technique de la transmission des grosses puissances, la meilleure solution serait de diviser la ligne en une série de sections courtes au moyen de compensateurs synchrones échelonnés le long de la ligne ou bien de produire et de transmettre l'énergie à basse fréquence et de la transformer à la fréquence convenable à l'extrémité réceptrice. Il étudie ensuite le cas des turboalternateurs, examinant ce qui se produit d'abord dans le cas d'un court-circuit et ensuite lors de la marche normale. Il montre qu'un turboalternateur doit être muni de deux régulateurs automatiques : l'un agissant sur la vitesse de la turbine et l'autre, contrôlé par les variations de tension, agissant sur l'excitation de l'alternateur. Le premier de ces régulateurs agirait en somme sur la composante active du courant et le second sur la composante réactive. La vitesse d'action de ces régulateurs est limitée par la constante de temps de la turbine et de l'alternateur, qui dépend, d'une part, de l'énergie cinétique emmagasinée dans les parties tournantes et, d'autre part, de l'énergie magnétique en réserve dans le rotor. Pour le régulateur d'excitation, l'auteur propose un appareil du type vibrant qui court-circuite de façon intermittente une portion du rhéostat de champ de l'excitatrice. D'autre part, il estime que, pour assurer une réaction rapide de l'excitatrice cette machine doit être à excitation indépendante (batterie d'accumulateurs ou excitatrice très saturée qui peut être placée dans la carcasse de l'excitatrice principale). Il fait mention, pour mémoire seulement, d'un dispositif dans lequel une partie du courant fourni par l'alternateur est redressée et vient aider l'excitatrice de façon à obtenir une relation plus rapide entre la tension et les variations de charge.

Considérant ensuite le réseau de distribution proprement dit, M. H. Clough estime que, d'après la pratique actuelle, le courant anormal en cas de défaut dans une partie quelconque du réseau, ne doit pas dépasser une valeur correspondant à une puissance de 500 000 kv-a. Cette condition conduit, pour les réseaux mettant en jeu de grandes puissances, à sectionner ces derniers. Les sections ainsi créées pourront être reliées par des lignes de très grande réactance. Dans le cas où ces sections sont dans la même usine génératrice, on peut envisager de court-circuiter ces réactances de liaisons lors des périodes de faible charge. Au point de vue de la valeur de ces réactances, la pratique a montré qu'un bon dimensionnement correspond au cas où lors d'un défaut sur une section, 50 à 60 pour 100 du courant en jeu à ce moment est fourni par cette section elle-même. Lorsque les sections sont dans des usines différentes plus ou moins éloignées l'une de l'autre, les lignes d'interconnexion peuvent être établies soit à la tension des barres générales, soit à une tension plus élevée ; parfois aussi, on établit cette liaison entre les barres à basse tension des sous-stations. Ces lignes peuvent être établies pour transmettre l'énergie dans les deux sens ou en sens unique.

L'auteur termine cette étude par quelques considérations sur les oscillations mécaniques des machines placées aux deux extrémités d'une ligne.

Dans les diverses discussions qui ont suivi la présentation de ce mémoire soit au siège même de l'Institution, soit dans les sections locales de Newcastle, Birmingham et Manchester, les questions qui ont le plus attiré l'attention, sont en premier lieu celle de l'excitation séparée des alternateurs et de la stabilité de l'excitation et, ensuite, celle de la stabilité des lignes de transmission. En général tous les orateurs ont été d'accord pour reconnaître les avantages d'une excitation séparée. Au point de vue de la stabilité des lignes, la transmission par courants de basse fréquence a été plutôt critiquée. L'auteur, dans sa réponse, fait remarquer qu'il n'envisage ce système que dans le cas de la transmission de très grandes quantités d'énergie produite au moyen d'usines hydroélectriques. Plusieurs orateurs ont également attiré l'attention sur le rôle que jouent, au point de vue de la stabilité des réseaux de transmission, les systèmes de protection. D'autre part M. A.-M. Taylor a critiqué les diagrammes présentés par l'auteur et a montré que seul, l'emploi du diagramme circulaire permet de représenter de façon complète tous les phénomènes qui peuvent se produire. A noter enfin l'opinion de M. L.-C. Grant relative à la réactance ou mieux l'inductance dans les réseaux à courant alternatif. Il estime qu'on a abusé de l'inductance dans ces réseaux et qu'on peut sans danger la réduire, à condition, par exemple, de soigner la fixation des enroulements des alternateurs et de fixer les conducteurs dans l'appareillage des installations, au moyen de supports capables de résister mécaniquement aux efforts développés en cas de court-circuit. D'ailleurs, il estime que ces efforts seront d'autant moindre que l'inductance des réseaux sera plus petite. — J. S.

(1) F.-H. Clough. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, juillet 1927, t. LXV, p. 633-673, 18 500 mots, 10 figures.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Variations comparées du coût de la vie et des salaires dans les industries du métal de la région parisienne

Le Groupe des Industries métallurgiques, mécaniques et connexes de la Région parisienne, dont le siège social est 106, rue Lauriston, Paris (16e), s'est donné comme première tâche, lors de sa constitution, de procéder à la constatation méthodique et périodique des salaires pratiqués dans les établissements de ses adhérents. Le nombre de ces établissements dépassant 1 000 et celui des ouvriers qu'ils emploient étant supérieur à 230000, la documentation ainsi établie présente des garanties d'exactitude incontestables qui, d'ailleurs, ont acquis au groupement la plus grande confiance des milieux intéressés à connaître les fluctuations des salaires.

Cette documentation a permis au Groupe des Industries métallurgiques, mécaniques et connexes de la Région parisienne de dresser un tableau et d'établir un graphique des indices des salaires des différentes catégories d'ouvriers de ces industries pendant la période de sept années s'étendant du début de 1920 à la fin de 1926. Ce tableau et ce graphique sont reproduits sur les pages suivantes.

La manière dont ont été établis les indices des salaires et les conclusions qu'il semble permis de tirer de la comparaison de leurs variations avec celles du coût de la vie aux époques correspondantes ont été l'objet d'une note annexée au tableau et au graphique. Voici la reproduction intégrale de cette note.

1. Etablissement des indices de salaires. — Pour établir la comparaison entre les modifications de salaires et les modifications du coût de la vie, il a été raisonné, non sur les salaires *horaires*, mais sur le salaire *journalier*.

On sait que le régime de la durée du travail, en vigueur dans les industries du métal, comporte des dérogations. Celles-ci se répartissent, en fait, irrégulièrement sur l'année suivant les circonstances qui en légitiment l'emploi. Le graphique en a tenu compte en ramenant le total à une *moyenne* quotidienne : il est établi sur une journée de 8 h 3/4 jusqu'au 2e trimestre 1926 (régime du décret d'août 1920) et de 8 h 1/2 depuis ce moment (régime du décret d'avril 1926).

L'indice consigné au tableau, à chaque époque envisagée, en face du taux horaire du salaire de chaque profession-type, consiste donc dans un rapport entre le salaire *journalier* à l'époque envisagée et le salaire *journalier* avant-guerre. Exemple : le salaire horaire moyen du lamineur au 2e trimestre 1920, ressortait à 2,77 : le salaire journalier correspondant était : $2{,}77 \times 8{,}75 = 24{,}23$. Le salaire horaire, en 1914, était 0,70 ; le salaire journalier : $0{,}70 \times 10 = 7{,}00$. L'indice est : $\frac{24{,}23}{7} = 3{,}46$ ou 346 pour 100.

L'ensemble des indices des ouvriers professionnels dénommés au tableau a été réduit dans les proportions indiquées dans la colonne de gauche (%), à une donnée unique permettant d'établir la marche des salaires de l'« ouvrier professionnel » (courbe pointillée P) — Les courbes pointillées M S et M donnent, d'autre part, la marche des salaires de l'ouvrier « manœuvre spécialisé » et de l'ouvrier « manœuvre ».

Ces trois données ont été, à leur tour, réduites en une seule pour obtenir la marche des salaires de l'« ouvrier du métal » (courbe O) représenté par : professionnels : 50 pour 100; manœuvres spécialisés : 30 pour 100, manœuvres ; 20 pour 100.

On notera qu'ainsi il n'a pas été tenu compte, dans ces données, de la main-d'œuvre féminine ; celle-ci, d'ailleurs, a bénéficié de coefficients d'augmentation sensiblement plus élevés que la main-d'œuvre masculine.

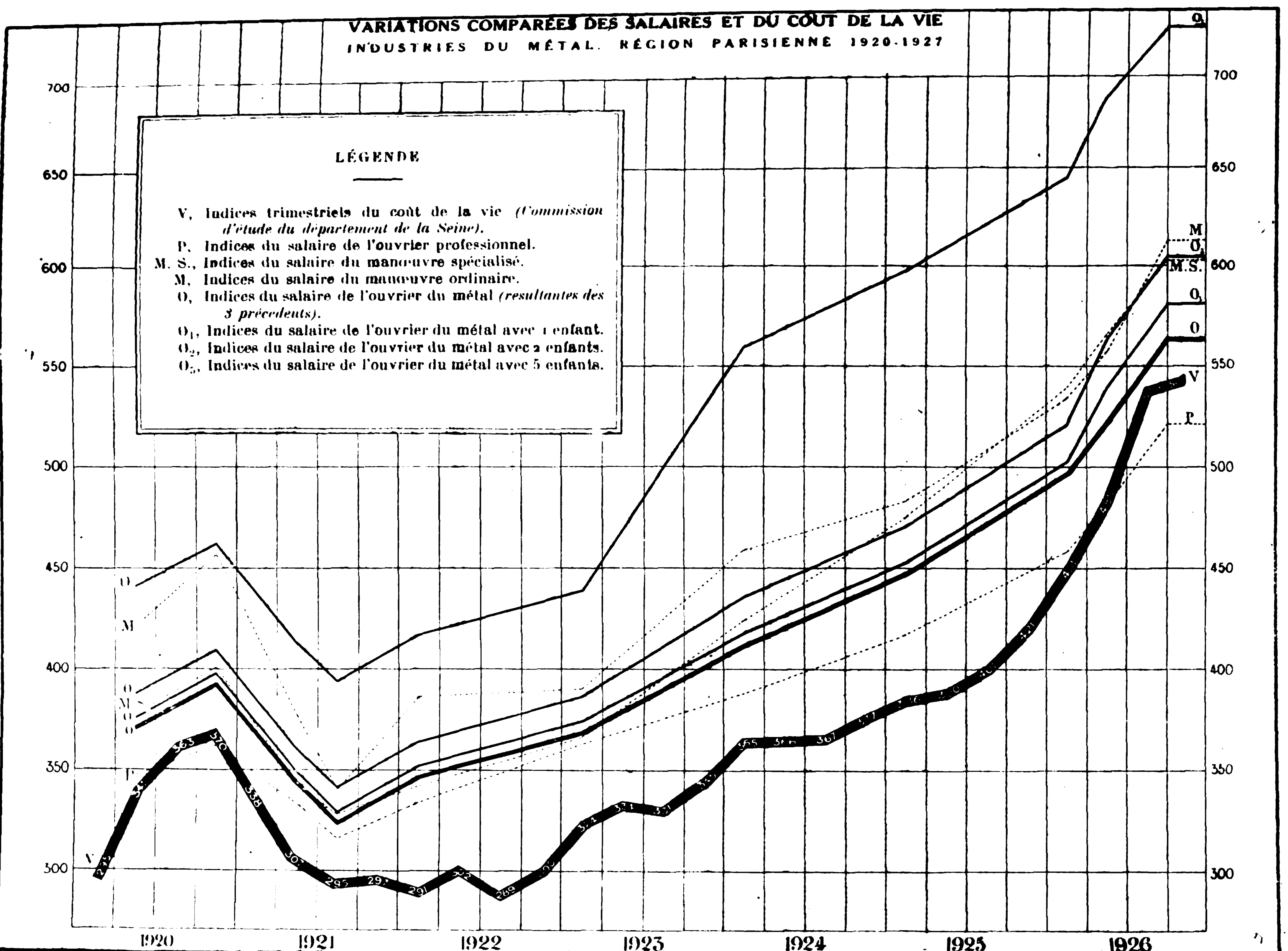
2. Adaptation des salaires au coût de la vie. — La première des conclusions à tirer de cette étude est que le taux général des salaires est resté constamment adapté au coût de la vie.

On trouve ici la traduction, dans les faits, de l'un des articles fondamentaux de la politique du Groupe des Industries métallurgiques, mécaniques et connexes de la Région parisienne en matière de salaires. Dans la série des circulaires adressées à ses adhérents sur la question, dans ses réunions syndicales, le Groupe a sans cesse affirmé que, si l'on ne pouvait poser en principe absolu de lier *systématiquement* et *exactement* les salaires aux fluctuations du coût de l'existence, il y avait lieu cependant de considérer une telle adaptation comme une règle à suivre *dans toute la mesure du possible*.

Il appert, aujourd'hui, que ce *possible* a été une réalité. Les employeurs ont pris cette attitude de ne pas se lier par des engagements qu'ils n'auraient pu être sûrs de tenir, mais d'observer, *en fait*, les obligations qu'auraient comportées ces engagements. Les ouvriers qui réfléchissent pourront comparer la valeur pratique d'une telle politique, systématiquement observée, avec les résultats que la politique de violence peut comporter. Il leur apparaîtra, sans doute, que l'attitude de leurs patrons fut, en l'occurrence, plus loyale et plus sympathique que celle des dirigeants unitaires, faisant bruyamment campagne pour l'adoption de « l'échelle mobile des salaires »... et ajoutant : « si demain l'échelle mobile est préjudiciable aux ouvriers, nous n'hésiterons pas à la dénoncer » (M. Monmousseau, dans la « Vie ouvrière » du 15 janvier 1926).

TABLEAU DES INDICES DU COUT DE LA VIE ET DES SALAIRES DANS LES INDUSTRIES DU MÉTAL DE LA RÉGION PARISIENNE

		%	10 heures	8 heures 3/4 par jour (218 heures par mois)																		8 heures 1/2 par jour (212 heures par mois)			
			1914	2e trimestre 1920		4e trimestre 1920		2e trimestre 1921		3e trimestre 1921		1er trimestre 1922		1er trimestre 1923		1er trimestre 1924		1er trimestre 1925		1er trimestre 1926		2e trimestre 1926		4e trimestre 1926	
Indice du coût de la vie (Seine)				341		370		307		295		291		324		365		386		451		485		545	
PROFESSIONNELS (DÉCOMPOSITION) — MÉTALLURGIE.	*Lamineur*	3	0,70	2,77	346	2,90	362	2,70	337	2,36	295	2,71	338	2,73	341	2,94	367	3,11	388	3,59	449	3,95	480	4,20	510
FONDERIE. (*Al. 10*, *Cu. 30*, *Fe. 60*)	*Mouleur main*	7	0,85	3,91	402	3,99	410	3,71	381	3,40	350	3,62	372	3,67	377	4,03	414	4,41	454	4,73	487	5,17	517	5,51	551
MODELAGE MÉCANIQUE.	*Modeleur-mécanicien*	1	1,05	4,75	395	4,90	408	4,75	395	4,10	341	4,15	345	4,50	375	4,56	380	4,98	415	5,37	447	5,75	465	6,45	522
CONSTRUCTION MÉCANIQUE. (*Auto 55*, *Méc. gén. 45*)	*Ajusteur*	49	0,85	3,25	335	3,43	353	3,13	322	2,99	307	3,14	323	3,34	344	3,57	367	3,87	398	4,26	438	4,61	461	5,02	502
CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE.	*Électricien-Ajusteur*	9	0,80	2,96	323	3,18	347	3,08	336	2,83	309	3,04	332	3,22	352	3,45	377	3,67	401	3,97	434	4,34	461	4,69	498
CONSTRUCTION MÉTALLIQUE.	*Monteur-Assembleur*	3	0,75	2,99	348	3,16	368	2,76	322	2,75	321	2,87	334	2,99	348	3,17	369	3,31	386	3,79	442	4,20	476	4,39	497
VOITURE. (*Carrosserie Luxe 35*, *Carrosserie Série 65*)	*Tôlier*	15,5	0,85	3,59	369	3,63	373	3,34	344	3,24	334	3,37	347	4,10	421	4,31	443	4,67	480	5,18	533	5,48	548	5,89	589
CHAUDRONNERIE ET FORGE.	*Chaudronnier en cuivre*	6	0,85	3,46	356	3,56	366	3,24	334	3,17	326	3,51	361	3,84	395	4,24	436	4,32	444	4,70	483	4,99	499	5,37	537
BRONZES D'ART.	*Monteur en bronze*	0,5	0,90	3,45	335	3,50	340	3,30	321	3,00	292	3,21	312	3,24	315	4,00	388	4,26	414	5,22	507	5,70	538	6,00	566
FERBLANTERIE. ROBINETTERIE. ARTICLES DE PARIS.	*Ferblantier*	6	0,85	3,38	348	3,48	358	3,16	325	3,09	318	3,27	337	3,36	346	3,52	362	3,86	397	4,22	434	4,66	466	4,95	495
PROFESSIONNEL (*moyenne*)		50		3,34	347	3,43	362	3,20	333	3,04	316	3,22	334	3,49	363	3,73	388	3,92	418	4,41	459	4,77	483	5,15	521
MANŒUVRE SPÉCIALISÉ (*moyenne*)		30	0,60	2,59	377	2,75	401	2,35	342	2,25	328	2,35	342	2,51	366	2,91	424	3,27	476	3,70	539	4,00	566	4,26	603
MANŒUVRE ORDINAIRE (*moyenne*)		20	0,45	2,17	421	2,35	457	1,94	377	1,75	340	1,99	386	2,01	390	2,36	458	2,49	484	2,74	534	2,95	557	3,25	613
ENSEMBLE (*moyenne*)				2,88	371	3,01	393	2,69	344	2,54	324	2,68	347	2,90	369	3,21	413	3,43	449	3,86	498	4,18	523	4,50	564
ALLOCATIONS FAMILIALES	1 Enfant			S + 0,045	376	S + 0,045	398	S + 0,045	349	S + 0,045	329	S + 0,045	352	S + 0,045	374	S + 0,045	418	S + 0,045	454	S + 0,045	503	S + 0,141	540	S + 0,141	581
	2 Enfants			S + 0,137	388	S + 0,137	410	S + 0,137	361	S + 0,137	341	S + 0,137	364	S + 0,137	386	S + 0,183	436	S + 0,183	472	S + 0,183	521	S + 0,33	564	S + 0,33	605
	5 Enfants			S + 0,55	441	S + 0,55	463	S + 0,55	414	S + 0,55	394	S + 0,55	417	S + 0,55	439	S + 1,14	559	S + 1,14	598	S + 1,14	645	S + 1,32	688	S + 1,32	729


VARIATIONS COMPARÉES DES SALAIRES ET DU COUT DE LA VIE
INDUSTRIES DU MÉTAL. RÉGION PARISIENNE 1920-1927
LÉGENDE
V, Indices trimestriels du coût de la vie (Commission d'étude du département de la Seine).
P, Indices du salaire de l'ouvrier professionnel.
M. S., Indices du salaire du manœuvre spécialisé.
M, Indices du salaire du manœuvre ordinaire.
O, Indices du salaire de l'ouvrier du métal (resultantes des 3 précédents).
O1, Indices du salaire de l'ouvrier du métal avec 1 enfant.
O2, Indices du salaire de l'ouvrier du métal avec 2 enfants.
O5, Indices du salaire de l'ouvrier du métal avec 5 enfants.
700
650
600
550
500
450
400
350
300
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
V
P
M
O
M.S.
O1
O5
363
370
338
305
295
291
289
365
367

3. Situation respective des diverses catégories professionnelles. — En analysant de plus près les éléments de l'étude, on est frappé de l'avantage relatif dont ont bénéficié les ouvriers moins qualifiés : les courbes P., M. S. et M. qui correspondent aux trois grandes catégories professionnelles s'échelonnent à peu près parallèlement. Celle qui correspond au salaire du « manœuvre » domine nettement les autres. C'est que les salaires les plus bas sont surtout ceux auxquels doit s'appliquer la préoccupation de maintien du « Standard of life » d'avant-guerre. Pour ces catégories, il a été non seulement maintenu, mais amélioré dans une proportion qui varie de 12 à 20 pour 100.

4. Les salaires aux époques de crise. — Tandis que le salaire des ouvriers les moins payés est ainsi resté, en tout état de cause, à l'étiage recherché, il est arrivé, à chacune des deux crises subies pendant la période embrassée par le graphique, que l'indice du salaire des professionnels descende légèrement au-dessous de l'indice du coût de la vie. Ceci souligne que la compression consécutive au ralentissement des affaires ne s'est alors fait sentir — momentanément — que sur ceux-là seulement dont les moyens de subsistance présentaient un développement dépassant largement le salaire vital.

L'examen des courbes au moment de la crise de 1921 appelle une autre observation : à l'époque des salaires les plus bas, la différence entre les indices de salaires des différentes catégories professionnelles est à son minimum. On rapprochera cette constatation du conseil donné à ce moment-là par le Groupe des Industries métallurgiques, mécaniques et connexes de la Région parisienne à ses adhérents : « dans le travail de revision des salaires des professionnels, était-il précisé dans la circulaire relative à la revision des « primes de vie chère », il ne faut pas oublier que l'écart *proportionnel* normal d'avant-guerre doit être maintenu ou reconstitué entre le manœuvre et l'ouvrier qui, par ses capacités et son assiduité, s'est acquis une valeur professionnelle. Dans les spécialités ou les établissements où les salaires des professionnels ont été augmentés dans la même proportion que ceux des manœuvres, la diminution à prévoir devra être proportionnellement de même ordre pour les deux catégories ; dans les cas, au contraire, où le coefficient de majoration des salaires des professionnels a été différent de celui des manœuvres (et nous avons lieu de croire que, dans la majorité des cas, il a été moindre) il y aura lieu de tenir compte de cette situation ».

Il résulte de ces diverses constatations — et par là se trouve à nouveau confirmé le principe général ci-dessus exprimé — qu'en période d'augmentation du coût de la vie, le salaire des catégories les moins payées croît proportionnellement davantage que le salaire des ouvriers qualifiés. Lorsque la diminution du coût de la vie entraine une diminution des salaires, le mouvement inverse se produit et l'on tend vers le rétablissement d'une situation normale.

5. Les allocations familiales. — On retiendra, enfin, parmi les conclusions les plus intéressantes de l'étude, la constatation frappante de la valeur sociale des allocations familiales. Le graphique fait ressortir l'amélioration apportée par elles, d'une part, dans le cas de la famille peu nombreuse (1 ou 2 enfants, courbes O_1 et O_2), et, d'autre part, dans le cas de la famille nombreuse, 5 enfants, courbe O_5). Cette amélioration est calculée par rapport au *salaire moyen* : il est facile de discerner à quel point elle est plus considérable encore lorsque les allocations s'ajoutent au salaire des catégories les moins rémunérées.

La formule des allocations pour charges de famille se manifeste d'autant plus opportune qu'elle vient à une époque où le problème de la rémunération du travail est plus délicat que jamais, en raison de l'instabilité de ses principes constitutifs. En permettant d'appliquer les augmentations de ressources à ceux des ouvriers qui doivent faire face à des besoins plus considérables, *et dans la mesure précisément de ces besoins*, cette formule apparait comme un nouvel élément, particulièrement heureux, de l'organisation moderne du travail.

Assemblées générales

Etablissements Devilaine et Rougé.

Assemblée générale ordinaire du 24 juin 1927.

Dans son rapport concernant l'exercice 1926-1927, cette société au capital de 7 millions de francs et dont le siège est à Paris, 4, rue Casimir-Delavigne, indique que, alors qu'au début de l'exercice elle avait déjà réuni un total de commandes presque suffisant pour alimenter l'exercice entier, elle s'est attachée, pendant le cours de ce même exercice, à régler tous les litiges des années précédentes et à faire rentrer les créances dues par de nombreux clients. Elle a ainsi recouvré des sommes importantes qui lui ont permis d'améliorer sa trésorerie, de sorte que le solde déficitaire de l'exercice précédent [1] a pu être entièrement amorti.

Le compte de profits et pertes montre que les bénéfices bruts d'exploitation s'élèvent à 2 637 972,69 fr. Au crédit, les liquidations d'agences s'élèvent à 661 333,40 fr et les charges financières, entretien et divers, à 1 138 836,01 fr, soit un total de 1 800 139,41 fr, laissant un solde bénéficiaire de 837 833,28 fr.

[1] Voir *Revue générale de l'Electricité*, 11 décembre 1926, t. XX, p. 907.

Après amortissement du solde déficitaire de l'exercice précédent, s'élevant à 817 353,43 fr, il reste une somme de 20 479,85 fr qui a été reportée à nouveau.

Bilan au 1er février 1927.

Actif.

	fr
En caisse	169 060,35
En banques	1 533 082,02
Réalisable à terme	21 396 710,28
Frais de constitution, matériel moins amortissements	107 965,30
Primes des obligations et des bons	43 950 »
Immeubles moins amortissements	68 900 »
Rachat des parts	800 000 »
	24 119 733,95

Passif.

	fr
Actions	6 000 000 »
Obligations et bons	1 639 500 »
Réserve légale	400 000 »
Réserve pour amortissement	200 000 »
Exigibilités	15 859 754,10
Report de l'exercice précédent	20 479,85
	24 119 733,95

SECTION DE LÉGISLATION

Les charges légales de la propriété foncière en faveur des distributeurs d'énergie électrique

La fixation d'ancrages sur les murs ou toits des propriétés et l'implantation des supports dans des terrains clos pour l'établissement des lignes de distribution ou de transmission d'énergie, ont donné lieu, ainsi que les élagages nécessités par l'établissement et l'entretien des conducteurs, à des difficultés de toutes sortes au point de vue de l'existence des droits et obligations, de leur étendue, et de leur sanction. De même, la compétence et les pouvoirs du juge en ces matières soulèvent de nombreux litiges. Notre collaborateur essaye de mettre au point toutes ces questions dans l'étude ci-après.

Introduction. — Certaines entreprises privilégiées de distribution d'énergie électrique peuvent user à l'égard des propriétaires d'immeubles, de diverses prérogatives régaliennes pour l'établissement et l'entretien de leurs ouvrages. Nous ne parlons pas ici des entreprises ordinaires, de celles des concessionnaires simples, par exemple ; nous avons visé des entreprises privilégiées : nous aurons donc à examiner tout d'abord quelles sont ces entreprises. Puis il s'agira d'établir la véritable nature des prérogatives en question, de les énumérer, d'indiquer les fonds grevés, de préciser l'étendue des charges qui leur sont imposées. Il va sans dire que l'exercice de ces droits spéciaux est subordonné à une procédure qui sauvegarde les assujettis et que ces derniers ont la possibilité d'exiger des indemnités. Il conviendra donc d'exposer les garanties préalables et postérieures des propriétaires. Enfin, il y aura lieu de signaler les recours dont ils disposent et les améliorations possibles ou proposées en la matière.

Comme préambule de cette étude, il faut mentionner les *textes qui prévoient les prérogatives* en question : ce sont l'article 12 de la loi du 15 juin 1906 et l'article 298 de la loi de finances du 13 juillet 1925, avec le décret du 27 décembre 1925 portant règlement d'administration publique pour l'application de ce dernier texte.

En résumé, on peut formuler comme il suit leur teneur générale : en dehors de la servitude d'occupation temporaire des terrains privés (Loi du 29 décembre 1892 et loi du 13 avril 1900, articles 19 à 21) et de l'expropriation auxquelles elles peuvent recourir avant l'exécution des travaux et dont nous ne nous occuperons pas, les entreprises de distribution d'énergie électrique déclarées d'utilité publique ou subventionnées peuvent, sous certaines conditions, exercer ce qu'on appelle les servitudes d'ancrage, de passage, de support ou canalisation et d'ébranchage pour l'établissement et la préservation de leurs ouvrages.

I. Titres que doivent posséder les entreprises de distribution d'énergie électrique pour jouir de ces prérogatives. — La loi du 15 juin 1906 est intitulée : Loi sur les distributions d'énergie et l'article 12 vise les concessionnaires de distribution. Mais peut-il être invoqué par d'autres entrepreneurs s'occupant de l'énergie que les distributeurs proprement dits ? Est-ce que le bénéfice en est accordé aussi à ceux qui font simplement de la « transmission » d'énergie, c'est-à-dire qui transmettent le courant d'une usine productrice à une autre, d'une usine à des sous-stations de transformation ou entre sous-stations de transformation, suivant la définition donnée dans l'article premier du décret du 24 avril 1923 ?

Le Ministère des Travaux publics opine en ce sens (1).

Certes, la loi du 15 juin 1906 vise essentiellement les distributions d'énergie, mentionne aussi les lignes de transmission à l'article 13 ainsi que dans l'intitulé même des titres II et III ; mais, à l'article 13, l'expression est prise dans un sens extrêmement général comme synonyme de distribution (seule terme qui figure d'ailleurs dans les autres articles — 14 à 19 — du même titre) et les en-tête des chapitres ne font pas vraiment partie de la loi en France, n'étant pas l'objet d'un vote spécial. D'autre part, s'il a été dans l'esprit du législateur de 1906 de réglementer toute transmission d'énergie autre que celle destinée à la communication des signaux et de la parole (article 1er), qu'il y ait ou non vente de courant sur le parcours de la ligne, il ne pouvait prévoir alors les très hautes tensions actuelles ni les énormes pylônes qui soutiennent les lignes modernes. Bien que, d'après un passage du rapport de M. Léon Janet que nous citerons plus loin, le législateur de 1906 ait pensé aux fortes tensions pour les transmissions à grande distance, celles qu'on pratiquait alors n'ont rien de comparable à celles d'aujourd'hui ; il n'avait donc pas dans l'idée les installa-

(1) Voir la réponse à une question écrite dans le *Journal officiel, Débats parlementaires, Chambre des Députés*, mai 1924, p. 2205 et la discussion de l'interpellation Mollard au Sénat, séance du 23 décembre 1924. *Journal officiel, Débats parlementaires, Sénat*, 24 décembre 1924, p. 1591-1592.

tions dangereuses et encombrantes qu'on rencontre communément depuis quelques années et qui ne font que se multiplier. Le Ministère des Travaux publics a dû se servir du seul texte qu'il possédait en la matière pour l'appliquer à de pareils ouvrages, mais il est certain qu'au moment où l'article 12 a été rédigé, on ne songeait qu'à des conducteurs de très faible section et à des poteaux ou ancrages du genre de ceux des lignes télégraphiques. L'interprétation étroite s'impose donc et pour mieux dire, de nouvelles dispositions seraient absolument nécessaires pour tenir compte des réalités actuelles.

L'article 12 de la loi du 15 juin 1906 confère le droit d'user des servitudes susvisées aux entreprises déclarées d'utilité publique. Il a été complété par *l'article 298 de la loi du 13 juillet 1925* qui les a étendues aux distributions sous le régime de la concession ou de la régie non déclarées d'utilité publique, mais réalisées avec les concours financiers de l'Etat, des départements, des communes ou des syndicats de communes. Toutefois, cette seconde catégorie de bénéficiaires ne peut user de la servitude d'appui qu'après déclaration d'utilité publique lorsque l'emprise des supports dépassera un mètre carré.

Le *décret du 27 décembre 1925* considère :

1° Comme réalisées avec le concours financier de l'Etat, les distributions bénéficiant de subventions sur les fonds du budget du Ministère de l'Agriculture ou de prêts accordés par l'Office national du Crédit agricole, par application de la loi du 2 août 1923 ;

2° Comme réalisées avec le concours financier des départements, des communes ou des syndicats de communes, les distributions exécutées avec des subventions de ces collectivités lorsque le total atteint au moins 10 pour 100 de la dépense prévue au devis.

La rédaction de ce texte et les principes juridiques appellent ici deux observations :

Nous sommes en présence de charges légales de la propriété, par conséquent d'une matière où l'interprétation est stricte dans toute la mesure où il est nécessaire pour ne pas heurter le bon sens. Il ne faut donc pas étendre l'avantage spécial dont bénéficient les entreprises subventionnées à d'autres qu'à celles visées par la loi et le décret. Or ils n'ont mentionné que les « distributions d'énergie électrique » ; par conséquent les entreprises de transmission d'énergie ne sont pas comprises parmi les bénéficiaires par le seul fait qu'elles auraient obtenu une subvention, bien que le Ministère des Travaux publics considère la loi du 15 juin 1906 comme applicable à ces dernières entreprises. Lorsque les ministres des Travaux publics et de l'Agriculture ont fait voter l'article 298, ils n'ont d'ailleurs eu en vue de faciliter que l'électrification des localités rurales, où il ne peut s'agir que de distributions.

D'autre part, les textes parlent de « distributions réalisées » et de « dépense prévue au devis ». Il s'ensuit, d'une part, qu'il faut envisager la distribution dans son ensemble, le réseau entier ; d'autre part, que la subvention doit couvrir le dixième d'une dépense future et non du montant d'une exécution antérieure : donc, si un réseau déjà construit était racheté par une commune, elle ne pourrait arguer de ses mises de fonds dans l'affaire pour bénéficier de l'article 298 précité en faveur des extensions postérieures. Il faudrait pour cela soit qu'elle construisît en régie, participât dans la même du dixième aux dépenses nouvelles ou jouît de subventions équivalentes. De même, un fermier qui prendrait en mains un réseau déjà établi par une autre entreprise et qui obtiendrait, par exemple, une garantie d'intérêts ne pourrait en arguer pour imposer aux propriétaires les charges en question lorsqu'il aurait à construire des lignes secondaires.

Il y a d'ailleurs une servitude qui ne peut être utilisée dans un certain cas qu'après déclaration d'utilité publique : c'est celle d'implantation de poteau, lorsque l'emprise dépassera 1 m². Le décret du 27 décembre 1925 a précisé que « l'emprise d'un support est définie par la surface comprise à l'intérieur d'un polygone enveloppant la plus grande section des fondations ou de la projection horizontale du support jusqu'à 2 m au-dessus du sol ». Donc, dans ce cas, la subvention ne suffit pas pour invoquer le bénéfice de la servitude en question.

Ce n'est qu'*après avoir obtenu la déclaration d'utilité publique ou le vote de la subvention* par une collectivité administrative qu'une entreprise de distribution d'énergie électrique peut *jouir* des prérogatives susmentionnées, leur *exercice* étant encore subordonné à d'autres formalités. Toute atteinte prématurée à la propriété exposerait son auteur à une complainte et à une poursuite en dommages-intérêts devant les tribunaux judiciaires gardiens de la propriété.

Mais il n'est pas nécessaire pour bénéficier des servitudes qu'un jugement d'expropriation ait été rendu. Ainsi en a décidé la Cour de Cassation dans l'arrêt du 25 avril 1923 (l'Etat et Desauty contre époux Pellé) (1), à l'occasion d'un travail exécuté par l'Etat, pour assurer le fonctionnement d'un service public, mais non déclaré d'utilité publique. D'autre part, un jugement ne peut prononcer l'expropriation d'une servitude (2) de poteau.

(1) Arrêt de la Cour de Cassation du 25 avril 1923. *Recueil mensuel de Sirey*, année 1924, 1re partie, p. 289. — *Recueil mensuel de Dalloz*, année 1926, 1re partie, p. 63.

(2) Arrêt de la Cour de Cassation (Chambre civile) du 28 janvier 1924, rendu dans l'affaire Boueilh. *Recueil mensuel de Sirey*, année 1924, 1re partie, p. 289.

Voici le résumé des motifs de l'arrêt : Le travail exécuté par l'Etat ou sur son ordre ou au moyen d'un crédit ouvert par une loi de finances pour assurer le fonctionnement d'un service public est un travail public, alors même qu'il n'est pas justifié qu'il ait été précédé d'une déclaration d'utilité publique ; le caractère de travail public dépend, en effet, de l'objet du travail, et non point de l'accomplissement des formalités qui doivent l'accompagner. Si, d'après les articles 12 § 3, et 21 de la loi du 15 juin 1906, l'Etat peut, sans recourir à l'expropriation pour cause d'utilité publique, établir à demeure des supports pour conducteurs aériens d'énergie électrique sur des terrains privés non bâtis ni fermés de murs ou clôtures équivalentes, lorsque la construction de la ligne a fait l'objet d'une déclaration d'utilité publique, et si, en cas d'inobservation de cette formalité, les

II. Nature des prérogatives en question. — On a l'habitude de qualifier de « servitudes » les sujétions ainsi imposées à la propriété. Mais, en réalité, il n'y a pas ici de servitudes, car il n'y a ni fonds servant ni fonds dominant.

Cependant, M. Planiol [1] a même émis l'idée qu'on pourrait « considérer un réseau de câbles électriques avec tous ses organes accessoires comme un immeuble » susceptible de représenter le fonds dominant. Et cependant, ce n'est pas pour l'utilité d'un héritage qui serait l'usine et ses dépendances que la charge est établie, mais pour le service d'une institution, pour la marche d'une entreprise, c'est-à-dire en faveur de la collectivité. Une servitude est nécessaire pour l'exploitation d'un immeuble; la distribution pourrait être organisée sans les sujétions dont nous parlons.

A proprement parler, il y a là des *charges légales* de la propriété dans l'intérêt du fonctionnement des services publics, au profit d'une personne administrative ou d'un concessionnaire et, du fait que le bénéficiaire doit être une personne ou un groupe de personnes, il ne saurait y avoir servitude, puisque l'article 686 du Code civil interdit d'en établir en faveur de la personne [2].

Nous ne sommes pas dans une matière de droit privé, mais dans une matière de droit public. Cette considération peut paraître purement théorique, mais nous verrons qu'elle présente un intérêt pratique, notamment quand il s'agit de déterminer l'étendue des charges légales en question. On argumente ordinairement en se servant des textes du Code civil qui ont trait aux servitudes; l'observation que nous avons présentée montre qu'il ne faut pas trop faire fond sur ces dispositions, mais rechercher la conciliation de l'intérêt particulier et de l'intérêt public sur une base qui peut être différente de celle du droit privé, lequel ne vise en principe que les relations des particuliers entre eux et non avec les services publics.

III. Des fonds grevés et des conditions matérielles d'utilisation des dites prérogatives. — Les fonds grevés ne sont pas les mêmes suivant qu'il s'agit d'une des charges légales précitées ou d'une autre.

Ce ne sont pas seulement les immeubles frappés qui diffèrent, mais aussi les conditions d'accès et les installations possibles par ce moyen. Nous aurons donc à examiner tour à tour les charges dont il s'agit.

A. Servitude d'ancrage. — La servitude d'ancrage consiste dans le droit pour l'entreprise privilégiée « d'établir à demeure des supports et ancrages pour conducteurs aériens d'électricité, soit à l'extérieur des murs ou façades donnant sur la voie publique, soit sur les toits et terrasses des bâtiments, à la condition qu'on y puisse accéder par l'extérieur... »

Il n'y a pas ici de limitation comme dans la loi du 29 décembre 1892. L'article 2 de cette loi exempte de l'occupation temporaire les propriétés attenantes aux habitations et closes par des murs ou par des clôtures équivalentes suivant les usages du pays. Au contraire, tous les immeubles sont passibles de la servitude d'ancrage, mais non pas toutes les parties des immeubles. Il n'y a de frappé que *l'extérieur* des murs ou façades donnant sur la voie publique et les toits ou terrasses auxquels on peut accéder par l'extérieur. Autrement dit, l'intérieur des immeubles y échappe. On a voulu épargner aux occupants toute gêne et toute indiscrétion.

La suite du texte impose d'autres réserves :

Le droit dont il s'agit ne pourra être exercé que « sous les conditions prescrites tant au point de vue de la sécurité qu'au point de vue de la commodité des habitants, par les règlements d'administration publique prévus à l'article 18, les dits règlements devant limiter l'exercice de ce droit au cas de courants électriques tels que la présence des conducteurs d'électricité à proximité des bâtiments ne soit pas de nature à présenter, nonobstant les précautions prises conformément aux règlements, des dangers graves pour les personnes ou les bâtiments ».

Sans prétendre assurément nous donner là un modèle de style, le législateur a voulu éviter que des conducteurs dangereux par le courant qui y circule et malgré l'observation des mesures réglementaires ne soient placés à proximité des personnes ou des bâtiments et susceptibles d'occasionner notamment des électrocutions ou des incendies.

M. le professeur Mestre a soutenu [1] qu'en *l'absence de règlement* déterminant les courants dangereux, il n'y avait pas de limite à observer sous ce rapport pour l'usage de la prérogative qui nous occupe. Cette opinion soulève la question de savoir si une loi est applicable bien que les règlements qu'elle prescrit n'aient pas été pris. Il ne semble pas que l'affirmative puisse être contestée. Sans doute, quand le règlement est absolument nécessaire pour l'exécution de la loi, il y a lieu de surseoir jusqu'à ce qu'ils soient rendus [2]. Mais, quand le règlement n'est pas indispensable et quand la volonté du législateur est très claire, il doit être obéi malgré la carence du chef de l'État [3].

Or, dans la circonstance, l'intention du législateur est très nettement affirmée par le passage suivant du rapport de M. Janet [4] : « On remarquera que le droit

tribunaux de l'ordre judiciaire sont compétents pour prononcer sur la discontinuation des travaux ainsi entrepris par l'État ou sur son ordre, ils ne sauraient cependant, sans excès de pouvoir, faire échec aux actes de l'Administration en prescrivant la suppression des travaux déjà exécutés.

[1] Note au *Recueil mensuel de Dalloz*, 1914, 2e partie, p. 97, sous un jugement du Tribunal civil de Marmande, en date du 6 mars 1913.

[2] En ce sens, voir A. Mestre; Les accords entre propriétaires et distributeurs d'énergie électrique. *Le Génie civil*, 28 février 1925, t. LXXXVI, p. 216.

[1] A. Mestre; Le nouveau régime des servitudes légales. *Le Génie civil*, 17 octobre 1925, t. LXXXVII, p. 333.

[2] Arrêt du Conseil d'État du 11 mars 1927, rendu dans l'affaire Rives. *Dalloz hebdomadaire*, 1927, p. 243.

[3] Arrêt du Tribunal civil de Vienne du 28 novembre 1925. *Recueil des sommaires Sirey*, 1925, p. 1036.

[4] Rapport de M. Léon Janet, p. 26. (Documents de la

d'établir des supports et ancrages a été restreint par notre commission qui a tenu à spécifier que l'exercice de ce droit serait limité à des courants électriques tels que la présence des conducteurs ne sont pas de nature à présenter, malgré les précautions prises, des dangers graves pour les personnes ou les bâtiments. Elle a voulu ainsi indiquer que ce droit ne saurait être conféré aux courants à tension très élevée, dont on fait un fréquent usage aujourd'hui, quand il s'agit de transmettre l'énergie électrique à des distances considérables ».

Nous sommes en matière d'atteinte à la propriété et l'interprétation étroite est de rigueur. Les droits de l'entrepreneur doivent être entendus dans un sens restreint.

Le caractère dangereux du courant est d'ailleurs une *question de fait* et non de droit. On peut donc dire que, chaque fois que l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique estime que, malgré l'observation des prescriptions de l'arrêté technique, la tension de l'énergie transmise pourrait, par exemple, par la possibilité d'amorçage d'arcs, compromettre la sécurité, il peut s'opposer à l'utilisation de la servitude d'ancrage *en refusant d'approuver le projet définitif d'exécution* et saisir le ministre des Travaux publics qui soumet l'affaire au Comité d'Electricité.

B. Servitude de passage. — L'entreprise privilégiée a le droit « de faire passer les conducteurs d'électricité au-dessus des propriétés privées, sous les mêmes conditions et réserves que celles spécifiées ci-dessus ».

Ce texte n'appelle pas d'observations spéciales ; il suffit de se référer à celles qui précèdent en ce qui concerne la servitude d'ancrage, puisque les conditions et réserves sont les mêmes.

C. Servitude de support aérien ou de canalisation souterraine. — L'entreprise privilégiée a le droit « d'établir à demeure des canalisations souterraines ou des supports pour conducteurs aériens sur des terrains privés non bâtis qui ne sont pas fermés de murs ou autres clôtures équivalentes ».

La prérogative dont il s'agit ne peut pas, comme les précédentes, jouer à l'égard de tous les immeubles. Les seuls qui y sont exposés sont « les terrains privés non bâtis qui ne sont pas fermés de murs ou autres clôtures équivalentes ». On reconnaît là les expressions de la loi du 29 décembre 1892. Aussi admet-on, malgré la suppression des termes « suivant les usages du pays », qu'il y a lieu de se référer ici à la jurisprudence établie à l'occasion de cette loi ou des arrêts de l'ancien Conseil du Roi en date des 7 septembre 1755 et 20 mars 1780 dont elle a perpétué la tradition, pour la détermination de ce qu'il faut entendre par terrains clos (¹). Il y a deux éléments dont il convient de tenir compte à cet effet : *l'intention du propriétaire et la coutume locale*. Il faut que le propriétaire ait manifesté, par la clôture adoptée, la volonté de réserver à lui-même et aux siens le passage sur son terrain. Quant à cette clôture, elle peut être une de celles qui sont usitées dans le pays comme significatives d'une intention de jouissance exclusive. Aucune n'est réglementaire et telle qui serait regardée comme insuffisante dans une contrée doit être considérée comme suffisante dans une autre. Il importe peu qu'elle soit en bauge, en pisé, en pierre, planches ou palissades, haies vives continues ou même en remparts de terre[1], mais il faut qu'elle soit régulièrement entretenue et ne présente pas de solution de continuité.

C'est en ce sens que se prononcent certains auteurs[2] et la jurisprudence les confirme.

Les décisions qu'on peut citer relativement à la continuité nécessaire sont les suivantes : arrêts du Conseil d'Etat en date des 4 juin 1823 (affaire Eillou, *Recueil des arrêts*, p. 402), 28 juin 1851 (affaire Pourplin, *Recueil des arrêts*, p. 479), 6 janvier 1853 (affaire Lemaire, *Recueil des arrêts*, p. 51) ; 12 juillet 1864 (affaire Poullan, *Recueil des arrêts*, p. 638), 13 août 1861 (affaire Martel, *Recueil des arrêts*, p. 746), 21 mai 1867 (affaire Watel, *Recueil des arrêts*, p. 512).

Nous avons dit que la nature de la clôture est indifférente. Elle peut même n'être pas partout la même (Arrêt du Conseil d'Etat du 5 juin 1856, affaire Provençal, *Recueil des arrêts*, p. 328) et être remplacée en certains endroits par des obstacles naturels comme une rivière ou un étang (Arrêt du Conseil d'Etat du 7 mars 1861, affaire Thiac, *Recueil des arrêts*, p. 169).

En ce qui concerne l'état de bon entretien, il est exigé par l'arrêt Borotra, du 5 août 1911 (*Recueil des arrêts*, p. 959), mais « quelques brèches de minime importance » ne doivent pas faire préjuger l'accès possible à tout venant, si le propriétaire administre la preuve qu'il avait l'intention de les réparer (affaire de Maussabré, 12 février 1915, *Recueil des arrêts*, p. 25 ; *Recueil mensuel de Sirey*, 1921, 3ᵉ partie, p. 30).

La question s'est posée de savoir *à quelle époque la clôture doit exister pour exonérer le fonds* de la charge légale dont il s'agit. Comment admettre qu'il dépende d'un propriétaire, en aménageant après coup une clôture, de libérer son terrain d'une servitude d'utilité publique préexistante? L'arrêt de Maussabré a déclaré, au sujet de la servitude d'occupation temporaire, « qu'il y a lieu de tenir compte exclusivement de la situation des terrains au moment où a été pris l'arrêté en autorisant l'occupation ; que les travaux exécutés postérieurement par le propriétaire des terrains privés ne peuvent avoir pour effet de soustraire à l'exercice de la servitude, pendant la durée de l'occupation régulièrement autorisée, les parcelles qui, à la date de l'arrêté d'occu-

Chambre des Députés, annexes n° 2111. Session extraordinaire 1904).

(¹) En ce sens, voir notamment, A. Mestre. Note au *Recueil mensuel de Sirey*, 1924, 1ʳᵉ partie 289.

(¹) Tarbes de Vauxclairs. *Dictionnaire des Travaux publics*. V. Carrière.

(²) Christophe. *Traité de droit administratif*, t. vii, n° 203. — Aucoc. *Traité des Travaux publics*, t. ii, n° 2135. — A. Mestre. Le droit des entrepreneurs en matière d'implantation des pylônes. *Le Génie civil*, 5 février 1927, t. xc, p. 150.

pation, n'étaient pas exemptes de cette servitude ». Il en irait de même pour la servitude de support ou de canalisation.

De ce fait que les terrains clos dans les conditions qui viennent d'être indiquées ne peuvent être grevés de la servitude de support ou de canalisation, résulte cette conséquence que, pour implanter un poteau ou pour installer un câble souterrain dans une propriété de ce genre, il faut, au préalable, effectuer l'expropriation [1]. Une entreprise jouissant de la déclaration d'utilité publique peut y procéder, grâce à ce seul titre, en vertu des alinéas 1 et 2 de l'article 12 de la loi du 15 juin 1986. Mais un distributeur d'énergie simplement subventionné ne peut, de plano, recourir à cette grave mesure : il lui faut obtenir la déclaration d'utilité publique.

D. Servitude d'élagage. — Les entreprises privilégiées dont nous nous occupons ont enfin le droit « de couper les branches d'arbres qui, se trouvant à proximité des conducteurs aériens d'électricité, pourraient, par leur mouvement ou leur chute, occasionner des courts-circuits ou des avaries aux ouvrages ».

C'est non seulement un droit, mais c'est aussi, du moins pour les arbres plantés en bordure des voies publiques, une obligation de l'exploitant, qui doit effectuer l'élagage « aussi souvent que la sécurité de la distribution l'exige » et « s'il en est requis par le service du contrôle » (arrêté du ministre des Travaux publics remplacé par celui du 30 avril 1927, article 31, en date du 21 mars 1908 et circulaire du 1er septembre 1909).

L'intérêt de la sécurité des distributions d'énergie doit être conciliée avec celui de la bonne conservation des plantations le long des routes et avec celui de la préservation des sites (circulaire ministérielle du 17 janvier 1923). Il doit l'être également avec celui des propriétaires.

Les assujettis doivent être, sauf en cas d'urgence, *avertis huit jours au moins à l'avance*, en vertu des articles 2 et 6 de l'arrêté type du 1er septembre 1909. Ce dernier article interdit en outre aux entrepreneurs, de pénétrer dans les propriétés privées. Nous verrons plus loin ce qu'il faut penser de cette prescription.

Il ne faut *pas confondre d'ailleurs l'élagage avec l'abatage*. La servitude ne peut être étendue, étant d'interprétation stricte. Un abatage non autorisé tomberait sous le coup de l'article 445 du Code pénal. A défaut d'entente amiable avec le propriétaire, les arbres ne peuvent donc être abattus en vertu de la servitude en question ; il y aurait lieu à expropriation.

C'est au concessionnaire d'apprécier sur quelle largeur les arbres doivent être abattus pour la sécurité de sa ligne et au service du contrôle de proposer, lors de l'enquête aux servitudes, les modifications qu'il juge nécessaires au projet du concessionnaire. Au cas où les entrepreneurs abuseraient de leur prérogative, ils

[1] En ce sens, voir l'ordonnance de référé en date du 28 mars 1914, reproduite dans le *Recueil mensuel de Sirey*, 1921, 1e partie, p. 186 (affaire Lissaraque contre Giros et Ader).

pourraient être poursuivis de ce chef par les intéressés devant les tribunaux ordinaires, puisqu'il s'agirait d'une atteinte à la propriété.

Quant à savoir à qui incomberait la *responsabilité d'un renversement d'arbre ou d'une chute de branche* qui occasionnerait des dommages, il y a là un point qui soulève des questions très délicates. Nous renvoyons à l'étude très documentée qu'a fait paraître en la matière M. le professeur Mestre [1] et nous nous bornons à indiquer que la force majeure n'est pas toujours une cause d'exonération. Nous citerons à ce sujet l'arrêt de la Cour d'appel de Douai en date du 4 mai 1925 (Ternel contre Gosse de Gorre) [2].

IV. Etendue des prérogatives susvisées. — L'article 12 de la loi du 15 juin 1906 confère aux entreprises de distribution d'énergie déclarées d'utilité publique et l'article 298 de la loi du 13 juillet 1925, aux entreprises subventionnées, le droit d' « établir à demeure » leurs canalisations dans les conditions que nous avons précisées. Mais ont-elles aussi *le droit de passage ou d'accès* pour « entretenir » leurs installations ?

On peut faire valoir divers arguments pour le leur refuser [3]. Des arguments de texte d'abord. On rapprochera par exemple le libellé de l'article précité qui ne parle pas d'entretien, de celui de l'article 10 de la loi du 28 juillet 1885, relative aux lignes télégraphiques et téléphoniques, qui prévoit l'indemnisation « du préjudice résultant des travaux de construction de la ligne ou de *bon entretien* » et on en concluera que les prérogatives dont il s'agit ne peuvent être exercées pour l'entretien des ouvrages de distribution.

On invoquera encore l'article 650 du Code civil disposant que tout ce qui concerne les servitudes légales est déterminé par des lois ou des règlements particuliers et qu'elles ne peuvent être aggravées sans un texte de ce genre (article 702 du Code civil).

On rappellera surtout ce principe que tout ce qui a trait aux servitudes est d'interprétation stricte.

Nous répondrons que, malgré la conception large de l'article 649 du Code civil classant parmi les servitudes celles qui « établies par la loi, ont pour objet l'utilité publique ou communale » à côté de celles qui ont pour objet « l'utilité des particuliers », ne cadre pas avec la définition générale des servitudes donnée par l'article 637, d'après lequel ce sont « des charges imposées

[1] A. Mestre. Les dommages causés par les arbres aux réseaux de distribution d'énergie électrique. *Le Génie civil*, 15 août 1925, t. lxxxvii, p. 155. Consulter aussi l'ouvrage du même auteur : *Responsabilité des propriétaires d'arbres à raison des dommages causés aux réseaux de distribution d'électricité*, édité par la Librairie générale de droit et de jurisprudence, 20, rue Soufflot, à Paris.

[2] *Recueil mensuel de Sirey*, 1925, 2e partie, p. 113 et note de M. Achille Mestre.

[3] L'exposé en a été fait très nettement par M. le professeur Mestre dans *Le Génie civil*, t. lxxxix, no 25, p. 567, et dans son commentaire du jugement du tribunal de Lyon en date du 24 juillet 1926, au *Recueil mensuel de Sirey*, 1927, 2e partie, p. 17.

sur un héritage pour l'usage et l'utilité d'un héritage appartenant à un autre propriétaire ». Comme nous l'avons déjà fait observer, on n'est donc pas en présence de véritables servitudes, mais de charges légales qu'il s'agit d'interpréter non pas avec un esprit de civiliste, mais avec un esprit de publiciste. Autrement dit, il ne faut pas, à notre avis, chercher d'argument dans le Code; il faut s'inspirer de la logique et de l'équité. Or, nous répéterons avec M. le professeur Mestre, dans sa note au sujet d'un jugement d'un tribunal de Lyon en date du 24 juillet 1926 [1] : « Le réseau doit demeurer sur la propriété aussi longtemps que la concession durera; c'est ce que le législateur fait ressortir avec précision quand il donne à l'électricien le droit d'établir la ligne « à demeure ». Est-il admissible que la loi lui ait permis de l'installer, mais n'ait pas mis à sa disposition les moyens juridiques de la maintenir en bon état? Sans doute, le jour où la vétusté aura renversé les pylônes, tous admettront que l'électricien pourra pénétrer sur le terrain d'autrui pour le rétablir, mais ne vaut-il pas mieux prévenir que réparer? Et si la loi permet d'imposer au propriétaire la présence parfois peu désirable des électriciens quand il s'agira de remplacer le pylône renversé ou de rétablir le fil coupé, ne faut-il pas présumer qu'elle a entendu, à fortiori, donner la même solution quand il s'agit seulement de reprendre ou de consolider une installation. N'est-il pas absurde de supposer qu'elle prescrit d'attendre, pour permettre l'exercice du droit de passage, que de graves dangers soient nés, peut-être que des catastrophes se soient produites? Pour nous, les mots « établir à demeure » qui figurent à l'article 12 de la loi de 1906 ont le sens de : installer et maintenir. Il nous semble que c'est réduire le sens normal du mot « établir » que d'en faire simplement le synonyme de « installer ». « Et nous proposerons d'appliquer ici la disposition de l'article 696 du Code civil : « Quand on établit une servitude, on est censé accorder tout ce qui est nécessaire pour en user », non pas parce que c'est un principe inscrit dans le Code civil (car on objecterait que l'article 696 se réfère aux servitudes du fait de l'homme), mais parce que c'est une règle de bon sens, une conséquence forcée d'un acte de volonté qui doit être efficace ou ne pas être, qu'il vienne du législateur ou d'un particulier.

M. Mestre donne un autre argument : « En ce qui concerne l'ébranchage, l'électricien a le droit de prévoir et d'empêcher les dommages que le rapprochement de la ligne et des branches pourrait éventuellement produire. La rouille, la vétusté ne risquent-elles pas d'entraîner des accidents similaires? Et, puisque la loi a placé les diverses servitudes qu'elle organise sur le même plan, n'y a-t-il pas lieu de les soumettre au même régime? »

En ce qui concerne l'argument tiré de la confrontation des articles 10 de la loi de 1885 et 12 de la loi de 1906, M. Mestre fait remarquer que lors de la rédaction de l'article 10 de la loi de 1885, visant le préjudice résultant des travaux de construction de la ligne ou de son entretien, « il a été spécifié que ces termes ne constituaient nullement une définition du dommage susceptible d'indemnisation, mais une simple référence à la jurisprudence du Conseil d'État en matière de travaux publics » (Rapport de M. Casimir Fournier au Sénat). Or, l'établissement d'une ligne de distribution constitue un ouvrage public au même titre qu'un réseau télégraphique et, étant donné l'intensité des courants qui circulent sur les réseaux de distribution et surtout de transmission, l'intérêt public commande évidemment que la faculté d'entretien soit assurée par des moyens juridiques au moins aussi énergiques que lorsqu'il s'agit de très modestes poteaux télégraphiques.

Nous ajouterons un premier argument. Les 1° et 2° du 3° alinéa de l'article 12, visent les servitudes d'ancrage et de passage pour des établissements « à demeure ». Le 3° alinéa, relatif à la servitude de poteau et de canalisation souterraine, parle aussi d'un établissement « à demeure ». Quant au 4° alinéa, il a trait à une servitude, celle d'ébranchage, dont l'exercice, par sa nature même, s'est échelonné dans le temps. Dans tous les cas, on se trouve en présence d'enclaves qui entraînent toujours le droit de passage pour l'exploitation, sans qu'il y ait à distinguer si l'enclave est une propriété publique ou une propriété privée (article 682 du Code civil).

Enfin, un autre argument en faveur de la thèse que nous soutenons peut être tiré de ce que l'article 21 de la loi de 1906 prévoit l'utilisation des servitudes en question non seulement pour l'« établissement », mais aussi pour le « fonctionnement » des conducteurs de transmission d'énergie : or, ce « fonctionnement » n'est possible qu'autant que les préposés du concessionnaire ont, à toute époque, la possibilité d'accéder aux ouvrages pour assurer leur entretien.

Nous pouvons maintenant invoquer en faveur de notre thèse un *jugement du Tribunal de Lyon, en date du 24 juillet 1926* dans l'affaire : Société de Transport d'Énergie des Alpes contre C. Trouillet et autres [1]. La solution donnée par ce tribunal est implicite et résulte du passage suivant du dispositif, relatif aux experts : « attendu qu'ils ne paraissent pas avoir envisagé les éléments à préjudice résultant soit du droit de passage et d'accès des préposés de la société pour *la surveillance et l'entretien* de la ligne, soit des dégâts aux cultures et de la gêne occasionnée par les travaux d'installation ».

La question a même été portée devant le Conseil d'État par un pourvoi de la Compagnie des Chemins de fer du Midi tendant à ce qu'il plaise au conseil annuler pour excès de pouvoir une décision par laquelle le ministre des Travaux publics avait prescrit à la Compagnie de supprimer dans les notifications faites, aux propriétaires intéressés, de l'état des parcelles susceptibles d'être assujetties aux servitudes prévues par l'article 12 de la loi du 15 juin 1906 la mention par laquelle la compagnie affirmait le droit, pour ses agents, de pénétrer dans lesdites parcelles pour la construction,

[1] *Recueil mensuel de Sirey*, 1927, 2° partie, p. 17.

[1] *Recueil mensuel de Sirey*, 1927, 2° partie, page 17.

l'*entretien et les réparations* des lignes de transmission d'énergie électrique. La compagnie soutenait que l'autorité judiciaire est seule compétente pour connaître des litiges entre concessionnaires et particuliers sur le point de savoir si les servitudes prévues à l'article 12 impliquent ou non un droit d'accès ou de passage sur les propriétés assujetties. — Mais la Haute Assemblée a décidé, par arrêt du 27 mai 1927, en se référant aux termes des articles 4, 13, 19 et 20 du décret du 24 avril 1923, relatifs à la procédure de l'enquête aux servitudes, que le ministre n'avait fait qu'user des pouvoirs qui lui sont conférés en exigeant la suppression de la mention incriminée, « dont l'objet était étranger à la mission impartie aux maires par l'article 19 ci-dessus visé » ([1]). La question qui nous intéresse a donc été éludée.

Il va sans dire, d'ailleurs que *le droit cesse où l'abus commence*. Il ne peut être question d'user des servitudes dont il s'agit que si c'est véritablement nécessaire et à des heures normales, afin de nuire le moins possible à la sécurité ni à « la commodité » des habitants, comme il est prescrit pour la servitude d'ancrage. Ces derniers doivent être avisés de façon à pouvoir opposer des empêchements raisonnables et obtenir la remise du travail à quelques jours d'intervalle, par exemple, à moins d'urgence absolue. La notification directe aux intéressés qu'exige l'alinéa 4 de l'article 12 pour l'exécution des travaux doit avoir lieu chaque fois qu'il y a exercice de la servitude.

V. **Des droits que conservent les propriétaires assujettis.** — Le législateur de 1906 n'a pas livré les propriétaires pieds et poings liés à la merci des distributeurs d'énergie jouissant d'une déclaration d'utilité publique ou d'une subvention.

Il a précisé dans l'article 12 de la loi que l'exécution des travaux « n'entraîne aucune dépossession ; la pose d'appuis sur les murs ou façades ou sur les toits ou terrasses des bâtiments ne peut faire obstacle au droit du propriétaire de démolir, réparer ou surélever. La pose des canalisations ou supports dans un terrain ouvert ou non bâti ne fait pas non plus obstacle au droit du propriétaire de se clore ou de bâtir. Le propriétaire devra, un mois avant d'entreprendre les travaux de démolition, réparation, surélévation, clôture ou bâtiment, prévenir le concessionnaire par lettre recommandée adressée au domicile élu par ledit concessionnaire ». Le maintien des droits du propriétaire malgré les servitudes n'avait pas besoin d'être spécifié ; c'est un point acquis en jurisprudence et en doctrine ([2]). Mais comment concilier l'usage de ces droits conservés par le propriétaire avec l'application des servitudes précitées ?

([1]) C'est maintenant l'article 52 du décret du 29 juillet 1927, analysé plus loin au paragraphe VI.

([2]) Voir à ce sujet : *Répertoire Carpentier*, 5e partie, Servitudes, n° 559 et suivants. Citons notamment l'arrêt de la Cour de Cassation du 3 novembre 1897, rendu dans l'affaire Dussaud. *Recueil mensuel de Sirey*, 1898, 1re partie, p. 335 et *Recueil mensuel de Dalloz*, 1898, 1re partie, p. 298.

L'exercice du droit de bâtir et de clore fera-t-il disparaître la servitude de poteau ou de canalisation qui ne peut jouer que sur les terrains non bâtis et non clos? La démolition de la maison libérera-t-elle le propriétaire des supports ? Non. La propriété reste « conditionnée », si absolue que la dise l'article 544 du Code civil, et les charges légales qu'elle subit subsistent autant que le service public l'exige. Elles changent tout simplement de forme ; elles sont *permutables*.

En réalité, il n'y a qu'une seule servitude en la matière, celle de passage des conducteurs, avec tous les accessoires et modalités qu'elle comporte (ancrages, supports, mise en souterrain, ébranchage) et il faut la subir, bon gré, mal gré, d'une façon ou d'une autre, parce que l'intérêt public domine l'intérêt particulier.

Par cette métamorphose, elle peut s'aggraver, comme la servitude légale d'écoulement artificiel.

L'exercice peut aussi en devenir moins commode pour l'entreprise de distribution.

Il y a là une *différence notable avec la situation du grevé de servitudes civiles*. L'article 701 du Code civil dispose en effet : « Le propriétaire du fonds débiteur de la servitude ne peut rien faire qui tende à en diminuer l'usage ou à le rendre plus incommode. Ainsi, il ne peut changer l'état des lieux ni transporter l'exercice de la servitude dans un endroit différent de celui où elle a été primitivement assignée. Mais cependant, si cette assignation primitive était devenue plus onéreuse au propriétaire du fonds assujetti ou si elle l'empêchait d'y faire des réparations avantageuses, il pourrait offrir au propriétaire de l'autre fonds un endroit aussi commode pour l'exercice de ses droits et celui-ci ne pourrait pas le refuser ».

Toutefois, il a été jugé que l'article 701, bien qu'il ne dispose explicitement que pour le changement de l'assiette de la servitude, autorise néanmoins la modification de l'exercice même de la servitude si cette modification ne peut nuire, directement ni indirectement, dans le présent ni dans l'avenir, au fonds dominant, ni diminuer l'utilité que ce fonds retire de la servitude ou rendre l'exercice de cette servitude moins commode ([1]).

Dans ce cas les frais nécessaires pour opérer matériellement le déplacement seront tout entiers à la charge du propriétaire qui l'a demandé dans son intérêt exclusif ([2]).

Du fait que, à la différence d'un grevé de servitudes civiles, le propriétaire assujetti ici aux charges légales peut rendre plus incommode leur exercice, puisque le législateur n'a pas pris soin de rappeler l'interdiction de l'article 701 et a, au contraire, insisté sur le maintien des droits du propriétaire, s'infère cette idée que

([1]) Cours d'Appel de Pau, 9 février 1835, affaire Marc. *Recueil mensuel de Sirey*, 1835, 2e partie, p. 360. Cour d'Appel de Montpellier, 23 juillet 1846. *Recueil mensuel de Sirey*, 1847, 2e partie, p. 464. *Recueil mensuel de Dalloz*, 1847, 2e partie, p. 70.

([2]) Arrêt de la Cour de Cassation, du 8 mai 1882, rendu dans l'affaire Marboutin. *Recueil mensuel de Dalloz*, 1882, 1re partie, p. 311.

c'est le vœu de la loi de rendre ces charges le plus légères possibles et moins gênantes que les servitudes ordinaires. Il en résulte que les frais du déplacement d'assiette de la servitude ou de la mutation de servitude doivent être supportés, non pas comme dans le droit privé, par le propriétaire, mais bien par le concessionnaire, en principe du moins.

Mais cela suppose l'usage normal des droits du propriétaire. Il en irait autrement si les circonstances accusaient chez lui une intention maligne, antisociale.

La jurisprudence nous fournit des *exemples d'abus du droit* dans notre matière.

Supposons que, par l'emplacement des poteaux plantés en terrains ouverts, un propriétaire se soit rendu compte de la direction de la future ligne et ait fait édifier sur son terrain, auparavant nu, une bâtisse sans aucune utilité pour lui, avec l'intention évidente de mettre obstacle à la pose des conducteurs. Le concessionnaire devra-t-il exproprier le récalcitrant ou pourra-t-il le faire condamner à démolir l'ouvrage gênant? C'est au moment où a été pris l'arrêté préfectoral déterminant les immeubles à grever de servitudes qu'il convient de se placer pour connaître l'état de ces derniers (Arrêt de Maussabré, précité). A ce moment, le terrain n'était ni bâti ni clos. Il n'y aura donc pas à exproprier, mais à appliquer la servitude n° 1 au lieu de la servitude n° 3. Il s'ensuit une incommodité plus grande pour le concessionnaire. Aura-t-il une action contre le propriétaire qui a ainsi abusé de sa situation? Assurément, s'il peut, en arguant de la date de la construction, de la nature des matériaux employés, de l'absolue inutilité de la bâtisse, etc... prouver que le propriétaire n'a eu d'autre intention que de contrarier l'exécution de l'ouvrage public, l'entrepreneur obtiendra des tribunaux une indemnité ou même la démolition de la construction gênante.

Supposons maintenant que, pour obliger le concessionnaire à déplacer ses ouvrages, un propriétaire l'informe de sa prétendue intention de construire de telle ou telle façon, puis ne construise rien dans le mois suivant l'envoi de la lettre recommandée, sans qu'aucune raison plausible ait empêché la réalisation de son prétendu projet. Le concessionnaire qui a déplacé ses ouvrages sur la foi de l'avis donné, pourra, s'il prouve la simulation, obtenir également des dommages-intérêts.

On peut se demander si le juge de paix devrait être saisi (en vertu de l'article 12 in fine de la loi de 1906); or, il s'agit de la fixation d'indemnités dues non pas en raison de l'exercice des servitudes, mais en raison des troubles apportés à l'exécution d'un travail public faite avec usage des prérogatives régaliennes déléguées. Cependant le conseil de préfecture ne serait pas compétent en l'espèce [1], car c'est un tribunal d'exception, qui connaît seulement des affaires expressément attribuées à sa juridiction; or l'article 4 de la loi du 28 pluviôse, an VIII, ne lui a donné compétence que pour statuer sur les demandes d'indemnité formées par des particuliers contre l'administration; comme il s'agit ici de dommages-intérêts à allouer à un entrepreneur ou à une entité administrative contre un particulier, en raison d'une entrave apportée à l'exécution du travail public, ce sera le juge ordinaire qui devra se prononcer, à savoir le juge de paix jusqu'à concurrence de 3000 fr à charge d'appel et le tribunal d'arrondissement au delà (article 1er, alinéa 2 du décret du 5 novembre 1926 sur la réforme judiciaire). Il n'y aura pas lieu ici à l'application de l'article 438 du Code pénal par le tribunal correctionnel, car l'obstruction n'est pas accompagnée de voies de fait.

(*A suivre*).

Ch. Blaevoet,
Docteur en droit,
lauréat de la Faculté de Droit de Paris

(1) Arrêt du Conseil d'Etat du 16 avril 1886, rendu dans l'affaire Daniel. *Recueil des arrêts*, p. 367.

Législation, jurisprudence, réglementation

Décret portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et abrogeant les décrets des 3 avril 1908, 24 avril 1923 et 14 octobre 1924. (Rectificatif.)

Le « Journal officiel » du 10 septembre 1927 publie page 9634 un rectificatif concernant le décret publié dans le « Journal officiel » du 17 août 1927 et reproduit dans le numéro du 10 septembre 1927, pages 399-407 de cette revue.

Ce rectificatif a subi une légère modification à la suite d'un erratum publié dans le « Journal officiel » du 18 septembre 1927, page 9888.

Voici le texte corrigé qu'il y a lieu d'ajouter comme troisième alinéa à l'article 23 (page 401, 2e colonne de la « Revue générale de l'Electricité »):

« Si le commissaire enquêteur ne se conforme pas au délai ci-dessus indiqué, il est, après un nouveau délai de 3 jours, passé outre ».

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 15. 15 OCTOBRE 1927.

Conférence générale des Poids et Mesures : Septième session, octobre 1927. — D'après l'article 3 de la Convention internationale, dite « Convention du Mètre », signée à Paris le 20 mai 1875 et à laquelle trente et une nations ont actuellement adhéré, le fonctionnement du Bureau international des Poids et Mesures, dont le siège est au Pavillon de Breteuil, à Sèvres, est « sous la direction et la surveillance exclusives d'un Comité international des Poids et Mesures, placé lui-même sous l'autorité d'une Conférence générale des Poids et Mesures formée de délégués de tous les gouvernements contractants ». D'autre part, l'article 7 du règlement annexé à la Convention du Mètre stipule que la Conférence générale des Poids et Mesures a pour mission « de discuter et de provoquer les mesures nécessaires pour la propagation et le perfectionnement du système métrique, ainsi que de sanctionner les nouvelles déterminations métrologiques fondamentales qui auraient pu être faites dans l'intervalle de ses réunions » ; le même article ajoute que « la Conférence générale se réunira à Paris, sur la convocation du Comité international, au moins une fois tous les six ans ».

La sixième session de la Conférence générale des Poids et Mesures remontant à l'année 1921, une nouvelle réunion devait se tenir au cours de l'année 1927 ; elle vient d'avoir lieu durant la dernière quinzaine.

La séance inaugurale de cette septième session s'est tenue dans l'après-midi du mardi 27 septembre au Ministère des Affaires étrangères, séance au cours de laquelle des discours furent prononcés par M. de Beaumarchais, représentant le ministre des Affaires étrangères, par le président du Comité international des Poids et Mesures, M. V. Volterra, et par le président de l'Académie des Sciences de Paris, président de la Conférence générale, M. G. Bigourdan. Les séances ultérieures eurent lieu au Pavillon de Breteuil.

A l'occasion de cette réunion de la Conférence générale deux manifestations furent organisées : une exposition française de métrologie pratique dans les locaux de l'Institut d'Optique et une séance solennelle de l'Académie des Sciences à l'Institut de France. Nous avons déjà signalé la première dans une note parue dans le dernier « Bulletin R. G. E. », page 108 B ; rappelons seulement qu'à côté des appareils et instruments de mesure modernes se trouvait une exposition rétrospective constituée par les pièces les plus remarquables des collections du Conservatoire national des Arts et Métiers et du Service des Poids et Mesures du Ministère du Commerce, exposition rétrospective qui montrait la part importante revenant à la France dans les progrès de la construction des appareils de mesures scientifiques et industrielles. La seconde manifestation avait pour objet de commémorer le cinquantenaire de

la fondation du Bureau international des Poids et Mesures, commémoration d'ailleurs un peu tardive puisque cette fondation remonte à 1875, mais que l'on avait reculée pour quelle coïncidât avec une réunion de la Conférence générale ; elle donna lieu à un substantiel et élégant discours de M. Emile Picard, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences et membre de l'Académie française ; M. Ch.-Ed. Guillaume, directeur du Bureau international des Poids et Mesures où il est entré en 1883, rappela ensuite les travaux scientifiques effectués au Bureau international au cours des quarante dernières années et qui ont donné à la métrologie la place importante qu'elle occupe aujourd'hui ; puis M. Bokanowski, ministre du Commerce, prenant la parole au nom du Gouvernement français, mit en relief le rôle prépondérant de la France dans l'établissement d'un système rationnel de mesures.

L'ordre du jour des séances tenues au Pavillon de Breteuil comportaient diverses questions techniques dont quelques-unes, bien qu'appartenant au domaine de la métrologie, présentent quelque intérêt pour nos lecteurs par suite de la précision de plus en plus grande que l'on exige dans l'ajustage des pièces mécaniques. Voici un résumé du programme de ces questions.

Rapport du président du Comité international sur les travaux accomplis depuis l'époque de la dernière conférence.

Résultats des travaux exécutés au cours de la première vérification périodique des mètres prototypes nationaux et des copies d'usage du Bureau international : résolutions concernant la revision des certificats des prototypes nationaux.

Appareils nouveaux : comparateur à dilatation, base murale, reprise des comparaisons entre les bases murales de divers pays (exécution d'une décision de la quatrième conférence) ; interféromètre pour l'étude des calibres-étalons : appareil pour la microphotographie. Résultats.

Etude des longueurs d'ondes étalons.

Etude des étalons en quartz.

Echelle absolue des températures.

Discussion concernant l'attribution au Bureau international de l'étude des étalons électriques.

Nous nous proposons de revenir sur quelques-unes de ces questions lorsque des renseignements complémentaires nous permettront de les présenter avec toute l'exactitude qu'exigent de telles questions. Il en est une qui, appartenant au domaine de l'électricité, intéresse plus particulièrement les lecteurs de cette revue, c'est celle de l'attribution au Bureau international des Poids et Mesures de l'étude des étalons électriques. La place nous manquant dans ce numéro pour l'exposer, nous remettons à huitaine la publication de la note la concernant.

Bibliographie : **Controllers for electric motors (Appareils de démarrage et de régulation pour moteurs électriques)**, par Henry-Duvall James(1). — Cet ouvrage d'un caractère surtout descriptif a pour but d'indiquer des idées générales sur la constitution et le fonctionnement des appareils de démarrage et de régulation utilisés dans la plupart des applications que peuvent recevoir les moteurs électriques.

Les applications décrites ont été choisies avec l'intention de mettre en évidence la solution des plus importants problèmes qui peuvent se poser dans ce domaine.

Après un exposé relatif aux généralités sur les appareils de démarrage et à leur historique, l'auteur montre comment on doit lire et établir les schémas des combinateurs qui, comme on le sait, présentent parfois une grande complexité. Un chapitre est relatif aux relais d'accélération et aux diverses méthodes de démarrage des moteurs dont les dispositifs de réglage de la vitesse sont ensuite envisagés.

L'auteur traite, dans les chapitres suivants, des combinateurs à courant continu et alternatif, des moteurs à vitesse réglable, des résistances et des dispositifs de protection. Deux chapitres sont ensuite consacrés l'un au combinateur série-parallèle et aux équipements électropneumatiques, l'autre au réglage de la vitesse des moteurs réversibles, par régulation de la tension.

L'auteur consacre ensuite plus de 200 pages à la description des appareils de réglage appliqués dans les industries minières et métallurgiques, dans les industries textiles et mécaniques, enfin dans la traction électrique.

Cet ouvrage, abondamment illustré de schémas et de photographies, contient un certain nombre de données numériques. Il sera consulté avec intérêt par les constructeurs d'appareillage ainsi que par les ingénieurs des bureaux d'étude et les étudiants ayant à établir des projets d'applications de moteurs présentant des conditions particulières de fonctionnement. — L. V.

(1) Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 522 pages, avec 444 figures dans le texte, édité par la librairie Chapman and Hall, 11, Henrietta street, Covent Garden, à Londres, W.C. 2 (Angleterre). Prix : relié, 21 shillings.

Bibliographie : **Electric switch and controlling gear (Appareillage d'interruption et de commande)**, par Charles-C. Garrard (1). — Les nombreux perfectionnements apportés à l'appareillage d'interruption et de commande ont amené l'auteur à publier une troisième édition de cet ouvrage qui constitue une intéressante étude de ce sujet, mise à jour selon les données les plus récentes.

On peut considérer dans cet ouvrage cinq parties principales : Appareillage d'interruption à commande manuelle et fusibles ; Appareillage d'interruption à commande automatique et dispositifs de protection contre les surintensités ; Appareillage de démarrage et de réglage des machines électriques ; Tableaux de distribution à haute et à basse tension ; Dispositifs de protection contre les surtensions.

Nous nous bornerons à signaler parmi les parties les plus intéressantes l'étude de la protection des réseaux et appareils contre les surintensités, dans laquelle l'auteur expose clairement et en détail les diverses solutions proposées. Signalons encore le chapitre relatif aux démarreurs. Enfin, parmi les dispositions citées par l'auteur relativement à l'aménagement des tableaux à haute et à basse tension, il y a lieu de mentionner la description des nouveaux dispositifs dans lesquelles les barres générales et les connexions sont isolées au compound.

Cet ouvrage est appelé à rendre de grands services aux constructeurs d'appareillage électrique et aux ingénieurs ayant à établir des projets de tableaux d'usines génératrices. — L. V.

(1) Un volume, format 25 cm × 16 cm, de 783 pages, avec 649 figures dans le texte, édité par la librairie Ernest Benn, 8, Bouverie street, à Londres, E. C. 4 (Angleterre). Prix : relié, 63 shillings.

Congrès international des Physiciens (Côme 1927) (*Suite*) (*)

Propriétés magnétiques des familles du palladium et du platine et la théorie du paramagnétisme, par le professeur B. Cabrera (Espagne). — On pouvait prévoir que l'étude des propriétés magnétiques des familles du palladium et du platine donnerait des résultats intéressants au point de vue de la théorie du paramagnétisme.

A la suite d'expériences entreprises avec M. Dupérier, qui ont donné pour la susceptibilité atomique des valeurs généralement positives et petites, dont la variation avec la température ne paraît pas en général compatible avec la loi de Curie-Weiss, M. Cabrera a été amené à supposer que les étages superficiels de l'atome se déforment pendant les chocs et qu'ils reviennent à la superposition primitive aussitôt que la distance interatomique dépasse une certaine limite. Après cette réorganisation, l'atome doit avoir le même moment magnétique primitif, mais l'axe magnétique peut prendre des orientations différentes, dont les probabilités pour chaque orientation respective dépendent du champ magnétique et des actions de l'entourage chimique de l'atome. En collaboration avec M. J. Palacios, M. Cabrera a démontré qu'on obtient aussi la loi de Curie-Weiss, en première approximation.

Mais on avait admis implicitement que la durée des chocs est tout à fait négligeable par rapport à la durée moyenne des parcours libres, et cette hypothèse, exacte pour l'état gazeux, peut devenir fausse dans le cas des corps solides. C'est sans doute le cas pour les éléments en question à cause de la faible énergie de l'étage électronique superficiel. Par conséquent, à un moment donné, nous devons considérer le corps comme un mélange d'atomes magnétiquement différents, dont la composition relative est fonction de la température. Cela veut dire que l'influence de la température doit être plus complexe que ne l'indique la loi de Curie-Weiss. Bien que l'auteur estime nécessaire une étude plus étendue de cette question, ses résultats actuels montrent déjà que ce phénomène joue un rôle de tout premier ordre dans la manière dont ces corps se comportent au point de vue magnétique.

Expériences sur les rayons moléculaires, par le professeur O. Stern (Allemagne). — Un dispositif expérimental permet d'obtenir des rayons moléculaires de gaz dans un vide poussé. La déviation de ces molécules par un champ électrique ou magnétique permet de les étudier sous ce rapport. On peut aussi étudier d'autres questions essentielles, ainsi qu'on verra. Jusqu'à présent on a décelé ces rayons par condensation sur une surface refroidie. Ceci ne peut se faire que pour des substances facilement condensables, et, d'ailleurs, ne permet aucune précision dans les mesures d'intensité.

Une nouvelle méthode applicable aux substances difficilement condensables consiste à faire tomber le rayon sur une petite ouverture pratiquée sur la paroi d'une enceinte close. L'augmentation de pression ainsi produite dans le récipient est mesurée avec un manomètre ultrasensible.

Cette méthode a permis à l'auteur (en collaboration avec M. Knauer) d'obtenir des mesures d'intensité avec une approximation atteignant le millième : approximation qu'il est nécessaire d'obtenir dans la plupart des cas étudiés.

Entre autres recherches, on a voulu établir si un rayon moléculaire d'hydrogène est régulièrement réfléchi par une surface plane soigneusement polie ; pour des angles très petits (0,001), on trouve jusqu'à 6 pour 100 du faisceau incident effectivement réfléchi par la surface plane.

Un réseau de lignes tracé sur la surface réfléchissante permettra probablement de vérifier si les rayons moléculaires présentent les propriétés ondulatoires que M. de Broglie attribue à la matière en mouvement.

La diffraction des ondes électromagnétiques par un cristal, par W.-L. Bragg (Grande-Bretagne). — Il y a quinze ans, M. Laue eut l'idée d'utiliser un cristal comme réseau de diffraction pour les rayons Röntgen. On a peu d'exemples d'une seule idée géniale qui ait eu de plus vastes conséquences en un temps aussi court. Non seulement cette idée a jeté une lumière particulière sur la dynamique des atomes, à travers la précision des mesures faites sur les rayons X, mais encore elle nous donne un nouveau moyen de discerner la structure intime de la matière : et c'est ce point qui a toujours attiré l'attention de l'auteur. Le titre de cette communication est aussi celui de sa première publication scientifique, venue tout de suite après la découverte de Laue. Tandis que son père travaillait sur les rayons X avec le spectromètre à cristal inventé par lui, M. W.-L. Bragg se servait de l'instrument pour étudier la structure des cristaux : tous deux trouvèrent là le moyen de reconstruire la disposition réelle des atomes dans le cristal.

La communication rend compte du travail accompli dans ce champ d'études. Des premiers types simples étudiés d'abord, on est arrivé à représenter les organisations les plus complexes bien que les rayons X ne permettent d'obtenir une reproduction réelle qu'à partir d'une série d'impressions séparées. On est arrivé à la structure des atomes eux-mêmes. Mais les limites mêmes que l'instrument présente (la longueur d'onde des rayons X) s'oppose à un progrès ultérieur dans ce sens.

(*) *Revue générale de l'Électricité*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 531-532.

C'est un exemple analogue à ce qui arrive dans le cas du bacille amicroscopique, qui ne peut être vu quel que soit le grossissement.

Les vrais solides, dans le cas des corps inorganiques, sont tous cristallins, ils ont permis de saisir quelque chose de la nature des corps.

En somme, il semble bien que la technique de l'analyse ait atteint le point où elle pourra vérifier expérimentalement les déductions des différentes théories sur l'atome, qui vont être discutées à ce Congrès.

La structure des cristaux réels, par le professeur Adolf Smekal (Autriche). — La théorie des réseaux cristallins idéaux fondée sur l'analyse par les rayons X, permet de prévoir les propriétés thermiques et optiques des corps. Mais elle ne peut s'étendre à nombre de cas, notamment à celui si important des matériaux. Cela tient à la rareté de réseaux idéaux, limités à des réseaux amicroscopiques, même dans les meilleurs échantillons, et à la fréquence des *lacunes de régularité* constitutionnelles.

Ces *lacunes* ont une influence déterminante sur la résistance mécanique, la dureté, la condition thermique, électrolytique et électronique, le comportement photoélectrique, la constante diélectrique, etc. On peut maintenant aborder un traitement d'ensemble de ces propriétés.

On peut démontrer l'existence de ces lacunes par plusieurs méthodes et même les rendre visibles dans certains cristaux, par voie photoélectrique (séparation d'atomes colorés). Cette méthode peut avoir des applications importantes pour l'étude de la signification fonctionnelle de ces lacunes dans le champ d'observation et pour celle de leurs conséquences électriques et mécaniques.

On trouve, en moyenne, une lacune pour chaque 10 000 atomes. Il paraît même possible en certains cas de désagréger les cristaux en petits cristaux élémentaires de 10 000 atomes en moyenne, et d'en déterminer les dimensions isolées.

Etudes sur le paramagnétisme, par le professeur H.-D. Bose (Calcutta). — La théorie de M. Langevin a été corrigée par la théorie quantique (Pauli, Sommerfeld) dans le sens d'une limitation du nombre des positions que l'axe magnétique peut prendre par rapport au champ. M. Bose a tenté une explication qui élimine la principale difficulté, car elle ne nécessite pas la considération de l'orientation des molécules.

On admet : 1° Que les deux moments de l'électron en orbite close, le moment de rotation (nombre quantique « *s* ») est le seul qui joue dans les effets paramagnétiques ;

2° Que l'axe magnétique peut être parallèle ou antiparallèle au champ ;

3° Que le moment magnétique résultant d'un atome ou ion à niveau supérieur incomplet est égal à la somme algébrique des moments de rotations des électrons de cette enveloppe, lesquels peuvent s'orienter dans le champ.

La théorie ainsi construite conduit aux conclusions suivantes :

1° La loi de Curie-Langevin se trouve en être une conséquence ;

2° Les nombres des magnétons contenus dans les combinaisons des éléments appartenant au premier groupe de transition sont fonctions du nombre d'électrons d'un niveau inférieur incomplet ;

3° Une explication des expériences de Stern et Gerlach sur le fer et le nickel s'en déduit ;

4° L'explication des effets magnétomécaniques obtenus avec les substances ferromagnétiques en découle également.

Dans le cas des terres rares, les moments magnétiques peuvent être obtenus en combinant seulement les moments orbital et de rotation (Hund) et en admettant que l'ion magnétique s'oriente suivant les déterminations expérimentales des moments magnétiques.

Ces recherches ont jeté une lumière nouvelle sur les idées des chimistes et ont amené à remplacer fréquemment l'idée de molécule par celle d'une architecture continue d'atomes.

Un champ de travail des plus attrayants est fourni par les silicates, analogues des composés organiques dans le monde minéral. Non seulement on a découvert la structure de la plupart des éléments, mais on est en voie d'éclaircir celle des alliages : ce qui serait un résultat d'une portée technique incalculable. L'étude des composés organiques a confirmé d'une manière frappante les inductions des chimistes.

Contribution à l'histoire de la physique, par E. Alcobe (Espagne). — Le conférencier revendique pour un éminent médecin espagnol, Salvà, l'honneur d'avoir eu le premier l'idée d'appliquer l'énergie électrique à la télécommunication.

Les premières expériences de Salvà furent effectuées quelques années avant l'application de la découverte de Volta. Salvà n'eut jamais la notion du courant électrique et son premier appareil peut s'appeler un appareil électrostatique.

Quand il reçut la nouvelle des expériences de Galvani, Salvà orienta ses recherches dans une nouvelle direction. Il croyait qu'électricité et galvanisme étaient deux choses différentes.

Quand, en 1800, Salvà apprit la découverte de la pile, il eut alors l'idée de s'en servir pour son instrument.

Conducteurs en chaîne et filtres électriques, par Karl-Willy Wagner (Allemagne). — Cette communication ayant été présentée simultanément au Congrès international des Physiciens et au Congrès de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil, une analyse en sera donnée dans le compte rendu de ce dernier congrès. — A. T.

(A suivre).

Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927) *(Suite)* (*)

I. Problèmes généraux sur la transmission, *(suite et fin).*

Sur les conditions réglant la vitesse de transmission en télégraphie, par le docteur H. SALINGER (Berlin). — La vitesse atteinte dans une liaison télégraphique est déterminée par la précision avec laquelle les signaux sont transmis. En essayant de dépasser la vitesse limite, on trouve que les signaux reçus sont trop imprécis pour supporter un raccourcissement ultérieur.

La question se pose donc de savoir quel degré de précision (¹) doit être exigé afin que les signaux soient reçus exactement, question dont la solution dépend malheureusement de divers facteurs assez complexes. Le problème est relativement simple dans le cas d'une liaison Morse ou Wheatstone : il s'agit de savoir de combien les durées des traits ou points peuvent varier sans que les signaux deviennent illisibles ; c'est là évidemment, une question d'ordre psychologique.

Au contraire, dans le cas d'une liaison desservie par un des systèmes imprimeurs, la vitesse de transmission doit dépendre de la construction de l'appareil. Or, dans ces systèmes, on se sert souvent de l'artifice consistant à raccourcir les segments de la couronne réceptrice, c'est-à-dire de n'en utiliser pour l'impression que les parties centrales, principe qui, d'ailleurs, est utilisé aussi dans les répéteurs à rotation. L'imprécision du moment auquel un signal commence ou finit, est ainsi rendue sans effet, pourvu qu'elle ne dépasse pas les extrémités des segments. Il s'ensuit que plus la partie centrale des segments est petite, moins est grand le degré de précision qu'il faut exiger des signes qui arrivent.

Mais, dans les systèmes imprimeurs, on doit transmettre non seulement les signaux, mais encore le synchronisme. Dans l'appareil Baudot qui utilise, dans ce but des émissions spéciales, les exigences que posent les deux fonctions du récepteur à la précision des signes, sont à peu près les mêmes.

Dans l'appareil Siemens, par contre, une certaine combinaison d'émissions de courant est utilisée chaque fois qu'elle se trouve dans les signes transmis, pour régler le nombre de tours du récepteur. Pour évaluer l'effet produit par un manque de précision des signaux reçus sur ce mécanisme, on doit considérer la probabilité d'obtention de ladite combinaison de courant ainsi que la façon suivant laquelle varie la vitesse angulaire du récepteur. Il semble que le maintien du synchronisme constitue une condition plus sévère pour la précision de la transmission que ne l'est l'impression exacte des signes mais rien de certain n'est encore connu à ce sujet.

Afin d'aborder le problème d'une manière expérimentale, un dispositif a été construit qui permet de donner aux signaux une inexactitude, variable d'une manière statistique, d'une impulsion à l'autre, mais dont la valeur moyenne est connue. Les essais ne sont pas encore achevés, mais on espère obtenir prochainement des résultats.

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 533-536.

(¹) Le degré de précision existant peut être mesuré par une quantité que M. Collet a récemment appelée l' « empiètement » et égale, au facteur 2 près, à l' « intervalle » que M. Salinger a introduit dans un mémoire soumis à la 1re session du Comité consultatif international de Télégraphie (Berlin, novembre 1926) et imprimé depuis par le Bureau de Berne.

II. Télégraphie sous-marine.

Une série de communications de MM. Kennelly, Buckley et Pohlmann relatives à la télégraphie sous-marine ont été présentées au congrès.

Les applications des fonctions hyperboliques dans les progrès récents de la télégraphie sous-marine, par le professeur A.-E. KENNELY. — Dans cette communication, l'auteur envisage les câbles télégraphiques du type New-York-Les-Açores, câbles dans lesquels l'augmentation de l'inductance est obtenue au moyen du « permalloy ». Il démontre que la fréquence d'inversion des signaux dans un câble de ce genre joue le même rôle que la fréquence des courants alternatifs dans les circuits utilisés pour la transmission industrielle de l'énergie, et qu'on peut appliquer aux transmissions télégraphiques les méthodes qui sont utilisées pour les transmissions téléphoniques, soit pour la prédétermination des constantes électriques, soit pour l'emploi des fonctions hyperboliques dans le calcul des tensions, courants, impédances, etc.

La nouvelle théorie vient ainsi se placer à côté de celle développée pour les circuits pupinisés, abstraction faite, naturellement, de l'espacement des bobines.

L'auteur indique les différentes manières d'exprimer l'atténuation et fait ressortir l'avantage qui découle pour le monde entier de l'emploi du nouveau câble New-York-Les-Açores.

Le professeur A.-E. Kennely exprime la satisfaction éprouvée par tous les ingénieurs électriciens dans l'accroissement de vitesse de transmission due à l'introduction de « permalloy » dans les longs câbles sous-marins. Il signale que le projet d'un nouveau câble lesté (loaded) exige une connaissance des valeurs des constantes électriques de haute fréquence.

Ces procédés de calcul s'appliquent à la technique des courants alternatifs.

L'auteur signale que la nouvelle théorie s'applique mieux dans le cas d'une propagation sous la forme alternative que sous la forme de courants continus.

Télégraphie transocéanique extra-rapide, par le docteur Oliver-E. Buckley (New-York). — La découverte du « permalloy » et son application aux câbles sous-marins, indique-t-il, ont amené l'installation de câbles transocéaniques offrant une capacité de trafic considérablement supérieure à celle des anciens câbles non inductivement lestés. Cette communication expose brièvement l'histoire du développement des câbles krarupisés au « permalloy » et discute de certains problèmes importants qui se présentent dans l'établissement des projets de câbles, leur construction et leur utilisation. L'étude se termine par une revue générale traitant des possibilités d'emploi des câbles télégraphiques inductivement lestés.

Cette étude est, en grande partie, un résumé critique des études publiées précédemment par les membres du service technique des Bell Telephone Laboratories. Son contenu est indiqué par les sous-titres suivants :

Câbles inductivement lestés actuellement en service ;
Remarques historiques ;
Le « permalloy » et son application aux câbles ;
Principes des projets de câbles inductivement lestés ;
Principes d'utilisation ;
Appareils pour la restauration des signaux ;
Appareils pour fonctionnement automatique ;
Mesures électriques sur câbles inductivement lestés ;
Revue générale.

Sur les câbles sous-marins pupinisés, par B. Pohlmann (Berlin). — L'extension du réseau européen de câbles interurbains implique la nécessité d'établir des communications sous-marines, notamment entre l'Angleterre et les Pays scandinaves, d'une part, et le continent, d'autre part. Pour que ces circuits sous-marins s'adaptent à la disposition générale et à l'exploitation du réseau de câbles souterrains, ils doivent satisfaire aux exigences techniques imposées, d'une façon générale, aux communications interurbaines modernes ; ces conditions sont plus particulièrement formulées dans les directives émises par le Comité consultatif international (C. C. I.). En se plaçant à la fois au point de vue technique et au point de vue économique, il résulte de ces conditions que, comme dans le cas des câbles souterrains, l'emploi du système de pupinisation se prête le mieux au but proposé. On discutera ci-après la constitution et la fabrication des câbles sous-marins pupinisés, tout en examinant comment on pourra satisfaire aux conditions techniques pour un prix de revient minimum.

Tandis que pour les premiers câbles sous-marins, on employait comme isolant de la gutta-percha ou de la balata, même dans le cas de faibles profondeurs d'eau, on utilise actuellement, de plus en plus, à l'isolement au papier, isolement utilisé aussi pour les câbles souterrains. Le câble sous-marin pupinisé posé en 1906 par la société Siemens und Halske à travers le lac de Constance était le premier câble de ce type. La profondeur d'eau était, dans ce cas de 250 m. Ce câble est déjà construit suivant le mode actuel. Les bobines Pupin sont placées dans des manchons étendus de forme cylindrique dont les extrémités se rétrécissent graduellement jusqu'à ce qu'elles deviennent égales au calibre du câble. Les câbles et les manchons à bobines sont déjà raccordés les uns aux autres lors de la fabrication en usine, ce qui permet de poser le câble dans son ensemble.

Les quantités qui présentent le plus d'importance pour la détermination des caractéristiques électriques, sont la fréquence critique de coupure et l'affaiblissement. La fréquence critique est déterminée, comme dans le cas des câbles souterrains, par la longueur des communications à établir et par les distorsions que l'on peut admettre. En ce qui concerne le choix de l'affaiblissement, il peut être économique d'en admettre une valeur plus élevée que pour les câbles souterrains, étant donné que, par rapport aux amplificateurs, les câbles sous-marins sont plus coûteux que les câbles souterrains. Compte tenu des distorsions électriques et des perturbations, il en résulte que, vu les moyens dont on dispose actuellement, la valeur de l'affaiblissement $b = 6{,}0$ doit être considérée comme une limite technique supérieure.

L'auteur discute, en outre, la possibilité de l'entretien et des réparations et il montre que les propriétés électriques des câbles sous-marins peuvent également être maintenues au degré de précision voulu.

A titre d'exemple, il décrit enfin le câble téléphonique sous-marin pupinisé posé récemment entre le Danemark et l'Allemagne. La fréquence critique des circuits de ce câble est $f_0 = 4\,800$ p : s et l'affaiblissement d'une section comprise entre deux amplificateurs successifs est de $b = 2{,}7$.

Répondant à une demande, l'auteur indique que le câble du lac de Constance (Siemens und Halske) bien que posé depuis plus de vingt ans et isolé au papier, fonctionne parfaitement. Il pense qu'une profondeur de pose double, c'est-à-dire de 500 m, peut être atteinte sans inconvénient en conservant ce genre d'isolement. — A. T.

(A suivre).

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

La dynamique de l'électron

Au cours d'un article publié antérieurement dans ces colonnes (*), l'auteur, M. J.-B. Pomey, a étudié la forme prise par un conducteur flexible et inextensible parcouru par un courant constant de faible intensité dans le champ magnétique créé par un courant rectiligne indéfini. Il examine, dans le présent article, le problème de la détermination de la trajectoire d'un électron libre soumis au même champ magnétique, problème qui, malgré son analogie avec le premier, en demeure néanmoins distinct.

Nous pouvons supposer qu'à l'époque initiale un électron se trouve libéré au sein d'un gaz, avec une vitesse donnée, par une action ionisante quelconque.

Soit donc un courant constant I qui parcourt un conducteur filiforme rectiligne indéfini suivant une droite que nous prendrons pour axe des x et considérons un électron M en mouvement dans son voisinage. Sa masse sera m et sa charge sera e. Cette quantité e sera une quantité négative, du fait qu'il s'agit d'un électron. Cet électron M subit l'action du champ magnétique dont les lignes de force sont des circonférences ayant leurs centres sur l'axe des x et contenues dans des plans perpendiculaires à cet axe.

Pour définir la position de l'électron, on peut se donner l'angle θ que fait avec sa position initiale, le plan qui contient l'électron et qui passe par l'axe Ox, angle compté positivement dans le sens des lignes de force, ensuite la distance r de M à Ox et enfin le chemin x parcouru suivant Ox par la projection de M sur Ox. Les coordonnées x, r et θ forment un système de coordonnées semi-polaires.

L'induction magnétique B est un vecteur perpendiculaire au plan azimutal et dirigé dans le sens des lignes de force. Sa grandeur est $\frac{2\mu I}{r}$.

La force mécanique exercée sur l'électron par le champ magnétique est définie par ses projections trirectangulaires sur l'axe Ox, sur le rayon vecteur r et sur la direction du champ. Ces trois projections sont :

$$\frac{2\mu I}{r} e \frac{dr}{dt}, \quad -\frac{2\mu I}{r} e \frac{dx}{dt}, \quad 0.$$

L'accélération de l'électron a, de même, pour projections sur les mêmes directions :

$$\frac{d^2x}{dt^2}, \quad \frac{d^2r}{dt^2} - r\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2, \quad \frac{1}{r}\frac{d}{dt}\left(r^2\frac{d\theta}{dt}\right).$$

Les équations du mouvement sont donc

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = 2\mu e I \frac{1}{r}\frac{dr}{dt}, \qquad (1)$$

$$m\frac{d^2r}{dt^2} = -2\mu e I \frac{1}{r}\frac{dx}{dt} + mr\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2, \qquad (2)$$

$$\frac{m}{r}\frac{d}{dt}\left(r^2\frac{d\theta}{dt}\right) = 0, \qquad (3)$$

ou

$$mr\frac{d^2\theta}{dt^2} = -2m\frac{dr}{dt}\frac{d\theta}{dt}. \qquad (3\text{ bis})$$

Il est facile d'obtenir trois intégrales premières.

Posons, pour abréger

$$a = \frac{2\mu e I}{m}.$$

L'équation (1) s'intègre immédiatement et donne, en appelant b une constante d'intégration

$$\frac{dx}{dt} = a \log r + b. \qquad (4)$$

L'équation (3) donne, de même, en appelant c une seconde constante d'intégration

$$r^2\frac{d\theta}{dt} = c. \qquad (5)$$

Cette intégrale résulte du fait qu'en projection sur un plan perpendiculaire à l'axe, la force est centrale et que, par conséquent, le mouvement a lieu suivant la loi des aires.

Enfin, on obtient une troisième intégrale première en formant au moyen des équations (1), (2) et (3 bis) la combinaison des forces vives. On obtient ainsi

$$\frac{dx}{dt}\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{dr}{dt}\frac{d^2r}{dt^2} + r^2\frac{d\theta}{dt}\frac{d^2\theta}{dt^2} = r\frac{dr}{dt}\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 - 2r\frac{dr}{dt}\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2,$$

ou, en simplifiant et intégrant, et en appelant V une constante d'intégration, qui sera la vitesse constante de l'électron au cours de son mouvement

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \left(r\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = V^2. \qquad (6)$$

Cette intégrale résulte de ce fait que la force méca-

(*) J.-B. Pomey ; La dynamique de l'électron. *Revue générale de l'Electricité*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 183-186.

nique est constamment perpendiculaire à la vitesse, de sorte que l'accélération tangentielle est constamment nulle.

La loi du mouvement sur la trajectoire résulte de ce que la vitesse est constante.

La loi de rotation du plan méridien qui passe par l'électron résulte du théorème des aires ; le mouvement est révolutif.

Il est facile d'éliminer le temps t et l'azimuth θ, de façon à obtenir une équation différentielle du premier ordre entre les variables x et r ; cette équation détermine la courbe méridienne de la surface de révolution autour de Ox, engendrée par la trajectoire, qui en est une courbe géodésique. Le plan osculateur à la trajectoire contient, en effet, à chaque instant, la force et celle-ci étant dans le plan méridien et, de plus, normale à la trajectoire, est dirigée suivant la normale à cette surface de révolution.

L'élimination de $d\theta$ entre (5) et (6) donne l'équation

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \frac{c^2}{r^2} + \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 = V^2. \tag{7}$$

L'élimination subséquente de dt entre les équations (4) et (7) donne

$$\frac{dx^2 + dr^2}{dx^2} = \frac{V^2 - \frac{c^2}{r^2}}{(a \log r + b)^2} \tag{8}$$

d'où

$$dx = \frac{dr}{\sqrt{\frac{V^2 - \frac{c^2}{r^2}}{(a \log r + b)^2} - 1}} \tag{9}$$

qui est l'équation cherchée de la courbe méridienne.

On a alors immédiatement pour l'arc (s) de la méridienne

$$ds = \frac{dr}{\sqrt{1 - \frac{(a \log r + b)^2}{V^2 - \frac{c^2}{r^2}}}}. \tag{10}$$

La constante b s'obtient en se donnant la position initiale r_0 et la composante initiale $\left(\frac{dx}{dt}\right)_0$ de la vitesse suivant l'axe.

La constante c s'obtient en se donnant r_0 et la composante initiale $\left(\frac{r\,d\theta}{dt}\right)_0$ de la vitesse suivant le champ.

La constante V est la vitesse initiale en grandeur absolue.

La trajectoire que nous venons de trouver n'est pas identique à la forme du fil conducteur indiquée dans notre article précédent, mais on doit observer que le fil était supposé inextensible.

J.-B. Pomey.

Exposé critique des travaux récents sur les diélectriques

Depuis l'époque à laquelle Faraday exposa ses conceptions des lignes de force et de la polarisation, les phénomènes dont les diélectriques sont le siège, ont fait l'objet de théories nombreuses parmi lesquelles celle de Maxwell conserve encore une validité incontestable. L'intérêt de tels travaux, dans le but d'élucider les lois auxquelles obéissent les phénomènes diélectriques, se manifeste chaque jour avec une opportunité croissante du fait que les progrès de l'industrie électrique sont de plus en plus subordonnés à une utilisation judicieuse des matériaux isolants et à une amélioration de leurs qualités. Des incertitudes et des restrictions subsistent encore dans l'emploi des isolants et constituent ainsi un obstacle sérieux aux progrès de la construction électrique. C'est pour cette raison que la British electrical and allied Industries Research Association a confié au National physical Laboratory le soin de préparer un rapport résumant les travaux effectués sur les diélectriques durant ces dix dernières années. Ce rapport dont le but est de fixer l'état actuel de nos connaissances sur ce sujet, en vue de recherches ultérieures, a été établi par M. L. Hartshorn du National physical Laboratory et publié dans « The Journal of the Institution of electrical Engineers » (*). *— L'article dont nous commençons ci-dessous la publication est la traduction intégrale du travail magistral de M. L. Hartshorn. Nos lecteurs trouveront dans la première partie l'exposé de notions qui sont familières à beaucoup d'entre eux, mais il était difficile de fixer le point de départ d'un tel article en négligeant le rappel de notions qui bien qu'élémentaires sont fondamentales et contribuent grandement à l'éclaircissement du sujet. Cet article est divisé en cinq parties principales dont la première concerne les propriétés générales des diélectriques et les pertes d'énergie dont ils sont le siège. La seconde partie traite des effets secondaires et de l'absorption qui au point de vue pratique présente un intérêt de premier ordre. La troisième partie décrit les méthodes employées pour la mesure des pertes d'énergie. La quatrième partie expose la théorie des phénomènes anormaux. Enfin les lois expérimentales relatives aux pertes d'énergie font l'objet de la cinquième et dernière partie.*

1. Diélectriques en général. Pertes d'énergie. — A. **Le diélectrique idéal. La polarisation diélectrique ou déplacement.** — A l'ère de la science électrique, les physiciens furent conduits à classer les substances en deux catégories : les conducteurs et les isolants. La caractéristique d'un conducteur est, d'après Maxwell [1], le transport immédiat d'une charge électrique communiquée en un point quel-

(*) A critical resume of recent work on dielectrics. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, novembre 1926, t. LXIV, p. 1152-1190, 33 000 mots, 34 figures.

[1] Clerk Maxwell. *Traité d'Électricité et de Magnétisme*, 1885, t. 1, p. 53.

conque de la substance vers des points de potentiel moins élevé jusqu'à l'obtention d'un potentiel uniforme dans toute l'étendue de la substance considérée.

Les substances qui ne possédaient pas cette propriété de transfert d'une charge électrique furent appelés isolants et, plus tard, diélectriques, par Faraday. Considérons alors un système de deux plateaux parallèles, A et B séparés par une lame de diélectrique. Ce système constitue un condensateur. Relions un des plateaux à la terre et communiquons à l'autre plateau une charge Q, la différence de potentiel entre les deux plateaux considérés sera

$$V = \frac{Q}{C},$$

C étant une constante appelée la capacité de condensateur.

La charge $+ Q$ sur le plateau A induit une charge négative égale sur le plateau B et, de ce fait, ces plateaux exercent l'un sur l'autre une force d'attraction par l'intermédiaire de la lame diélectrique. Cette dernière peut donc être considérée comme soumise à une contrainte de compression appelée polarisation électrique [1], ce qui signifie que chaque portion élémentaire de diélectrique possède sur ses deux faces des propriétés électriques égales et opposées dont cette compression est la conséquence. C'est ce qui a conduit Faraday à concevoir une représentation de ce phénomène au moyen de lignes de force issues de la charge positive sur A et se terminant sur la charge négative en B.

Faraday découvrit que la capacité d'un condensateur ne dépend pas seulement des dimensions de ses armatures et de leur distance, mais encore de la nature du milieu diélectrique interposé entre ces dernières.

Il a défini la capacité inductive spécifique d'un diélectrique comme le rapport de la capacité d'un condensateur construit avec ce diélectrique à la capacité d'un condensateur de même forme et de mêmes dimensions dont le diélectrique est formé par de l'air.

Quand les armatures d'un condensateur sont soumises à une différence de potentiel V, une charge $+ Q$ [1] gagne l'une des armatures, tandis qu'une charge $- Q$ apparaît sur la face opposée de la seconde armature, laquelle déverse alors une charge $+ Q$ vers la source.

Dans ces conditions, le diélectrique devient polarisé et la charge acquise par le condensateur est

$$Q = k C_a V,$$

formule dans laquelle

V est la différence de potentiel entre les plaques, k est la capacité inductive spécifique du diélectrique, C_a est la capacité du condensateur à plateau AB dont le diélectrique est de l'air.

Si le diélectrique est parfait, il s'établit un état d'équilibre à partir du moment où la charge est effective. On voit donc qu'il existe durant la charge, un courant transitoire que Maxwell appelle le courant de déplacement du fait qu'il peut être considéré comme le déplacement à travers le diélectrique d'une certaine quantité d'électricité pendant la durée de la charge. On mesure cette grandeur par la quantité d'électricité qui traverse l'unité de surface du diélectrique et cette mesure constitue celle de la polarisation. Ainsi, la force électromotrice de la source provoque le déplacement électrique exactement comme une force mécanique produit la déformation ou le déplacement d'un corps élastique. Poursuivant cette analogie, Maxwell appelle coefficient d'élasticité électrique le rapport

$$\frac{\text{Force électromotrice}}{\text{Déplacement produit}}.$$

Ce coefficient varie en raison inverse de la capacité inductive spécifique.

On remarquera que le déplacement électrique total à travers une section transversale du diélectrique sera égal à la charge Q.

Quand on décharge le condensateur en réunissant ses

[1] Le terme de polarisation est généralement utilisé au cours du texte dans un sens purement qualitatif. Parfois aussi il est utilisé quantitativement comme il suit : l'éther est supposé capable d'imprégner toute matière et ainsi, le déplacement total dans le milieu diélectrique d'un condensateur, dû à l'application d'un champ électrique H, peut être considéré comme formé de deux parties; l'une en appelant c la vitesse de la lumière,

$$\frac{1}{4\pi}\frac{H}{c^2}$$

dans l'éther et l'autre

$$\frac{k-1}{4\pi}\frac{H}{c^2}$$

dans la matière constituant le diélectrique, toutes ces quantités étant exprimées en unités du système électromagnétique. Cette dernière partie est appelée la polarisation de la matière. Ainsi

$$\text{Polarisation} = \frac{k-1}{4\pi}\frac{H}{c^2} = \alpha\frac{H}{c^2} = M,$$

avec

$$k = 1 + 4\pi\alpha;$$

α peut être appelé la susceptibilité électrique et M peut être considéré comme le moment électrique par unité de volume du diélectrique. On voit ainsi son analogie avec l'intensité d'aimantation.

Sous l'action d'un champ H, un corps de susceptibilité magnétique $\varkappa$ prend une intensité d'aimantation.

$$\mathfrak{J} = \varkappa H.$$

Cette aimantation produit en un point déterminé, un champ

$$4\pi\mathfrak{J} = 4\pi\varkappa H.$$

Ce champ, s'ajoutant au champ primitif H, donne l'induction magnétique

$$\mathcal{B} = H + 4\pi\varkappa H = (1 + 4\pi\varkappa) H = \mu H.$$

Puisque la polarisation électrique

$$M = \alpha\frac{H}{c^2}.$$

α est bien la susceptibilité électrique. M est analogue à l'intensité d'aimantation. En effet :

Maxwell appelle *déplacement* le vecteur

$$D = \frac{kH}{4\pi c^2}$$

et polarisation

$$M = \frac{k-1}{4\pi}\frac{H}{c^2}.$$

En magnétisme

$$\frac{\mu-1}{4\pi} H = \varkappa H = \mathfrak{J}.$$

Donc M est bien analogue à l'intensité d'aimantation $\mathfrak{J}$.

Mais l'intensité d'aimantation

$$\mathfrak{J} = \frac{\mathfrak{M}}{v} = \frac{ml}{v} = \frac{m}{s}.]$$

Donc M est aussi le moment électrique par unité de volume.

[1] Il est probablement plus exact de parler seulement du mouvement de l'électricité négative du fait que dans les conducteurs et les diélectriques parfaits, l'électron est vraisemblablement le seul porteur de l'électricité. L'argument, cependant n'est en aucune manière infirmé par un tel changement.

deux armatures par un conducteur, la charge $+Q$ circule dans ce dernier, neutralise la charge $-Q$ et le déplacement disparaît.

Ainsi, dit Maxwell [1], le mouvement de l'électricité dans un diélectrique est un courant de même sens que celui qui circule dans un conducteur ou courant de conduction; mais il se différencie de ce dernier par le fait qu'il existe une force appelée élasticité électrique qui s'oppose à ce déplacement et contraint la charge à revenir en arrière quand la force électromotrice est supprimée.

Nos idées sur la nature de l'électricité ont largement évolué depuis Maxwell. Un conducteur est maintenant regardé comme une substance contenant des électrons libres capables de se mouvoir à peu près sans contrainte dans les interstices compris entre les atomes. Quand une force électromotrice est appliquée à un tel corps, il se produit une impulsion générale des électrons dans la direction opposée à celle de la force électromotrice, du fait que les électrons possèdent une charge négative et cette impulsion constitue le courant de conduction.

Un diélectrique parfait est regardé comme ne contenant aucun électron libre. Tous ses électrons constitutifs sont liés par des forces d'attraction aux noyaux positifs des atomes. Il ne peut donc exister d'impulsion générale sur les électrons lors de l'application de la force électromotrice. Toutefois, cette dernière a pour effet de les déplacer quelque peu de leur position d'équilibre et d'une quantité précisément proportionnelle à la force électromotrice. Si celle-ci est supprimée les électrons reviennent immédiatement à leur position d'équilibre sous l'action des forces exercées par les noyaux positifs des atomes.

B. **Conduction dans les diélectriques.** — Il n'existe pas de diélectrique parfait, c'est-à-dire que toutes les substances réputées isolantes livrent passage, en plus du courant de déplacement, à un très faible courant de conduction. Par suite, il y a lieu de définir deux constantes pour caractériser un diélectrique : 1° une constante déterminant le déplacement électrique : c'est la capacité inductive spécifique k; 2° une constante déterminant le courant de conduction; c'est à dire la conductivité σ ou la résistivité ρ.

Soit donc une lame de diélectrique de surface S et d'épaisseur l. Appliquons sur ses faces opposées une force électromotrice E. Nous aurons alors, à l'instant d'application de cette dernière, un déplacement électrique D dont la valeur est, en unités électromagnétiques C. G. S.

$$D = \frac{k}{4\pi c^2} H,$$

où c désigne la vitesse de la lumière et H, l'intensité du champ électrique égale à $\frac{E}{l}$.

Le mouvement total d'électricité est ainsi

$$Q = DS = k \frac{S}{4\pi l} \frac{1}{c^2} E.$$

De plus, il existera un courant de conduction

$$i_c = \frac{S\sigma E}{l} = S\sigma H$$

qui persistera aussi longtemps que la force électromotrice est appliquée.

[1] Clerk Maxwell. *Traité d'Électricité et de Magnétisme*, 1885, t. 1, p. 73.

On peut considérer ce courant de conduction comme dû à la présence dans le diélectrique d'un certain nombre d'électrons libres. Par analogie de réciprocité, il semble logique d'admettre qu'il existe dans les conducteurs un certain nombre d'électrons liés leur conférant, dans une faible mesure, les propriétés des diélectriques bien que ce fait soit difficile à mettre en évidence. Néanmoins, il n'apparaît pas possible d'établir une ligne de démarcation bien nette entre les conducteurs et les isolants.

C. **Diélectriques en pratique.** — Quand un diélectrique est placé dans un champ électrique alternatif, une certaine quantité d'énergie s'emmagasine dans ce diélectrique pendant une demi-période et est restituée lors de la demi-période suivante, de sorte que, théoriquement, il n'existe pas de perte d'énergie.

Les diélectriques utilisés dans la pratique présentent un certain nombre de défauts qui sont : 1° les fuites dans la substance isolante qui donnent lieu à une perte considérable d'énergie ; 2° la rupture de l'élasticité lorsque la tension d'emploi dépasse une certaine limite [1] ; 3° les pertes d'énergie, sous forme de chaleur, dans les diélectriques soumis à une tension alternative.

D. **Quantités mesurées.** — Dans le but de connaître le comportement des diélectriques, nous déterminons habituellement certaines constantes des substances employées. Ces constantes sont : 1° la résistivité en volume du diélectrique, qui détermine la valeur du courant de fuite dans la masse ; 2° la résistivité en surface du diélectrique définie comme étant la résistance entre les bords opposés d'une surface pelliculaire de 1 cm².

Il est souvent commode d'exprimer la résistance totale entre les conducteurs que sépare le diélectrique et qu'on appelle résistance de fuite ou résistance d'isolement laquelle est fonction à la fois des deux résistivités définies plus haut dont l'importance relative varie énormément suivant les cas.

L'aptitude de la substance à résister à la rupture s'appelle la rigidité diélectrique définie par le gradient du potentiel qui détermine cette rupture.

En ce qui concerne les pertes dans un condensateur soumis à un champ électrique alternatif, si ce diélectrique est le vide, le condensateur envisagé est dit parfait du fait que les pertes n'existent pas. Dans ces conditions, si une tension

$$v = V_0 \sin \omega t$$

est appliquée à un tel condensateur de capacité C_0, le courant obtenu est

$$i = V_0 C_0 \omega \cos \omega t.$$

Ce courant est déphasé de $\frac{\pi}{2}$ en avant de la tension. Un tel condensateur peut être constitué en se servant d'un gaz comme diélectrique. Dans le cas où le diélectrique est solide ou liquide, une certaine quantité de chaleur est dissipée dans ce dernier et le déphasage du courant sur la tension n'est plus de 90° mais de 90° — δ où δ est appelé l'angle de pertes du condensateur. Si I et V sont les valeurs efficaces du courant et de la tension, la puissance perdue dans le condensateur est

$$P = IV \sin \delta.$$

[1] La rupture électrique d'une substance isolante n'est pas dans tous les cas strictement analogue à la rupture mécanique d'un solide élastique.

On peut regarder ce condensateur comme équivalant à un condensateur parfait C_1 shunté par une résistance R qui dissipe une énergie équivalente à celle perdue dans le diélectrique.

Sur le diagramme de la figure 1, le vecteur $OA = V_0 C_1 \omega$ est le courant dans le condensateur de capacité C_1 et le vecteur $AB = V_0 G$ est le courant en phase avec la tension dans la résistance R de telle sorte que le courant résultant est $OB = I_0$.

De même, la tension V_0 peut être regardée comme résultant de la composition du vecteur $OC = \frac{I_0}{\omega C_2}$ décalé de 90° en arrière de I_0, tension due à un condensateur parfait de capacité C_2 et ensuite d'une tension $CD = rI_0$ qui représente la chute de tension dans une résistance fictive r en série avec le condensateur C_2.

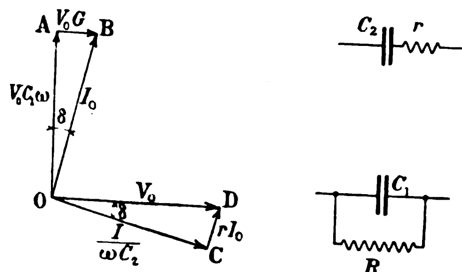


Fig. 1. — Diagramme vectoriel d'un condensateur imparfait et schémas des circuits équivalents.

Ces deux capacités C_1 et C_2 ne sont pas identiques. On a en effet

$$C_1 = \frac{I_0}{V_0 \omega} \cos \delta, \text{ capacité équivalente shunt,}$$

et

$$C_2 = \frac{I_0}{V_0 \omega} \frac{1}{\cos \delta}, \text{ capacité équivalente série,}$$

et aussi

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{G}{C_1 \omega} = r C_2 \omega.$$

Ces relations montrent que les deux capacités équivalentes C_1 et C_2 sont égales quand $\cos \delta = 1$, c'est-à-dire quand l'angle δ est égal à zéro ou est très petit.

Les recherches de Thornton [1] ont montré que la différence de phase entre le courant et la tension était parfois inférieure à 90°, mais que, dans certaines conditions, il se produisait une distorsion de l'onde de courant, auquel cas la conception du condensateur parfait combiné avec une résistance fictive n'est plus applicable.

La figure 2 montre la forme des ondes de courant et de tension dans les deux cas où la distorsion existe ou non.

La charge Q du condensateur soumis à une tension alternative V peut être déterminée à chaque instant en intégrant la courbe de courant, ce qui permet d'obtenir une courbe donnant les variations de Q durant une période. Si maintenant on trace les courbes de Q en fonction de la tension V, on obtient les figures (c) et (d) correspondant aux deux cas de distorsion et de non-distorsion. Ces courbes fermées dont la surface mesure la perte d'énergie présentent une analogie de forme avec les cycles d'hystérésis magnétique et c'est pourquoi on regarde parfois les pertes dans l'isolant comme dues à une hystérésis diélectrique, mais cette comparaison est purement superficielle comme nous le verrons par la suite. Les cycles magnétiques dépendent, très peu, en effet, de la fréquence, à l'inverse des cycles diélectriques. Parfois ces derniers sont encore présentés comme des cycles de viscosité [1], mais, dans l'état actuel de nos connaissances il est préférable de s'abstenir de semblables dénominations [2].

La signification du terme « capacité » appliqué à un condensateur dans lequel il existe des pertes d'énergie, requiert une certaine attention.

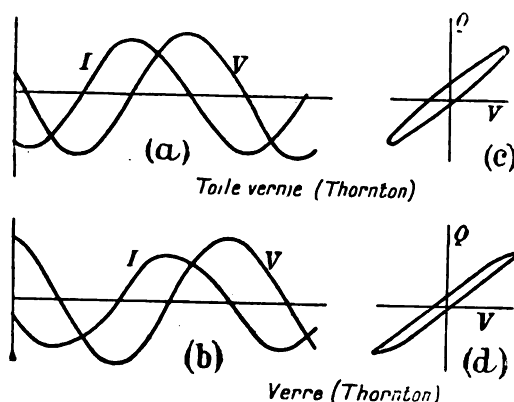


Fig. 2. — Ondes déformées et non déformées avec leurs cycles correspondants d'hystérésis diélectrique.

Dans le cas où il n'existe pas de distorsion de l'onde de courant, on a

$$v = V_0 \sin \omega t,$$

$$i = I_0 \cos (\omega t - \delta),$$

$$Q = \frac{I_0}{\omega} \sin (\omega t - \delta) = Q_0 \sin (\omega t - \delta).$$

La courbe $Q = f(V)$ est alors une ellipse. La capacité définie habituellement par le rapport $\frac{Q}{V}$ = constante pour un condensateur parfait prend durant le cycle, toutes les valeurs comprises entre $-\infty$ et $+\infty$. Dans ce cas, on a employé deux définitions de la capacité [3] :

1° le rapport $\frac{Q}{V}$ à l'instant où Q atteint sa valeur maximum soit

$$\frac{Q_0}{V_0 \cos \delta} = \frac{I_0}{V_0 \omega} \frac{1}{\cos \delta}$$

c'est-à-dire la valeur de la capacité équivalente série.

2° Le rapport $\frac{Q}{V}$ à l'instant où V atteint sa valeur maximum, soit

$$\frac{Q_0 \cos \delta}{V_0} \quad \text{ou} \quad \frac{I_0}{V_0 \omega} \cos \delta$$

c'est-à-dire la valeur de la capacité équivalente shunt.

(1) THORNTON. *Proceedings of the physical Society*, 1912, t. XXIV, p. 301.

(1) J. GRANIER. *Revue générale de l'Électricité*, 13-20 août 1921, t. X, p. 219-224.

(2) Voir à ce sujet : SCHWEIDLER. *Annalen der Physik*, 1907, t. XXIV, p. 711.

(3) H. JORDAN. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 9 et 16 février 1911, t. XXXII, p. 127-130 et 160-162,

Si β représente l'angle compris entre le grand axe de l'ellipse et l'axe des V, on a

$$\operatorname{tg} 2\beta = \operatorname{tg} 2\alpha \cos \delta,$$

où

$$\alpha = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{Q_0}{V_0}.$$

Ainsi, quand l'angle de perte croît, l'axe de l'ellipse se rapproche de l'axe des V.

Si nous avions affaire à un diélectrique possédant une faible conductibilité, mais qui autrement serait parfait, il donnerait lieu à un cycle $Q = f(V)$ comme indiqué ci-dessus. Dans ces conditions, il est évident que la capacité équivalente shunt définie précédemment donnerait la vraie valeur que nous utiliserions dans tous les cas afin d'obtenir la capacité d'un condensateur à une fréquence déterminée. La valeur peut varier considérablement avec la fréquence et comme à chacune d'elles correspond une valeur de la constante diélectrique de la substance, il apparaît douteux qu'il soit légitime de parler de constante diélectrique. A cet égard, la valeur de k calculée à partir de la capacité effective d'un condensateur, sous une tension alternative, est souvent appelée la permittivité du diélectrique dans les conditions d'essai.

En résumé, quand on a affaire à un système diélectrique soumis à des tensions alternatives, il importe de connaître : 1° la capacité effective C; 2° l'angle de pertes δ.

L'énergie perdue est

$$P = IV \sin \delta,$$

et la capacité effective est

$$C = \frac{I}{V\omega} \cos \delta$$

d'où

$$P = V^2 \omega C \operatorname{tg} \delta.$$

L'angle δ ne dépend que de la nature du diélectrique, mais la perte P et la capacité dépendent de la forme et des dimensions du système. Dans le but de comparer diverses substances, nous devons donc considérer la permittivité définie par le rapport

$$k = \frac{C}{C_0},$$

C_0 étant la capacité d'un condensateur de même forme et de mêmes dimensions que celui de capacité C mais avec l'air pour diélectrique. Nous avons alors

$$P = V^2 \omega k \operatorname{tg} \delta C_0.$$

Ainsi, la perte d'énergie dans le diélectrique est proportionnelle au produit de k par $\operatorname{tg} \delta$.

II. **Effet secondaire dans les diélectriques. L'absorption.** — A. Les propriétés anormales des diélectriques. — Dans la théorie électromagnétique habituelle, un diélectrique est caractérisé par deux quantités : la constante diélectrique k et la conductivité σ. En pratique, on trouve que le comportement des diélectriques ne dépend pas seulement des deux quantités précitées. Tous les diélectriques solides et liquides manifestent en effet certaines propriétés qui semblent être absolument indépendantes de k et de σ et qu'on appelle propriétés anormales. La perte d'énergie que présente un diélectrique placé dans un champ électrique alternatif est, en pratique, la plus importante de cette sorte de propriétés. Les phénomènes de charge résiduelle et d'absorption sont également de grande importance et il existe un lien intime entre ces phénomènes et les pertes d'énergie avec le courant alternatif. Les pertes dues à l'absorption peuvent être regardées comme le phénomène le plus fondamental; aussi mérite-t-il d'être considéré en détail.

B. **La polarisation des diélectriques dans un champ constant.** — Considérons un condensateur ordinaire à plateaux parallèles et supposons qu'initialement, ces derniers soient connectés ensemble et reliés à la terre. A un instant donné, connectons-les à une source de force électromotrice constante E. Un courant parcourt les conducteurs jusqu'à ce que le condensateur ait acquis une charge électrique CE, C étant la capacité du condensateur considéré. Le courant chargeant ce condensateur est appelé courant normal de charge. Sa grandeur et sa durée dépendent de la résistance et de l'inductance des conducteurs de connexion et aussi de la capacité du condensateur. Ce courant est déterminé par l'équation

$$L \frac{d^2 i}{dt^2} + R \frac{di}{dt} + \frac{i}{C} = 0.$$

En pratique R et L sont habituellement très petits et le courant s'annule au bout d'une très petite fraction de seconde.

Si le condensateur possède une conductance appréciable, il existera un courant de fuite constant superposé au courant de charge et qui persistera après la suppression de ce dernier pour autant que la force électromotrice E sera maintenue. Ce courant de fuite s'appelle courant normal de conduction.

Si on supprime la source et qu'on réunisse les armatures du condensateur, il passera dans ce dernier un courant qui s'annulera rapidement de la même manière que le courant de charge. Ce courant s'appelle le courant normal de décharge.

Quand ces expériences sont exécutées avec un diélectrique ordinaire solide ou liquide, on trouve que le courant de charge comprend une autre composante en sus de ce dernier et du courant de conduction mentionné ci-dessus. En effet, quand le courant normal de charge s'annule, on observe dans le condensateur l'existence d'un courant décroissant plus ou moins rapidement avec le temps. Ce courant peut décroître pendant des heures entières et des cas ont même été observés où il persistait pendant plusieurs mois [1]. Naturellement, quand ce courant devient trop faible pour être décelé, il n'existe plus que le courant normal de conduction. Dans ces conditions, le courant total de charge comprend :

1° Le courant normal de charge $i_1(t)$;

2° Le courant normal de conduction = constante = a;

3° Le courant anormal de charge appelé courant d'absorption $i_2(t)$;

d'où

$$I = i_1(t) + a + i_2(t).$$

Inversement, si on décharge le condensateur, on trouve qu'au courant normal de décharge se superpose un courant décroissant lentement qui persiste encore quand le courant de décharge a cessé et peut persister pendant un temps très

(1) SCHWEIDLER, *Annalen der Physik*, 1907, t. XXIV, p. 759.

long tandis que les armatures du condensateur sont court-circuitées. On peut alors écrire pour le courant total de décharge

$$I' = i'_1(t) + i'_2(t).$$

Les courants normaux de charge et de décharge sont évidemment réversibles du fait que les constantes du circuit sont les mêmes à la charge qu'à la décharge; par suite, on a

$$i'_1(t) = -i_1(t),$$

pour des durées de croissance ou de décroissance égales du courant

Avec la plupart des diélectriques, nous trouvons que

$$i'_2(t) = -i_2(t).$$

Ainsi, le courant anormal de charge peut être regardé comme presque réversible. Dans un certain nombre de cas, la charge apportée par le courant anormal est parfois regardée comme étant *absorbée* par le diélectrique durant la charge et libérée lors de la décharge. Ce terme bien qu'il soit souvent commode est incorrect. Cependant, beaucoup d'auteurs appellent ce genre de phénomènes « phénomènes d'absorption ».

Dans d'autres cas (généralement avec les diélectriques liquides) bien que nous trouvions un courant anormal de charge, comme décrit ci-dessus, il n'existe pas de courant anormal de décharge ou encore ce courant est très petit par rapport au courant anormal de charge ([1]). Il semble tout à fait possible que nous ayons affaire dans les deux cas à des phénomènes entièrement différents. Le courant normal de charge dans les conducteurs correspond à la production d'un certain déplacement dans le diélectrique et le courant normal de décharge est simplement le retour de ce déplacement, le processus étant réversible. Par analogie, quand le courant anormal est presque réversible, nous pouvons dire qu'il existe un déplacement anormal dans le diélectrique. Quant au courant de conduction, il n'est, naturellement, pas réversible. Par conséquent, quand le courant anormal n'est pas réversible, nous pouvons dire qu'il existe un courant anormal de conduction. Ainsi, nous pouvons supposer qu'il existe deux sortes d'anomalies : 1° le déplacement anormal; 2° la conduction anormale.

Ces termes n'impliquent pas la connaissance du mécanisme des actions qui les concernent.

On a comparé le déplacement électrique dans un diélectrique à la déformation que subit un corps élastique sous l'action d'une force mécanique. Semblablement le déplacement anormal est analogue au phénomène d'effet résiduel élastique, c'est pourquoi on l'appelle effet résiduel diélectrique.

C. **La charge résiduelle**. — Le phénomène de déplacement anormal devient plus complexe quand les plateaux du condensateur ne sont pas maintenus à une tension constante et un grand nombre d'expériences ont été faites à ce sujet : par exemple, après avoir chargé le condensateur en un temps déterminé, on le décharge en réunissant ses armatures et, aussitôt après, on isole une des bornes du condensateur. Dans ces conditions, on observe qu'une charge du même signe qu'auparavant s'établit graduellement sur les plateaux. Cette charge correspond certainement au courant de décharge anormal dans le cas prévu. Elle s'élève à une valeur maximum, puis disparait lentement (sans doute à cause des fuites). Ce fait est connu sous le nom de charge résiduelle ([1]) et constitue le même phénomène que celui que nous avons appelé le déplacement anormal mais dans des conditions plus complexes. Pour l'essentiel, nous nous bornerons à examiner des conditions simples.

([1]) SCHWEIDLER. *Annalen der Physik*, 1907, t. XXIV, p. 753 et TANK. *Annalen der Physik*, 1915, t. XLVIII, p. 349.

D. **Variation de la capacité avec les durées de charge et de décharge**. — Cette variation apparait comme un autre aspect du phénomène du déplacement anormal bien que la conduction normale et anormale puisse y jouer un rôle. L'effet est observé quand la capacité d'un condensateur est mesurée au moyen d'un galvanomètre balistique ou d'un fluxmètre. Il est évident que la quantité d'électricité mesurée comprendra toutes celles dont se compose le courant anormal et dépendra de la période d'oscillation de l'instrument, de la durée d'application de la force électromotrice, du temps durant lequel le condensateur est laissé isolé et chargé, de la résistance de fuite et de la loi de décroissance du courant anormal. En considérant les résultats de tels essais, il est évident que les conditions doivent être connues si l'on veut que ces résultats possèdent une valeur.

La variation de capacité avec la fréquence quand le condensateur est soumis à une tension alternative est aussi un autre aspect du phénomène. Il sera ultérieurement considéré en détail.

E. **Méthodes de mesure**. — Dans la présente section nous envisagerons seulement les expériences dans lesquelles le comportement du diélectrique est étudié quand on soumet ce dernier à l'action d'une force électromotrice constante. Les diverses méthodes employées peuvent être divisées en deux catégories :

Celles dans lesquelles le courant chargeant le condensateur est mesurée en fonction du temps;

Celles dans lesquelles la charge totale du condensateur, ou le déplacement électrique total (polarisation), est mesurée en fonction du temps.

1. EXPÉRIENCES RELATIVES A LA MESURE D'UN COURANT. — Dans les méthodes de la première catégorie, nous aurons simplement à mesurer le courant produit par une tension donnée à des instants différents après l'application de la tension. La valeur du courant dépendra en grandes proportions des dimensions du condensateur et de la nature du diélectrique, mais habituellement ce courant deviendra très petit en un temps extrêmement court de sorte qu'on doit faire usage d'un galvanomètre très sensible.

Le cas le plus simple, dont la figure 3 donne le schéma, consiste à employer un galvanomètre et une batterie pour la mesure des résistances d'isolement. La clef K_1 met en court-circuit le galvanomètre pendant que le courant normal de charge passe dans le circuit. Le galvanomètre est utilisé avec divers shunts de telle sorte qu'il est possible de mesurer un grand nombre de valeurs du courant. Cette disposition est suffisante pour mesurer le courant décroissant jusqu'à une valeur de l'ordre de 10^{-9} A ([2]). Nous mesurons alors, dans ce cas $a + i_2(t)$, en supposant que le galvanomètre soit en court-circuit jusqu'à ce que le courant normal de charge ait cessé. La variation de $a + i_2(t)$ est observée jusqu'à ce que cette quantité devienne constante et égale précisément à la

([1]) Clerk MAXWELL. *Traité d'Électricité et de Magnétisme*, t. I, p. 380.

([2]) CURTIS. *Bulletin of the Bureau of Standards*, 1914, t. II, p. 363.

valeur a. En retranchant alors cette valeur de $a + i_1(t)$ on obtient naturellement la valeur de $i_2(t)$. Le courant de décharge est mesuré en fermant la clef K_2 (en maintenant la clef K_1 fermée jusqu'à ce que le courant normal de décharge ait cessé et en l'ouvrant ensuite). Dans ce cas, il n'existe pas de courant de fuite et nous mesurons simplement $i_2(t)$.

La grande résistance R protège le galvanomètre contre les courts-circuits accidentels, lors de la charge et également la batterie quand la clef K_2 est fermée. La valeur de cette résistance est toujours faible vis-à-vis de la résistance effective du diélectrique.

Des mesures ont été exécutées de cette manière par un grand nombre d'expérimentateurs, entre autres par

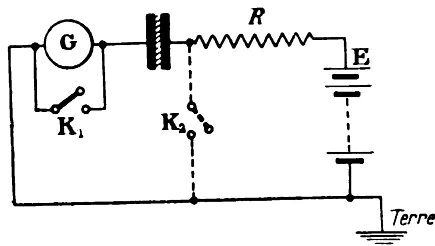


Fig. 3. — Schéma du dispositif de mesure du courant anormal, avec galvanomètre en série.

Schweidler (1), sur du pétrole, du toluène, du verre, du mica et du papier paraffiné : Curtis (2) a examiné principalement la résistivité volumique et la fuite superficielle sur un grand nombre de diélectriques solides. Les essais de Wagner (3) ont porté sur le gutta-percha, le balata, le caoutchouc, l'ébonite, la paraffine, les matières fibreuses etc ; ceux de Lübben (4) ont porté sur de nombreux échantillons de papiers utilisés dans la fabrication des câbles téléphoniques.

Pour la mesure d'un courant inférieur à 10^{-9} A, le montage indiqué sur la figure 4 est parfois suffisant. Le cou-

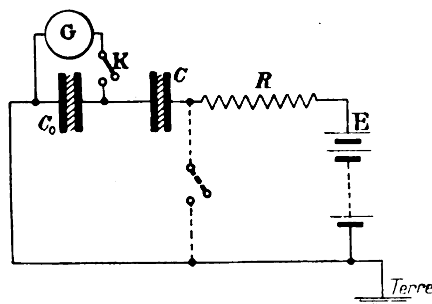


Fig. 4. — Schéma du dispositif de mesure du courant anormal, avec galvanomètre balistique et condensateur.

rant à travers le diélectrique C qui est trop faible pour être décelé par le galvanomètre G est alors dirigé pendant un certain temps Δt dans le condensateur C_0 lequel présente une grande capacité vis-à-vis de celle du condensateur C.

La clef K est alors fermée et la charge ΔQ qui s'est portée sur le condensateur C est mesurée maintenant par la déviation du galvanomètre. Le courant moyen dans l'intervalle de temps Δt est alors

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t}.$$

Le circuit doit être disposé de telle sorte que la différence de potentiel appliquée à C_0 soit toujours faible vis-à-vis de de la force électromotrice de la batterie E. Avec cette disposition, on mesure aisément les courants jusqu'à 10^{-13} A (1).

Si on désire mesurer des courants encore plus faibles, on emploiera avantageusement un électromètre disposé comme l'indique la figure 5. Le faible courant charge alors l'électromètre pendant un intervalle de temps Δt. Soit alors e la lecture faite à l'électromètre au bout du temps Δt, C_1 la capacité de l'électromètre et C_0 la capacité du condensateur en parallèle. Dans ces conditions, la charge du condensateur

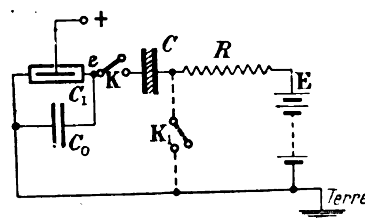


Fig. 5. — Schéma du dispositif de mesure du courant anormal, avec électromètre.

Fig. 6. — Expérience de Thornton sur la polarisation.

et de l'électromètre est $(C_1 + C_0)\,e$ et, alors, le courant moyen durant le temps Δt est :

$$i = \frac{(C_1 + C_0)\,e}{\Delta t}.$$

Comme dans le cas précédent, e doit être maintenu à une faible valeur vis-à-vis de E et le courant de décharge peut évidemment être mesuré avec cette disposition. C_0 est choisi de manière à réaliser la sensibilité la plus convenable. Des courants de 10^{-13} à 10^{-15}A peuvent être mesurés de cette manière. La méthode a été employée par Curtis (2), par S.-W. Richardson (3) (qui fit des expériences sur du spath d'Irlande, du quartz et du sel) et par Tank (4).

Dans certains cas, on désire mesurer le courant de charge, une petite fraction de seconde après l'application de la force électromotrice. Cette opération ne peut pas être exécutée avec la disposition de circuits que nous venons d'envisager à moins d'un arrangement spécial pour la manœuvre des interrupteurs. Des dispositifs pour exécuter de telles mesures ont été décrits par Schweidler (5), Jordan (6) et Tank. Jordan se servait d'un commutateur rotatif avec lequel les variations du courant anormal de charge dans les deux premières secondes qui suivaient l'application de la tension, pouvaient être décelées. Tank se servait du montage de la figure 3, avec un pendule de Helmholtz pour obtenir

(1) Schweidler. *Annalen der Physik*, 1907, t. xxiv, p. 711.
(2) Curtis. *Loc. cit.*
(3) K. W. Wagner. *Archiv für Elektrotechnik*, 1914, t. III, p. 67.
(4) Lübben. *Archiv für Elektrotechnik*, 1911, t. x, p. 283.

(1) Curtis. *Bulletin of the Bureau of Standards*, 1914, t. xi, p. 363 et Schweidler. *Annalen der Physik*, 1907, t. xxiv, p. 750.
(2) Curtis. *Bulletin of the Bureau of Standards*, 1914, t. xi, p. 364.
(3) S.-W. Richardson. *Proceedings of the royal Society*, 1916, t. xxix, p. 41.
(4) Tank. *Annalen der Physik*, 1907, t. xlviii, p. 307.
(5) Schweidler. *Annalen der Physik*, 1907, t. xxiv, p. 751.
(6) Jordan. *Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft*, 1912, t. xiv, p. 451.

l'ouverture des contacts K_1 et K_2 à des intervalles de temps variant de 0,0023 à 0,22 seconde. L'électromètre mesure alors la charge totale qui a passé durant ce faible intervalle de temps. Un avantage d'opérer avec des intervalles de temps aussi réduits est que le courant anormal de charge est alors relativement important, de telle sorte que le courant de fuite est négligeable vis-à-vis du premier. En tous cas, l'effet du courant de fuite ne doit pas, naturellement, être pris en considération.

2. Expériences dans lesquelles on mesure la charge totale ou polarisation. — La plus ingénieuse méthode pour effectuer de telles mesures a été décrite par Thornton [1]. Un échantillon du diélectrique à étudier est taillé en forme d'ellipsoïde. On le suspend par un fil de quartz entre deux plateaux parallèles A et B (fig. 6), entre lesquels on maintient une différence de potentiel constante. L'ellipsoïde placé ainsi dans un charge électrostatique devient polarisé. Si maintenant on le fait osciller faiblement autour de sa position d'équilibre, la période d'oscillation est naturellement une fonction du degré de polarisation de cet ellipsoïde. L'expérience est, en somme, analogue à l'oscillation d'un aimant dans un champ magnétique. Thornton étudia mathématiquement le phénomène et par la connaissance de la période d'oscillation de l'ellipsoïde, à un instant donné, il parvenait à déduire la valeur de k

$$k = \frac{\text{Polarisation}}{\text{Champ électrique}},$$

à cet instant. Il rechercha la variation de k avec le temps et avec la valeur du champ électrique. Le dispositif de mesure était placé dans le vide et était soigneusement desséché au moyen de pentoxyde de phosphore.

H.-A. Wilson [2] s'est servi de la disposition indiquée sur la figure 7. Dans cette méthode, la capacité C_2 du condensateur ayant pour diélectrique l'échantillon à mesurer, est

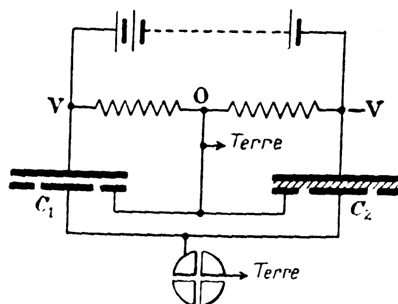


Fig. 7. — Schéma du montage de Wilson pour la mesure de la variation de capacité avec le temps.

comparée à la capacité d'un condensateur à lame d'air C_1. Il a obtenu la formule

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\left(1 + a\frac{e}{\mathrm{I}}\right)}{\left(1 - a\frac{e}{\mathrm{I}} + kt\right)}$$

dans laquelle a est une constante du circuit et e la force électromotrice lue à l'électromètre. kt est un terme représentant l'effet de conduction dans l'échantillon, t étant le temps. La lecture e est faite à divers intervalles de temps. Quand t est très grand, $\frac{C_2}{C_1}$ devient constant et on peut ainsi calculer k. Si alors on utilise cette valeur, la variation de $\frac{C_2}{C_1}$, et, par suite, celle de C_2, peut être calculée pour diverses valeurs de t.

(1) Thornton. *Proceedings of the physical Society*, 1910, t. XXII, p. 186.

(2) H.-A. Wilson. *Proceedings of the royal Society*, 1909, t. LXXXII, p. 409.

F. **Résultats expérimentaux.** — Quand on examine les résultats trouvés par divers expérimentateurs, on s'aperçoit que leurs conclusions sont souvent extrêmement différentes. Il ne paraît pas improbable qu'il existe un certain nombre de phénomènes accessoires qu'il est presque impossible de séparer du véritable déplacement anormal, par exemple des phénomènes moléculaires, des effets d'hétérogénéité de structure et des effets dus à la migration des ions comme dans l'électrolyse.

Considérons d'abord le phénomène rencontré habituellement dans le cas des diélectriques solides, par exemple le courant anormal réversible de charge.

On admet généralement, en pareil cas, qu'il existe un courant de charge anormal relativement important immédiatement après l'application de la tension, mais qui décroît rapidement avec le temps. On trouve que ce courant est proportionnel à la tension appliquée et varie en raison inverse de l'épaisseur de l'échantillon (c'est à dire qu'il est proportionnel au gradient du potentiel), la variation avec le temps n'étant pas altérée par le changement du gradient de la tension [1]. Ainsi, nous pouvons écrire

$$i_2(t) = \beta C_0 E \Phi(t),$$

relation dans laquelle β et le paramètre de la fonction caractéristique du temps $\Phi(t)$ sont des constantes de la substance étudiée et où C_0 est la capacité géometrique du condensateur.

La plupart des observateurs ont aussi trouvé que si on charge un diélectrique jusqu'à ce que le courant anormal se soit annulé et qu'on le décharge ensuite, le courant anormal de décharge est donné par

$$\begin{aligned} i'_2(t) &= -i_2(t) \\ &= -\beta C_0 E \Phi(t). \end{aligned}$$

Ce fait a été vérifié récemment par Lübben [2] sur du papier destiné à l'isolement de câbles téléphoniques; mais des observateurs ont, dans un récent travail, admis ce fait et confiné leur attention soit au courant de charge seul, soit au courant de décharge.

Il semble qu'il existe quelques incertitudes relativement à la forme de la fonction du temps $\Phi(t)$. Beaucoup d'expérimentateurs ont trouvé

$$\Phi(t) = Bt^{-m},$$

relation dans laquelle m est une constante inférieure à l'unité. Cette loi a été donnée par Hopkinson [3], Schwei-

(1) Schweidler. *Annalen der Physik*, 1907, t. XXIV, p. 762.

(2) Lubben. *Archiv für Elektrotechnik*, 1921, t. X, p. 291 et Schweidler. *Loc. cit.*

(3) J. Hopkinson. *Philosophical Transactions*, 1876, t. CLXVI, p. 489; *The philosophical Magazine*, 1876, t. II, p. 314; *Philosophical Transactions*, 1877, t. CLXVII, p. 599; *Proceedings of the royal Society*, 1876, t. XXV, p. 496.

dler [1], Ashton [2], Jordan [3], Lübben [4] et d'autres relativement à des diélectriques variés et il est certain que dans un intervalle de temps assez restreint, cette loi peut, dans beaucoup de cas, représenter les résultats observés. Pour des valeurs de t qui sont ou trop grandes ou trop petites, il est douteux que cette loi soit applicable. Il existe alors deux difficultés concernant l'acceptation de la loi précitée :

1° Quand $t = 0$, $\Phi(t) = \infty$ ce qui signifierait que le courant initial est infiniment grand ;

2° La charge résiduelle totale passant dans le condensateur est donnée par

$$\int_0^\delta i_2(t)\,dt,$$

ou δ représente la durée de la charge et

$$\int_0^\delta Bt^{-m}\,dt = \frac{B\delta^{1-m}}{1-m}$$

qui reste finie pour autant que δ est fini, mais devient infini pour $\delta = \infty$. Ceci signifierait que la charge résiduelle s'accroîtrait indéfiniment aussi longtemps que la tension est appliquée, tandis que l'expérience montre qu'au contraire, cette charge atteint une limite finie [5].

Relativement à la première difficulté, il est intéressant de noter que les expériences de Tank [6] et de Jordan [7] dans lesquelles on mesurait le courant correspondant à de très petites valeurs du temps, ont donné une loi de la forme indiquée plus haut. Il a été présupposé que plus t devient faible, plus le courant devient lui-même petit en se rapprochant d'une valeur limite finie. Cependant, bien que Tank ait atteint dans ces expériences une durée de 0,00033 s, il n'a pu mettre ce dernier fait en évidence.

Ce qui arrive réellement quand t devient de plus en plus petit est qu'on pénètre dans la région pour laquelle le courant normal de charge est important et ainsi, le condensateur n'est pas plus longtemps sous tension constante. Dans les limites d'un intervalle où on pouvait procéder à des investigations, il n'a pas été possible de déceler le point de départ de la loi.

La variation de la capacité avec le temps est évidemment donnée par

$$C = C_0 + \int_0^t i_2(t)\,dt$$

et si

$$i_2(t) = Bt^{-m},$$

nous avons

$$C = C_0 + \frac{B}{1-m}\,t^{(1-m)}.$$

H.-A. Wilson [8] a donné, comme résultat de ses expériences, la loi

$$C = C_0\,[1 + B\log_e(1 + pt)],$$

ce qui correspond à un courant anormal de charge de la forme

$$i_2(t) = \frac{V\,dC}{dt} = \frac{VC_0Bp}{1+pt} = \frac{VC_0B}{t+\frac{1}{p}},$$

expression qu'on peut écrire

$$i_2(t) = \frac{a}{t+b}.$$

Une formule de cette forme a été donnée par Trouton et Russ [1] et Wilson a indiqué qu'un certain nombre d'observations de Schweidler obéissent à cette loi. Cependant, d'autres observations du même expérimentateur n'obéissent pas à cette loi qui ne semble pas être susceptible d'une application aussi étendue que celle exprimée par $i_2(t) = Bt^{-m}$ bien qu'elle donne pour $i_2(t)$ une valeur finie quand $t = 0$.

Une série de mesures plus étendues et de haute valeur ont été exécutées par K.-W. Wagner [2] sur des diélectriques du commerce. Cet auteur a mesuré le courant anormal de décharge après une charge de très longue durée, en utilisant la méthode du galvanomètre simple. Il a trouvé que, bien que la formule

$$i_2(t) = Bt^{-m},$$

puisse être appliquée, dans la plupart des cas, dans un intervalle de temps limité, elle ne convenait pas à tous les résultats, spécialement quand les observations s'étendent au delà d'une période de longue durée. Des courbes typiques indiquées sur la figure 8 ont été tracées

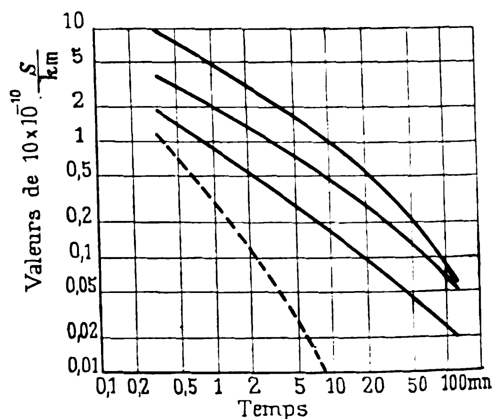


Fig. 8. — Courbe des variations du courant anormal en fonction du temps pour la gutta-percha.

pour deux échantillons de gutta-percha, à des températures différentes. Si, pour plus de commodité, on faisait usage de coordonnées logarithmiques la loi $i_2(t) = Bt^{-m}$ serait représentée par une ligne droite de coefficient angulaire m, du fait qu'on a

$$\log i_2 = -m\log t + \log B.$$

A la vérité, cette ligne finit par s'incurver.

Les courbes de Wagner montrent comment le courant anormal est affecté par la variation de température. Ces

(1) SCHWEIDLER. *Annalen der Physik*, 1907, t. XXIV, p. 752.
(2) A.-W. ASHTON. *The philosophical Magazine*, 1901, t. LII, p. 501.
(3) H. JORDAN. *Verhandlungen der Deutsche Physikalischen Gesellschaft*, 1912, t. XIV, p. 451.
(4) LÜBBEN. *Archiv für Elektrotechnik*, 1921, t. X, p. 291.
(5) Voir, par exemple, THORNTON. *Proceedings of the physical Society*, 1910, t. XXII, p. 186.
(6) TANK. *Annalen der Physik*, 1915, t. XLVIII, p. 307.
(7) H. JORDAN. *Verhandlung en der deutschen physikalischen Gesellschaft*, 1922, t. XIV, p. 451.
(8) H.-A. WILSON. *Proceedings of the royal Society*, 1909, t. LXXXII, p. 409.

(1) TROUTON et RUSS. *The philosophical Magazine*, 1907, t. XIII, p. 578.
(2) K.-W. WAGNER. *Archiv für Elektrotechnik*, 1914, t. III, p. 67

courbes montrent que le courant anormal, d'absorption par exemple, croît rapidement comme la température s'élève et que la variation avec le temps n'est pas autant affectée par un changement de température. Ces résultats sont typiques pour les diélectriques en général. Des résultats semblables ont été donnés par Schweidler [1] pour le verre. Cet auteur a établi que la loi $i_2(t) = Bt^{-m}$ était valable approximativement à toutes les températures, mais tandis que B s'accroît fortement avec la température, la constante m reste pratiquement inaltérée par cette dernière.

Wagner a donné une formule qu'il considère plus exacte que $i_2(t) = Bt^{-m}$ mais qui est compliquée et se déduit de considérations théoriques. Nous en différerons la discussion jusqu'au moment où nous envisagerons la théorie.

D'autres auteurs ont donné des formules exprimant la variation de la durée du courant de décharge pour diverses valeurs de la durée de charge. Dans de tels cas, nous avons introduit une autre variable et les formules deviennent plus compliquées. Comme aucune tentative n'a été faite pour relier ces formules à d'autres travaux, nous ne les considérerons pas ici.

Thornton [2] n'a pas donné de formule pour traduire les résultats qu'il a obtenus. Il a décrit la polarisation produite par un champ constant comme étant composée de trois parties :

1° Un accroissement très rapide de la charge normale;

2° Ensuite une charge lente à un taux uniforme :

3° Et finalement une tendance vers la saturation.

Ceci ne semble pas concorder avec les résultats d'autres observateurs. Ce point sera envisagé plus tard.

1. Loi de superposition d'Hopkinson [3]. — Nous avons, jusqu'à présent, envisagé les lois du courant anormal en supposant une tension constante. Considérons maintenant le cas d'un diélectrique chargé durant un certain temps τ sous une tension constante et déchargé ensuite en mettant en court-circuit les armatures entre lesquelles il est placé. Supposons que le courant anormal de charge soit donné par l'équation

$$i_2(t) = \mathrm{f}(t),$$

dans laquelle le temps t est compté à partir de l'instant où la tension est appliquée.

Hopkinson établit, comme résultat de ses expériences, que le courant anormal de décharge est donné par

$$i'_2(t) = \mathrm{f}(t) - \mathrm{f}(t + \tau),$$

t étant maintenant compté à partir de l'instant où la tension est réduite à zéro. Alors, nous pouvons envisager le courant $i'_2(t)$ comme étant formé de deux composantes, la première $\mathrm{f}(t)$ étant exactement semblable dans ses variations avec le temps au courant anormal de charge, mais dans la direction opposée et la seconde, $\mathrm{f}(t + \tau)$, étant simplement une prolongation du courant anormal de charge. Tout se passe comme si la réduction de la tension à zéro, au lieu d'annuler l'effet de l'application du champ électrostatique, superposait simplement au courant produit en premier lieu un autre courant obéissant à la même loi mais de sens opposé. Ainsi, le comportement d'un échantillon de diélectrique dépend de ses états antérieurs. (Ceci démontre l'importance de la mise en court-circuit d'un échantillon pendant au moins plusieurs heures avant de le soumettre à un essai, de telle sorte que les courants qui ont été en jeu dans cet échantillon puissent s'éteindre).

C'est là le principe de superposition d'Hopkinson dont on peut déduire certaines conséquences pleines d'intérêt.

1° Après une charge durant un temps infiniment petit, le courant anormal de décharge est donné par

$$i'_2(t) = \mathrm{f}(t) - \mathrm{f}(t + \infty) = \mathrm{f}(t),$$

du fait que $\mathrm{f}(\infty) = 0$, d'où

$$i'_2(t) = i_2(t);$$

$i_2(t)$ et $i'_2(t)$ ont, bien entendu, des sens opposés.

2° Dans le cas où nous chargeons durant un temps τ et déchargeons ensuite, nous trouvons

$$\int_0^\infty i'_2(t)\,\mathrm{d}t = -\int_0^\tau i_2(t)\,\mathrm{d}t.$$

Ainsi, la charge totale libérée hors du condensateur par le courant anormal de décharge est égale à la charge apportée au condensateur par le courant anormal de charge durant le temps τ considéré.

Des mesures faites par Ashton [1] sur un câble sont en désaccord avec cette théorie. Les résultats obtenus par cet expérimentateur semblent indiquer que la charge libérée est deux fois plus grande que la charge d'apport due au courant $i_2(t)$. Thornton [2] cite ces résultats et les explique par le fait que le courant de charge a lieu sous tension constante, tandis que le courant de décharge se produit sous tension décroissante. De la sorte, l'énergie de charge et de décharge étant la même, la quantité d'électricité à la décharge doit être double de celle apportée durant la charge. Le cas n'est cependant pas aussi simple qu'il apparaît. Dans la décharge, le condensateur est en court-circuit et, ainsi, la différence de potentiel entre ses armatures est très voisine de zéro, de sorte que dans de telles conditions le condensateur ne restitue qu'une faible fraction de l'énergie accumulée durant le passage du courant de charge anormal (du fait que le courant anormal de décharge est, comme on le sait, du même ordre de grandeur que le courant anormal de charge).

Le principe de la superposition a été étendu à certains cas dans lesquels la tension varie d'une manière particulière [3]. Supposons que la différence de potentiel appliquée subisse des variations par une série d'accroissements $\Delta_0 E$, $\Delta_1 E$, $\Delta_2 E$... aux instants correspondants 0, t_1, t_2, t_3... Le courant anormal de charge résultant peut être considéré comme une superposition des courants de charge partiels dus à chacun des accroissements. Chacun de ces courants partiels étant considéré comme indépendant l'un de l'autre. Dans ces conditions, le courant résultant est donné par la relation

$$i_2(t) = \beta C\,[\Delta_0 E\,\mathrm{f}(t) + \Delta_1 E\,\mathrm{f}(t - t_1) + \Delta_2 E\,\mathrm{f}(t - t_2) + \ldots].$$

Si, maintenant, la différence de potentiel appliquée varie suivant la loi $E(t)$, on a

$$i_2(t) = \beta C \int_{-\infty}^{t} \frac{\mathrm{d}E(u)}{\mathrm{d}u}\,\mathrm{f}(t - u)\,\mathrm{d}u.$$

(1) Schweidler. *Annalen der Physik*, 1907, t. XXIV, p. 759.
(2) W.-M. Thornton. *Proceedings of the physical Society*, 1910, t. XXII, p. 186.
(3) Hopkinson. *Mémoires originaux*, t. II.

(1) A.-W. Ashton. *The philosophical Magazine*, 1901, t. LII, p. 501.
(2) W.-M. Thornton. *Loc. cit.*
(3) Schweidler. *Annalen der Physik*, 1907, t. XXIV, p. 717.

Si ce principe de la superposition des charges est exact, quand nous chargeons un condensateur pourvu d'un certain diélectrique jusqu'à l'obtention d'un état permanent et que nous déchargeons celui-ci, soit que nous opérions la décharge en mettant en court-circui les armatures ou que nous abaissions lentement la tension, la quantité d'électricité éliminée du condensateur par le courant de décharge résiduel doit être égale à la quantité d'électricité apportée durant la charge. Supposons maintenant que nous chargions un condensateur jusqu'à ce qu'il ait absorbé une certaine quantité d'électricité comprenant une charge normale q_N et une charge résiduelle q_R. L'énergie mise en jeu durant charge est alors

$$W = \frac{1}{2} q_N V + q_R V,$$

formule dans laquelle V est la tension appliquée. Supposons maintenant que le condensateur soit déchargé en abaissant la tension par un nombre infiniment grand de « sauts » infiniment petits, en permettant l'obtention de l'état de régime après chaque saut.

Dans ces conditions, quand la décharge est effective, le principe de superposition exige que la charge résiduelle délivrée soit égale à q_R. Mais le potentiel a, durant la décharge, décru uniformément, de telle sorte que l'énergie restituée par le condensateur lors de la décharge est

$$W_1 = \frac{1}{2} V (q_N + q_R).$$

Ainsi, la perte nette d'énergie est, dans ce cas, égale $\frac{1}{2} q_R V$, c'est-à-dire la moitié de l'énergie requise pour emmagasiner la charge anormale, tandis que cette dernière est entièrement perdue si on effectue la décharge en mettant en court-circuit les armatures du condensateur. Il devient alors évident que si le courant « d'absorption » obéit au principe de la superposition, une certaine quantité d'énergie est perdue pendant la charge du condensateur, à moins que ce dernier ne soit chargé et déchargé très lentement. L'importance de cette perte dépend évidemment du montant total de la charge « absorbée » et du taux de la charge et de la décharge. Il est évident aussi que quand le condensateur est soumis à une tension alternative, il y aura une certaine perte d'énergie dans chaque demi-période et cette perte est absolument indépendante de la résistance de fuite. Les lois suivies par la perte d'énergie quand la tension appliquée est sinusoïdale seront développées au cours de cet article. Cependant on peut noter que le résultat obtenu par Ashton et cité par Thornton est contraire au principe de la superposition et que tous les deux ne peuvent pas être acceptés. Ashton dans son mémoire n'avait que peu de confiance dans l'interprétation des expériences et le résultat étant un cas isolé ne peut être agréé sans une nouvelle enquête.

2. La force électromotrice interne de polarisation. — Cette grandeur a été introduite par P. Curie (1) et mesurée par S.-W. Richardson (2). Elle représente une autre manière d'envisager ce même phénomène du courant résiduel de décharge. Supposons qu'une force électromotrice E soit appliquée à un échantillon donné durant un certain temps et qu'elle soit ensuite réduite à une valeur E'. Si E' est plus grand qu'une certaine valeur P, le courant d'« absorption » a lieu dans la même direction, mais si E' est inférieur à P ce courant a lieu dans la direction opposée.

Richardson a appelé cette valeur critique P, la force électromotrice interne de polarisation et l'a mesurée en utilisant un dispositif potentiométrique permettant d'obtenir les variations de tension.

Il est intéressant de chercher la signification de P. En appliquant au cas considéré le principe de la superposition, l'équation

$$i = E\,\mathrm{f}(t) - (E - E')\,\mathrm{f}(t - \delta),$$

donne le courant après la réduction de la tension à E' au temps δ (les charges normales ne sont pas considérées ici). Dans ces conditions, P est défini par

$$o = E\,\mathrm{f}(t) - (E - P)\,\mathrm{f}(t - \delta) \quad \text{quand} \quad t = \delta.$$

$$P = E\left[1 - \frac{\mathrm{f}(t)}{\mathrm{f}(t - \delta)}\right] \quad \text{ou} \quad t = \delta,$$

c'est-à-dire

$$P = E\left[1 - \frac{\mathrm{f}(\delta)}{\mathrm{f}(o)}\right].$$

Richardson établit que P croît avec la durée de charge d'abord très rapidement et ensuite plus lentement comme le confirme la formule ci-dessus. Il établit également que dans le but de déterminer la vraie valeur de la résistance de l'échantillon, on doit prendre cette force électromotrice en considération. Il écrit donc

$$\text{Courant de charge} = \frac{dQ}{dt} + \frac{E - P}{R},$$

$\frac{dQ}{dt}$ étant le taux de charge du condensateur; E est la force électromotrice appliquée et R est la vraie valeur de la résistance. Cet auteur a déterminé R pour le quartz et le spath d'Islande et il a certainement obtenu des valeurs supérieures à celles qu'on obtiendrait en négligeant P. Cependant, un autre aspect de cette question doit être pris en considération. Le courant réel de conduction est i_c. Si E est la tension appliquée et si on néglige P, on a pour la résistance

$$R = \frac{E}{i_c};$$

et la puissance dépensée est

$$E i_c = \frac{E^2}{R}.$$

Si maintenant nous prenons la définition de Richardson

$$R_1 = \frac{E - P}{i_c},$$

nous ne pouvons pas écrire

$$\text{Puissance dépensée} = \frac{E^2}{R_1}$$

du fait que la puissance dépensée est certainement égale au produit de la tension appliquée par le courant de conduction. Ainsi, au point de vue de la dissipation de l'énergie, la définition ordinaire de la résistance est plus indiquée, bien qu'elle ne puisse pas nécessairement signifier que la

(1) P. Curie, *Annales de Chimie*, 1889.
(2) S.-W. Richardson, *Proceedings of the royal Society*, 1916, t. XCII, p. 101.

résistivité et le mouvement de l'électricité dans le diélectrique soient uniformes dans l'échantillon et déterminés par

$$\frac{RS}{l}.$$

S étant la section transversale de l'échantillon, R sa résistance et l sa longueur. R doit être considéré comme une simple mesure de la puissance totale dépensée par le courant de conduction.

G. **Absorption dans les champs alternatifs**. — Nous avons vu que quand un diélectrique est soumis à une tension alternative, on peut s'attendre à ce que le courant anormal de charge donne lieu à une augmentation de la capacité apparente. La grandeur d'un tel accroissement dépendant du temps requis pour accomplir une période, c'est-à-dire de la fréquence.

Si ce courant anormal obéit au principe de superposition, il existera aussi une certaine perte de puissance qui dépendra de la fréquence, mais qui sera entièrement indépendante du courant dans le conducteur. La relation entre ces effets et le comportement du diélectrique sous tension constante ont été étudiés par Schweidler (¹) dont nous allons suivre le mode de raisonnement.

Nous avons obtenu pour l'équation générale du courant anormal

$$i_2(t) = \beta C \int_{-\infty}^{t} \frac{\mathrm{d}E(u)}{\mathrm{d}u}\, \mathrm{f}(t-u)\,\mathrm{d}u,$$

équation dans laquelle $E(u)$ exprime la variation de la tension appliquée avec le temps et $\beta C \mathrm{f}(t)$, le courant anormal produit par l'application d'une force électromotrice unité, au temps $t = 0$.

Si maintenant la tension est sinusoïdale, nous avons

$$E(u) = E_0 \sin \omega u,$$

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}u} E(u) = \omega E_0 \cos \omega u,$$

d'où

$$i_2(t) = E_0 \omega \beta C \int_{-\infty}^{t} \cos \omega u\, \mathrm{f}(t-u)\,\mathrm{d}u$$

$$= E_0 [M \cos \omega t + N \sin \omega t],$$

avec

$$M = \omega \beta C \int_0^\infty \mathrm{f}(x) \cos \omega x\,\mathrm{d}x,$$

et

$$N = \omega \beta C \int_0^\infty \mathrm{f}(x) \sin \omega x\,\mathrm{d}x,$$

et également

$$x = (t-u).$$

Le courant anormal est ainsi déterminé. D'autre part, à ce courant se superposent le courant normal de charge $\omega E_0 C \cos \omega t$ et le courant normal de conduction $G E_0 \sin \omega t$. Ainsi le courant total est

$$i = E_0 [(\omega C + M) \cos \omega t + (G + N) \sin \omega t].$$

Et la capacité réelle est donnée par

$$C_{\text{réelle}} = C + \frac{M}{\omega}$$

$$= C + \beta C \int_0^\infty \mathrm{f}(x) \cos \omega x\,\mathrm{d}x.$$

Si, dans ces conditions, $\frac{\Delta C}{C}$ représente la fraction d'accroissement de capacité dû à l'absorption, on a

$$\frac{\Delta C}{C} = \beta \int_0^\infty \mathrm{f}(x) \cos \omega x\,\mathrm{d}x.$$

Et la perte de puissance est donnée par

$$\frac{E_0^2}{2}(N + G).$$

Par exemple, si E est la tension efficace, la perte d'énergie due à l'absorption est

$$W_1 = E^2 \beta C \omega \int_0^\infty \mathrm{f}(x) \sin \omega x\,\mathrm{d}x.$$

Ainsi, si on connait la fonction $\mathrm{f}(x)$, la perte d'énergie et le changement de capacité avec la fréquence peuvent, tous deux, être calculés.

On doit remarquer que si le principe de superposition est exact, la perte d'énergie serait proportionnelle au carré de la tension.

Nous avons vu que notre connaissance de la fonction $\mathrm{f}(x)$ n'est pas entièrement satisfaisante. La formule donnée, le plus souvent, est

$$\mathrm{f}(t) = B t^{-m}$$

dans laquelle m est une constante dont la valeur est inférieure à l'unité. On est ainsi conduit à la formule

$$\frac{\Delta C}{C} = \beta \omega^{m-1} \Gamma(1-m) \cos \frac{(1-m)\pi}{2}$$

$$= B' \omega^{m-1}$$

et

$$W_1 = E^2 \beta C \omega^m \frac{\pi}{2\Gamma(m) \cos \frac{(1-m)\pi}{2}}$$

$$= E^2 A \omega^m;$$

A et B sont évidemment constants pour une valeur déterminée de m, et une forme définie de l'échantillon. Ce résultat est d'une grande importance du fait qu'il met en évidence la manière dont la perte d'énergie varie avec la fréquence. Les essais exécutés au National physical Laboratory sur des revêtements de vernis en ont apporté une vérification remarquable dans l'intervalle d'une bande limitée de fréquence.

Pour la perte d'énergie due aux fuites et à l'absorption, on a

$$\mathrm{tg}\,\delta = \frac{1}{C\omega} \frac{G + A\omega^m}{1 + B'\omega^{m-1}}.$$

H. **Le courant anormal irréversible**. — Le courant anormal irréversible est considéré habituellement comme une propriété caractéristique des diélectriques liquides, bien que, dans certains cas, on a relaté qu'il existait dans les solides, par exemple dans le papier. Dans de tels cas, il est tout à fait vraisemblable que la cause du phénomène résidait dans un liquide absorbé par le diélectrique.

Il existe relativement peu de travaux publiés à ce sujet durant ces dernières années, bien qu'il ait donné lieu à la production d'un certain nombre d'écrits antérieurs à 1913. Schweidler dans le manuel de Graetz (¹) a résumé comme il suit les travaux accomplis dans ce domaine jusqu'en 1912 :

(¹) SCHWEIDLER. *Loc. cit.*

(¹) GRAETZ. *Handbuch der Elektrizitat und des Magnetismus*, t. 1, p. 237.

« La diminution de courant avec le temps est souvent très lente. En général, la valeur définitive du courant est atteinte d'autant plus vite que la tension appliquée ou l'intensité de champ est plus élevée. Si après le passage du courant durant un temps assez long, sous une tension E_1, on réduit cette dernière à une valeur plus faible E_2, il se produit un accroissement de courant qui succède à la première diminution correspondant à la chute de tension de E_1 à E_2.

» La loi donnée généralement pour la variation du courant anormal en fonction du temps est

$$i_2(t) = Bt^{-m}$$

c'est-à-dire la même loi que celle qui caractérise les solides au point de vue du courant anormal réversible :

» La supposition suivant laquelle la valeur finale constante a du courant de charge serait un courant de conduction normal et aussi d'après laquelle la partie variable $i_2(t)$ serait un courant anormal superposé au premier, est infirmée par le fait que cette valeur finale montre un désaccord avec la loi d'Ohm. Quand on utilise diverses tensions, la valeur finale a n'est pas en général proportionnelle à E, mais croît plus lentement que E; dans beaucoup de cas, il arrive qu'en augmentant la valeur de E, on atteigne pour le courant une valeur de saturation analogue à celle observée dans l'ionisation des gaz. Cependant, dans un petit nombre de cas, le phénomène contraire a lieu et le quotient $\frac{a}{E}$ croît avec l'augmentation de tension.

» Comme dans le cas de la conduction électrolytique le courant croît fortement avec la température.

» Quand les deux électrodes sont de forme différente, le phénomène est susceptible de manifester une dyssymétrie suivant le sens de circulation du courant. »

Une longue liste de références est donnée par Schweidler à l'appui de ces exposés.

Le travail récent le plus important sur ce sujet est celui de Tank [1] qui a examiné un certain nombre de liquides tels que le sulfure de carbone, la résine, l'huile, le benzol et le pétrole et a trouvé que tous donnaient lieu au même phénomène. Sous une tension appliquée constante, un courant passe dans le liquide et ce courant peut être approximativement représenté par la formule

$$i = Bt^{-m} \quad \text{avec} \quad 0 < m < 1.$$

Le courant était mesuré par un simple circuit galvanométrique pour des durées variant de 1 à 30 minutes. Bien que le courant ne fût pas réversible, il existait, dans certains cas, des traces d'effet en retour. Le phénomène est considéré comme étant dû à la conduction ionique et on suppose que cette dernière n'est pas une propriété caractéristique de l'isolant lui-même, mais dépend largement des impuretés. Les traces d'effet en retour trouvées dans certains cas étaient considérées comme imputables à la polarisation chimique des électrodes.

Dans le cas des solides où se manifestent les phénomènes réversibles anormaux, Tank a trouvé que la loi $i_2(t) = Bt^{-m}$ est valable approximativement, même quand les intervalles de temps sont rendus aussi petits que possible par l'emploi d'un pendule de Helmholtz. Quand les liquides étaient examinés de cette manière, on notait une différence importante : lorsqu'on diminuait le temps t de plus en plus, le courant anormal de conduction ne continuait pas à croître au taux indiqué par la formule, mais tendait vers une valeur constante. Les variations du courant en fonction du temps sont indiquées sur la courbe de la figure 9. Les expériences réalisées avec de courts intervalles de temps indiquaient un courant constant. Celles dans lesquelles le temps t était supérieur à une minute donnaient une variation

$$f(t) = Bt^{-m}.$$

Malheureusement il n'a pas été possible d'opérer des recherches relatives à la portion intermédiaire de la courbe. La ligne en pointillé sur la figure 9 doit probablement correspondre à la réalité. Tank a argué que quand le courant

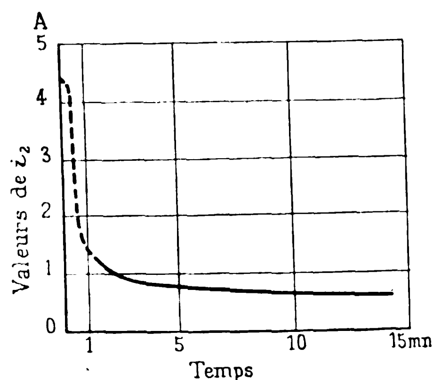


Fig. 9. — Courbes de variation du courant anormal en fonction du temps, dans les diélectriques liquides.

est alternatif, les conditions sont telles qu'elles correspondent à de très petites valeurs de t, et pour ce courant alternatif, le diélectrique liquide se comportera comme s'il possédait une conductibilité constante G. Ainsi la perte d'énergie sera donnée par V^2G et sera indépendante de la fréquence. G doit naturellement être calculé à partir du courant initial quand la tension constante est appliquée. Des mesures directes de la perte d'énergie à 50 p : s ont été trouvées en accord avec les valeurs calculées d'après les expériences réalisées à tension constante.

Il semble cependant douteux que nous puissions accepter ce résultat comme une loi valable pour les diélectriques liquides. En premier lieu, cela suppose que le courant initial est proportionnel à la tension appliquée et aussi qu'il ne dépend pas des variations de la tension pour autant que cette dernière varie au moins plusieurs fois par seconde. Les résultats des observateurs précédents cités par Schweidler semblent indiquer qu'aucune de ces suppositions n'est vraie, en général.

Au total, les lois du comportement des diélectriques liquides sous tension constante ne paraissent pas susceptibles d'être encore généralisées de manière à nous rendre capables d'établir exactement leur relation avec les pertes d'énergie dans les champs alternatifs.

L'opinion générale semble indiquer que :

1° Les phénomènes anormaux dans les diélectriques liquides sont dus à la conduction ionique;

2° Ces phénomènes dépendent dans une très large mesure des impuretés dans le liquide;

3° Si on pouvait obtenir des diélectriques liquides parfaitement purs, il paraît probable que ceux-ci ne donneraient pas lieu à des effets anormaux. (*A suivre.*)

L. Hartshorn.

Traduit par L. Vellard.

[1] Tank. *Annalen der Physik*, 1915, t. XLVIII, p. 307.

Revues, analyses et informations

Recherches sur la décharge électrique et les radiations émises par les gaz et les solides bombardés par des électrons lents (¹).

Malgré le nombre considérable de recherches effectuées jusqu'à ce jour sur la décharge électrique dans les gaz raréfiés, l'accord des physiciens est bien loin de s'être réalisé quant à son mécanisme intime, et bien des faits obscurs demeurent, même au simple point de vue de l'explication qualitative des phénomènes qu'elle présente. Ce mécanisme diffère d'ailleurs certainement selon les conditions, comme la pression ou l'émissivité de la cathode. De nombreux résultats fondamentaux ont pourtant été acquis, comme le rôle de l'afflux cathodique, par P. Villard ; l'étude précise de la distribution du champ électrique dans la décharge, par Aston; l'analyse des rayons positifs et le rôle des radiations absorbables, par J.-J. Thomson, pour ne citer que quelques-uns des plus importants. Il reste cependant de nombreuses recherches à effectuer sur cet inépuisable sujet, et l'auteur s'est proposé, en particulier, l'étude de la pression du gaz aux divers points remarquables d'une décharge en activité, et celle des radiations émises aux mêmes points.

L'étude attentive de la décharge dans le tube de Crookes avait déjà amené l'auteur à distinguer deux mécanismes distincts et simultanés rendant compte de l'émission électronique de la cathode et à interpréter simplement la lueur négative, ainsi que l'espace obscur de Crookes. D'après cette conception, la lumière négative était considérée comme un nuage gazeux isolé dans l'espace vide du tube, et constitué par un mélange d'ions positifs et d'électrons lents en état de recombinaison, l'ionisation étant entretenue par une émission électronique de faible densité émise par toute la surface de la cathode et due à l'effet photoélectrique des radiations ultraviolettes à très courte longueur d'onde (région de Lyman) de la lumière négative elle-même. Ce cycle, étant instable, donne une caractéristique négative à la décharge intermittente sous potentiel constant. A ce mode de décharge fondamental, qui n'est pourtant responsable que d'une faible fraction du courant traversant le tube, vient s'en ajouter un second, qui en est la conséquence, et que l'on considère généralement seul : la formation de l'affux et du faisceau cathodiques.

La lumière négative — nébuleuse presque électriquement neutre et équipotentielle — est, en effet, une source d'ions positifs qui, drainés vers la cathode et repoussés par ceux que les parois absorbent, constituent l'afflux cathodique creux et resserré. L'impact de ces ions sur la cathode a pour effet d'en libérer des électrons lents, par attraction électrostatique. Ceux-ci constituent le faisceau cathodique affectant la même section initiale que l'afflux. Ce faisceau transporte la majeure partie du courant débité dans le tube de Crookes, comme l'ont montré des mesures calorimétriques effectuées aux électrodes d'un tube à hydrogène.

La lueur négative peut ainsi être considérée comme une sorte d'anode gazeuse envoyant, dans un vide élevé, un flux d'ions positifs vers la cathode et nous savons que, d'après la proportion des ions et électrons existant dans cet espace, il y régnera une charge positive. Celle-ci aura pour effet de limiter l'intensité de l'afflux, suivant une loi analogue à celle de Langmuir pour la charge électronique spatiale, et le surplus d'ions, dirigés par l'agitation moléculaire vers cet espace, seront repoussés vers la lueur en produisant une contrepression. Il en résultera un équilibre se traduisant par l'apparition d'un bourrelet gazeux limitant nettement la lueur du côté de la cathode. L'espace existant entre celle-ci et le bord net de la lumière négative apparaîtra donc relativement obscur pour deux raisons :

1° Les ions et les électrons y sont animés de vitesses considérables réduisant leurs chances de combinaison par attraction électrostatique;

2° Les ions y sont raréfiés et concentrés en un afflux relativement resserré.

La lueur négative représente donc la trace des électrons cathodiques photoélectriques, la recombinaison ayant lieu sur place, aussitôt après l'ionisation. Il y a ainsi identité de nature entre cette nébulosité et la trace nette et déliée du faisceau cathodique proprement dit. Ces deux phénomènes ne diffèrent que par l'intensité. En réalité, tout l'espace obscur est rempli de lumière négative de faible densité, et celle-ci y est fort visible le long de la trajectoire du faisceau cathodique. Elle augmente seulement brusquement d'intensité dès qu'il pénètre dans le nuage d'ions lents, tandis que la lueur générale ne fait qu'y apparaître.

L'étendue de cette luminosité correspond au pouvoir de pénétration des électrons dans le gaz résiduel; lorsque la pression est élevée, ceux-ci épuisent toute leur énergie dans une étroite tranche gazeuse entourant la cathode, mais, lorsqu'elle est assez basse pour que les rayons cathodiques puissent traverser toute l'ampoule, elle remplit complètement celle-ci (tube de Crookes). L'ionisation est alors due surtout aux rayons cathodiques secondaires lents issus des parois, qui constituent une radiation diffuse baignant tout le volume de l'ampoule. Si la pression s'abaisse encore, elle se réduit à une nébulosité de faible volume attachée à l'anode.

Ainsi, chaque fois que dans un tube à décharge rempli de lumière négative on chargera négativement par rapport à cette lueur une électrode ou une paroi isolante, les ions positifs seront drainés vers celles-ci et elle s'entourera d'un espace obscur.

Il résulte de cette interprétation que, si tout le gaz était ionisé, il devrait exister des différences relativement considérables de pression locale dans les diverses régions de la décharge.

L'espace de Crookes serait ainsi une zone de raréfaction et la lueur négative, une zone de concentration, avec élévation de la pression au bord net. Ainsi, des mesures de pression locale présentent un grand intérêt au point de vue du mécanisme de la décharge.

Les variations locales de pression ont été recherchées en explorant la décharge au moyen d'un faisceau transversal de rayons X monochromatiques de grande longueur d'onde, dont les variations d'intensité dénotaient les inégalités de densité gazeuse. Un effet notable a été observé au bord net de la lumière négative, localisé en une étroite tranche gazeuse et où il existe une forte élévation de la pression due aux ions positifs. Les grosses différences de pression prévues théoriquement sont masquées par l'existence d'un grand excès d'atomes neutres.

(¹) A. Dauvillier. *Le Journal de Physique et le Radium*, décembre 1926, t. VII (6ᵉ série), p. 369-389; 13 000 mots, 13 figures.

La radiation ionisante issue de tous les points remarquables de la décharge a été étudiée qualitativement et quantitativement dans divers gaz et sous diverses pressions. La lumière positive est invariablement constituée par des rayons du type Schumann-Lyman émis avec un haut rendement. Son intensité est proportionnelle au courant et indépendante de la différence de potentiel entre les électrodes. Les radiations émises par la lumière négative dépendent, à différence de potentiel constante, de la pression. Lorsque celle-ci est de l'ordre du millimètre, on n'y trouve que les rayons précédents, mais lorsqu'elle devient dix fois plus faible, il y apparaît des spectres d'étincelle et les rayons X caractéristiques du gaz. Le rayonnement de l'espace de Crookes est remarquable : très mou devant la cathode, il devient de plus en plus pénétrant et intense lorsqu'on se rapproche du bord net de la lueur négative, où il croît très brusquement, d'une manière discontinue. Il est dû uniquement aux électrons. Aucune radiation attribuable aux ions positifs n'a pu être décelée. Il n'a pas non plus été constaté, dans la lumière négative, de radiations X indépendantes appréciables.

Les expériences ont été effectuées au moyen d'une cathode d'aluminium et, pour les plus faibles différences de potentiel, au moyen d'une cathode incandescente, soit avec soit sans écran matériel entre le tube à décharge et la chambre d'ionisation.

L'auteur montre le rôle important joué par la lueur négative dans le fonctionnement des tubes à rayons X et dans l'arc électrique à basse pression. Ce dernier apparaît comme dû à un effet photoélectrique de cette radiation sur la cathode.

Après avoir étudié le rayonnement des gaz soumis au bombardement des électrons, il était intéressant de le comparer à celui des éléments solides en opérant exactement dans les mêmes conditions d'excitation et d'observation.

Il régnait, en effet, dans la littérature, beaucoup de confusion relativement à la nature des radiations ainsi émises ; faute d'en pouvoir faire l'étude spectrographique, les auteurs en étaient réduits, pour les analyser, à des méthodes indirectes d'application difficile. La plupart des chercheurs s'accordaient pour les considérer comme surtout formées de rayons caractéristiques, en donnant toutefois des valeurs extrêmement discordantes pour leurs potentiels critiques. D'autres étaient d'ailleurs arrivés à la conclusion opposée, c'est-à-dire à l'absence de radiations caractéristiques et de potentiels critiques.

Grâce à l'emploi d'un tube à pure émission électronique, l'auteur a pu étudier d'une manière précise l'émission de l'anticathode. L'élément étudié a toujours été utilisé sous forme de *cathode incandescente* et c'est l'évaporation de celle-ci qui entretenait sur l'anode une pellicule, présentant les couleurs des lames minces, mais toujours assez épaisse pour absorber les rayons cathodiques. Les éléments étudiés furent le bore, le carbone, le zirconium, le molybdène, le tantale, le tungstène et le thorium.

La plupart de ces mesures furent exécutées en soudant directement la chambre d'ionisation sur le tube, de manière à accroître la sensibilité.

On constata que les solides bombardés par des électrons lents donnent un faible spectre continu et des rayons caractéristiques intenses, comme on l'avait déjà constaté dans le domaine des rayons X à courte longueur d'onde. L'émission du fond continu semble toutefois obéir à une loi différente de celle de l'émission des rayons caractéristiques. L'énergie globale des rayons caractéristiques décroît à mesure que l'on considère des séries d'ordre plus élevé.

L'étude des potentiels critiques d'émission présente l'intérêt indirect d'offrir une nouvelle méthode de mesure des principaux niveaux de faible énergie des éléments lourds ou légers. — L. B.

Sur l'effet Volta.

A la séance du 1er juillet 1927 de la Société française de Physique, M. Emmanuel Dubois, maître de conférences à la Faculté des Sciences de Caen, a fait, sur ce sujet, une communication dont il a donné le résumé suivant (1).

L'auteur s'est proposé de rechercher les variations de l'effet Volta résultant du chauffage dans le vide d'une des deux électrodes en présence. Il a trouvé, en opérant sur huit métaux différents, la loi suivante, que l'on peut considérer comme générale : Si l'on chauffe un métal dans le vide, on constate, après refroidissement, que le chauffage l'a rendu électronégatif, pourvu que ce chauffage ait été suffisamment prolongé et effectué à température suffisamment élevée.

Les variations de l'effet Volta observées sont de l'ordre du volt.

L'interprétation de ce résultat est encore difficile. Il semble bien que ces variations soient dues à la disparition, sous l'effet du chauffage, de certaines impuretés communes à tous les métaux.

L'auteur s'est proposé de faire réagir systématiquement sur les métaux les diverses impuretés qui s'y trouvent normalement : gaz occlus, impuretés salines et de mesurer les variations de l'effet Volta qui en résultent. Voici les premiers résultats obtenus :

1° Si l'on chauffe un métal dans l'air atmosphérique, il devient très rapidement électronégatif comme après chauffage dans le vide. L'oxydabilité plus ou moins grande du métal n'intervient pas.

2° Si l'on distille un chlorure alcalin, tel que le chlorure de potassium, sur un métal rendu électronégatif par chauffage, le métal devient fortement électropositif. Le fait qu'un métal devient électronégatif par chauffage peut donc être en partie attribué aux impuretés salines qui existent toujours à la surface des métaux.

L'auteur montre ensuite comment on peut se représenter la distribution des potentiels dans un système de deux électrodes en présence l'une de l'autre : il y a, à la surface de chaque métal, une variation brusque de potentiel que l'on peut imaginer produite par une double couche électrisée. La face négative de cette double couche est contre le métal. C'est la disparition de cette double couche sous l'action du chauffage qui produit les variations de l'effet Volta observées.

Cette hypothèse est en accord avec une conséquence de la formule d'Einstein relative à l'effet photoélectrique : la fréquence minimum ν_0, au-dessous de laquelle un métal n'est plus photoélectrique, est proportionnelle au travail p qu'un électron doit fournir pour sortir du métal. Or la double couche imaginée est accélératrice vis-à-vis d'un électron émergeant du métal. Sa disparition doit donc augmenter p et par suite ν_0. Des expériences récentes ont montré précisément que, si l'on chauffe un métal dans le vide, la fréquence lumineuse minimum nécessaire pour le rendre photoélectrique, augmente.

(1) *Bulletin de la Société française de Physique*, 1er juillet 1927, n° 250, p. 104 S-105 S.

SECTION INDUSTRIELLE

Comparaison de la téléphonie à haute fréquence et de la téléphonie sans fil appliquées aux liaisons entre usines génératrices, sous-stations, etc.

Dans cette note sont résumés les avantages et les inconvénients de ces deux systèmes de communication par téléphonie à ondes guidées et par téléphonie sans fil, dont peuvent disposer les exploitants d'usines de production et de réseaux de distribution pour assurer une liaison entre les divers points de l'entreprise. M. Dubois, qui est spécialiste dans ces travaux, et dont les diverses études ont été signalées dans cette Revue (*), envisage ces deux solutions à un point de vue général, considérant à la fois le côté technique et le côté économique de la question ; il conclut en faveur de la téléphonie à ondes guidées dont il fait ressortir très nettement tous les avantages sur la seconde solution.

L'extension croissante des réseaux de distribution et de transmission d'électricité nécessite, de plus en plus, une étude approfondie et comparative des divers moyens de télécommunications. Actuellement, la tendance très nette, dans tous les pays, est aux télécommunications par ondes guidées le long de conducteurs à haute tension; mais certains secteurs utilisent la méthode à ondes libres.

Voici, à titre comparatif, un état des installations à haute fréquence réalisées en Europe :

France	20	postes
Allemagne	250	id
Suisse	5	id
Italie	12	id
Grande-Bretagne	4	id
Suède	10	id
Autriche	15	id
Norvège	6	id
Finlande	2	id
Espagne	5	id

(*) Essais de téléphonie à haute tension sur le réseau de la Compagnie lorraine d'Electricité (Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension). *Revue générale de l'Electricité*, 15 août 1925, t. XVIII, p. 264-268.

Téléphonie par courant porteur. Les « Journées de discussions » d'octobre 1925 de la Société française des Electriciens). *Revue générale de l'Electricité*, 26 décembre 1925, t. XVIII, p. 1051-1052.

Télécommunication entre usines et postes des grands réseaux de distribution ou de transmission d'énergie (Congrès de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, Rome 1926). *Revue générale de l'Electricité*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 539-547.

Installation de téléphonie à haute fréquence sur les réseaux de la Société Energie électrique de la Basse-Isère et de la Société de Transport d'Energie du Centre. *Revue générale de l'Electricité*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1030-1036.

Derniers perfectionnements dans les communications entre centrales par courants porteurs. (Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension, 1927). *Revue générale de l'Electricité*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 259-260.

Il nous a semblé opportun de présenter dans cette note les avantages et les inconvénients des deux systèmes.

Nous rappellerons qu'un système de télécommunications à l'usage d'un secteur d'électricité doit, avant toute autre qualité, être *sûr*, c'est-à-dire qu'il doit permettre d'obtenir à tout instant la liaison désirée.

I. Téléphonie à haute fréquence ou à ondes guidées. — 1. Considérations générales sur les applications de ce procédé. — Dans cette méthode, on utilise les conducteurs à haute tension, non seulement pour la transmission de l'énergie, mais aussi pour celle de la parole ou des signaux. On superpose donc aux courants de basse fréquence, de haute tension, et de forte intensité, d'autres courants de haute fréquence, de faible tension et de faible intensité.

Il est important de signaler que si, dans la transmission à haute tension, on s'attache à obtenir le meilleur rendement *quantitatif*, dans celle de l'énergie à haute fréquence, on s'attache à obtenir le meilleur rendement *qualitatif*. On a cherché à réaliser la possibilité d'effectuer sur ces lignes à haute tension les mêmes combinaisons que sur des circuits téléphoniques ordinaires, telles que sélection des appels, automatisme, combinaisons de circuits, retour des appels, système à batterie centrale, etc. Ce résultat est actuellement obtenu par l'emploi combiné des condensateurs de couplage et des circuits-bouchons. On peut ainsi canaliser utilement les courants de haute fréquence et transformer un réseau à haute tension en réseau téléphonique (nous nous proposons, d'ailleurs, de revenir plus amplement sur cette intéressante question que nous avons présentée à la dernière Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension) [1]. On se rend compte facilement de l'avantage

[1] *Revue générale de l'Electricité*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 259-260.

que présente un tel système qui utilise comme ligne téléphonique une ligne à haute tension dont l'isolement, la solidité, en un mot, la sécurité, sont très grands.

La puissance à mettre en jeu reste très faible : quelques watts suffisent pour assurer, dans toutes les conditions, des liaisons stables. La puissance dont on dispose est toujours supérieure à la puissance limite correspondant à la liaison en vue, ce qui contribue à augmenter la sécurité des communications.

Bien entendu, les liaisons obtenues sont totalement indépendantes des conditions de jour et de nuit. L'utilisation de puissances faibles donne aux liaisons un caractère assez confidentiel et, en tous cas, limite les risques de troubles des récepteurs de radiotéléphonie ou de radiotélégraphie voisins. Non seulement les liaisons sont partiellement secrètes, mais il n'y a pas lieu de s'inquiéter de l'encombrement de l'espace par le rayonnement extérieur à la ligne.

La réception des ondes guidées est obtenue par un simple tube audion détecteur, ce qui ne représente qu'une très faible consommation d'énergie.

Le problème de l'appel est entièrement résolu et l'on dispose actuellement de dispositifs parfaitement stables et sûrs.

Si dans une installation compliquée, il est nécessaire de relier plusieurs postes, il devient très simple, en guidant convenablement les ondes sur les lignes à haute tension, de réaliser toutes les combinaisons désirées dans les communications. On peut, de plus, sur les mêmes lignes, obtenir des communications différentes, simultanées et secrètes entre elles.

Au point de vue économique, le système à ondes guidées est toujours le moins coûteux, non seulement comme dépense de première installation, mais aussi comme redevance à l'Etat.

En effet, les constructeurs ont étudié et mis au point différents modèles de postes, correspondant chacun à des longueurs de liaisons différentes. Ces modèles diffèrent par les puissances et par l'automatisme. Ainsi, même pour des liaisons de quelques kilomètres, l'établissement d'une communication à haute fréquence est d'un coût plus réduit que l'établissement d'une ligne téléphonique. Les dépenses d'entretien se réduisent au remplacement des lampes. On cite, par exemple, pour une installation travaillant en moyenne 8 heures cumulées par jour, les durées suivantes pour ces lampes :

1 émettrice, 30 jours à 8 heures, soit 240 heures ;

1 réceptrice, 60 jours à 12 heures, soit 720 heures.

Le prix d'une lampe émettrice étant de 120 fr et celui d'une lampe réceptrice, de 20 fr, on en déduit que l'heure de travail revient à 0,525 fr et l'heure de veille. à 0,025 fr.

Les redevances à l'Etat sont proportionnelles aux distances et la taxe actuelle est de 40 fr par an et par kilomètre, soit, par exemple, pour une liaison entre deux postes distants de 100 km, la redevance annuelle serait de 4 000 fr.

2. Quelques critiques. — On dit que la liaison à haute fréquence est rendue précaire en cas d'une rupture d'un fil à haute tension. L'expérience a prouvé qu'une rupture totale des trois phases était en général nécessaire pour arrêter totalement la communication. Or, actuellement, étant donné les conditions de construction des lignes à haute tension, les risques de rupture totale sont très faibles et on ne connaît que peu d'exemples de semblables incidents.

On ne parlera pas de la difficulté de passage d'un sectionneur, puisque la solution est trouvée, ainsi qu'expérimentée avec succès. On a reproché aussi au système dont nous parlons de nécessiter des spécialistes. C'était exact au début de son application, mais actuellement, l'automatisme est tel que mis entre toutes les mains, le système fonctionne sans défaillance.

II. **Téléphonie sans fil ou à ondes libres.** — Dans cette méthode, l'émetteur à haute fréquence rayonne dans toutes les directions ; il n'y a pas de « support » pour les ondes. Faute de ce support, on ne peut plus réaliser les mêmes combinaisons que sur les circuits téléphoniques à fil, ainsi que sur les circuits téléphoniques à haute fréquence.

De plus, le rayonnement étant libre, on est assujetti au règlement que fixe le décret du 31 décembre 1926. Ce décret ne prévoit ni la puissance limite autorisée, ni la gamme des longueurs d'onde réservée, ni les redevances d'usage.

C'est la Commission interministérielle de Télégraphie sans Fil [1] qui fixe dans chaque cas particulier les caractéristiques de fréquence et de puissance.

En ce qui concerne les fréquences, il ne peut être accordé que des fréquences élevées correspondant à des longueurs d'onde faibles, étant donné la répartition déjà existante des longueurs d'onde faites entre les différentes administrations de la Guerre, la Marine, les Postes, Télégraphes et Téléphones, la Navigation aérienne, la Radiodiffusion, etc. Or, on sait que la propagation d'ondes de ces fréquences est très capricieuse et que, actuellement, aucune loi rigoureuse ne permet d'en prédéterminer les variations et le sens. Le système n'est donc pas sûr,

De plus, l'augmentation de puissance n'est pas seulement nécessitée par ces variations capricieuses, mais aussi par le fait que, rayonnant au voisinage de masses métalliques constituées par les usines, sous-stations, etc., une partie de l'énergie en haute fréquence est absorbée.

Dans une installation compliquée où il est nécessaire de réaliser plusieurs combinaisons de liaisons, il devient difficile d'obtenir le résultat désiré, car il est difficile de guider à volonté les ondes à rayonnement libre.

Les problèmes d'appels, de sélections d'appels, ne

[1] Michel Adam ; Le nouveau statut de la radiodiffusion. *Revue générale de l'Electricité*, 29 janvier 1927, t. XXI, p. 195-198.

sont résolus qu'au prix d'extrêmes complications et à l'aide d'appareils délicats.

Enfin le travail en « duplex » soulève de grosses difficultés ; on perd ainsi l'avantage d'une grande rapidité dans la discussion d'ordres, etc., ainsi que la facilité de passer les communications en haute fréquence sur un réseau téléphonique à fil.

Les dépenses de premier établissement sont bien supérieures à celles correspondant au système à ondes guidées.

A titre d'exemple, on indiquera que pour assurer une communication en « duplex », par ondes libres sur une distance de 100 km, il faut prévoir une puissance d'antenne de 150 w, ce qui correspond environ à une puissance d'alimentation de 600 w. Une telle installation coûterait, matériel d'antenne, de réception, etc., compris, 400 000 fr environ.

III. **Comparaison des deux systèmes.** — Les avantages et inconvénients de chacun des deux systèmes sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Ondes guidées.	Ondes libres.
Grande sécurité des liaisons.	Sécurité précaire des liaisons.
Grande souplesse et facilités de combinaisons.	Souplesse médiocre.
Liaisons « duplex ».	Liaisons « simplex ».
Liaisons aux réseaux téléphoniques à fil.	Pas de liaisons aux réseaux à fil.
Dépenses d'établissement et d'entretien faibles.	Dépenses d'établissement et d'entretien élevées.
Redevances à l'Etat faibles.	

IV. **Conclusion.** — Il ne faut pas conclure de cette étude comparative que les systèmes à ondes libres sont toujours à rejeter pour les exploitants de distribution d'énergie électrique. Dans certains cas particuliers, tels que liaisons entre sous-stations reliées par des réseaux de câbles, ils peuvent être très utilement employés. Mais en général, pour les réseaux aériens, le système à ondes guidées est indiscutablement le meilleur, du fait qu'il est le plus sûr.

R. Dubois,
Ingénieur I. E. G.

Revues, analyses et informations

Quelques développements nouveaux en matière d'appareils de mesure pour courant alternatif (1).

1. Généralités. — Examinant d'abord les grandes lignes des tendances actuelles en matière de construction d'appareils de mesure pour courant alternatif, les auteurs estiment que ces appareils seront, à peu d'exceptions près, dans un avenir rapproché, de l'un des types suivants :

Mesures de courant : appareils électromagnétiques avec ou sans transformateur de courant;

Mesures des tensions : Basse tension, voltmètres électromagnétiques branchés directement; moyenne tension, voltmètres électromagnétiques avec transformateur de tension; très haute tension, voltmètres électrostatiques;

Puissance, appareils électrodynamiques ;

Courants à haute fréquence, appareils à couple thermoélectrique ou à fil chaud.

Au point de vue des échelles, ils font remarquer que pour les appareils à cadran rond, on emploie presque universellement aujourd'hui une échelle comprise dans un angle de 120°. Les graduations de l'échelle peuvent être uniformes ou resserrées à l'une des extrémités ou au deux extrémités, de façon à être plus espacées dans la région utile. La figure 1 reproduit l'échelle adoptée par les auteurs pour un appareil électromagnétique de précision qu'ils ont étudiés et dont ils donnent les caractéristiques au cours de l'article. Sur quelques modèles, on supprime totalement le commencement de l'échelle, ce qui permet d'augmenter l'espacement des graduations dans la partie restante. Les auteurs conseillent de ne pas pousser cette suppression au delà de la moitié de la totalité de l'échelle.

(1) K. Edgcumbe et F.-E.-J. Ockenden. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, juin 1927, t. LXV, p. 553-599, 43000 mots, 41 figures.

Au point de vue de la construction des appareils ils déconseillent l'emploi d'alliages à base d'aluminium ou de zinc, ces derniers notamment étant instables.

Il y a avantage, pour augmenter la robustesse des appareils à prévoir l'équipage mobile le plus léger possible. Or, l'expérience a montré qu'un appareil à équipage mobile léger peut avoir un rapport du couple C ou poids P de l'équipage plus faible qu'un appareil ayant un équipage mobile plus lourd. En réalité le facteur à considérer est de la forme $\frac{C}{P^n}$ mais l'accord n'existe pas sur la valeur à attribuer à n; cependant le chiffre 1,5 est assez généralement adopté.

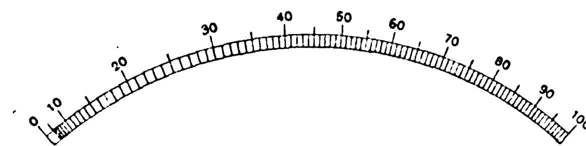


Fig. 1. — Echelle d'un ampèremètre ou wattmètre électromagnétique de précision.

Les auteurs réfutent aussi l'idée courante qu'un ressort spiral produit un déplacement de l'aiguille sous l'effet de la chaleur. Ils montrent qu'il y a un déplacement radial et non tangentiel de l'extrémité du ressort et estiment en conséquence inutile d'employer deux ressorts enroulés en sens inverse; il est préférable de prévoir un système de réglage de zéro. Enfin, en ce qui concerne l'isolement des appareils, ils donnent sous forme de diagramme comparatif les règles relatives à la tension d'essai, suivies en Angleterre, en France, en Allemagne et aux Etats-Unis. D'ailleurs, aucun essai ni de perforation, ni d'isolement ne permet de conclure à la possibilité pour un appareil de résister à une surtension. La méthode la plus rationnelle et la plus sûre

réside dans la mesure de la perte de puissance dans l'isolation à haute tension. Cette méthode est toutefois inutilisable en atelier.

2. Progrès dans la construction des voltmètres et ampèremètres électromagnétiques. — Les auteurs ont établi des voltmètres ou ampèremètres électromagnétiques de précision. Ils ont adopté un disque en fer unique de forme à peu près circulaire se déplaçant dans la fente d'une bobine ovale. Cette bobine a une largeur de 37,5 mm et 10 mm environ de longueur. En déterminant convenablement la forme du disque de fer et en tirant parti de la distorsion du champ produit par un solénoïde aussi court que la bobine employée, il a été possible d'obtenir une échelle à graduation régulière, bien qu'en fait, le couple varie en fonction du courant dans la bobine d'un appareil électromagnétique suivant le carré de l'intensité de ce courant.

L'induction à adopter dans le fer est un point sur lequel on trouve de grandes divergences en pratique. Les auteurs ont adopté pour cette grandeur, à la suite de considérations diverses exposées d'ailleurs dans l'article, une valeur de 2000 unités C.G.S. On pourrait, d'autre part, penser que par suite de l'hystérésis, les indications d'un appareil électromagnétique doivent être plus faibles en courant alternatif qu'en courant continu. Une étude tant expérimentale que théorique de cette question a montré qu'il n'en est pas ainsi, que l'angle de retard du flux sur la force magnétisante, est pour l'induction admise d'environ 33 minutes, ce qui conduit à une erreur de lecture de 0,005 pour 100 parfaitement négligeable. En réalité, la différence des indications données par un appareil électromagnétique en courant continu et en courant alternatif est due presque entièrement aux courants de Foucault ainsi que l'ont montré les recherches faites sur ce point par les auteurs.

Ayant ainsi développé les bases sur lesquelles peuvent être établis des appareils électromagnétiques de précision, les auteurs donnent les caractéristiques d'un voltmètre 0 — 150 v et d'un ampèremètre pour courant de 10 A qu'ils ont réalisés.

Dans le cas de l'ampèremètre, si on veut en faire un appareil à plusieurs sensibilités, il est indiqué, dans le cas du courant alternatif, de l'employer avec un transformateur à rapports multiples. Si l'on veut opérer en courant continu, il faut employer des shunts. Des mesures faites sur la self-inductance de shunts ordinaires ont montré que si on branche en série avec l'ampèremètre de 10 A une résistance moyenne, l'erreur résultante lorsqu'on le monte avec un shunt de 600 A est trop petite pour être mesurable et qu'avec un shunt de 10 A, elle n'est encore que de 0,5 pour 100. Les auteurs ont également étudié l'influence des mauvais contacts entre fiches et shunts. Les essais faits avec des fiches et des shunts dans un état quelconque ont montré que, si on considère un appareil donné avec ses fiches et shunts tenus en état de propreté convenable, l'erreur due à la résistance de contact est tout à fait négligeable.

3. Mesures en courant redressé. — Un courant redressé peut être considéré comme résultant de la superposition d'un courant continu et d'un courant alternatif. Suivant le type d'appareil de mesure employé on mesurera, soit la valeur moyenne de ce courant (composante en courant continu), soit la valeur de la composante en courant alternatif, soit enfin la valeur efficace du courant résultant (appareils électromagnétiques). Le type d'appareils à employer dépend donc de l'utilisation du courant. Par exemple, pour la charge d'accumulateurs, il est préférable d'employer un ampèremètre à cadre mobile dont les indications correspondent à la valeur moyenne du courant.

4. Voltmètres électrostatiques. — Théoriquement, l'espacement entre les armatures d'un voltmètre électrostatique doit croître proportionnellement à la tension à mesurer afin que le couple reste le même pour toute l'échelle à diverses tensions et du fait que la tension de perforation entre deux conducteurs varie à peu près comme leur écartement. Mais, en pratique, à cause des angles vifs que présente au moins l'une des armatures il se produit une décharge à une tension bien inférieure à celle de perforation. Aussi les auteurs conseillent-ils, lorsque la tension à mesurer excède 5 000 v, de brancher en série avec le voltmètre un condensateur et de ne pas avoir une tension supérieure à 3000 v aux bornes du voltmètre lui-même. Pour des usages de laboratoire on a utilisé ce montage pour des tensions atteignant jusqu'à 250 000 v par rapport à la terre. Il faut quelques précautions spéciales indiquées dans l'article.

Pour la détermination de la tension maximum d'un courant alternatif à haute tension, on utilise la méthode du tube au néon basée sur le fait que si dans un tel tube on fait le vide correspondant au point d'impédance minimum, le passage du courant dans le tube se produit à une tension qui est toujours la même quelle que soient la fréquence, la température, etc...

On protège les voltmètres électrostatiques contre les surtensions en branchant en série sur chaque pôle une résistance de plusieurs mégohms. Le courant de capacité d'un tel voltmètre aux fréquences industrielles n'étant que de l'ordre de 30 microampères, la présence de ces résistances n'influe pas de façon appréciable sur les indications.

5. Appareils thermiques pour les mesures en haute fréquence. — En général, on peut dire qu'on ne peut mesurer directement en haute fréquence qu'un courant dont l'intensité ne dépasse pas 6 A. Pour des valeurs supérieures il faut utiliser un transformateur à très haute fréquence. La raison de cette limitation réside dans l'effet Kelvin qui oblige, pour des courants de plus de 6 A, à prévoir deux ou plusieurs fils en parallèle. Il devient pratiquement difficile d'assurer un partage égal du courant entre ces fils qui doivent en outre occuper des positions relatives symétriques par rapport aux conducteurs d'amenée du courant.

6. Appareils enregistreurs. — Ce qu'il importe de réaliser dans ces appareils, c'est la réduction du frottement entre la plume et le papier. Deux méthodes sont suivies pour obtenir ce résultat, la première consiste à ne faire marquer à la plume que des points à intervalles réguliers; la seconde, à ne faire agir l'équipage mobile de l'appareil qu'indirectement sur la plume. Les appareils basés sur cette seconde méthode, dits à relais, ont été très développés en ces dernières années. La figure 2 représente le schéma d'un modèle tout récent dû à M. E.-I. Everett. H désigne l'enroulement actif de l'appareil dont l'équipage mobile porte un bras M qui dans son déplacement vient faire contact sur des butées réglables K_1 ou K_2, excitant ainsi l'un ou l'autre des électroaimants E_1 ou E_2. Ceux-ci attirent l'arbre N portant un galet C garni de cuir qui vient frotter suivant le sens d'attraction sur l'un ou l'autre des plateaux D_1 ou D_2 entraînés par le moteur A. L'arbre N entraîne donc dans un sens ou dans l'autre par l'intermédiaire d'un engrenage conique la vis sans fin F. Cette vis entraîne vers la droite ou la gauche, suivant son sens de rotation, la plume L, en même temps que le secteur denté G qui porte les butées K_1

et K_2. Dans son mouvement, G tend à couper le contact entre le bras M et celle des butées K_1 ou K_2 qu'il touchait, ce qui se produit dès que l'équipage mobile est en équilibre. L'excitation des électroaimants E_1 ou E_2 étant alors coupée, le mouvement de la plume L et du secteur G s'arrête aussitôt, à moins que M ne vienne faire à nouveau contact sur K_1 ou K_2.

Le moteur A porte un régulateur de vitesse à force centrifuge et entraîne d'autre part, par la vis sans fin B, le tambour sur lequel se déroule le papier.

Ces appareils à relais ne comportant aucun mécanisme d'horlogerie peuvent fonctionner sans entretien aussi longtemps que dure la bande de papier. Les auteurs signalent qu'on a réalisé des appareils de ce type pour être montés

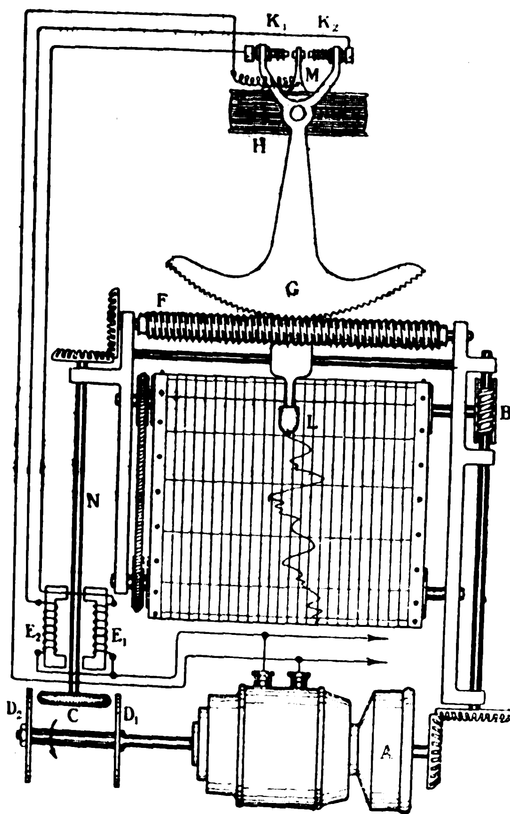


Fig. 2. — Appareil de mesure enregistreur, système à relais.

sur des locomotives électriques et qui ne sont pas affectés par les trépidations du véhicule.

Le principe de ces appareils s'applique aussi bien pour des voltmètres, ampèremètres, qu'à des fréquencemètres, phasemètres, etc. On a même réalisé ainsi des régulateurs automatiques de température de fours électriques.

Le papier se déroule dans les appareils enregistreurs ordinairement sous l'action d'un mouvement d'horlogerie. L'échappement de ce mouvement doit être largement calculé et posséder une roue balancier à grand moment d'inertie. Dans le système à relais décrit, ce mouvement est commandé par le moteur électrique qui d'autre part entraîne la plume. On règle la constance de la vitesse du papier par une résistance shuntant l'induit qui est mise en circuit ou hors circuit à l'aide d'un régulateur centrifuge.

Les auteurs conseillent d'adopter pour cette vitesse la plus petite valeur donnant des inscriptions lisibles. Ils estiment d'autre part que vu la possibilité, aujourd'hui, de planimétrer avec assez de précision une courbe en coordonnées non rectangulaires il n'y a pas intérêt à introduire la complication de la transformation du mouvement circulaire de la plume en un mouvement rectiligne, si, par son principe même, l'appareil ne donne pas à la plume un mouvement rectiligne.

7. Emploi d'un moteur synchrone pour mesurer le temps. — Il y a avantage, comme il est dit ci-dessus, à entraîner le papier au moyen d'un petit moteur synchrone dont un modèle dû à M. Warren est succinctement décrit par les auteurs. Il est essentiel dans ce cas que la fréquence du réseau d'alimentation soit maintenue à une valeur moyenne correcte. On y arrive facilement en installant à l'usine génératrice une pendule de précision combinée avec un petit moteur synchrone, ce système agissant sur un bras indicateur dont le sens de rotation indique si le moteur avance ou retarde sur la pendule. Il est ainsi possible de régler la fréquence des machines génératrices de façon bien plus précise qu'avec un fréquencemètre : on peut facilement maintenir la fréquence moyenne, mesurée en temps, exacte à 15 secondes près par jour.

Il faut remarquer que si on dispose ainsi d'un réseau à fréquence réglée, les moteurs synchrones en question peuvent être employés avec succès, non seulement dans les appareils enregistreurs, mais aussi à la place d'horloges. Les auteurs donnent l'exemple d'un montage permettant au moyen d'un moteur Warren la mesure de petits intervalles de temps, de 1/20 de seconde, par exemple.

8. Transformateurs de mesure. — Examinant d'abord le cas du transformateur de courant, les auteurs montrent au moyen d'un diagramme vectoriel l'importance qu'il y a à réduire le plus possible le courant magnétisant et le courant de pertes dans le fer, qui dépendent l'un et l'autre principalement de la nature du noyau. Ils donnent pour différentes qualités du fer ou pour divers alliages, les courbes des ampères-tours magnétisants et des pertes dans le fer en fonction de l'induction. Leur examen montre les avantages présentés par l'alliage de nickel et fer dit « mumetal ». Quant à l'influence de la fréquence, l'expérience a montré que si on a pris soin dans la construction d'éviter les courants de Foucault, la perte dans le fer est à peu près proportionnelle à la fréquence pour une induction donnée, de sorte que, si la charge totale du secondaire, y compris la puissance absorbée par l'enroulement secondaire lui-même d'un transformateur de courant, varie proportionnellement à la fréquence, le diagramme vectoriel ne changera pas et les caractéristiques du transformateur resteront les mêmes.

Lorsqu'il s'agit de transformateurs employés pour les très hautes fréquences, il faut constituer le noyau des tôles le plus mince possible, car, en raison des courants de Foucault, le flux ne pénètre qu'à une très faible profondeur. D'autre part, pour limiter les pertes dans le fer il est bon que le flux total soit très faible. Pour pouvoir adopter une faible induction uniformément répartie, il est essentiel que le circuit magnétique soit recouvert sur toute sa longueur par l'enroulement secondaire et que les champs dus aux enroulements primaires et secondaires se mélangent effectivement. Lorsque l'intensité du courant primaire dépasse 10 A ces résultats sont difficiles à obtenir par les moyens habituels de construction.

Les auteurs exposent ensuite rapidement une méthode approximative de mesure du déphasage entre le courant

primaire et le courant secondaire par la détermination du courant primaire à vide, et montrent ainsi que le rapport de transformation varie avec l'intensité du courant primaire, du fait que les pertes par hystérésis ne varient pas comme le carré de l'induction.

Il y a quelquefois intérêt, par exemple dans le cas de wattmètres soumis à une charge à faible facteur de puissance, à diminuer le déphasage entre le courant primaire et le courant secondaire. Un examen du diagramme vectoriel montre qu'on obtient ce résultat en augmentant l'inductance de fuites de l'enroulement secondaire (par exemple, on enroule les enroulements primaire et secondaire chacun sur une moitié du noyau). Mais en même temps qu'on diminue ce déphasage on augmente les variations du rapport de transformation avec la charge du transformateur, ainsi que le montrent nettement des courbes relevées sur un même transformateur de faible inductance de fuites d'abord, et bobiné ensuite pour une forte inductance de fuites. MM. Price et Kent Duff ont d'ailleurs montré qu'on obtient une même diminution du déphasage en question en shuntant les extrémités du secondaire par une résistance non inductive ou mieux, au moyen d'un condensateur. Ce dernier procédé présente l'avantage d'avoir une influence négligeable sur la constance du rapport de transformation, d'être indépendant de la charge sur le secondaire, mais ne donne une compensation exacte qu'à une seule fréquence.

Une autre méthode permettant d'améliorer le fonctionnement des transformateurs de courant, due à MM. Brooks et Holtz [1] consiste à disposer de deux transformateurs de même rapport dont les primaires d'une part, et les secondaires, d'autre part, sont respectivent montés en série, l'enroulement de l'appareil de mesure étant branché dans le circuit des secondaires. Le deuxième transformateur comporte un troisième enroulement branché à un enroulement supplémentaire de l'appareil de mesure. Si les transformateurs étaient parfaits, on pourrait considérer que les deux enroulements (primaire et secondaire) du deuxième transformateur ne forment qu'un seul enroulement primaire traversé par un courant égal à la différence vectorielle des courants dans le primaire et le secondaire du premier transformateur, courant qui serait reproduit par le troisième enroulement. Conséquemment, la somme des courants dans l'appareil de mesure serait égale (au rapport de transformation près) au courant dans le primaire du premier transformateur. En pratique, la compensation n'est pas aussi parfaite à cause du courant magnétisant absorbé par le deuxième transformateur. Cette méthode a, en outre, l'inconvénient de nécessiter des appareils de mesure spéciaux à deux enroulements.

Les auteurs estiment qu'une solution bien préférable réside dans l'emploi de transformateurs avec un noyau d'acier au nickel. Ils donnent des courbes de la variation du rapport de transformation avec la charge et du déphasage des courants pour un transformateur de ce type. Ils exposent ensuite quelques considérations sur les transformateurs de courant avec primaire à une spire, qu'ils divisent en deux catégories principales : transformateurs utilisés avec un wattmètre nécessitant une assez grande précision dans le rapport de transformation et le déphasage ; transformateurs utilisés avec un ampèremètre ou un relais de surcharge pour lesquels la constance du rapport de transformation est à peu près indifférente et celle du déphasage sans aucune importance.

(1) H.-B. Brooks et F.-C. Holtz. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, juin 1922, t. XLI, p. 389-398.

9. Protection des transformateurs de mesure. — Le mode de protection recommandé pour les transformateurs de tension consiste à prévoir une résistance en série sur chaque fil d'alimentation. Cette résistance aura une valeur d'environ 0,2 ohm par volt. Il y a lieu en outre de mettre également des fusibles sur les sorties du secondaire. Les auteurs montrent que les résistances n'introduisent pas d'erreur sensible dans le rapport de transformation ni dans le déphasage.

Pour les transformateurs de courant, ils conseillent de shunter le primaire par une résistance avec un éclateur en série, cet éclateur étant formé, par exemple, de disques de charbon séparés par des disques de mica perforé.

10. Capacité de surcharge des appareils de mesure et de leurs accessoires. — Pour les appareils de mesure eux-mêmes, on admet généralement qu'ils doivent pouvoir supporter un courant de surcharge égal à 30 fois leur courant normal. L'expérience a montré qu'en général c'est la partie mécanique de ces appareils qui est détériorée. Lorsque les appareils sont branchés sur un circuit à haute tension par l'intermédiaire d'un transformateur, celui-ci les protège parce qu'en cas de surcharge très forte, le courant dans le secondaire de ces transformateurs ne suit pas les variations du courant primaire.

Pour les shunts, les auteurs se réfèrent aux travaux de MM. Melsom et Booth [1] qui ont établi une formule indiquant le temps pendant lequel un shunt peut supporter pour une élévation de température déterminée, un courant égal à n fois le courant normal. Cette formule est

$$n = 1\,000\, l \sqrt{\frac{\rho d s \theta}{t}}$$

où l est la longueur des lames du shunt en centimètres par millivolt de chute de tension pour le courant nominal, ρ, la

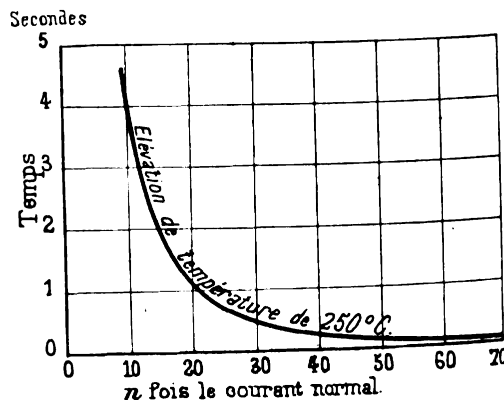


Fig. 3. — Courbe d'échauffement des shunts par surcharges élevées.

résistivité du métal du shunt en microhms par centimètre, d, sa densité, s, sa chaleur spécifique en watts par gramme, θ, l'élévation de température en degrés centésimaux et t, la durée en secondes du court-circuit. Les courbes déduites de cette formule sont représentées sur les figures 3 et 4.

Pour les joints, les mêmes auteurs, MM. Melson et Booth, ont

(1) S.-W. Melson et A.-C. Booth, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, mars 1925, t. LXIII, p. 299-303, analysé dans *Revue générale de l'Électricité*, 25 juillet 1925, t. XVIII, p. 25 D.

montré qu'on n'améliore pas toujours la conductibilité d'un joint en augmentant sa surface et que ce qui importe, c'est plutôt le nombre de boulons de serrage. Il semble que sur la base d'un boulon par 500 A on obtienne de bons résultats.

En ce qui concerne les transformateurs de courant, les effets d'un court-circuit doivent être considérés au point de vue mécanique et au point de vue de l'échauffement.

Au point de vue mécanique, les efforts momentanés développés entre deux conducteurs parallèles traversés par le courant de court-circuit peuvent être énormes. Ces efforts dépendent, en effet, de la valeur maximum instantanée (et non pas de la valeur efficace) du courant qui en outre est très souvent dyssymétrique. On doit donc, en particulier, établir avec grand soin les entrées de conducteurs.

Il a d'autre part déjà été signalé que les transformateurs de courant forment un moyen de protection pour

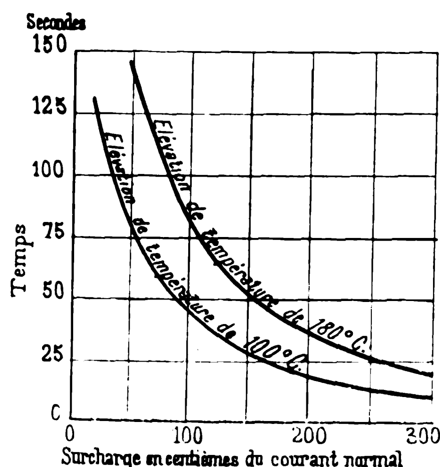


Fig. 4. — Courbe d'échauffement des shunts par surcharges modérées.

les appareils branchés sur leur secondaire. Ce fait est dû à ce qu'en cas de surcharge la saturation du noyau empêche le courant secondaire de suivre l'allure du courant primaire. En faisant varier la section du noyau et le nombre de spires de l'enroulement primaire, on peut faire varier dans de larges limites le rapport du courant de surcharge au courant normal pour lequel se produit cette saturation. La valeur à choisir dépend de l'utilisation du transformateur. Alors qu'elle n'est que de 4 à 5 pour un transformateur alimentant des appareils de mesure ou des systèmes de protection à relais non sélectifs, cette valeur peut être de l'ordre de 100 lorsqu'il s'agit de transformateurs alimentant, par exemple, des systèmes de protection à courant de circulation.

Au point de vue des effets thermiques développés dans un transformateur lors d'une surcharge, les auteurs estiment que, suivant le mode de protection adopté, le transformateur ne reste guère sous courant, dans ce cas, pendant plus de 2 secondes. On peut donc dans ces conditions, et comme il s'agit d'un phénomène passager, admettre pour les isolants une élévation de température de 200°C. Ils donnent alors des courbes indiquant, pour diverses densités de courant normal, le temps nécessaire pour atteindre cette élévation de température en fonction de la valeur du courant de surcharge. Ces courbes montrent qu'on doit pouvoir compter sur un courant de surcharge égal à 50 fois le courant normal pour une durée de 2 secondes et à 100 fois pour une durée de 1/2 seconde. Des essais effectués sur six transformateurs différents ont donné des chiffres rentrant dans ces limites.

Un des effets les plus dangereux d'une surcharge est, l'ouverture du circuit secondaire résultant de cette surcharge. La tension aux bornes du secondaire peut atteindre une valeur égale à 10 fois la valeur normale. Cette tension peut être dangereuse non seulement au point de vue de la rupture des isolants, mais aussi pour les opérateurs. D'autre part, le noyau soumis à une induction anormale peut garder un magnétisme rémanent élevé qui augmente le déphasage et introduit ainsi une erreur sérieuse dans le cas des appareils de précision.

Discussions. — Les discussions qui ont suivi cette conférence et qu'il n'est pas possible de rapporter ici en détail ont porté principalement sur les mérites respectifs des appareils électromagnétiques et des appareils électrodynamiques et sur la question des échelles. Dans leur réponse les auteurs font remarquer que si tous les modèles d'appareils sont susceptibles de perfectionnements, ils ont surtout voulu montrer que les appareils électromagnétiques sont, par leur principe même, supérieurs aux autres et offrent un champ de recherches plein de promesses. Pour les échelles, le professeur Mac Gregor-Morris serait partisan d'une échelle à graduations logarithmiques, ce à quoi les auteurs répliquent que cette échelle, qui serait plus serrée dans le haut que dans le bas, ne correspondrait pas à une graduation en accord avec la loi des carrés qui régit les instruments de mesure à courant alternatif. Il faut donc établir une graduation suivant un compromis, telle que celle de la figure 1 par exemple.

On peut signaler aussi que nombre d'interlocuteurs ont montré un vif intérêt pour les propriétés magnétiques des alliages de fer et nickel, tel que la mumétal dont parlent les auteurs. Ils estiment que l'emploi de ces alliages pour les appareils de mesure est susceptible de donner des résultats intéressants. — J. S.

Le réseau bavarois de distribution d'énergie électrique [1].

1. Plan général de la distribution de l'énergie électrique. — Le plan adopté pour l'établissement du réseau bavarois de distribution d'énergie électrique comporte en premier lieu la construction des lignes d'interconnexion des usines génératrices aussi bien à vapeur que hydroélectriques. Ces lignes alimentent en même temps les différentes compagnies de distribution d'énergie. Elles sont établies à 100 000 V. La Bavière est surtout riche en énergie hydraulique, les principales usines étant celles du Walchensee à quelques 80 km au sud de Munich et celles utilisant les chutes de l'Isar, au nord-ouest de cette ville. Le plan a été étudié dans l'idée d'assurer l'interconnexion de ces usines avec celles à basse chute établies sur le Danube et dans le bassin du Main, ainsi qu'avec les usines à vapeur utilisant du lignite, celles-ci ainsi que les usines hydroélectriques à forte chute ne devant être appelées qu'à fournir l'énergie de pointe. De plus la Bavière pourra transmettre son excédent d'énergie aux pays voisins (Prusse, Saxe, etc.) et être alimentée par eux en énergie produite par la vapeur, aux périodes des basses eaux.

Ce système de distribution alimente aussi, par des lignes complètement séparées, le réseau des chemins de fer bavarois dont l'électrification totale en courant monophasé

[1] *Engineering*, 10 et 17 juin 1927, t. CXXIII, p. 691-693 et 722-725, 6 700 mots, 18 fig.

15000 v. 16 2/3 p : s a été décidée (1 000 km de voies sont actuellement électrifiés).

2. Canalisations. — Le réseau de distribution comprend actuellement environ 1 100 km de lignes à 100 000 v avec 11 sous-stations et une station répartitrice d'énergie à Karlsfeld. Six de ces sous-stations sont alimentées par une boucle formée, ainsi que diverses autres lignes transversales, de deux circuits triphasés. On a adopté pour tout le réseau un modèle normalisé de pylône pouvant porter indifféremment un ou deux circuits triphasés en fil de cuivre de 120 mm² et un fil de terre en acier de 50 mm², avec une portée de 240 m. Les hauteurs de ces pylônes sont variables. Les trois fils d'un même circuit sont placés d'un même côté du pylône, sauf lorsqu'un seul circuit est équipé, auquel cas deux fils sont placés d'un côté et un fil de l'autre. Pour supprimer alors la dyssymétrie de ce montage, on opère par transposition des fils de façon qu'un tour complet soit fait entre deux sous-stations voisines. Les conducteurs sont constitués par des câbles d'une section totale de 120 mm² constitués par 37 fils soit en cuivre soit en aluminium. Lorsque la portée dépasse 300 m, on les remplace par du fil de bronze ayant une résistance mécanique de 70 kg : mm². Les griffes d'attache du câble ainsi que les isolateurs de suspension sont de modèles spéciaux. Les isolateurs sont à tête sphérique.

3. Equipement des sous-stations. — Dans les sous-stations, deux types seulement de transformateurs sont adoptés : transformateurs de 6 000 kv-a et de 16 000 kv-a (sauf à Kochel où il y a des transformateurs élévateurs de tension de 20 000 kv-a). Le primaire est bobiné pour 100 000 à 110 000 v (tensions qui peuvent être momentanément de 120 000 v) tandis que les tensions secondaires peuvent être de 60 000, 40 000, 35 000, 20 000, 15 000 ou 10 000 v. Tous ces transformateurs sont du type à noyaux à refroidissement par l'huile. Ceux fournis par les Siemens-Schuckert Werke comportent quelques détails de construction nouveaux et intéressants indiqués dans l'article. Les enroulements à basse tension sont montés en triangle et ceux à haute tension en étoile, le point neutre étant sorti et connecté à une bobine de Petersen.

Les interrupteurs à haute tension de 100 000 v sont tous du type à trois cuves et ont été établis pour une capacité de coupure de 480000 kv-a. Ils sont disposés soit dans des cellules et au niveau du sol, soit dans des puits creusés en terre de façon que les isolateurs de sortie soient à une faible hauteur au-dessus du sol. Dans le cas où il n'y a pas de danger que les explosions ne causent des dégâts, les sous-stations sont établies sans cellules pour l'appareillage. Le bâtiment de la sous-station est divisé en trois parties séparées, affectées l'une à l'appareillage de la haute tension, l'autre à celui de la basse tension, la dernière renfermant les cellules des transformateurs. On donne dans l'article avec le plan d'une des sous-stations quelques détails sur leur installation. Parmi les dispositifs nouveaux qu'on peut y rencontrer on signale un système dû aux Siemens-Schuckert Werke pour la mesure de la puissance du côté des hautes tensions. Dans ce système on utilise pour le facteur correspondant à la tension, le courant de charge entre les surfaces des bornes d'entrée des conducteurs haute tension et la terre, et, en supposant que la charge soit également répartie sur les trois phases, un seul transformateur de courant placé dans l'une des phases fournit l'élément correspondant au courant.

L'amélioration du facteur de puissance est assurée par deux compensateurs synchrones de 8 000 kv-a placés à la sous station de Nuremberg. Ces machines sont munies d'une excitatrice type Ossanna qui permet de régler la tension du courant d'excitation entre — 30 v et + 270 v, limites nécessaires en raison de la nature de la charge sur les compensateurs

Au point de vue de la protection, le point neutre du côté de la haute tension des transformateurs est réuni à la terre par des bobines de Petersen qui ont permis de réduire le courant de perte à 4 pour 100. En outre un système de protection avec relais sélectifs mis au point conjointement par l'Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft et les Siemens-Schuckert Werke est utilisé contre les surcharges, courts-circuits et terres sur les lignes de distribution, courts-circuits sur les barres générales, perforation des enroulements des transformateurs. Enfin le système Merz-Price est utilisé pour la protection contre les courts-circuits des barres générales et la protection différentielle des transformateurs.

4. Répartition de la charge. — Comme il a été dit déjà, la répartition de la charge entre les différentes usines génératrices est effectuée par un répartiteur placé à Karlsfeld. Il reçoit des indications journalières relatives aux conditions hydrauliques et à la quantité d'énergie nécessaire. A cette station on a établi un plan complet du réseau à 110 000 v et des lignes de distribution secondaires où la position actuelle de chaque interrupteur est indiquée par une lampe. — J. S.

La fourniture des pointes de puissance dans les grands réseaux urbains (1).

Cette étude est une comparaison des divers systèmes de production de l'énergie de pointe. Le problème de la production économique de cette énergie n'est d'ailleurs pas encore résolu. L'auteur estime qu'il y a lieu d'abandonner la tendance actuelle et de répartir la production entre plusieurs usines. On y est conduit entre autres raisons, par la capacité relativement faible des lignes de transmission. Après ces considérations, l'auteur examine un cas concret correspondant à une moyenne, et concernant une installation de 40000 kw avec une surcharge de 12000 kw ; ou 35 000 kw-h. Le prix du kilowatt-heure de base est de l'ordre de 2 pfennigs. Celui du kilowatt-heure de pointe monte à 15 pfennigs quand il est produit par une simple extension de l'usine thermique. Avec une usine de pointe spéciale, il descend à 11 pfennigs. Si cette usine est munie de chaudières à haute pression et de turbines correspondantes, il tombe à 7,6 pfennigs. Avec un moteur Diesel, on trouve un prix variant de 4 à 7 pfennigs par kilowatt-heure suivant le nombre d'heures de marche par an. Avec une accumulation hydraulique, on a un prix de revient de 6,5 pfennigs. Si cette accumulation est effectuée à distance par l'intermédiaire d'une ligne de transmission, le prix s'élève à 12,5 pfennigs. Avec un accumulateur Ruths, on trouve des prix variant de 4,7 à 7 pfennigs. Si cet accumulateur est chauffé électriquement, on atteint près de 17 pfennigs. L'emploi d'une batterie d'accumulateurs électriques donne un prix de 16 pfennigs dans un réseau à courant alternatif, et 13 pfennigs dans un réseau à courant continu. L'auteur conclut à l'emploi des accumulateurs électriques pour l'intérieur d'une grande ville, et à l'installation d'une usine de pointe pour la banlieue. — C.-R. M.

(1) W. Gosebruck. *E. T. Z.*, 30 juin 1927, t. XLVIII, p. 935-940. 2 000 mots, 2 fig.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Compagnie de Produits chimiques et électro-métallurgiques Alais, Froges et Camargue.

Assemblée générale ordinaire du 30 mai 1927.

Du rapport concernant l'exercice 1926 de cette compagnie au capital de 208 millions de francs, et dont le siège est à Lyon, 9, rue Grôlée, nous extrayons les renseignements suivants :

Pendant cet exercice, les ventes ont largement progressé et les résultats indiquent des bénéfices notablement supérieurs à ceux des exercices précédents. Il faut cependant tenir compte que le mode d'établissement du bilan, conforme aux lois nationales et aux règles de la comptabilité, ne représente pas la valeur réelle de la compagnie par suite de l'enregistrement à l'actif comme au passif de francs de valeur-or très différente.

Toutes les usines sans exception ont travaillé à plein pendant l'exercice 1926, tant pour les besoins intérieurs du pays que pour fournir aux demandes de l'étranger vis-à-vis duquel la baisse de notre change devenait une prime à l'exportation.

Mais, dès le mois d'octobre, le resserrement des affaires s'est fait sentir et la compagnie a abordé l'exercice 1927 en présence d'une diminution très importante des commandes. Malgré la reprise qui se manifeste régulièrement, en raison des travaux importants qui restent à faire, il y a lieu d'affecter une large part des bénéfices aux fonds de prévoyance.

La compagnie a été durement éprouvée le 13 décembre 1926 par le sinistre survenu à l'usine de Saint-Auban pour des causes encore inconnues et que l'enquête administrative arrivera peut-être à déceler. Une quantité considérable de chlore liquide, après avoir fait explosion, s'est immédiatement transformée en vapeurs qui ont malheureusement fait de trop nombreuses victimes.

En ce qui concerne la fabrication de l'aluminium, la compagnie a continué à mettre à exécution le programme mentionné dans le compte rendu du précédent exercice [1]. La première partie de l'usine de Rioupéroux a été mise en route dans d'excellentes conditions de fonctionnement dès le 1er octobre 1926.

Les frais généraux se sont notablement accrus, tant par suite du renchérissement de toutes choses que parce que la compagnie a voulu améliorer la rémunération de son personnel pour lui rendre moins sensible l'importante élévation du coût de la vie.

Au sujet des impôts, dont le taux a été considérablement augmenté, la compagnie fait remarquer que pour la distribution d'un dividende de 12 pour 100, soit brut, 24 millions de francs, 6 millions de francs environ seront retenus pour le paiement de l'impôt sur le revenu et de la taxe de transmission.

[1] Voir *Revue générale de l'Electricité*, 18 septembre 1926, t. XX, p. 419-420.

L'ensemble des impôts afférents à l'exercice 1926, y compris la somme indiquée ci-dessus, s'élève à plus de 24 millions de francs, représentant dans les bénéfices de la compagnie la part de l'Etat, contre 18 millions nets aux actionnaires.

Pendant l'exercice écoulé, la compagnie a non seulement édifié de nouvelles usines, mais aussi accru les fabrications des anciennes. Il y a lieu de signaler, en particulier, les ateliers de Rioupéroux, l'installation à Saint-Auban de nouvelles fabrications d'aluminium, de chlore, de chlorates et d'alumine, ainsi qu'à Gardanne; enfin, aux usines de L'Argentière, de Saint-Jean et de La Praz une augmentation sensible du matériel de fabrication.

D'autre part, la compagnie a pu acquérir d'importants terrains usiniers destinés à l'implantation des ateliers qui, dans quelques années, seront nécessaires pour l'utilisation du courant électrique fourni par les nouvelles chutes des Alpes.

Elle a, de plus, acheté à des conditions intéressantes quelques carrières de bauxites, qui sont venues accroître les réserves de cette matière première indispensable à son industrie.

Les principales sociétés dans lesquelles la compagnie a investi des capitaux ont fonctionné d'une manière satisfaisante pendant l'exercice 1926.

Elle a souscrit les 2,5 millions de francs d'augmentation de capital de la Société des Forces motrices de la Durance, ainsi que la nouvelle tranche d'obligations qu'il a été nécessaire de créer pour arriver à terminer les travaux de la chute aménagée par cette société.

La Société des Forces motrices du Vicdessos a obtenu, le 29 mars 1927, son décret de concession [1]. Pendant l'exercice 1926, les travaux de cette chute ont été activement poussés dans la partie la plus délicate du tunnel constituée par des ravins glaciaires. Les travaux exécutés en 1926 ont complètement absorbé le capital de 12 millions de francs de la Société des Forces motrices du Vicdessos et le conseil de cette société a procédé à l'émission de bons à 7 pour 100, à cinq ans, qui ont été souscrits avec la plus grande facilité. La compagnie a garanti l'intérêt et le remboursement des bons de cette filiale.

Il a été effectué les premiers versements sur les participations dans la Société des Forces motrices de la Haute-Romanche et dans la Société des Forces motrices de Bonne et Drac. Cette dernière affaire comporte un ensemble de chutes représentant une puissance fort importante, et cette société compte procéder à leur équipement par étapes et aussitôt que la Société des Forces motrices du Vicdessos aura terminé son programme.

Rappelons, d'autre part, que la compagnie possède la licence exclusive pour la France du procédé Casale pour la

[1] Décret autorisant, déclarant d'utilité publique et concédant les travaux d'aménagement de l'usine de Sabart sur le Vicdessos. *Revue générale de l'Electricité* (*Bulletin R. G. E.*), 23 avril 1927, t. XXI, p. 134 B-135 B.

fabrication de l'ammoniaque synthétique. Pendant l'année écoulée, un certain nombre d'usines du groupe de la Société Ammonia et l'usine de la Compagnie des Produits chimiques de Roche-la-Molière ont été mises en marche et produisent normalement aujourd'hui le sulfate d'ammoniaque, but principal de leur activité. L'usine de Soulom, appartenant à la Société des Engrais azotés et Composés, et l'usine d'Etat de Toulouse viennent aussi de commencer leur mise en marche depuis le début de 1927.

La Compagnie des Produits chimiques de Roche-la-Molière a déjà décidé d'accroître sensiblement sa fabrication par l'augmentation des gaz fournis par les Mines de Montrambert et par un apport très important de gaz de la Société des Mines de la Loire avec laquelle des accords ont été passés. Il en résultera des dépenses d'installations nouvelles pour lesquelles cette société a procédé récemment à une émission de bons décennaux de 12 millions de francs dont le service est garanti par les quatre sociétés participantes, à savoir : la Compagnie des Mines de Roche-la-Molière et Firminy, la Société des Houillères de Montrambert et de la Béraudière, la Société des Mines de la Loire et la compagnie dont nous nous occupons.

Enfin, la compagnie a pris une participation dans le capital de la Société Prodotti chimici napoli, constituée dans le but de fabriquer des produits chimiques.

Voici quelques explications sur certains postes importants du bilan :

A l'actif, le compte immobilisations est en augmentation de 40 127 513,02 fr. Il n'y a été, comme d'habitude, inscrit que les nouvelles installations apportant des possibilités de production, ce sont les deux usines de Rioupéroux et de Saint-Auban, qui en forment la part principale, ainsi que les achats de mines et carrières.

Le poste valeurs et participations industrielles est en augmentation de 25 736 099,32 fr. Cette augmentation provient presque uniquement de la souscription, par la compagnie, de l'augmentation de capital et des nouvelles obligations créées par la Société des Forces motrices de la Durance et des intérêts qu'elle a pris dans les Sociétés des Forces motrices de la Haute-Romanche, des Forces motrices de Bonne et Drac et Prodotti Chimici Napoli.

Enfin les comptes de magasins sont en augmentation de 50 577 112,32 fr, augmentation portant surtout sur les produits finis et résultant tout naturellement de la restriction momentanée des ventes et qui a conduit à mettre en stock une certaine quantité de produits.

Au passif, le capital est en augmentation de 8 millions de francs, en raison de la création de 16 000 actions B de 500 fr.

Les réserves ont été augmentées de 12 665 285,53 fr et l'amortissement général a été accru de 24 650 668,74 fr.

Enfin les comptes créditeurs sont en augmentation de 58 millions de francs dont une large part est constituée par les effets à payer, les sommes dues aux entrepreneurs et fournisseurs en raison des importants travaux à exécuter, et aussi par les versements restant à appeler sur les titres.

Au compte de profits et pertes, les produits de l'exercice se sont élevés à 77 306 811,42 fr, dont il y a lieu de déduire les charges financières se décomposant comme il suit :

Intérêt des obligations, 5 649 187,75 fr; impôt sur les obligations à coupon net, 860 699,91 fr; solde d'impôts additionnels (loi du 4 décembre 1925), 275,39 fr; intérêts et agios créditeurs, 897 359,65 fr, soit un total des charges financières de 5 612 803,40 fr.

Il y a lieu de déduire aussi les amortissements des travaux neufs ordinaires, de 4 353 280,83 fr et l'amortissement général de 24 650 668,74 fr.

Il en résulte un bénéfice net de 42 690 058,45 fr qui se répartit comme il suit :

5 pour 100 à la réserve légale, 2 134 502,90 fr; 5 pour 100 au capital actions, 10 000 000 fr; 15 000 000 fr à la réserve facultative.

Il reste à distribuer 15 555 555,55 fr, dont 90 pour 100 aux actionnaires, soit 14 000 000 fr et 10 pour 100 au conseil, soit 1 555 555,55 fr.

Le dividende est ainsi fixé à 60 fr par action. Un acompte de 25 fr brut ayant été mis en paiement le 20 décembre 1926, le prochain coupon ne représente donc que le solde de 35 fr brut.

Bilan au 31 décembre 1926.

Actif.

	fr
Usines chimiques et Salin de Giraud	93 293 318,76
Usines hydroélectriques et électrométallurgiques	116 951 396,54
Etablissements divers, mines et carrières	15 142 382,14
Immeubles bureaux de Paris et sociétés immobilières	6 887 500 »
Titres et participations industrielles	86 564 584,52
Rentes françaises	3 634 838,15
Affaires sels	1 712 988,35
Caisses, banques et bons de la Défense nationale	79 967 003,35
Effets à recevoir	1 394 258,36
Agents et entrepositaires	40 999 174,71
Clients	8 696 917,97
Débiteurs divers	63 456 823,10
Avances sur travaux et fournitures	5 774 889,86
Impôts sur titres à recouvrer	1 881 714,59
Comptes d'ordre	36 830 850,42
Matières premières	58 447 249,10
Produits finis	76 471 244,78
Marchandises et approvisionnements divers	21 526 915,75
	719 634 040,45

Passif.

		fr
Capital social :		
Obligations P. C. A. C. à 4 pour 100, émission 1911		2 984 500 »
Obligations P. C. A. C. à 6 pour 100, émission 1917		27 850 000 »
Obligations Pyrénées à 5 pour 100, émission 1907.		
Obligations Arve à 4,50 pour 100, émission 1910.		3 865 500 »
Obligations S. E. M. F., à 4,50 pour 100, émission 1912		3 326 500 »
Obligations bons décennaux à 7 pour 100, émission 1925		50 000 000 »
Réserve légale		10 331 165,11
Réserve facultative		22 500 000 »
Fonds d'assurances incendie et accidents		12 931 435,63
Prime sur émission		16 800 000 »
Amortissement général		106 048 769,25
Effets à payer et engagements à terme		10 978 361,63
Fournisseurs et entrepreneurs		26 634 864,14
Créditeurs divers		122 559 736,26
Provision pour risques et impôts de guerre		3 596 392,82
Coupons à payer et obligations à rembourser		11 705 906,74
Comptes d'ordre		36 830 850,42
Profits et pertes.		
Produits de l'exercice	77 306 811,42	
A déduire :		
Charges financières	5 612 803,40	
Amortissement des travaux neufs ordinaires	4 353 280,83	
Amortissement général	24 650 668,74	
		42 690 058,45
		719 634 040,45

SECTION DE LÉGISLATION

Les charges légales de la propriété foncière en faveur des distributeurs d'énergie électrique (*Suite et fin*) (*)

VI. **Procédure préalable à l'exercice des prérogatives en question.** — Les concessionnaires de distribution d'énergie électrique dont l'entreprise a été déclarée d'utilité publique ou subventionnée jouissent des prérogatives qui nous occupent. Mais il y a loin de la jouissance à l'exercice.

Un des alinéas de l'article 12 porte en effet :

« L'exécution des travaux prévus aux alinéas 1 à 4 ci-dessus doit être précédée d'une notification directe aux intéressés et d'une enquête spéciale dans chaque commune; elle ne peut avoir lieu qu'après approbation du projet de détail des tracés, par le préfet ».

Dans le cas où l'entrepreneur n'a, pour établir immédiatement ses ouvrages, qu'une autorisation provisoire de l'Administration, il jouit d'une tolérance qui ne peut lui servir de titre pour user des servitudes. Il est dans la situation d'un simple pétitionnaire (¹).

Il en est de même du titulaire d'une permission de voirie délivrée en vertu de la loi du 27 février 1925 lequel n'est pas entrepreneur de travaux publics. Par conséquent, ces distributeurs n'ont aucun droit d'invoquer l'article 12 de la loi du 15 juin 1906

De même, le concessionnaire qui n'a pas encore obtenu la déclaration d'utilité publique ou la subvention pour laquelle il est en instance, ne peut pour le moment recourir aux servitudes.

De même encore une régie communale ou syndicale qui construit directement ses ouvrages ou les fait établir par un concessionnaire ne peut, du seul fait qu'elle engage les fonds d'une ou de plusieurs collectivités administratives dans l'opération, prétendre user des servitudes légales au titre de l'article 298 de la loi du 13 juillet 1925. Elle doit auparavant adresser des notifications aux propriétaires, s'entendre avec eux ou procéder à l'enquête aux servitudes et obtenir l'arrêté préfectoral approbatif du tracé. Autrement, il y a voie de fait.

La *déclaration d'urgence* des travaux par décret en vertu des lois des 12 août 1919 et 21 mars 1924, permet-elle d'user des servitudes légales sans autre forme de procès?

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 561-568.

(¹) Arrêt de la Cour de Cassation (Chambre civile), 26 janvier 1910. Note Binet dans le *Recueil mensuel de Sirey*, 1911, 1ʳᵉ partie, p. 273.

Ces lois prévoient l'application de l'article 76 de la loi du 3 mai 1841 qui porte la disposition suivante : « L'expropriation ou l'occupation temporaire, en cas d'urgence, des propriétés privées qui seront jugées nécessaires pour des travaux de fortification, continueront d'avoir lieu conformément aux dispositions prescrites par la loi du 30 mars 1831. Toutefois, lorsque les propriétaires ou autres intéressés n'auront pas accepté les offres de l'Administration, le règlement définitif des indemnités aura lieu conformément aux dispositions du titre IV ci-dessus (procédure normale du règlement des indemnités d'expropriation). Seront également applicables aux expropriations poursuivies en vertu de la loi du 30 mars 1831 les articles 16, 17, 18, 19 et 20 ainsi que le titre VI de la présente loi. »

Pour l'expropriation, la loi du 30 mars 1831 prescrit un levé du plan parcellaire, une constatation de l'état des lieux et une estimation de la valeur foncière et locative de chaque parcelle atteinte, contradictoirement avec les intéressés ou leur expert, des offres aux propriétaires, et, en cas de refus par ces derniers, la détermination immédiate des indemnités de déménagement et de dépossession par le tribunal qui autorisera le préfet à se mettre en possession, à charge de payer l'indemnité de déménagement et de signifier, avec le jugement, l'acte de consignation de l'indemnité provisionnelle de dépossession. Le règlement définitif aura lieu suivant les formes de la loi du 8 mars 1810, maintenant remplacée par celle du 3 mai 1841.

Pour l'occupation temporaire des propriétés *non bâties* (les seules qui puissent être grevées) aucune procédure particulière n'est prévue dans la loi de 1831 : il y est simplement dit ce qui suit : l'indemnité annuelle représentative de la valeur locative et du dommage résultant de la dépossession est réglée à l'amiable ou par autorité de justice et payée par moitié de 6 mois en 6 mois; lors de la remise des terrains occupés, l'indemnité de détérioration est payée de même au propriétaire ou au fermier, suivant les cas. Si la restitution n'a pas lieu dans le cours de la troisième année d'occupation temporaire, le propriétaire peut exiger et l'Etat doit payer l'indemnité de cession. Il y a là une sorte d'expropriation indirecte. Ici comme ailleurs, l'occupation temporaire n'a, en principe, pour but que des travaux qui peuvent même consister en fortifications, mais qui ont toujours un caractère temporaire.

Le décret déclaratif d'urgence ne peut donner plus de droits que n'en confère la loi organique elle-même. Il précipite la procédure, mais il n'institue pas de droits nouveaux.

Par conséquent, chaque fois qu'il y a lieu à expropriation d'après la loi du 15 juin 1906, il faut encore y recourir en se bornant toutefois pour l'instant, à faire des offres et à obtenir un jugement rapide.

Quant aux servitudes, peut-on soutenir que les lois de 1919 et 1924 ont étendu à toutes celles qui existent en matière de travaux publics ce que la loi de 1837 prévoyait pour l'occupation temporaire des propriétés non bâties. Ce serait confondre avec cette dernière occupation les occupations définitives que prévoit l'article 12 de la loi de 1906. On peut objecter l'adage: « Qui peut le plus peut le moins. » Mais, nous sommes en une matière dérogatoire au droit commun et il s'agit d'atteintes à la propriété : c'est une raison pour admettre l'interprétation restrictive.

Revenons maintenant à la *procédure normale*.

La première opération à faire pour celui qui veut user des servitudes dont il s'agit consiste à *notifier* son intention à chacun des propriétaires intéressés, par un moyen sûr, de façon que des chicaniers ne viennent pas après coup prétendre qu'ils n'ont pas été avisés. Naturellement, le concessionnaire proposera en même temps aux propriétaires des indemnités représentant le préjudice qui leur est causé.

De deux choses l'une : ou les propriétaires acceptent tous de subir la servitude moyennant l'indemnité offerte et alors, le concessionnaire, dont les projets auront été approuvés et autorisés par l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique, pourra, sans autre formalité, procéder à l'exécution après avoir pris soin d'obtenir les signatures des propriétaires susvisés.

Ou bien certains d'entre eux feront des difficultés soit sur le principe de la servitude, soit sur le montant de l'indemnité. Dans ce cas, il y aura lieu pour le concessionnaire de provoquer l'*enquête* spéciale, dite *aux servitudes*, qui doit être ouverte, le cas échéant, en même temps que celle nécessaire pour les expropriations (article 52 du décret du 29 juillet 1927).

Elle a lieu sur un plan parcellaire indiquant toutes les propriétés grevées, avec les renseignements nécessaires concernant la nature et l'étendue des sujétions ainsi que l'indication du nom des propriétaires d'après les matrices des rôles. Ce plan reste déposé pendant huit jours à la mairie de la commune du lieu des propriétés. L'ouverture de l'enquête fait l'objet d'une notification collective, par affichage à la mairie, et d'une notification individuelle aux intéressés par les soins du maire. Ce dernier certifie l'affichage et les notifications, mentionne les réclamations et déclarations verbales sur un procès-verbal ad hoc et y annexe celles qui lui sont adressées par écrit.

A l'expiration du délai de huitaine, un commissaire enquêteur, nommé par le préfet, reçoit les observations et appelle, s'il le juge utile, les propriétaires intéressés. Il signe le procès-verbal d'enquête, y joint son avis motivé et remet immédiatement, avec toutes les pièces de l'instruction, le dossier au maire, qui le transmet sans délai à l'ingénieur en chef du contrôle.

Ce dernier communique le dossier de l'enquête au concessionnaire qui peut, s'il le juge utile, modifier le projet en vue de tenir compte des observations présentées.

Si ces modifications frappent de servitude des propriétés nouvelles ou aggravent les servitudes antérieurement prévues, notification directe en est donnée par le maire aux intéressés qui ont un nouveau délai de huit jours pour produire leurs observations.

Modifié ou non, le projet est adressé par l'ingénieur en chef du contrôle au *préfet* qui *approuve le tracé* et notifie son approbation au concessionnaire.

Telles sont les garanties données aux propriétaires avant l'exécution. Il n'y en a pas d'autres. A la différence de ce qui se passe en cas d'expropriation, le versement de l'*indemnité n'est pas préalable*.

VII. **Règlement des indemnités**. — S'il n'a pas pu s'effectuer à l'amiable, il y est procédé à la requête de la partie la plus diligente, par le juge de paix en premier ressort; s'il y a expertise, le juge ne peut nommer qu'un seul expert. Telle est la disposition finale de l'article 12 de la loi du 15 juin 1906.

Elle donne lieu à une première observation : c'est que, contrairement à ce qui a lieu pour l'occupation temporaire et pour l'établissement des lignes télégraphiques et téléphoniques, où c'est le Conseil de préfecture qui intervient, c'est ici le *juge de paix* qui est *compétent*. Pourquoi ? D'après le rapport de M. Janet : « On a voulu rendre aussi simple que possible la procédure relative au règlement des indemnités. »

Quel est le juge de paix compétent? On dit ordinairement que ce devra être celui du ressort de l'immeuble.

C'est soutenable quand c'est le concessionnaire qui saisit le juge : il demande la fixation de la valeur d'une servitude; on peut admettre que l'action est réelle et immobilière.

Mais, quand c'est le grevé qui s'adresse à la justice, comme il s'agit d'une créance en dommages-intérêts naissant de la violation d'un droit de propriété, l'action protège plutôt un droit personnel et elle est personnelle. D'autre part, puisqu'elle tend au paiement d'une somme d'argent, elle est mobilière. Ce sont deux raisons pour que le tribunal de paix compétent soit celui du domicile du défendeur.

Toutefois, si l'action avait un double but, obtention de dommages-intérêt et négation de servitude, par exemple, elle serait mixte et immobilière, et l'article 59 du Code de procédure civile donne alors au demandeur le choix entre deux tribunaux, celui du domicile du défendeur et celui de la situation de l'immeuble.

Quels sont les *éléments de l'indemnité*? Dans un rapport [1] M. Berthelot l'indiquait nettement : « Le pré-

[1] *Documents parlementaires* (*Chambre des Députés*), annexe 1054, Session ordinaire 1899, n° 2332.

judice qui peut être causé à un propriétaire du fait des installations d'une distribution d'énergie comporte deux éléments. Le juge doit tenir compte, en premier lieu, du dommage matériel causé par l'exécution du travail... Le juge aura, d'autre part, à apprécier quelle indemnité est due au propriétaire pour la gêne que cause à sa jouissance la présence continue pendant une durée plus ou moins longue, sur son immeuble, des supports qui y auront été installés, ou la traversée des conducteurs d'énergie ».

Un jugement très intéressant qui vient d'être rendu par le tribunal de Lyon, le 24 juillet 1926, dans l'affaire de la Société de Transports d'Energie des Alpes contre Trouillet et autres [1] contient des précisions sur ce point : « L'indemnité accordée aux propriétaires des terrains traversés ne peut porter que sur le dommage actuel, direct, matériel et certain.

« En conséquence, dans l'évaluation des dommages ne peuvent entrer en considération ni la dépréciation pouvant résulter d'une destination nouvelle susceptible d'être donnée au terrain, cet élément constituant plutôt un manque à gagner, étant futur et incertain, ni même la dépréciation de valeur vénale que le propriétaire prétendait actuellement subir, puisqu'il n'a perdu la propriété ni de son fonds, ni même de l'emplacement occupé par les pylônes, dont il peut obtenir l'enlèvement s'il vient à se clore ou à élever des constructions. Mais, ainsi limitée par la loi, l'indemnité n'en devant pas moins comprendre tous les éléments de préjudice résultant d'une façon certaine, matérielle et directe de l'établissement des servitudes d'appui, de passage et d'ébranchage, lorsque les experts n'ont retenu comme élément de préjudice que le fait de la privation complète d'un sol occupé par la base du pylône et de la privation relative d'une certaine zone en raison des difficultés à cultiver autour des pylônes et qu'ils n'ont pas envisagé les éléments du préjudice résultant soit du droit de passage et d'accès des préposés du concessionnaire pour la surveillance et l'entretien de la ligne, soit des dégâts aux cultures et de la gêne occasionnée par les travaux d'installation, un complément d'expertise sur ces divers points doit être ordonné. »

Il est très remarquable qu'en cette matière, le juge ordinaire n'ait admis comme bases du règlement de l'indemnité, ni celles de l'article 1147 du Code civil visant le cas d'inexécution des obligations contractuelles (damnum emergens et lucrum cessans), ni celles que la jurisprudence a adoptées pour l'application de l'article 1382 du même Code (en cas de délit ou quasi délit). Il semble avoir, dans une certaine mesure, suivi la jurisprudence du Conseil d'Etat pour les dommages consécutifs à des travaux publics [2], telle que nous l'avons exposée dans notre « Contentieux des travaux publics », pages 29 et suivantes, mais il y a aussi mêlé quelque chose des principes du calcul de l'indemnité en matière d'expropriation. Cependant, on peut se demander s'il n'y a pas une distinction à établir entre les dommages causés sans droit par les entrepreneurs de travaux publics et ceux qu'ils ont légalement le droit d'occasionner, comme condition même de l'établissement de leurs ouvrages, et non plus comme conséquence anormale.

Logiquement, lorsqu'il s'agit de l'exercice normal de la servitude, le principe de l'indemnisation devrait être celui qui est fixé dans l'article 48 de la loi du 3 mai 1841, tel qu'il a été modifié par la loi du 6 novembre 1918 : la compensation du « dommage actuel et certain causé par le fait même de la servitude », sauf à bien envisager tous les éléments dudit dommage ; par conséquent, il y aurait à considérer le damnum emergens et le lucrum cessans, et à éliminer seulement « le préjudice incertain et éventuel ». Quant au dommage anormal causé par l'établissement de la servitude, il donnerait lieu à l'application des principes dégagés par la jurisprudence en matière de dommages causés par les travaux publics : il y aurait alors à compenser le dommage direct, matériel et spécial.

Sans doute, on a coutume de considérer comme dommages de travaux publics tout ce qui n'est pas dépossession totale [1]. Mais ce n'est pas seulement la nature du dommage qu'il nous paraît y avoir à considérer, ce sont aussi les conditions dans lesquelles il se produit : il faut voir s'il y a droit ou non, et, sous ce rapport, l'exercice d'une servitude légale se rapproche de l'expropriation, quand l'un et l'autre sont dûment opérés.

VIII. Recours des propriétaires à la suite des dommages qui leur sont causés sans droit. — Le concessionnaire en possession de son titre ou la régie dûment autorisée qui veut user des servitudes dont nous nous occupons doit procéder suivant les règles prescrites par la loi et les règlements. Autrement, des recours sont ouverts aux intéressés.

A) Supposons d'abord qu'un propriétaire d'une maison ou d'un enclos n'ayant pas été averti de l'exercice de la servitude ou n'ayant pas consenti à l'indemnité amiable, s'aperçoive de préparatifs faits par le concessionnaire pour l'implantation de ses pylônes. Comme il s'agit de la menace d'un trouble qui serait causé sans droit à la propriété, le propriétaire lésé pourra s'adresser au président du tribunal de première instance et lui demander une ordonnance de *référé* pour empêcher, au besoin avec le secours de la force armée, la violation de s'accomplir [2]. Il pourra aussi recourir à une action possessoire, la *dénonciation de nouvel œuvre*, intentée devant le juge de paix, qui prescrira la cessation des travaux. Elle est possible tant que le trouble n'existe pas encore.

B) Supposons maintenant que les travaux aient été commencés ou établis dans les mêmes conditions que

(1) *Recueil mensuel de Sirey*, 1927, 2e partie, p. 17 et note de M. A. Mestre.

(2) *Recueil mensuel de Sirey*, 1924, 1re partie, p. 289, note de M. A. Mestre.

(1) Voir renvoi (2), colonne précédente.

(2) Tribunal des Conflits, 28 janvier 1899. Maire de Périgueux.

ci-dessus sans que le propriétaire ait pu agir à temps pour les empêcher. *Il ne peut se faire justice lui-même*, puisqu'il ne se trouve pas dans un cas de légitime défense, et démolir ce qui a été fait, mais il a une action judiciaire. L'usurpation commise, la voie de fait par manque de droit (si le concessionnaire n'a pas la déclaration d'utilité publique, par exemple) ou par manque de procédure (s'il n'a pas provoqué l'arrêté préfectoral approbatif du tracé) relèvent en effet du *tribunal ordinaire*, gardien de la propriété. C'est lui qui doit être saisi, qu'il s'agisse d'une concession [1] ou d'une régie [2].

De qui sont justiciables les « voies de fait » dont nous nous occupons? L'alinéa final de l'article 12 de la loi du 15 juin 1906 ne donne compétence au *juge de paix* que pour la fixation des indemnités dues en raison de l'exercice des servitudes. Mais le législateur a supposé là un usage normal des prérogatives en question : *lex statuit de eo quod plerumque fit*. Quand il y a violation de la propriété par un entrepreneur qui n'est pas dûment autorisé, c'est encore le juge de paix du ressort de l'immeuble, à charge d'appel au tribunal d'arrondissement, qu'il convient de saisir, car c'est lui qui est juge des actions possessoires [3], pour recouvrer la possession tranquille de l'immeuble et pour obtenir la remise des lieux en l'état comme aussi des dommages-intérêts. Quel qu'en soit d'ailleurs le montant, on agira par la *complainte* ou la *réintégrande*.

Au sujet *de la compétence* du juge de paix, nous donnons ci-après un *jugement avant dire droit rendu par la justice de paix de Lamotte-Beuvron*, en date du 29 mars 1926 (Bret contre Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans) dans les circonstances suivantes :

Un décret avait déclaré l'utilité publique et l'urgence de travaux approuvés par le ministre des Travaux publics pour l'établissement du réseau de transport d'énergie électrique à haute tension destiné à l'électrification des voies ferrées de Paris à Orléans, Vierzon, Issoudun, Châteauroux et Argenton-sur-Creuse. La Compagnie d'Orléans a fait traverser la propriété de M. Bret par diverses lignes à haute tension supportées par de gros pylônes métalliques et coupé un grand nombre de gros arbres, sans autorisation amiable ni expropriation préalable. Enfin, pour permettre la surveillance et l'entretien de ses lignes, la Compagnie a constitué au profit de ses agents, une servitude de passage à travers la propriété de M. Bret.

Le requérant demandait : 57 549 fr de dommages-intérêts : en raison de la privation de jouissance, de la dépréciation du surplus de la propriété, de la gêne causée par les pylônes pour l'exploitation et la chasse, enfin de la servitude de passage et de circulation, ainsi que 2 000 fr pour le dommage causé sans aucune autorisation préalable et contrairement aux lois et règlements en vigueur sur l'expropriation et les servitudes; — subsidiairement, la nomination d'experts.

Voici le jugement :

« Attendu que le siège de la matière se trouve dans la loi du 15 juin 1906, dont le but est de faciliter le transport du courant électrique du lieu où il est produit au point où il est utilisé; que, si on se reporte au texte de la loi susvisée, on trouve dans l'article 1er la raison d'être de cette loi;

» Attendu qu'il s'agit en l'espèce de travaux déclarés d'utilité publique et urgents par décret du 17 mars 1923, après décision du ministre des Travaux publics du 20 décembre 1922; que, dès lors, le litige qui nous est soumis serait de la compétence des conseils de préfecture, aux termes de l'article 4 de la loi du 28 pluviôse an VIII, si l'article 12 de la loi du 15 juin 1906 in fine n'avait donné compétence en premier ressort au juge de paix pour statuer sur les dommages causés aux particuliers pour l'établissement des lignes de distribution d'énergie électrique; qu'il convient de rechercher dans quelle mesure doit s'exercer cette compétence;

» Attendu qu'aux termes de l'article 12 § 9 de la loi du 15 juin 1906, l'exécution des travaux n'entraîne aucune dépossession; qu'elle ne crée qu'une servitude d'appui, de passage et d'ébranchage, servitude légale limitée à ces trois éléments; que, dès lors, les droits des concessionnaires et des propriétaires se trouvent de ce fait restreints, le concessionnaire ne pouvant pas demander plus de droits que la loi ne lui en concède, le propriétaire ne pouvant pas demander d'autres indemnités que celles prévues par la loi;

» Attendu que l'article 12 in fine de la loi du 15 juin 1906 précise la compétence que le législateur a donnée au juge de paix en la matière : règlement en premier ressort des indemnités qui pourraient être dues à raison des servitudes d'appui et de passage ou d'ébranchage; — que le rôle du juge de paix est ainsi nettement déterminé et qu'il ne saurait, sans commettre un excès de pouvoirs, sortir des limites de la compétence spéciale qui lui a été attribuée par l'article 12 susvisé;

» Attendu que, dans ces conditions, il y a lieu de faire droit à la demande de Me Chartier en ce qui concerne l'indemnité à lui allouer à raison des servitudes d'appui, de passage ou d'ébranchage et de rejeter ses conclusions en tant qu'elles ont pour but d'étendre notre mission à des cas non prévus par la loi.

» Par ces motifs...

» Jugeant avant dire droit, contradictoirement et en premier ressort;

» Disons que nous sommes compétents, dans les termes de l'article 12 in fine de la loi du 15 juin 1906, pour fixer les indemnités, dues au sieur Bret à raison des servitudes d'appui, de passage et d'ébranchage.

» Rejetons ses conclusions sur les autres points.

» Et attendu que nous n'avons pas en la cause des

[1] Cour de Cassation, 20 mars 1911, Commune de Saint-Paul-de-Tartas contre Leyre; Chambre des Requêtes, 18 mai 1918, L. Michel.

[2] Cour de Cassation, 25 avril 1923. Etat et Desauty contre époux Pellé. *Recueil mensuel de Dalloz*, 1926, 1re partie, p. 63. *Recueil mensuel de Sirey*, 1924, 1re partie, p. 289.

[3] Arrêt de la Cour de Cassation (Chambre civile), du 11 juillet 1922, Société Rebenty-Sault contre Alard. *Recueil mensuel de Sirey*, 1924, 1re partie, p. 292.

éléments d'appréciation suffisants pour évaluer le préjudice causé au demandeur par la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans ;

» Qu'il convient de recourir à une expertise, laquelle est d'ailleurs sollicitée dans les conclusions subsidiaires de Mr Chartier et acceptée par le défendeur ;

» Désignons comme experts... »

Ce jugement prête à plusieurs critiques. Nous ne nous arrêterons pas à ce fait que l'énumération des servitudes de l'article 12 n'y est pas complète et qu'une servitude de passage découle nécessairement de l'exercice des autres, contrairement aux énonciations des « motifs », mais nous formulerons les observations suivantes : 1° si les conseils de préfecture sont en principe compétents pour connaître des dommages consécutifs aux travaux publics, nous sommes là en présence d'une usurpation de pouvoir, d'une violation de la propriété privée en dehors de toutes formes, laquelle échappe à leur juridiction ; 2° la loi du 15 juin 1906 n'est pas seule à fixer les attributions des juges de paix, qui le sont également par d'autres, telles que les lois du 25 mai 1838, 12 juillet 1905, 1er janvier 1926 et le décret du 5 novembre 1926 sur la réforme judiciaire ; 3° si la demande de dommages-intérêts pour violation de la propriété n'était pas de la compétence du juge de paix, c'était parce que, bien que mobilière, l'action avait isolément un intérêt (2 000 fr) supérieur à la limite de sa juridiction à l'époque (1), même en premier ressort (1 500 fr).

Le jugement est donc mal motivé.

Quels sont les pouvoirs du juge? Il est certain qu'il peut allouer des dommages-intérêts. Mais dans quelle mesure peut-il aller plus loin?

La solution de cette question dépend de celle de savoir si on est ou non en présence de travaux publics. S'il s'agit de travaux privés, il n'est pas douteux que le juge peut ordonner leur démolition et la remise de l'immeuble en l'état où il était antérieurement. S'il s'agit de travaux publics, le principe de la séparation des pouvoirs s'oppose, selon nous, à ce que le juge aille jusque là, car il empiéterait alors sur les attributions de l'exécutif qui doit seul apprécier l'opportunité des travaux entrepris (2).

Sur la nature desdits travaux, M. G. Jèze a établi une distinction suivant que la concession est ou non déclarée d'utilité publique. Dans le premier cas, il estime qu'il y a service public et, partant, travail public ; dans le second, il refuse à l'entreprise le caractère de service public et, par conséquent, aux travaux, celui de travaux publics (3). Il s'ensuivrait que le juge peut, dans cette seconde hypothèse, lorsque la déclaration d'utilité publique n'est pas obtenue, prescrire la démolition des ouvrages déjà établis.

Mais la plupart des auteurs se rallient à l'opinion de M. Mestre (1) d'après laquelle tous les concessionnaires de distribution d'énergie régulièrement nantis de leur titre, même sans déclaration d'utilité publique, exécutent des travaux publics (2). Il en résulte qu'il suffit que sa concession soit d'ores et déjà accordée pour qu'on se trouve en présence de travaux de cette nature et pour que, dès lors, l'autorité judiciaire ne puisse ordonner la démolition des travaux sans enfreindre le principe de la séparation des pouvoirs.

Ainsi donc s'il s'agit d'ouvrages établis par un entrepreneur qui n'est pas concessionnaire ou qui n'exécute pas pour le compte d'une entité administrative, ce ne sont pas des travaux publics et le juge peut prescrire l'enlèvement avec une astreinte par jour de retard (3). S'il s'agit d'ouvrages réalisés pour le compte d'une entité administrative par un concessionnaire en instance de déclaration d'utilité publique ou de subvention, ou par une régie, on est en présence de travaux publics (Arrêt du Conseil d'Etat du 26 janvier 1894 rendu dans l'affaire Lebreton, Faucheux et autres, *Recueil des arrêts*, 1894, page 71), et nous estimons avec le Conseil d'Etat et la Cour de Cassation, que le juge ne peut ordonner la suppression des ouvrages et doit se borner à ordonner la discontinuation des travaux (sauf à allouer des dommages-intérêts spéciaux au propriétaire). Ainsi en a décidé le Conseil d'Etat le 26 janvier 1894 dans l'affaire Lebreton, Faucheux et autres (4) pour un ouvrage public exécuté alors même que certaines formalités requises (l'enquête, en l'espèce) n'avaient pas été remplies, et la Cour de Cassation, le 25 avril 1923 dans l'affaire Etat et Desauty contre Pellé pour un travail public en régie qui n'avait pas été déclaré d'utilité publique (5).

Cette solution a été critiquée par M. Achille Mestre dans son commentaire de ce dernier arrêt au *Recueil mensuel de Sirey*. Il dit notamment « Les tribunaux ont le droit, soit d'interdire aux concessionnaires de pénétrer sur la propriété dans des conditions irrégulières, soit de lui prescrire certaines modifications dans l'aménagement du réseau, soit même d'en ordonner l'enlèvement. Nous sommes là en présence d'une solution qui n'est pas sans avoir des inconvénients graves, à raison du service public auquel la ligne en question peut être affectée. Le juge civil devra évidemment prendre à cet égard les précautions nécessaires, mais son droit d'ordonner l'enlèvement des ouvrages est certain, étant donné les

(1) C'est maintenant 1 000 fr en premier ressort et 3 000 fr à charge d'appel (Décret du 5 novembre 1926).

(2) Arrêt de la Cour de Cassation du 18 octobre 1899 rendu dans l'affaire Hubert-Brierre, *Recueil mensuel de Sirey*, 1900, 1re partie, p. 102.

(3) G. Jèze. *Principes généraux de droit administratif*, 1926, t. III, p. 360 et *Revue du droit public*, 1925, p. 593 et suivantes, combinés avec le passage de l'étude sur les contrats administratifs, consacré aux travaux publics, *Revue du droit public*, 1925, p. 460. Voir la critique de cette opinion dans notre ouvrage *Contentieux des Travaux publics*, 1927, p. 8 (Société Revue générale de l'Electricité, éditeur).

(1) Note au *Recueil mensuel de Sirey*, 1924, 1re partie, p. 289.

(2) Voir la discussion de cette question dans notre ouvrage *Contentieux des Travaux publics*, p. 8.

(3) Voir à ce sujet A. Mestre, Note au *Recueil mensuel de Sirey*, 1924, 1re partie, p. 289.

(4) *Recueil des arrêts*, 1894, p. 72.

(5) *Recueil mensuel de Sirey*, 1924, 1re partie, p. 289.

termes impératifs de l'article 12 : « l'exécution des travaux n'entraîne aucune dépossession ». Ou ces mots n'ont pas de sens, ou ils impliquent la possibilité, pour le propriétaire, de reprendre la libre disposition du terrain indûment occupé, et, par suite, le devoir pour les tribunaux compétents, d'ordonner la remise en état de l'immeuble. Cette sanction énergique du droit de propriété est donc commandée par une disposition légale impérative qui ne se retrouve point en matière de travaux publics ordinaires ».

Malgré l'autorité de l'éminent professeur, nous ne saurions partager son avis. Nous avons vu, en effet, que la doctrine et la jurisprudence en matière de servitudes admettent le maintien pour le propriétaire de ses droits de modifier et d'aliéner son immeuble. Le texte de la loi de 1906 n'a fait que confirmer cette jurisprudence ou plutôt que de la transposer en matière de charges légales imposées à la propriété comme l'avait déjà fait la loi du 28 juillet 1885, article 4. Il n'y a rien là d'exceptionnel.

Ce qui serait spécial, ce serait l'atteinte au principe de la séparation des pouvoirs qu'entrainerait l'admission de la faculté, pour le juge civil, d'ordonner l'enlèvement des ouvrages des concessionnaires, établis en usant des servitudes avant la déclaration d'utilité publique ou sans procédure régulière (absence de notification d'enquête aux servitudes et d'arrêt préfectoral).

Ajoutons qu'au point de vue pratique, la solution préconisée par M. Mestre ne manquerait pas d'inconvénients : les travaux entrepris prématurément par les concessionnaires seront, vraisemblablement, dans la plupart des cas, déclarés d'utilité publique ; les tracés des lignes, étudiés de près par eux, seront fort probablement approuvés.

Par conséquent, si les ouvrages construits irrégulièrement devaient être démolis, ce serait pour être reconstruits à bref délai. Il y aurait donc démolition en pure perte.

La solution de ces difficultés devrait, à notre avis, être la suivante :

De même que, dans les cas d'inobservation de la servitude *non ædificandi*, les tribunaux judiciaires ordonnent la démolition des ouvrages, mais, tenant compte des exigences de l'intérêt général, suspendent l'exécution de cette mesure pendant un certain délai [1], de même ici, ils doivent s'inspirer de considérations d'utilité et d'opportunité.

Si, au moment où ils sont saisis, la compagnie concessionnaire s'est déjà mise en instance pour obtenir un titre régulier lui permettant d'exercer les servitudes en cause, le tribunal doit, non pas ordonner la démolition, ce qui serait préjuger la décision défavorable de l'Administration, mais, conciliant l'intérêt général avec l'intérêt privé, accorder au propriétaire lésé des dommages-intérêts spéciaux pour le préjudice qui

(1) Voir, par exemple, l'arrêt de la Cour d'Appel de Paris (1re Chambre) en date du 27 mars 1924, rapporté dans la *Gazette des Tribunaux* du 6 juillet suivant.

lui a été causé en dehors de toute procédure régulière [1].

Il y a là, selon nous, une opération un peu semblable à la rédaction d'un avant-acte par des personnes qui n'ont pas encore toutes les autorisations nécessaires.

Cependant, nous nous rallierons à la solution de M. Mestre quand il a été usé des servitudes dans des cas où l'expropriation préalable s'imposait, c'est-à-dire lorsque l'ouvrage public a été mal implanté.

Nous supposerons, par exemple que, sans entente avec le propriétaire, un potelet a été fixé soit sur une façade *intérieure*, soit sur un toit normalement [2] *inaccessible par la voie publique* ou un pylône implanté dans un terrain *clos*.

En effet, aucune différence essentielle n'existerait plus entre l'établissement de la servitude et l'expropriation si l'on se bornait pour la voie de fait ainsi commise, à l'allocation de dommages-intérêts, de sorte qu'on arriverait à rendre inopérantes les distinctions de la loi. Il n'y a pas eu seulement un manque de formalités qui peut déjà être très grave d'ailleurs ; il y a un manque de droit absolu, une illégalité foncière à user des servitudes dans des cas où l'expropriation s'impose, une voie de fait de même nature que celle d'un entrepreneur qui, sans aucun droit, installe ses ouvrages sur une propriété privée ; il faut que la sanction soit la même, à savoir la suppression des ouvrages.

C) Enfin, en cas *d'irrégularités commises* dans les *actes administratifs* ayant précédé l'exercice des servitudes, les propriétaires lésés ont un dernier moyen de faire respecter leurs droits : c'est d'obtenir l'annulation de ces actes par un recours pour excès de pouvoir porté devant le Conseil d'État.

Supposons, par exemple, que l'enquête aux servitudes n'ait pas été précédée des notifications nécessaires ou que l'arrêté préfectoral approbatif du tracé soit intervenu sans enquête préalable. Si l'irrégularité a été de nature à empêcher l'efficacité des mesures prescrites pour la garantie de la propriété, un *recours pour excès de pouvoir devant le Conseil d'État* aboutira à l'annulation de la procédure vicieuse.

Cette dernière devra être recommencée suivant les formes réglementaires. L'utilité de cette reprise est certaine : des protestations pourront se produire qui n'en avaient pas eu l'occasion la première fois et le tracé pourra être modifié en conséquence.

S'ensuivra-t-il que les dommages commis à la suite de ces actes irréguliers doivent être considérés comme illégitimes? Oui, si l'entrepreneur pouvait savoir que l'acte incriminé était irrégulier, par exemple, s'il n'ignorait pas que l'enquête avait eu lieu sans notification individuelle ou que l'arrêté préfectoral n'avait été précédé d'aucune enquête? Non, si l'entrepreneur a agi de

(1) Ainsi a jugé récemment la Cour d'Appel de Paris (2e Chambre), dans une espèce analogue, arrêt du 30 mars 1925. *Gazette des Tribunaux* du 6 juillet 1925.

(2) Nous disons « normalement », parce que le législateur suppose toujours le cas normal. Il ne suffirait pas, pour user de la servitude, qu'un toit fut accessible par des prodiges d'équilibrisme.

bonne foi. Sa responsabilité n'est évidemment pas la même dans les deux cas; elle est entière dans le premier, tandis qu'elle est atténuée dans le second.

Il y a un cas où les actes administratifs vicieux devraient être attaqués, non pas devant le Conseil d'Etat, mais devant les tribunaux ordinaires. C'est celui où l'arrêté préfectoral prescrirait l'exercice des servitudes en dehors des conditions légales, par exemple, l'implantation des poteaux dans des terrains d'ores et déjà clos.

Il y aurait là, en effet, non pas seulement une irrégularité, mais une *voie de fait*, dépassant les pouvoirs, non seulement d'un administrateur, mais de l'Administration elle-même, suivant l'expression énergique de Laferrière (Traité de la juridiction administrative, 2e édition, p. 478-479). On dit dans ce cas que l'acte illégal est, non plus annulable, mais inexistant. Cependant, il garde la forme, l'apparence administrative et sa nullité doit être déclarée. Mais ce n'est pas alors la juridiction administrative qui doit la constater et passer outre [1], c'est le *tribunal judiciaire* et l'auteur de l'acte encourt aussi devant eux une responsabilité [2]. Le tribunal des conflits a statué en ce sens, le 8 mai 1886 [3] à la suite de la fixation de consoles dans le mur de façade d'une maison, par l'Administration des Postes et Télégraphes, avant la loi du 28 juillet 1885. Il a décidé comme suit : « *Il appartient à l'autorité judiciaire* de statuer sur la demande d'un propriétaire tendant à la suppression de consoles destinées à soutenir des fils téléphoniques et placées antérieurement à la loi du 28 juillet 1885 sur la façade d'une maison. Ces ouvrages permanents de leur nature et établis en dehors de la voie publique grèvent l'immeuble d'une servitude d'utilité publique qu'aucune disposition de loi ou d'ancien règlement n'autorisait les préfets à imposer aux propriétaires avant la susdite loi (art. 650 du Code civil). Les arrêtés qui ont antorisé *ces travaux ne présentent donc pas le caractère d'actes administratifs* rentrant dans le cercle des attributions de l'autorité préfectorale et motivant la compétence de la juridiction administrative ». Il n'est pas douteux que ce qui a été jugé pour la constitution d'une servitude en dehors de tout texte le serait également pour son établissement sur des immeubles exemptés par les textes ou en dehors des emplacements prévus par eux. Il y a là une atteinte à la propriété, une voie de fait par manque de droit qui relève de la justice civile.

IX. **Propositions de loi tendant à la réforme du régime des servitudes.** — On peut estimer que la servitude de support est une dépossession déguisée lorsqu'il s'agit de pylônes ayant une base de plusieurs

(1) Bien que, depuis une vingtaine d'années, le Conseil d'Etat ait admis des recours en cas d'usurpation de pouvoir flagrante. Voir à ce sujet : APPLETON, *Traité de contentieux administratif* no 327.

(2) Voir à ce sujet APPLETON, *Loc. cit.*, no 55 et JÈZE. *Principes généraux du droit administratif*, 2e édition, p. 451-460.

(3) Affaire Senlis-Botte, *Recueil mensuel de Dalloz*, 1887, 3e partie, p. 89. — *Recueil des arrêts*, 1886, p. 391.

mètres carrés, implantés dans d'énormes massifs de béton [1]. Dans ces conditions, certains membres du Parlement ont pensé qu'il y avait lieu de supprimer cette servitude et d'exiger le paiement préalable de l'indemnité après expropriation ainsi que l'avis du conseil général ou de la commission départementale pour l'approbation du tracé.

C'est en ce sens que, pour l'établissement des lignes de transport d'énergie, MM. les Députés Borrel, Carron et Falcoz ont déposé une proposition de loi [2].

Cette proposition a fait l'objet d'un rapport de M. Mistral au nom de la Commission des Mines et de la Force motrice de la Chambre et donné lieu à une contre-proposition [3].

La nouvelle rédaction s'inspire des considérations suivantes :

La loi de 1841 sur l'expropriation comporte une procédure entièrement engagée par l'expropriant (l'exproprié n'ayant qu'à répondre aux questions qu'on lui pose) et le versement préalable de l'indemnité. Au contraire, avec le jeu des servitudes de l'article 12, on peut occuper les propriétés dès que le préfet a approuvé le tracé, sans même discuter avec le propriétaire. Si celui-ci n'arrive pas à se mettre d'accord avec le concessionnaire, il doit saisir le juge de paix, attendre l'expertise, puis le jugement, aller en appel s'il n'est pas satisfait; il recule devant cette procédure, dont les frais peuvent rester à sa charge et qui lui paraissent souvent hors de proportion avec l'importance de l'affaire. Il ne sait donc jamais quand il arrivera à toucher, ni comment.

D'autre part, les formalités qu'entraîne l'expropriation sont susceptibles de retarder considérablement la construction des lignes. Ce n'est l'intérêt de personne. Aussi la servitude doit-elle être conservée; elle cessera d'être impopulaire si son exercice est entouré des garanties convenables.

La Commission des Mines et de la Force motrice de la Chambre propose donc d'ajouter à l'article 12 de la loi du 15 juin 1906 le texte qui fait l'objet de l'article unique de la nouvelle proposition de loi qui se résume comme il suit :

Huit jours avant de pénétrer sur le terrain, le concessionnaire prévient les intéressés par une lettre recommandée, contenant une offre d'indemnité. Si l'entente n'est pas intervenue dans le délai d'un mois, le concessionnaire saisit le juge de paix, les frais de cette première instance étant à sa charge et l'indemnité à fixer portant intérêt à dater du jour de l'envoi de sa lettre recommandée. Le juge statue dans les deux mois

(1) Voir discussion de l'interpellation Mollard au Sénat. Séance du 23 décembre 1924. — *Débats parlementaires. Sénat* Annexe au *Journal officiel* du 24 décembre 1924, p. 1590 et suivantes.

(2) Proposition Borrel, Carron, Falcoz, no 173. Annexe au procès-verbal de la séance de la Chambre des Députés du 3 juillet 1924.

(3) Rapport par M. Mistral, no 2 066. Chambre des Députés. Session extraordinaire de l'année 1925. Annexe au procès-verbal de la séance du 12 novembre 1925.

et l'indemnité est payée un mois après sa décision, ou le jugement d'appel, s'il a été fait appel. Faute de paiement dans ce délai, le propriétaire a le droit de s'opposer aux travaux et de faire enlever ceux qui ont été exécutés.

Le texte comporte des précisions sur les personnes à qui doivent être faites les notifications et offres, les consignations à faire en cas de refus persistant du propriétaire de laisser exécuter les travaux, les délais et la procédure d'appel, etc.

La proposition de loi de M. Mistral a l'avantage de fixer des délais pour l'accomplissement des formalités d'occupation, ainsi que pour la fixation et le paiement des indemnités; elle pose, d'autre part, le principe que le paiement de l'indemnité doit être antérieur à l'occupation du terrain.

Cette proposition, adoptée par la Chambre des Députés, le 16 juillet 1926 (1) a été transmise au Sénat (2).

L'inconvénient de la rédaction proposée c'est qu'elle aura pour effet, en cas de désaccord entre le concessionnaire et les propriétaires, de retarder l'exécution des travaux puisqu'elle introduit des délais pour la procédure. Ces délais sont les suivants :

De l'envoi de la lettre recommandée à la citation, 1 mois ; de la citation à l'arrêt du juge de paix, 2 mois, soit 3 mois s'il n'y a pas d'appel.

Ce délai est augmenté d'un mois et quinze jours s'il est fait appel.

Mais nous pensons que l'on pourrait réduire à un mois le délai de deux mois imparti au juge de paix pour statuer. L'ensemble des délais serait ainsi ramené à deux mois s'il n'y a pas d'appel, trois mois et demi s'il y en a.

Il ne semble pas qu'il y ait là un trop grave inconvénient. Les distributeurs auront à prendre leurs dispositions pour entamer la procédure en temps voulu. Les délais prévus ne peuvent guère en effet être encore réduits, si l'on veut effectivement (et c'est là le but de la proposition de loi) donner une garantie aux propriétaires.

En définitive, nous estimons qu'il y a lieu pour le Sénat d'adopter la contre-proposition de M. Mistral sous les deux réserves suivantes :

1° Limitation à un mois du délai imparti au juge de paix pour statuer ;

2° Limitation à 1 000 fr des litiges pour lesquels le juge de paix statue en dernier ressort.

(1) *Débats parlementaires. Chambre des Députés*, annexe au *Journal officiel*, du 17 juillet 1926, page 2931. (Texte de la proposition reproduit dans la *Revue générale de l'Electricité* du 14 août 1926, t. XX, p. 261).

(2) N° 470. *Sénat*. Session ordinaire de 1926. Annexe au procès-verbal de la séance du 27 juillet 1926.

Une autre proposition de loi tendant à modifier la loi du 15 juin 1906, en ce qui concerne les servitudes dont nous nous occupons, émane de MM. les sénateurs Mollard, Milan et Machet (1). Ils reprochent à cette loi de n'être plus adaptée à la situation, ayant été conçue pour des distributions et non pour des transports d'énergie. Ils ne peuvent point admettre que l'on considère comme de simples servitudes des emprises de 30 m de côté où l'on ne peut ni construire ni planter, tout en continuant de payer l'impôt pour leur surface, en qualité de propriétaire, etc.

Ils étendent les droits du concessionnaire simple en lui conférant en principe ceux qu'ont actuellement les bénéficiaires d'une déclaration d'utilité publique, mais ne les admettent à jouir de la servitude d'ancrage que jusqu'à 1 500 v, de celle de passage que jusqu'à 45 000 v et de celle de support que jusqu'à une emprise de 1 m². L'entrepreneur ayant la déclaration d'utilité publique n'est pas gêné par les limitations de tension, mais doit écarter des agglomérations non desservies directement les lignes à plus de 45 000 v.

Pour l'occupation des propriétés privées, la procédure ressemble à celle de la loi du 29 décembre 1892.

Pour le règlement des indemnités, trois juridictions :

« 1° Un *jury tripartite*, constitué par le concessionnaire, l'assujetti et des représentants de l'administration, qui aura à connaître de toutes les indemnités, servitudes ou dépossessions en ce qui concerne la *construction des lignes* proprement dites et de leurs accessoires directs;

« 2° Le *juge de paix* pour régler les dommages causés chez l'assujetti ou chez le voisin, résultant soit des études préliminaires, soit de l'entretien en cours des concessions.

« 3° Enfin, le *jury d'expropriation*, lorsqu'il s'agira d'acquérir des immeubles de surface de grande importance ou pour des installations autres que celles des lignes proprement dites. »

Les auteurs de cette proposition, partis de critiques justes en général, paraissent s'être laissés trop guider par des considérations techniques.

Nous pensons que les deux propositions susvisées seront fondues en une seule et qu'on aboutira à une refonte de la loi organique, mais le Parlement ne semble pas, pour l'instant, manifester beaucoup d'unité de vues en cette matière.

Ch. Blaevoet,
Docteur en droit,
Lauréat de la Faculté de Droit de Paris.

(1) N° 344. *Sénat*. Session ordinaire 1926. Annexe au procès-verbal de la séance du 22 juin 1926.

# REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 16. 22 OCTOBRE 1927.

Conférence générale des Poids et Mesures : Résolution concernant les étalons électriques. — Ainsi que nous le signalions dans notre précédent numéro [1], la Septième Conférence générale des Poids et Mesures s'est occupée de la comparaison des étalons électriques. Cette question fut examinée et discutée dans la séance tenue au Pavillon de Breteuil, à Sèvres, dans l'après-midi du mardi 4 octobre 1927. On trouvera ci-dessous le compte rendu sommaire de cette discussion ainsi que le texte de la résolution adoptée par la Conférence. Mais étant donné l'intérêt que présente la question pour les électriciens, il nous paraît utile d'indiquer auparavant comment et pourquoi la Conférence générale des Poids et Mesures s'est trouvée amenée à s'en occuper.

1. Les étalons électriques que possèdent actuellement divers pays en vue de vérifier l'exactitude des instruments et appareils servant à la mesure précise des grandeurs électriques ont été établis par les laboratoires nationaux de ces pays en s'efforçant de remplir aussi rigoureusement que possible les décisions prises par la Conférence internationale des Unités et et Etalons électriques qui se tint à Londres du 12 au 22 octobre 1908 et réunissait les délégués officiels de vingt et un pays. Pour reconnaître si ces étalons, construits en des lieux différents, sont bien représentatifs de l'unité qu'ils ont pour but de matérialiser, des comparaisons ont été faites, à plusieurs reprises, entre les étalons des principaux laboratoires nationaux. Ces comparaisons ont montré que l'on peut avoir toute confiance dans l'exactitude des étalons comparés. Mais comme elles n'ont été faites jusqu'ici que sur un petit nombre d'étalons nationaux et qu'il serait utile, sinon indispensable, qu'elles fussent étendues aux étalons des autres nations, il semble qu'il conviendrait de faire pour les unités électriques ce qui a été fait pour le mètre et les unités qui en dérivent : créer un organisme international chargé de centraliser toutes recherches et tous travaux concernant les unités électriques et leurs étalons, et d'établir et de conserver des étalons internationaux sur lesquels seraient ajustés les étalons nationaux des divers pays.

2. L'idée de la création d'un organisme international de ce genre n'est d'ailleurs pas nouvelle. Déjà, en 1904,

[1] *Revue générale de l'Electricité*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 569-570.

au Congrès international d'Electricité de Saint-Louis les délégués des onze nations représentées officiellement à ce congrès en avaient reconnu la nécessité [1]. On lit, en effet, dans le rapport présenté à la Chambre des Délégués par la Commission des Unités nommée par cette chambre pour l'examen des questions relatives aux unités et étalons électriques [2] :

La Chambre des Délégués estime que ces questions, et autres semblables, seraient mieux traitées par une commission internationale représentant les gouvernements intéressés. Cette commission pourrait, tout d'abord, être nommée par les pays où ont été adoptées les lois concernant les unités électriques, à raison de deux membres, par exemple, pour chaque pays ; des pourparlers seraient ensuite engagés pour obtenir l'adhésion des autres pays.

La Chambre des Délégués approuve ce plan et requiert ses membres de présenter ce rapport à leurs gouvernements respectifs.

Il est à désirer, si la recommandation de la Chambre des Délégués est adoptée par les gouvernements représentés, que la commission puisse éventuellement devenir permanente.

3. Conformément à cette recommandation, une commission internationale formée de délégués des gouvernements intéressés se constitua et tint à Londres, du 12 au 22 octobre 1908, la Conférence internationale des Unités et Etalons électriques dont nous parlions plus haut [3].

Au cours de ses séances, cette conférence examina à son tour la question de la création d'un organisme international permanent, et, dans sa séance de clôture, elle adoptait une résolution instituant un comité ayant pour mission de créer une commission internationale permanente chargée d'assurer la continuité des travaux concernant les unités et les étalons électriques ; voici le texte de cette résolution d'après le procès-verbal officiel de la séance finale [4] :

Schedule D (Projet de création d'une commission permanente). — 1° La Conférence recommande que les différents gouvernements intéressés instituent une Commission permanente internationale d'Etalons électriques.

2° En vue de la nomination de la Commission permanente internationale, la Conférence recommande que le président, Lord Rayleigh, fasse nommer par la Conférence un comité scientifique de quinze membres (*) ayant pour objet d'organiser la commission permanente et de formuler le plan et la direction du travail qui paraîtraient nécessaires pour la conservation des étalons, la fixation de leur valeur (**), la comparaison des étalons entre eux, et ainsi compléter le travail de la Conférence (***).

(*) Suivant la recommandation de la Conférence, Lord Rayleigh a nommé le Comité composé ainsi : Dr Osuke Asano, M. R. Benoit, Dr M.-N. Egorof, Prof. Eric Gérard, Dr R.-T. Glazebrook, Dr H. Haga, D.-L. Kusminsky, Prof. Lindeck, Prof. G. Lippmann, Prof. A. Roiti, Dr E.-B. Rosa, Dr S.-W. Stratton, M. P.-A. Trotter, Prof. E. Warburg, Prof. F. Weber.

(**) Cette recommandation indique la revision de temps à autre de la force électromotrice de l'élément Weston normal.

(***) Le Comité sera autorisé à publier comme Appendice au *Rapport de la Conférence* des notes détaillant les méthodes qui ont été adoptées dans les laboratoires d'étalonnage des divers pays pour réaliser l'ohm international et l'ampère international et construire l'élément normal Weston.

3° Les laboratoires possédant des installations permettant des recherches et des mesures de précision seront priés de coopérer avec le Comité en vue de l'accomplissement de sa tâche.

4° Le Comité prendra les mesures nécessaires pour la création de la commission permanente, et sera chargé de préparer la réunion de la prochaine Conférence des Unités et Etalons électriques, et de désigner l'époque et l'endroit qui lui paraîtront le plus convenables.

5° Le Comité ou la Commission permanente internationale envisagera la question d'étendre les fonctions de la Conférence internationale des Poids et Mesures, afin de se rendre compte s'il est possible ou s'il est désirable de combiner à l'avenir les Conférences des Unités et Etalons électriques avec la Conférence internationale des Poids et Mesures, au lieu de maintenir des Conférences d'Etalons et Unités électriques. Toutefois, la Conférence exprime l'opinion que la Commission permanente doit rester un organe distinct.

4. Par suite des difficultés que présente l'établissement et la ratification d'une convention internationale, le Comité scientifique nommé par la Conférence internationale des Unités et Etalons électriques n'avait pu encore remplir sa mission de créer une commission internationale permanente, lorsque la guerre mondiale vint interrompre ses démarches.

La question ne fut reprise qu'en 1921, lors de la sixième session de la Conférence internationale des Poids et Mesures. Cette conférence s'appuyant sur le texte du cinquième paragraphe de la résolution de la Conférence internationale des Unités et Etalons électriques examina la possibilité d'étendre ses attributions aux unités électriques et, après discussion, dans sa séance du 6 octobre 1921, elle modifiait l'article 7 de son règlement pour lui permettre cette extension ; voici le texte de cette modification :

Après que le Comité international des Poids et Mesures aura procédé au travail de coordination des mesures relatives aux unités électriques et lorsque la Conférence internationale des Poids et Mesures en aura décidé par un vote unanime, le Bureau sera chargé de l'établissement et de la conservation des unités électriques et de leurs témoins, ainsi que de la comparaison, avec ces étalons, des étalons nationaux ou d'autres étalons de précision.

5. Le Comité international des Poids et Mesures, ainsi autorisé « à procéder au travail de coordination des mesures relatives aux unités électriques » étudia les moyens lui permettant d'accomplir la nouvelle tâche qui lui incombait. Ses ressources financières, constituées par les contributions des états signataires de la Convention du Mètre, dont le montant était fixé en francs français, diminuaient en même temps que

[1] Les délégués français étaient : MM. Dennery, Ferrié, Henri Poincaré, de Nerville.

[2] *La Revue électrique*, 30 octobre 1904, t. II, p. 254-256.

[3] Un compte rendu des travaux de la Conférence internationale des Unités et Etalons électriques a été publié dans *La Revue électrique*, 30 octobre 1908, t. X, p. 289-290. La France était représentée à cette conférence par G. Lippmann, membre de l'Institut, R. Benoit, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, et M. de Nerville, ingénieur en chef des Télégraphes.

[4] *La Revue électrique*, 15 novembre 1908, t. X, p. 353-355.

baissait la valeur du franc et, par suite, se trouvaient insuffisantes pour rémunérer le personnel qui lui eût été nécessaire pour effectuer lui-même les mesures comparatives des étalons en usage dans les divers laboratoires. Il dut, dès lors, se borner à demander à ceux-ci de procéder à ces mesures en opérant de la manière suivante : quelques-uns des étalons d'un laboratoire A sont envoyés à un laboratoire B après qu'ils ont été comparés aux étalons du même type restant dans ce laboratoire A; au laboratoire B ils sont comparés à ceux de ce laboratoire et renvoyés au laboratoire A; celui-ci les compare de nouveau à ceux qui sont restés en sa possession afin de reconnaître si leur déplacement en a modifié la valeur. Plusieurs laboratoires nationaux ont effectué les comparaisons demandées et dans une conférence des représentants de ces laboratoires, qui eut lieu à Londres au début de 1927, il fut reconnu que les différences entre les valeurs trouvées dans deux laboratoires pour un même étalon étaient extrêmement petites (de 6 dix-millionièmes pour les étalons de force électromotrice de la Grande-Bretagne et des Etats-Unis, 23 millionièmes pour les étalons de résistance de ces mêmes pays).

5. Tel était l'état de la question lorsque celle-ci revint en discussion à la séance du 4 octobre 1927 de la septième session de la Conférence générale des Poids et Mesures. Dans cette séance, M. Volterra, président du Comité international des Poids et Mesures, demanda à la Conférence si, désireuse de faire un nouveau pas dans la voie ouverte en 1921, elle était d'avis d'émettre le vote prévu par la modification apportée au texte de l'article 7 par la précédente conférence et qui, dès maintenant, chargerait le Bureau international des Poids et Mesures « de l'établissement et de la conservation des unités électriques et de leurs témoins ainsi que de la comparaison avec ces étalons, des étalons nationaux ou d'autres étalons de précision », ou si, estimant un tel vote prématuré, elle se ralliait à la proposition faite par la délégation britannique de nommer un comité de techniciens chargé d'examiner la question et devant déposer son rapport au plus tard le 1er mars 1929.

C'est cette proposition qui prévalut et, après discussion approfondie par le Comité international des Poids et Mesures, celui-ci soumit à la Conférence le texte de la résolution suivante :

Le Comité international des Poids et Mesures approuve l'organisation d'un Comité consultatif d'Electricité ayant pour objet de conseiller le Comité international des Poids et Mesures sur les questions relatives aux systèmes de mesure et aux étalons électriques.

Ce Comité consultatif d'Electricité sera limité à 10 membres et composé :

1° D'un représentant de chacun des laboratoires nationaux désignés par le Comité international ;

2° De spécialistes désignés nominativement par le Comité international.

Le président du Comité consultatif d'Electricité sera pris parmi les membres du Comité international et désigné par lui.

Les mémoires présentés par la délégation britannique et par la délégation des Etats-Unis sont renvoyés à l'examen du Comité consultatif d'Electricité.

Un rapport sur ce sujet devra être présenté au plus tard le 1er mars 1929.

La Septième Conférence générale des Poids et Mesures décide de donner pleins pouvoirs au Comité international, après qu'il aura pris connaissance du rapport du Comité consultatif d'Electricité, pour passer à l'exécution des stipulations de l'article 7 de la convention de 1921.

Cette résolution fut adoptée à l'unanimité par les délégués des nations représentées à la Conférence. C'est donc après l'examen du rapport que le Comité consultatif d'Électricité doit remettre au Bureau international des Poids et Mesures avant le 1er mars 1929, que ce dernier prendra une décision concernant l'extension de ses attributions à l'étude et la comparaison des étalons électriques.

Bibliographie : **Génératrices de courants et moteurs électriques**, par C. Gutton, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy (1). — Cet ouvrage est un exposé clair et précis des leçons professées par l'auteur à l'Institut électrotechnique de Nancy. Il permettra à l'étudiant d'aborder avec fruit l'étude technique des machines et la compréhension des matières enseignées présuppose seulement la connaissance des lois fondamentales de l'électricité.

Deux parties principales divisent cet ouvrage; la première concerne les courants continus et la seconde les courants alternatifs.

Parmi les divers chapitres, nous signalerons particulièrement l'étude du magnétisme du fer et des circuits magnétiques des dynamos qui fait l'objet des chapitres I et II, l'étude de la réaction d'induit et de la commutation, enfin, l'étude du fonctionnement des moteurs à courant continu.

En ce qui concerne les courants alternatifs, les chapitres XIII et XIV traitant des courants sinusoïdaux contiennent un exposé très substantiel des notions fondamentales indispensables aux praticiens. On sera toutefois un peu surpris que l'auteur n'ait pas exposé le calcul des grandeurs alternatives par la méthode des imaginaires en raison des avantages qu'elle présente et de l'importance considérable qu'elle a acquise dans le domaine de l'électrotechnique.

Après avoir traité des courants alternatifs, l'auteur étudie la théorie des transformateurs, les champs tournants et les machines synchrones. Les chapitres XXII à XXV sont relatifs aux moteurs d'induction, aux moteurs à collecteur et aux commutatrices. Enfin, l'auteur consacre le dernier chapitre de l'ouvrage à l'étude des courants non sinusoïdaux et des propriétés des harmoniques.

Cet ouvrage rendra certainement de grands services aux étudiants et à tous ceux qui, possédant une base théorique suffisante, ont à utiliser les machines électriques. Sa lecture constituera une excellente préparation à l'étude des grands traités d'électrotechnique. — L. V.

Bibliographie : **Introduction mathématique aux sciences techniques de l'ingénieur**, par Gabeaud, ingénieur, ancien élève de l'Ecole polytechnique et de l'Ecole supé-

(1) Un volume, format 25 cm × 16 cm, de 296 pages, avec 218 figures dans le texte, édité par la librairie Dunod, 92, rue Bonaparte, à Paris (6e). Prix : broché, 35 fr; relié, 42 fr, plus 40 pour 100 de majoration.

rieure d'Electricité (1). — Cet ouvrage, dont les deux premières éditions ont été épuisées, s'adresse aux personnes qui, possédant de bonnes notions de mathématiques élémentaires, désirent s'initier rapidement aux mathématiques supérieures strictement nécessaires à l'étude des sciences physiques et de leurs applications pratiques. Il sera d'une grande utilité à ceux qu'a découragés l'aridité de l'enseignement classique des mathématiques supérieures et les mettra en état d'en aborder avec fruit une nouvelle étude.

L'auteur ne craint pas de faire fréquemment appel à l'intuition et illustre les théories qu'il expose au moyen d'exemples concrets empruntés à l'art de l'ingénieur. Il provoque ainsi l'éveil d'idées qu'un travail personnel facile rendra fécondes.

Cet ouvrage est divisé en quatre parties principales.

La première partie relative à l'algèbre comprend le rappel des notions d'algèbre élémentaire, la théorie des nombres négatifs, les imaginaires, les équations algébriques, les progressions, logarithmes, séries et l'étude de la fonction exponentielle.

La seconde partie traite du calcul différentiel et intégral avec le calcul des dérivées et des intégrales et les méthodes d'intégration des équations différentielles.

La troisième partie est consacrée à la trigonométrie : après un rappel des notions de géométrie, l'auteur traite des lignes trigonométriques et de leur analyse. Ce chapitre se termine par l'étude du développement en série des fonctions.

La quatrième partie est relative à la géométrie analytique à laquelle l'auteur consacre plus de 130 pages. L'étude des courbes planes en coordonnées rectilignes et polaires, des notions substantielles d'analytique de l'espace, enfin la théorie des vecteurs sont clairement exposées.

La cinquième partie envisage les principes de la mécanique rationnelle et rappelle les théorèmes fondamentaux de la cinématique et de la dynamique. — L. V.

Bibliographie : L'énergie rayonnante, par A. Forestier, ingénieur des Arts et Manufactures (2). — On sait qu'un très grand nombre de phénomènes physiques sont attribués à des mouvements vibratoires de l'éther et que leur nature diffère suivant la fréquence de ces mouvements ou les longueurs des ondes ainsi provoquées. Celles-ci pourront donc servir de base à une classification des phénomènes en question; c'est ce qui a été fait dans l'ouvrage qui nous occupe. L'auteur groupe dans quatre tableaux les quatre portions du spectre électromagnétique qui nous sont connues et il indique pour chacune de ces catégories d'ondes les propriétés essentielles par lesquelles elles se manifestent à nous. Voici la classification adoptée : ondes électriques ou hertziennes; ondes infrarouges, lumineuses et ultraviolettes; rayons X; rayons γ. Il s'agit, comme nous l'avons dit, d'ondes électromagnétiques de longueurs différentes; l'auteur rappelle en effet, à propos de chacun des phénomènes considérés, comment l'électromagnétisme intervient dans l'interprétation des phénomènes en question, suivant les théories modernes de la physique. Cet aperçu d'ensemble sur cette question de l'énergie rayonnante qui touche aux phénomènes les plus divers, constitue un résumé clair et concis des résultats des recherches des physiciens; la considération de ces résultats et leur exposé sous une forme très suggestive donnent à l'ouvrage un réel intérêt : il sera particulièrement apprécié de tous ceux qui, sans avoir le temps d'approfondir l'étude des théories modernes de la physique, désirent en connaître le développement et les conséquences. C'est pour eux surtout qu'il a été écrit et c'est à eux que nous le recommandons.

Dans cette nouvelle édition, l'auteur a ajouté à la fin de l'ouvrage deux chapitres; dans le premier, il mentionne les travaux contribuant à combler une lacune dans le tableau des ondes électromagnétiques, entre les phénomènes qui se traduisent par les ondes électriques et ceux qui appartiennent à la partie infrarouge du spectre de la lumière; la jonction semble établie par une identification de ces deux catégories d'ondes. Le deuxième chapitre est relatif aux récentes recherches sur les rayons γ, notamment celles entreprises par M. J. Thibaud dont les résultats apportent quelque lumière dans la région des ondes de très petite longueur. — A. C.

Bibliographie : Proceedings of the optical Convention 1926 (Rapports et discussions du Congrès d'Optique de 1926) (1). — Ces deux volumes constituent le compte rendu des travaux du Congrès d'Optique tenu à Londres en 1926, sous la présidence de sir Frank Dyson, dont le discours d'ouverture du Congrès sert de préface à l'ouvrage. Ce Congrès qui fait suite à ceux de 1905 et 1912 tenus également à Londres, a enregistré de nombreux progrès réalisés pour beaucoup sous l'influence de la récente guerre mondiale.

Les sujets traités sont classés dans l'ordre suivant :

Histoire et théorie de l'optique.

Les verres d'optique et la fabrication des systèmes optiques élémentaires.

Astronomie, microscopie, spectroscopie, interférométrie.

Photographie.

Ophtalmologie et fabrication des dispositifs correcteurs de la vue.

Cinématographie et projection.

Lumière colorée, photométrie et éclairage.

Levés de plans, y compris ceux par avion.

Les appareils optiques employés dans les grands services d'Etat.

Le premier volume contient surtout des rapports généraux et théoriques sur les divers sujets, tandis que le second volume est surtout consacré à des descriptions d'instruments ou de dispositifs spéciaux de fabrication. Il est difficile de donner un aperçu du contenu des 94 notes ou rapports reproduits dans ce compte rendu, en raison de la diversité des sujets traités, qui vont de la théorie de la lumière à la description d'instruments les plus variés, en embrassant aussi bien des études sur l'accommodation de l'œil que la fabrication des systèmes optiques de cinématographie et de photographie, ou l'étude des sources lumineuses utilisées dans les laboratoires pour la photométrie. Ceux de ces rapports qui nous ont semblé intéressants pour nos lecteurs seront analysés plus en détail dans la partie « Documentation » de notre revue.

Il est cependant bien certain que par le nombre et la variété des sujets traités, cet ouvrage constitue pour toutes les questions relatives à l'optique et aux instruments de mesures optiques (théorie ou réalisation) une source précieuse de renseignements les plus récents sur le sujet. — F. P.

(1) Un volume, format 26 cm × 17 cm, de 430 pages, avec 191 figures dans le texte, édité par la Librairie de l'Enseignement technique, 3, rue Thénard, à Paris (5e). Prix : broché, 40 fr.

(2) Un volume, format 28 cm × 19 cm, de 75 pages, avec 20 figures dans le texte, édité par la librairie scientifique A. Blanchard, 3 et 3 bis, place de la Sorbonne, à Paris (5e). Prix : relié, 20 fr.

(1) Deux volumes, format 25 cm × 19 cm, de 1051 pages au total, avec figures et diagrammes, édités par « The optical Convention », 1, Lowther Gardens, Exhibition Road, London S.W. 7. Prix : relié : 3 livres, 1 shilling, 3 pence (frais d'envoi à l'étranger non compris).

Congrès international des Physiciens (Côme 1927) *(Suite)* (*)

Atténuation normale dans les réseaux conducteurs d'électricité, par le professeur A.-E. Kennelly (États-Unis). — On sait que dans une ligne uniforme AB à l'état de régime, soumise à une force électromotrice alternative simple appliquée en A, possédant une charge S en B, et d'impédance égale à celle d'ouverture Z, le facteur d'atténuation tant de la tension que du courant, à un point déterminé de la ligne qui est situé à t radians hyperboliques de A, est égal à e^{-t}, exponentielle de la distance angulaire $-t$ du côté émetteur. Ce type simple d'exponentielle d'atténuation est l' « atténuation normale » et son graphique polaire est une spirale équiangle.

Le nouveau résultat important obtenu est le suivant : en tout réseau de conducteurs électriques, dont les éléments obéissent à la loi d'Ohm pour les courants alternatifs, et qui relie une paire de bornes d'entrée AG de courant (courant alternatif simple), à une paire de bornes de sortie BH, on a un type semblable de facteurs d'atténuation normale ou exponentielle entre AG et BH, quand l'impédance de la charge S appliquée aux bornes de sortie est égale à Z_{ab}, impédance d'ouverture du réseau, telle qu'elle est mesurée en BH.

Mais, tandis que dans le cas d'une ligne uniforme l'atténuation normale vaut pour chaque point de la ligne isolément, elle vaut pour un réseau seulement si on le considère comme un tout, soustendant un angle t entre les bornes d'entrée et de sortie.

Les conditions optima pour la transmission de l'énergie sont examinées dans le cas d'une ligne à courant continu, et l'auteur montre qu'elles tendent à se réduire à un seul terme lorsque la ligne est de grande longueur.

Expériences sur la relation entre l électricité et le mouvement, par Richard-C. Tolman (États-Unis). — L'auteur a mesuré une série d'effets électriques extrêmement petits qui accompagnent le mouvement mécanique de la matière :

1° Sur la force électromotrice engendrée par l'action centrifuge contre les parties périphériques et centrales d'un électrolyte en rotation ; les masses différentes des ions entrant ici en jeu ;

2° Sur l'inertie des électrons, que l'on cherche à constater en arrêtant brusquement un solénoïde en rotation. On obtient ainsi pour la masse portant les charges électriques une valeur de 15 pour 100 supérieure à celle de l'électron libre ;

3° Dans le même but, M. Richard-C. Tolman fait osciller un cylindre de cuivre dans le champ terrestre et le courant alternatif qui se produit est décélé au moyen d'une bobine à fil fin. On obtient ainsi une masse du porteur de 19 pour 100 supérieure à celle de l'électron libre.

L'auteur décrit ensuite des expériences en cours exécutées en employant un cylindre chargé.

Sur les tentatives infructueuses faites par un grand nombre d'inventeurs pour réaliser une machine à courant continu sans collecteurs, par P. Janet (France). — On sait que l'immense majorité des machines à courant continu repose sur l'emploi du collecteur, cet organe admirable inventé par Pacinotti en 1860, découvert à nouveau et appliqué industriellement par Gramme en 1872. Les progrès de la construction électrique ont rendu l'emploi du collecteur sûr et parfait ; mais sa réalisation pratique n'est pas moins délicate et coûteuse, et cela suffit pour qu'un grand nombre d'inventeurs aient cru devoir consacrer leurs efforts à essayer de le supprimer.

En fait, on sait que, dès maintenant, il existe des machines à courant continu sans collecteur : ce sont toutes les machines du type dit unipolaire, basées sur le principe du disque de Faraday ou sur les phénomènes d'induction inverse des rotations électromagnétiques de Faraday. De puissantes machines industrielles ont été réalisées sur ce principe mais, devant l'impossibilité où l'on s'est trouvé de mettre en série leurs éléments constitutifs sans multiplier les contacts glissants, ce qui reviendrait à l'emploi détourné d'un collecteur, on a dû restreindre leur emploi au cas où l'on a besoin de très forts courants sous de très faibles tensions.

Depuis bien longtemps, cette impossibilité pratique de mettre en série, sans multiplier les contacts glissants, les éléments de ces machines, a attiré l'attention des ingénieurs électriciens qui ont cherché à en donner une démonstration théorique générale.

L'auteur croit intéressant de signaler quelques-unes des erreurs le plus fréquemment commises par les inventeurs qui viennent épuiser leurs efforts sur un problème qui semble bien présenter tous les caractères d'impossibilité du mouvement perpétuel.

Ces inventions se rapportent en général à un certain nombre de types que l'auteur énumère et dont il donne des exemples en montrant pour chacun d'eux l'erreur commise par l'inventeur.

1. Inversion périodique du sens du courant dans les inducteurs d'un alternateur.
2. Pôles inducteurs de noms contraires tournant en sens inverses en regard de l'induit.
3. Prétendu entraînement des lignes de force par un système tournant.
4. Fausse interprétation des propriétés des écrans magnétiques.
5. Dispositions mécaniques utilisant des contacts magnétiques glissants.

(*) *Revue générale de l'Électricité*. 8 et 15 octobre 1927, t. XXII, p. 531-532 et 571-572.

Sur chacun de ces exemples, l'auteur montre l'inanité des efforts de très nombreux inventeurs qui s'attaquent à un problème insoluble, et espère ainsi éviter aux jeunes ingénieurs électriciens une perte de temps inutile.

Sur la production de champs magnétiques à la fois intenses et étendus, par A. Cotton (France). — Il y a un grand intérêt à obtenir non seulement des champs magnétiques très intenses, mais des champs pouvant être maintenus pendant longtemps et dans des espaces suffisamment grands.

On se rend compte de cet intérêt en passant en revue les phénomènes déjà connus où intervient le champ magnétique.

A part quelques cas spéciaux, et même si le phénomène ne dépend théoriquement que de la valeur du champ en un point (phénomène de Zeeman par exemple) il faut pratiquement disposer d'un espace suffisant et c'est ce qui n'est pas le cas dans les champs les plus intenses obtenus jusqu'ici.

Après maintes vicissitudes, et une période d'interruption due à la guerre, un électroaimant actuellement en construction et établi selon les idées de l'auteur sera terminé en 1928. Des mesures préliminaires faites sur une « maquette » au quart ont conduit aux conclusions suivantes:

1. Les noyaux doivent être courts du côté de l'entrefer.

2. L'importance de la culasse est très petite, et tend à diminuer lorsque le champ croît.

3. Pour la théorie, l'approximation grossière suivant laquelle l'électroaimant de laboratoire est assimilé à un circuit magnétique fermé ne suffit pas. Il faut considérer surtout la valeur du champ direct des bobines au centre de l'instrument ; et c'est ce champ qu'il faut calculer en vue d'une forme de bobines optima. Le poids de l'appareil sera d'environ 100 t, et le noyau aura un diamètre de l'ordre d'un mètre ; la puissance nécessaire sera de 100 kw. Avec des bobines supplémentaires on prévoit des champs d'une intensité de 100 000 gauss environ.

Cet électroaimant sera installé au laboratoire de Bellevue de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions [1]. Ce laboratoire comprendra une installation spectroscopique importante et une installation pour la production des grands froids. L'auteur exprime le souhait que ces moyens de travail puissent être utilisés par les chercheurs de tous les pays.

L'utilisation rationnelle de l'eau froide du fond des océans, par P. Boucherot (France). — Le conférencier donne un aperçu d'ensemble des utilisations possibles, dans leur ordre d'importance, et indique les solutions à envisager pour amener l'eau froide du fond des océans à leur surface :

1° Réfrigération des agglomérations humaines dans les pays tropicaux et équatoriaux. Enorme supériorité économique de cette solution sur l'emploi des procédés actuels de production du froid.

2° Production d'énergie mécanique. Comparaison de la solution proposée par MM. G. Claude et P. Boucherot aux solutions proposées antérieurement par M. Campbell et par MM. Dorning et Boggia. Utilisation de cette énergie.

3° Production d'eau douce pour les usages domestiques et irrigations. Procédés divers.

Ajoutons que le sujet de cette conférence a déjà été mentionné dans cette revue [1].

Effets biologiques en physique des ultrasons engendrés par un oscillateur piézoélectrique, par R.-W. Wood (Etats-Unis). — L'oscillateur immergé dans l'huile est excité par un courant à 60 000 v à la fréquence de 300 000 p : s (énergie au primaire du transformateur : 2 000 w). Les ondes à haute fréquence sont rayonnées par la surface de l'huile et la « pression de radiation » qui en résulte soulève la surface du liquide en une bosse haute de 10 cm, du sommet de laquelle des gouttelettes sont projetées à 30 cm de hauteur. Des liquides plus légers (benzol) sont dispersés immédiatement en un brouillard très fin.

Dans le cas de deux liquides non miscibles, comme l'huile et l'eau, ou le mercure et l'eau, les forces agissant à la surface de contact produisent des émulsions colloïdales.

Les effets calorifiques sont remarquables. Si l'on transmet des ultrasons à travers un fil de verre de 2 m de long et de 0,2 mm de diamètre, l'autre extrémité peut brûler sérieusement le doigt qui le tient et peut carboniser le bois. Elle peut même perforer une lame de verre.

En concentrant cette énergie de vibration par une méthode qui est décrite, on peut faire éclater des tubes et des baguettes de verre ; de l'huile lourde de transformateur, appliquée à leur surface, est projetée en dehors sous forme de jets de fin brouillard.

M. R.-W. Wood a construit un interféromètre acoustique qui permet de déterminer la vitesse du son avec quelques centimètres cubes du liquide étudié et en quelques minutes, avec une erreur de 1/3000.

Effets biologiques : des grenouilles et des poissons sont tués, les organismes microscopiques et les globules rouges du sang sont désagrégés.

Les solides et les liquides sont rapidement échauffés et un bloc de glace, soumis à l'action des ultrasons pendant 30 s dans un bain d'eau glacée, se désagrège en menus morceaux sous la pression de la main, car il a subi une fusion intérieure simultanée dans toute sa masse. — A. T.

(A suivre.)

(1) L'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions au cours de l'année 1926. *Revue générale de l'Electricité*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 271-274.

(1) G. Claude et P. Boucherot ; Sur l'utilisation de l'énergie thermique des mers. *Revue générale de l'Electricité*, 11 décembre 1926, t. XX, p. 899-901.

Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927) (*Suite*) (*)

III. Télégraphie sans fil.

Les communications qui suivent sont consacrées aux questions de télégraphie sans fil. Celles de MM. Giebe et Vallauri sont relatives aux mesures des fréquences employées en télégraphie sans fil et celles de MM. Meissner et Turpain, à certains problèmes de radiations.

Cristaux piézoélectriques comme étalons de fréquence, par le professeur D.-E. Giebe (Allemagne). — L'auteur indiqua les résultats de ses expériences sur les résonateurs piézoélectriques :

Tandis qu'avant lui il n'était possible d'exciter que des fréquences propres longitudinales de barres ou de lames de quartz, M. Giebe a réussi à produire des oscillations transversales et même de torsion.

L'essentiel dans l'excitation piézoélectrique d'oscillations transversales et de torsion, consiste dans l'application de champs électriques alternatifs non uniformes au lieu d'employer les champs uniformes qui ont été utilisés, jusqu'ici, à l'excitation d'oscillations longitudinales. En disposant, en général, quatre électrodes d'excitation en connexions appropriées, il est possible d'établir des champs électriques alternatifs dans le cristal de telle façon qu'il en résulte des flexions ou des torsions périodiques de la barre et, par suite, des oscillations de résonance, lorsque la tension alternative d'excitation correspond à l'une des oscillations propres transversales ou de torsion.

Les oscillations supérieures de torsion ainsi que les oscillations supérieures longitudinales sont presque harmoniques. La fréquence f_k de l'oscillation supérieure k est à peu près égale à $k \times c$, le facteur k ayant les valeurs 1, 2, 3, ... etc.

Pour la même longueur de barre, la constante c est à peu près 1,7 fois plus grande pour les oscillations longitudinales que pour les oscillations de torsion.

Les fréquences des oscillations transversales obéissent à une loi beaucoup plus compliquée

$$\frac{1}{f_k} m^2 = \sqrt{\alpha + \beta(6m + m^2)}$$

$$\text{avec } m = \left(k + \frac{1}{2}\right)\pi,$$

et α et β étant deux constantes.

Selon que l'axe de la barre est parallèle ou perpendiculaire à l'axe électrique du cristal, l'ordre et la connexion des électrodes qui excitent le champ alternatif dans le quartz diffèrent pour les trois types d'oscillations (longitudinale, transversale ou de torsion).

Les oscillations transversales donnent, en faisant usage de résonateurs de quartz, des fréquences beaucoup plus basses, c'est-à-dire des ondes électriques de plus grandes longueurs d'onde que celles qu'il serait possible d'obtenir avec des oscillations longitudinales. Une barre de quartz de 80 mm de longueur et de $1{,}5 \times 1{,}5$ mm² de section, présente une fréquence fondamentale transversale de 1 285 oscillations par seconde et une fréquence fondamentale longitudinale de 34 000 oscillations par seconde. La même barre pouvait être excitée de manière à fournir les harmoniques supérieurs jusqu'à la cinquante-troisième oscillation transversale. Cet harmonique supérieur correspond à une fréquence de $8{,}7 \times 10^5$ p : s.

Dans l'air raréfié, les barres de quartz excitées aux oscillations de résonance luisent [1]. La forme du phénomène lumineux est caractéristique pour chacun des trois types d'oscillations et permet de lire directement le nombre des harmoniques supérieurs. De plus, le phénomène lumineux montre la distribution des charges piézoélectriques produites par les déformations du cristal oscillant. On peut ainsi constater qu'il existe des charges non seulement sur les surfaces perpendiculaires à l'axe électrique mais aussi dans le volume même du cristal.

Outre les barres rectilignes, M. Giebe a excité de manière semblable des anneaux de quartz et y a produit des oscillations élastiques des trois types ci-dessus indiqués.

Ces anneaux de quartz sont souvent plus avantageux pour les applications que les barres de quartz.

M. Vallauri souligne l'intérêt des expériences de M. le professeur Giebe et fait remarquer l'ingéniosité du procédé d'observation qui utilise, pour la première fois, la luminescence comme moyen d'observation des ondes électriques et de leurs longueurs.

M. le professeur A. Turpain, en s'associant aux remarques de M. Vallauri concernant la précision des mesures effectuées par le professeur Giebe, rappelle qu'en 1900, il a lui-même employé la luminescence provoquée dans l'air et les gaz raréfiés par les ondes électriques, pour observer et noter la longueur de ces ondes. C'est ainsi qu'il détermina le mode de vibration d'un résonateur présentant une coupure (résonateur à coupure de M. Turpain). Les résonateurs étaient tout entiers placés dans des enceintes à air raréfié, ainsi que les fils concentrant le champ hertzien qui

(*) *Revue générale de l'Électricité*, 8 et 15 octobre 1927, t. XXII, p. 533-536 et 573-574.

(1) E. Giebe et A. Scheibe. *Zeitschrift für Physik*, 1925, p. 33.

actionnait ces résonateurs. Les ventres et les nœuds de vibration étaient ainsi mis en évidence. M. Turpain montra ainsi que le micromètre du résonateur de Hertz joue un double rôle. Dans le résonateur à coupure, les extrémités de la coupure sont des ventres de vibrations, ventres de signes contraires; le micromètre n'y présente plus, par son étincelle, qu'un rôle de simple indicateur du fonctionnement. Ces expériences sont relatées au « Livre jubilaire du Cinquantenaire du professeur H.-A. Lorentz » (Leyde, 11 décembre 1900); voir également : « Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles » (1900-1901); « Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences » (Ajaccio, 1901).

Sur la radiation dans l'espace avec des polarisations horizontales, par le docteur-ingénieur A. Meissner (Allemagne). — L'auteur examine les conditions caractéristiques que présentent la transmission d'ondes courtes en employant des polarisations horizontales. Comme on le sait, on y observe le phénomène étrange que la polarisation horizontale rayonnée par l'émetteur se reproduit, au poste récepteur, principalement avec polarisation verticale. Afin d'éclaircir toutes les questions y relatives, on a tâché tout d'abord d'améliorer l'émetteur pour donner des polarisations horizontales, c'est-à-dire, pour produire, à l'émetteur, un rayonnement le plus concentré possible. On a réussi à réaliser cette concentration, d'une part, par la combinaison de plusieurs antennes horizontales oscillant en coïncidence de phase. Par le couplage en série de dix à douze antennes semblables, on réussit à concentrer, dans le cercle horizontal, l'énergie d'antenne sur un angle très étroit. La concentration dans le cercle vertical, d'autre part, fut réalisée par un réflecteur parabolique qui recouvre partiellement les antennes horizontales. A l'aide de ce système réflecteur, on chercha l'angle le plus favorable pour le rayonnement de l'émetteur. Ce réflecteur tournant permet de passer en quatre minutes, de la position de rayonnement de 30°, par rapport à l'horizontale, à celle de 90°. Pour réduire, autant que possible, les dimensions du système expérimental, on choisit l'onde de 11 m. Les essais ont été réalisés sur une distance de 10 000 km. D'après les données théoriques, il serait impossible de travailler avec la susdite longueur d'onde à une pareille distance. Contrairement à la théorie, on a constaté, lors des essais réalisés, que la longueur d'onde de 11 m était même supérieure aux ondes plus longues pour la réception à Buenos-Aires, bien qu'il y avait des périodes où l'onde de 11 m s'évanouit complètement, tandis que celle de 15 m est encore utilisable. En faisant tourner le système réflecteur, on constata d'ordinaire un maximum, pour un angle de rayonnement de 38° et un autre un peu inférieur à 80°. Il subsiste une zone de minimum net entre ces deux valeurs d'angle.

D'après ces résultats, il faut supposer qu'il existe aussi pour des longueurs d'onde autres que celle de 11 m, transmises par le rayonnement dans l'espace, un angle qui est plus favorable pour le rayonnement par l'émetteur.

Emploi des très courtes longueurs d'ondes en radiotéléphonie avec conducteur : la multicommunication généralisée, par le professeur A. Turpain (France). — La découverte des ondes électriques hertziennes en 1888 a fourni une solution pratique à nombre de problèmes de télégraphie.

En combinant le résonateur électrique à coupure, imaginé dès 1894 par l'auteur, au champ hertzien interférent, on peut agir, à volonté et à distance, sur celui de deux ou plusieurs résonateurs de longueurs d'onde différentes qu'on désire actionner.

On croit souvent à tort que l'utilisation des ondes courtes ou très courtes, de l'ordre de grandeur du mètre, est récente. Il n'en est rien. Dès 1898, l'auteur a pu réaliser des dispositifs basés sur l'emploi de champs interférents et d'excitateurs monochromatiques qui lui permirent d'entretenir, sur une ligne aérienne de 170 m, cinq postes munis de résonateurs vibrant pour des longueurs d'ondes différentes bien déterminées. Il utilisait des longueurs d'ondes comprises entre 1,25 m et 3,75 m, c'est-à-dire ce que l'on appelle aujourd'hui des ondes électriques très courtes.

Depuis, et particulièrement en 1902, l'auteur a utilisé à la résolution de problèmes de télégraphie les ondes de longueurs encore plus courtes.

L'économie et les détails de ces utilisations ont été publiées dans diverses revues scientifiques et ont donné lieu à la prise d'un brevet (*Brevet français, n° 278 719* du 13 juin 1898). On en trouve de nombreuses descriptions dans les deux éditions de l'ouvrage de l'auteur (1).

Aux deux principes expérimentaux précédemment indiqués : champs interférents, résonateur à coupure, l'auteur joint les remarquables propriétés à l'égard des ondes électriques courtes et très courtes, des enceintes électriques fermées, propriétés étudiées et indiquées par lui en 1902.

L'utilisation de générateurs et de récepteurs à triodes de dispositions rigoureusement symétriques, la réalisation d'un appareillage très rigoureusement symétrique en toutes ses parties, l'insertion des dispositifs en enceinte fermée, sans relation d'aucun des organes avec le sol, confèrent aux ondes électriques courtes et très courtes la possibilité de résoudre d'une façon pratique les problèmes télégraphiques et téléphoniques les plus généralisés. — A. T.

(A suivre.)

(1) *Les applications pratiques des ondes électriques et la télégraphie sans fil*, 1re édition, C. Naud, éditeur, Paris, 1902; 2e édition, Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1908.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Détermination
des pertes par hystérésis dans un échantillon de métal

L'auteur se propose d'établir, dans l'article qui suit, une formule qui permette de calculer l'énergie perdue par hystérésis dans un échantillon dont on connaît les courbes d'aimantation. Il établit à cet effet, que ces courbes du cycle hystérétique résultent de la superposition de deux autres courbes, dont il détermine les équations. Cette façon de procéder permet de ramener l'évaluation de l'aire limitée par les courbes du cycle hystérétique à celle d'une surface conduisant à une intégration aisée à résoudre. Dans l'application numérique qui illustre les développements théoriques, la comparaison des résultats obtenus, d'une part, par l'évaluation directe de l'aire réelle du cycle considéré et, d'autre part, par la méthode proposée, confirme l'exactitude du procédé.

En conclusion de notre article, publié dans ces colonnes [1] en 1925, nous avions marqué notre intention de vérifier, sur un ou plusieurs cas concrets, la relation que nous avions établie entre le champ magnétique et l'induction développée dans un échantillon de métal, puis de l'utiliser dans la détermination des pertes par hystérésis. Empêché, par le jeu des circonstances, de procéder aux recoupements indispensables à la fixation des expressions numériques dans la région des grandes valeurs expérimentales, nous nous excusons d'avoir remis — et de devoir différer encore — l'exécution de la première partie de notre programme ; c'est la seconde section, d'une *portée pratique immédiate* et, comme nous le verrons plus loin, indépendante de la relation $B = f(H)$, que nous nous résolvons à reproduire aujourd'hui.

I. Etablissement de la formule. — L'image classique d'un cycle d'aimantation complet étant celle fournie par la figure 1, on voit immédiatement que la courbe

$$B_m, B_r, -H_c, -B_m, -B_r, H_c, B_m$$

peut se former par la superposition d'une courbe fondamentale $(B_m, 0, -B_m)$ et d'une courbe harmonique

$$\pm H_m, \pm B_r, H_m \mp;$$

la première, dont chaque ordonnée est, en valeur absolue, la demi-somme des ordonnées positive et négative des points de même abscisse des courbes réelles, est symétrique par rapport à l'origine et passe par les points $-B_m$, 0, $+B_m$, tandis que la seconde, dont chaque ordonnée est, en valeur absolue, la demi-différence de ces mêmes ordonnées, est symétrique par rapport à l'axe des abscisses et passe par les points $-H_m$, $\pm B_r$, $+H_m$.

Pour calculer la surface S comprise entre les courbes supérieure et inférieure, nous ferons usage de la propriété géométrique suivante :

$$S = 2 \{ \text{surf.}\ [-H_c\,;\ +B_r\,;\ 0] + \text{surf.}\ [0\,;\ +B_r\,;\ +B_m\,;\ +H_m] - \text{surf.}\ [+H_c\,;\ +B_m\,;\ +H_m) \}. \quad (1)$$

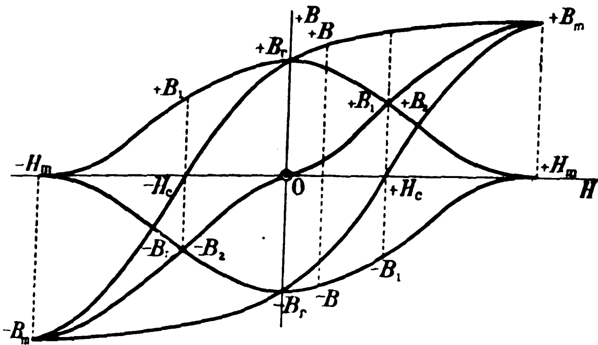


Fig. 1. — Diagramme du cycle hystérétique d'un échantillon magnétique et décomposition de ce diagramme en deux autres courbes.

Or, on a

$$\text{surf.}\ [-H_c\,;\ +B_r\,;\ 0] = \text{surf.}\ [-H_c\,;\ +B_1\,;\ +B_r\,;\ 0] - \text{surf.}\ [-H_c\,;\ 0\,;\ -B_2]\,;$$

puisque, par construction, les points de la surface

$$[-H_c\,;\ +B_r\,;\ B_1]$$

ont la même ordonnée, en valeur absolue, que ceux de la surface $[-H_c\,;\ 0\,;\ -B_2]$.

[1] J. SCHWARZ; Contribution à l'étude analytique de l'aimantation par influence. *Revue générale de l'Électricité*, 25 juillet 1925, t. XVIII, p. 145-151.

D'autre part, on peut écrire

$$\text{surf.}\ [0; +B_r; +B_m; +H_m] = \text{surf.}\ [0; +B_r; +B_1; +H_c] + \text{surf.}\ [O; B_2; +H_c] + \text{surf.}\ [+H_c; +B_2; +B_m; +H_m] + \text{surf.}\ [+H_c; +B_2; +H_m]$$

et enfin

$$\text{surf.}\ [+H_c; +B_m; +H_m] = \text{surf.}\ [+H_c; +B_2; +B_m; +H_m] - \text{surf.}\ [+H_c; +B_2; +H_m];$$

pour les mêmes raisons de construction que précédemment.

Substituant ces valeurs dans l'équation (1) et en simplifiant, il vient

$$S = 2\,[2\ \text{surf.}\ (0; +B_r; B_1; +H_c) + 2\ \text{surf.}\ (+H_c; +B_2; +H_m)] = 4\ \text{surf.}\ (0; +B_r; +H_m). \qquad (2)$$

En d'autres termes, la surface comprise entre les courbes supérieure et inférieure du cycle d'aimantation complet est égale à celle comprise entre les branches symétriques de la courbe harmonique.

Comme le montre la figure 1, cette dernière est symétrique par rapport à l'axe des abscisses et possède un maximum et un minimum ainsi que deux points de rebroussement. Elle satisfait à l'équation générale

$$B = \pm k\left(1 - \frac{H^2}{a^2}\right)^{\frac{2n+1}{2}}, \qquad (3\text{ a})$$

où n peut prendre toutes les valeurs comprises entre o et $+\infty$. Cette expression se transforme, comme nous allons en donner la démonstration, en

$$B = \pm b\, e^{-\frac{h^2}{H^2}}, \qquad (3\text{ b})$$

quand n croît indéfiniment avec le champ magnétique maximum a et finit par dépasser toute valeur donnée, si grande soit-elle.

Voici cette démonstration :

Dérivons deux fois l'équation (3 a) par rapport à la variable H; nous aurons

$$\frac{dB}{dH} = \pm \frac{2k}{a^2}\,\frac{2n+1}{2}\,H\left(1 - \frac{H^2}{a^2}\right)^{\frac{2n-1}{2}} \qquad (4\,a)$$

$$\frac{d^2B}{dH^2} = \mp \frac{2k}{a^2}\,\frac{2n+1}{2}\left(1 - \frac{H^2}{a^2}\right)^{\frac{2n-3}{2}}\left(1 - 2n\frac{H^2}{a^2}\right) \qquad (5\,a)$$

Les points maximum et minimum ont pour coordonnées $H'_m = o$ et $B'_m = \pm k$ et les points d'inflexion

$$H'_i = \pm \frac{a}{\sqrt{2n}} \quad \text{et} \quad B'_i = \pm k\left[1 - \frac{1}{2n}\right]^{\frac{2n+1}{2}}.$$

Opérons de même sur l'équation (3 b). Nous trouverons

$$\frac{dB}{dH} = \mp\left(\frac{2b}{h^2}\right) H\, e^{-\frac{H^2}{h^2}}; \qquad (4\,b)$$

$$\frac{d^2B}{dH^2} = \pm\left(\frac{2b}{h^2}\right) e^{-\frac{H^2}{h^2}}\left(1 - 2\frac{H^2}{h^2}\right). \qquad (5\,b)$$

Les points maximum et minimum ont pour coordonnées

$$H''_m = o \quad \text{et} \quad B''_m = \pm b$$

et les points d'inflexion,

$$H''_i = \pm\frac{h}{\sqrt{2}} \quad \text{et} \quad B''_i = \pm b e^{-\frac{1}{2}}.$$

L'expérience montre que, quand n augmente indéfiniment avec H, B'_m, d'une part, et H'_i d'autre part, tendent chacun vers des limites déterminées, à savoir

$$B''_m = \pm b \quad \text{et} \quad H''_i = \pm\frac{h}{\sqrt{2}}.$$

Pour des valeurs suffisamment élevées du champ magnétique maximum a et abstraction faite ici de relations plus complexes dont l'une est reproduite ailleurs, les carrés de B'' et H''_i sont à la constante 1/2 près, la limite de la somme des termes d'une progression géométrique

$$\left(1 - \frac{1}{2}\right),\ \left(1 - \frac{1}{2}\right)\frac{1}{2},\ \left(1 - \frac{1}{2}\right)\left(\frac{1}{2}\right)^2,\ \left(1 - \frac{1}{2}\right)\left(\frac{1}{2}\right)^3,\ \ldots \left(1 - \frac{1}{2}\right)\left(\frac{1}{2}\right)^n$$

Par conséquent, B'' et H''_i sont eux-mêmes, à la constante $\frac{1}{\sqrt{2}}$ près, égaux à $\sqrt{1 - \left(\frac{1}{2}\right)^n}$. Cette somme étant d'autre part égale à $\left[1 - \left(\frac{1}{2}\right)^n\right]$, nous pourrons écrire dans ces conditions

$$B_i = k = b\sqrt{1 - \left(\frac{1}{2}\right)}^{\,n} \qquad (6)$$

et

$$H_i = \frac{h\sqrt{1 - \left(\frac{1}{2}\right)}^{\,n}}{\sqrt{2}} \qquad (7)$$

donc

$$a = \sqrt{2n}\, H_i = h\sqrt{n}\sqrt{1 - \left(\frac{1}{2}\right)}^{\,n}. \qquad (8)$$

Ceci posé, il est aisé de prouver que les équations (3a) et (3b) sont identiques, quand n devient infiniment grand. A cet effet, développons en série l'une et

l'autre de ces équations. Nous aurons

$$B=\pm k\left(1-\frac{H^2}{a^2}\right)^{\frac{2n+1}{2}}=\pm k\left[1-\frac{1}{1}\left(\frac{2n+1}{2}\right)\left(\frac{H}{a}\right)^2\right.$$
$$+\left(\frac{1}{1.2}\right)\left(\frac{2n+1}{2}\right)\left(\frac{2n-1}{2}\right)\left(\frac{H}{a}\right)^4$$
$$-\frac{1}{1.2.3}\left(\frac{2n+1}{2}\right)\left(\frac{2n-1}{2}\right)\left(\frac{2n-3}{2}\right)\left(\frac{H}{a}\right)^6$$
$$\left.+\frac{1}{1.2.3.4}\left(\frac{2n+1}{2}\right)\left(\frac{2n-1}{2}\right)\left(\frac{2n-3}{2}\right)\left(\frac{2n-5}{2}\right)\left(\frac{H}{a}\right)^8\dots\right]$$

où nous substituerons les valeurs de k et de a fournies par les équations (6) et (8), cequi donne

$$B=\pm b\sqrt{1-\left(\frac{1}{2}\right)}^{n}\left[1-\frac{1}{1}\left(1+\frac{1}{2n}\right)\frac{n}{n}\frac{H^2}{\left(1-\left(\frac{1}{2}\right)^n\right)h^2}\right.$$
$$+\frac{1}{1.2}\left(1+\frac{1}{2n}\right)\left(1-\frac{1}{2n}\right)\frac{n^2}{n^2}\frac{H^4}{\left(1-\left(\frac{1}{2}\right)^n\right)^2h^4}$$
$$-\frac{1}{1.2.3}\left(1+\frac{1}{2n}\right)\left(1-\frac{1}{2n}\right)\left(1-\frac{3}{2n}\right)\frac{n^3}{n^3}.\frac{H^6}{\left(1-\left(\frac{1}{2}\right)^n\right)^3h^6}$$
$$+\frac{1}{1.2.3.4}\left(1+\frac{1}{2n}\right)\left(1-\frac{1}{2n}\right)\left(1-\frac{3}{2n}\right)$$
$$\left.\left(1-\frac{5}{2n}\right)\frac{n^4}{n^4}\frac{H^8}{\left(1-\left(\frac{1}{2}\right)^n\right)^4h^8}\dots\right]$$

Les facteurs n, n^2 n^3, n^4..., communs aux numérateurs et aux dénominateurs, se détruisent dans chaque terme et, quand n croît indéfiniment, on a, à la limite

$$B=\lim_{n=\infty}\pm k\left(1-\frac{H^2}{a^2}\right)^{\frac{2n+1}{2}}=b\left[1-\frac{1}{1}\left(\frac{H}{h}\right)^2+\frac{1}{1.2}\left(\frac{H}{h}\right)^4\right.$$
$$\left.-\frac{1}{1.2.3}\left(\frac{H}{h}\right)^6+\frac{1}{1.2.3.4}\left(\frac{H}{h}\right)^8\dots\right]=be^{-\frac{H^2}{h^2}};\quad(9)$$

ce qui montre bien que quand n croît indéfiniment, les équations (3 a) et (3 b) sont identiques.

Sous sa forme habituelle, l'énergie dissipée dans un cycle d'aimantation complet est fournie par la relation

$$W=\frac{V}{4\pi}S$$

Si le volume V est évalué en centimètres cubes et la surface S déduite des valeurs de H et B en unités C. G. S., W sera donnée en ergs.

Il s'agit donc de calculer $\frac{S}{4\pi}$. D'après l'équation (2)

$$\frac{S}{4\pi}=\frac{1}{4\pi}4\text{ surf }(0;+B_r;+H_m).$$

soit

$$\frac{S}{4\pi}=\frac{k}{\pi}\int_0^a\left[1-\left(\frac{H}{a}\right)^2\right]^{\frac{2n+1}{2}}dH\qquad(10)$$

quand H et a conservent une valeur finie ; et

$$\frac{S}{4\pi}=\frac{b}{\pi}\int_0^\infty e^{-\frac{H^2}{h^2}}dH,\qquad(11)$$

quand H et a croissent indéfiniment.

L'équation (10) pourra s'intégrer directement, entre les limites, toutes les fois que n sera entier ou de la forme $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{2}$ ...; sinon, comme la fonction sous le signe $\int$ est convergente dans l'intervalle d'intégration, on sera en mesure de la développer en série et de l'intégrer terme à terme; comme l'alternative conduit à des opérations classiques, nous nous dispenserons de les reproduire ici.

D'une manière générale — et le lecteur aura la latitude de vérifier aisément le résultat — l'intégrale de la formule (10) a pour expression, quand n est entier

$$k\int_0^a\left(1-\frac{H^2}{a^2}\right)^{\frac{2n+1}{2}}dH=\frac{k}{a^{2n+1}}\left[(c_1a^{2n}H-c_2a^{2(n-1)}H^3\right.$$
$$\left.+\dots\mp c_nH^{2(n+1)})\sqrt{a^2-H^2}+ca^{2(n+1)}\text{arc sin}\left(\frac{H}{a}\right)\right]_0^a.$$

Dans le second membre, le premier terme s'annule pour $H=0$ et $H=a$, tandis que le second s'annule pour $H=0$ et devient égal à $\frac{\pi}{2}$ pour $H=a$. De la sorte on a

$$k\int_0^a\left(1-\frac{H^2}{a^2}\right)^{\frac{2n+1}{2}}=kac\frac{\pi}{2}$$

où

$$c=\frac{1}{2^{n+1}}\times\frac{1.3.5.7\dots(2n+1)}{1.2.3.4\dots(n+1)}$$

Voici, à titre d'exemple, quelques valeurs numériques de c pour différentes valeurs de n

$n=0$,	$c=\frac{1}{2}$	$n=5$,	$c=\frac{231}{1\,024}$
$=1$,	$=\frac{3}{8}$	$=6$,	$=\frac{429}{2\,048}$
$=2$,	$=\frac{5}{16}$	$=7$,	$=\frac{6\,435}{32\,768}$
$=3$,	$=\frac{35}{128}$	$=8$,	$=\frac{12\,155}{65\,536}$
$=8$,	$=\frac{63}{256}$	$=9$,	$=\frac{230\,945}{1\,310\,720}$

Il s'ensuit que

$$\frac{S}{4\pi} = \frac{ka}{2}\frac{1}{2^{n+1}} \times \left[\frac{1.3.5.7\ldots(2n+1)}{1.2.3.4\ldots(n+1)}\right]. \quad (12)$$

Quand $n = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \ldots$, un calcul rapide donne pour

$$\frac{S}{4\pi} = \int_0^a \left(1 - \frac{H^2}{a^2}\right) dH,$$

$$\frac{S}{4\pi} = ka\frac{1}{\pi} \times \left[\frac{2.4.6.8\ \ldots(2n+1)}{3.5.7.9\ \ldots(2n+2)}\right]. \quad (13)$$

Lorsque $n = \infty$, $\frac{S}{4\pi}$ s'obtient par l'intégration de la formule (11) qui devient

$$\frac{S}{4\pi} = \frac{b}{\pi}\int_0^\infty e^{-\frac{H^2}{h^2}} dH = \frac{bh}{2\sqrt{\pi}}. \quad (14)$$

II. **Application numérique**. — Soit un fil d'acier recuit présentant les caractéristiques suivantes (¹):

$H_m = \pm 90$ unités C.G.S.	$B_m = \pm 14\,000$ unités C.G.S.
$H = +20$	$B' = +12\,000$
$H = -20$	$B' = +360$
$H = +40$	$B' = +12\,460$
$H = -40$	$B' = -10\,000$
$H = 0$	$B' = +10\,000$

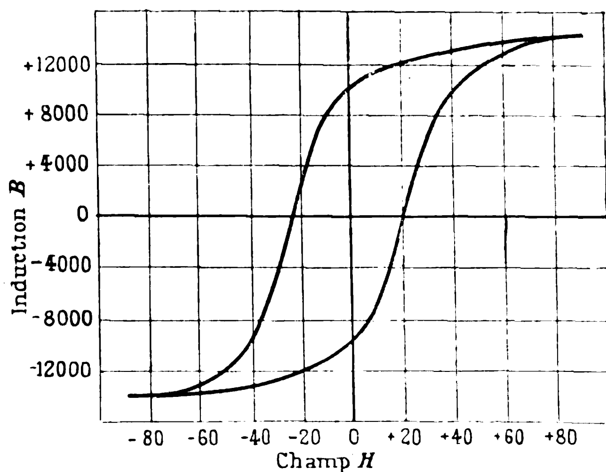


Fig. 2. — Cycle hystérétique d'un fil d'acier recuit.

On trouve pour H_{+20},

$$\frac{1}{2}(B_{+20} + B_{-20}) = \frac{1}{2}(12\,000 + 360) = 6\,180$$

(¹) M. Chevallier. *Cours pratique d'électricité industrielle*, t. I, p. 157, figure 172, 2ᵉ édition, Béranger, Paris.

et pour B_{+40},

$$\frac{1}{2}(B_{+40} + B_{-40}) = \frac{1}{2}(12\,460 - 10\,000) = 1\,230$$

D'autre part :

$$B = \pm 10^4\left(1 - \frac{H^2}{8\,100}\right)^{\frac{2n+1}{2}}.$$

On obtient pour $H = +20$:

$$\log_{10}6180 = 4\log_{10}10 + \left(\frac{2n+1}{2}\right)[\log_{10}(81-4) - \log_{10}81]$$

$$4 - 3{,}790\,988\,5 = 0{,}209\,011\,5$$

$$= \left(\frac{2n+1}{2}\right)(1{,}908\,485 - 1{,}886\,490\,8)$$

$$\left(\frac{2n+1}{2}\right) = \frac{0{,}209\,011\,5}{0{,}021\,994\,2} = 9{,}503 \sim 9{,}5$$

soit $n = 9$.

A titre de vérification, cherchons la valeur de n pour $H = +40$

$$\log_{10}(1\,230) = 4\log_{10}10 + \left(\frac{2n+1}{2}\right)[\log_{10}(81-16) - \log_{10}81]$$

$$4 - 3{,}089\,905\,1 = 0{,}910\,094\,9$$

$$= \left(\frac{2n+1}{2}\right)[1{,}908\,485\,0 - 1{,}812\,913\,4]$$

$$\left(\frac{2n+1}{2}\right) = \frac{0{,}910\,094\,9}{0{,}095\,571\,6} = 9{,}523, \text{ soit } n = 9.$$

Il vient pour $q = \frac{1}{2}$:

$$b = \frac{k}{\sqrt{1 - \left(\frac{1}{2}\right)^9}} = \frac{10^4}{\sqrt{\frac{511}{512}}} = 10\,010;$$

$$h = \frac{a}{\sqrt{n}\sqrt{1 - \left(\frac{1}{2}\right)^9}} = \sqrt{\frac{512}{511}} \times \frac{90}{3} = 30{,}029$$

$$\frac{S}{4\pi} = 10\,000 \times 90 \times \frac{1}{2} \times \frac{230\,945}{1{,}310\,720} = 79\,289$$

et pour $n = \infty$,

$$\frac{S}{4\pi_{n=\infty}} = \frac{10\,010 \times 30{,}029}{2\sqrt{\pi}} = 84\,711.$$

Contrôlons ce résultat par l'intégration approchée de la figure 2 empruntée à l'ouvrage précité, l'échelle des ordonnées étant telle que 19 mm correspondent à

10000 unités C. G. S. d'induction et l'équidistance des abscisses étant de 10 unités C. G. S.; nous trouvons

$$\frac{1}{2}\text{ surface supérieure} = \frac{10 \times 8\,000}{2} + \frac{1}{3} \times 10$$

$$\times \frac{10\,000}{19}(13,5 + 4 \times 14 + 2 \times 21 + 4 \times 23 + 2$$

$$\times 23,5 + 4 \times 24 + 2 \times 25 + 4 \times 25,5 + 2 \times 26$$

$$+ 4 \times 26 + 26,5) = 40\,000 + \frac{10\,000 \times 2\,190}{19}$$

$$= (40\,000 + 1\,152\,640) = 1\,192\,640.$$

Au terme entre parenthèses du membre de droite, nous avons appliqué la première formule de Simpson, étant donné que le nombre $(n + 1)$ des ordonnées est impair et que celui, n, des intervalles est pair.

Nous avons de même

$$\frac{1}{2}\text{ surface inférieure} = \frac{10 \times 6\,000}{2} + \frac{3}{8} \times 10 \times \frac{10\,000}{19}$$

$$(12 + 3 \times 17,5 + 3 \times 21,0 + 2 \times 23,5 + 3 \times 25$$

$$+ 3 \times 26 + 26,5) = 30\,000 + \frac{3}{8} \times 3\,540 \times \frac{10\,000}{19}$$

$$= (30\,000 + 697\,700) = 727\,700$$

Au terme entre parenthèses du membre de droite, nous avons appliqué la seconde formule de Simpson, étant donné que le nombre $(n + 1)$ des ordonnées est supérieur d'une unité à un multiple de 3 et que celui n des intervalles est divisible par 3.

Il en résulte que

$$\frac{S}{4\pi} = \frac{2}{4\pi}(1\,192\,640 - 727\,700) = 73\,997.$$

L'écart entre la valeur exacte et la valeur approchée est de l'ordre de

$$\left(\frac{79\,289 - 73\,997}{73\,997}\right) = \frac{5\,292}{73\,997} = 0,0715,$$

soit 7,15 pour 100; il reste donc dans la limite permise, d'autant plus que nous avons pris un nombre d'ordonnées restreint et mesuré la hauteur de ces ordonnées à un demi-millimètre près.

III. Conclusion. — Les formules (12), (13) et (14), auxquelles nous sommes arrivé par la discipline analytique, ont une grande analogie avec celle qui a été développée par MM. Anderson et Lance (1) et dont M. Gumlich (2) a fait la critique; elles s'en distinguent, quand a et, par conséquent n, conservent une valeur finie, par l'utilisation de la rémanence k et du champ magnétique maximum a au lieu de l'induction maximum B_m et du champ magnétique coercitif H_c; par l'intervention d'un coefficient c, qui n'est ni une fonction linéaire, selon MM. Anderson et Lance, ni une fonction parabolique, selon M. Gumlich; enfin par le sens bien défini qu'elles gardent, quand a et, par conséquent, n croissent indéfiniment. En particulier, cette dernière propriété est remarquable, car aucune formule proposée jusqu'à présent pour déterminer les pertes par hystérésis n'avait, pour autant que nous le sachions, conduit à un résultat semblable.

Nous nous en remettons à la pratique du soin de tirer de notre étude tout le parti possible.

J. SCHWARZ,
Ingénieur de l'École polytechnique fédérale de Zurich.

(1) ANDERSON et LANCE. *Engineering*, 22 septembre 1922, t. CXIV, p. 351.

(2) E. GUMLICH. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 25 janvier 1923, t. XLIV, p. 81-83; analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 8 septembre 1923, t. XIV, p. 308-310.

Exposé critique des travaux récents sur les diélectriques *(Suite)* (*)

III. **Les méthodes de mesure des pertes d'énergie.** — Les méthodes de mesure de l'énergie dissipée dans un diélectrique soumis à l'action d'une tension alternative peuvent être divisées comme il suit :

1° Méthodes wattmétriques ;

2° Méthodes calorimétriques ;

3° Méthodes de la résistance et de la capacité équivalentes ;

4° Méthodes oscillographiques.

A. **Méthodes wattmétriques.** — On utilise soit un électrodynamomètre soit un wattmètre électrostatique.

Les difficultés qui surviennent dans l'application de ces méthodes proviennent de ce que la puissance à mesurer et le facteur de puissance sont tous deux très petits; c'est pourquoi il est nécessaire d'employer un wattmètre très sensible. Quand on utilise un électrodynamomètre, les erreurs provenant du déphasage, dans le circuit de tension, sont d'une grande importance. On doit aussi tenir compte de la puissance dépensée dans la bobine de courant de l'appareil du fait que cette puissance est également mesurée par l'instrument. Rosa (3) a indiqué un certain nombre de méthodes utilisant un wattmètre dynamométrique pour la mesure des pertes diélectriques. La figure 10 (a) montre le schéma des connexions relatif à la simple méthode de déviation et la figure 10 (b) est le diagramme vectoriel correspondant. Le vecteur OA représente la tension appliquée, OB représente le courant i_p dans le circuit de tension et α représente l'angle de déphasage relatif à ce dernier. OG est le vecteur représentatif du courant i_c dans la bobine princi-

(*) *Revue générale de l'Électricité*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 576-588.

(3) ROSA. *Bulletin of the Bureau of Standards*, 1905, t. I, p. 383.

pale du wattmètre et, par conséquent, dans le condensateur. Si la bobine principale, ou bobine en série du wattmètre, n'avait pas de résistance, le vecteur OF représenterait le courant dans le condensateur avec

$$\beta = \text{arc tg } rC\omega,$$

relation dans laquelle :

ω est le produit de π par la fréquence ;

r, la résistance de la bobine en série du wattmètre ;

C, la capacité du condensateur.

Φ est l'angle réel du condensateur. L'indication du wattmètre est évidemment proportionnelle à un angle Φ', de telle sorte que nous ayons

$$= \Phi' - \alpha + \beta.$$

Ainsi, dans le but d'utiliser cette méthode, les corrections représentées par α et β doivent être calculées à partir des constantes du wattmètre. Il est difficile d'obtenir une stabilité satisfaisante dans un instrument qui possède une grande sensibilité et Rosa a décrit une série de méthodes de zéro dans lesquelles une sensibilité aussi importante n'est pas nécessaire. Dans le cas le plus simple, une bobine de self-inductance variable est placée dans le circuit en dérivation et, ainsi, l'angle α varie jusqu'à ce que l'angle Φ soit égal à 90° ; dans ces conditions, la déviation est nulle. Le facteur de puissance (cos Φ) peut évidemment être calculé à l'aide des constantes connues de l'instrument et de la self-inductance additionnelle. Dans d'autres cas, une bobine de compensation équivalente, au point de vue magnétique, à la bobine principale du wattmètre était enroulée sur cette dernière. Le courant qui circule alors dans cette bobine de compensation est dérivé sur un shunt ou sur un transformateur intercalé dans le circuit principal ; ce circuit auxiliaire est réglé jusqu'à ce que la déviation s'annulle.

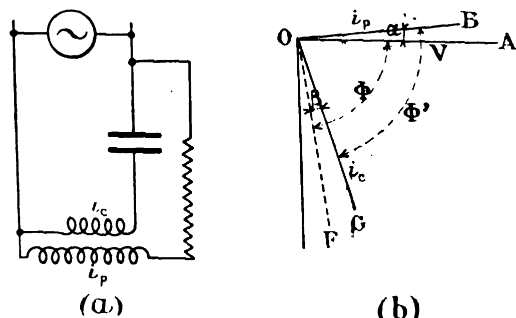


Fig. 10. — Diagramme vectoriel et schéma de montage du wattmètre.

Rosa et Smith [1] ont décrit également une méthode de résonance utilisant un électrodynamomètre. Une bobine de self-inductance est placée en série ou en parallèle avec le condensateur à essayer et l'énergie totale dissipée est mesurée au moyen du wattmètre. Ces méthodes de résonance sont utiles dans des cas spéciaux, par exemple avec le montage en série de la self-inductance où la tension aux bornes du condensateur peut être très grande, tandis que le wattmètre proprement dit n'est soumis qu'à une faible tension.

Dans la majorité des cas où on a employé un électrodynamomètre pour la mesure des pertes diélectriques, l'instrument a été utilisé par déviation et la correction relative au déphasage a été opérée par substitution d'un condensateur à lame d'air (supposé parfait) au diélectrique à essayer et par l'ajustement d'une partie du circuit jusqu'à l'obtention d'une déviation nulle sur le wattmètre. Le montage utilisé par Shanklin [1] est indiqué sur la figure 11. Le dispositif compensateur de déphasage consiste en un condensateur C shunté par une résistance variable r insérée dans le circuit de tension du wattmètre. Le condensateur étalon à lame d'air est formé de 3 plateaux. Le plateau médian soumis à une tension élevée est suspendu au plafond par une corde isolante. Les plateaux extrêmes sont pourvus d'anneaux de garde connectés à la terre et leurs bords sont arrondis afin d'éviter les phénomènes d'effluvation. On utilisait des éclateurs à air et la capacité était alors de 100 $\mu\mu$F.

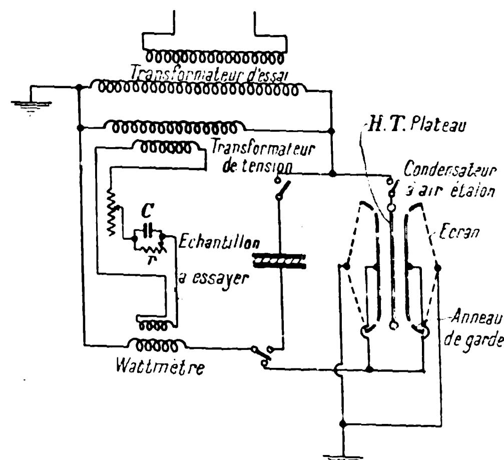


Fig. 11. — Méthode wattmétrique de Shanklin pour la mesure des pertes d'énergie.

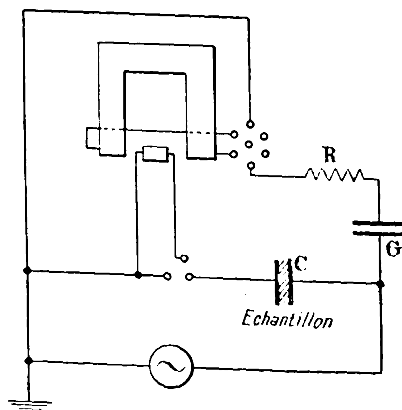


Fig. 12. — Méthode wattmétrique de Tank pour la mesure des pertes d'énergie.

Les pertes d'énergie étaient considérées comme négligeables jusqu'à 60 000 v. Une disposition semblable a été utilisée par la Société Brown Boveri et Cie [2], mais dans ce cas, l'ajustement de l'angle de déphasage était obtenu au moyen d'une bobine de self-inductance réglable, placée dans le circuit de tension du wattmètre. De plus, on faisait

(1) Rosa et Smith. *The physical Review*, janvier 1899, t. VIII, p. 1-20

(1) Shanklin. *General electric Review*, octobre 1916, t. XIX, p. 842-853

(2) *Revue B B C*, août 1923, t. X, p. 152-154.

une correction relative à l'effet de la mutuelle inductance entre les deux bobines du wattmètre. Un variomètre spécial a été construit dans ce but et comportait des bobines identiques à celles du wattmètre et connectées en série avec ces dernières. De la sorte, l'effet de compensation avait lieu quand, par la manœuvre du variomètre, on obtenait l'égalité des indications de ce dernier et du wattmètre [1]. Afin de réaliser une sensibilité suffisante, on se servait d'un wattmètre à bobines à noyau de fer.

Tank [2] a également utilisé un électrodynamomètre à noyau de fer pour effectuer ses mesures de pertes diélectriques. Cet appareil était un électrodynamomètre de Sumpner utilisé comme wattmètre (fig. 12). Le condensateur auxiliaire C était ajusté de manière à donner la résonance dans le circuit magnétique et l'exactitude de ce réglage était vérifié en substituant au condensateur à essayer G un condensateur parfait à lame d'air et en effectuant le réglage jusqu'à l'obtention d'une déviation nulle. Cette disposition ne convient d'ailleurs que pour les faibles tensions.

Le wattmètre électrostatique a été utilisé pour la mesure des pertes diélectriques, par un certain nombre d'expérimentateurs parmi lesquels Miles Walker [3], Skinner [4], Addenbrooke [5] et Rayner [6]. Le schéma employé par Rayner est indiqué sur la figure 13. On a employé une électrode à anneau de garde dans le but d'éviter la mesure des pertes dues à l'ionisation de l'air sur les bords de l'électrode. La tension appliquée à l'électromètre entre l'aiguille et les quadrants était la moitié de celle appliquée à la substance à essayer. Ce procédé évite la correction relative à la perte d'énergie dans la résistance r, qui est nécessaire quand l'instrument est utilisé dans un autre but. Les mesures ont été faites à des tensions de l'ordre de 10 000 v.

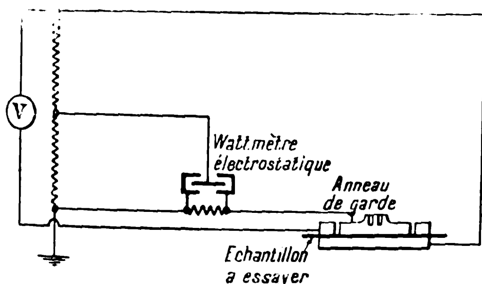


Fig. 13. — Méthode wattmétrique électrostatique de Rayner pour la mesure des pertes d'énergie.

Skinner [7] a expérimenté à des tensions s'élevant jusqu'à 70 000 v en utilisant un wattmètre électrostatique rempli d'huile. Les quadrants avaient alors un diamètre de 16 inches (40,4 cm) et une hauteur de 7,5 inches (18,9 cm); l'aiguille était fixée à une suspension bifilaire. La position de cette aiguille devenait instable quand la tension s'élevait au-delà de 70 000 v. Dans tous les cas, le wattmètre électrostatique a été utilisé par déviation. Il peut être aussi employé comme un appareil de zéro, bien qu'il n'apparaisse pas que l'emploi d'une telle méthode se soit développé pour la mesure des pertes dans les diélectriques.

La méthode du wattmètre n'a pas été appliquée avec un plein succès pour les fréquences radioélectriques en raison des grandes difficultés rencontrées dans cette voie. Alexanderson [1] a cependant utilisé la méthode de l'ampèremètre et du voltmètre dont le schéma est représenté sur la figure 14. Cette méthode est indiquée pour les essais à haute tension et utilise un transformateur spécial. Le circuit primaire P était alimenté au moyen d'un alternateur à haute fréquence. Le circuit secondaire était partagé en 3 sections S_1, S_2, S_3 et comportait à ses deux extrémités des spirales de fil de cuivre A et B formant écrans et calculées de manière à éviter la production de gradients de potentiel élevés dans l'espace occupé par les bobines. On immergeait dans l'huile l'échantillon à essayer C_x et les armatures entre lesquelles il se trouvait disposé étaient connectées aux écrans. La mesure de l'énergie réelle était faite en ajustant le circuit secondaire de manière à réaliser la résonance et à obtenir ainsi un facteur de puissance égal à l'unité; on mesurait alors le courant et la tension. Une première mesure était faite avec l'échantillon non connecté et ensuite on répétait l'opération après avoir connecté ce dernier. On réalisait la résonance dans chaque cas de manière à obtenir, en effectuant le produit de la tension par le courant, la puissance dissipée dans le circuit y compris le transformateur. La différence entre les valeurs obtenues par deux séries de mesures était prise comme énergie dissipée dans le diélectrique. Les détails exacts sur la manipulation des appareils n'ont pas été indiqués. Il est démontré que l'emploi du voltmètre électrostatique a été souvent à rejeter avec les hautes tensions en raison de l'effet de couronne. Dans des cas semblables, la tension était calculée en partant des valeurs du courant, de la self-inductance et de la fréquence.

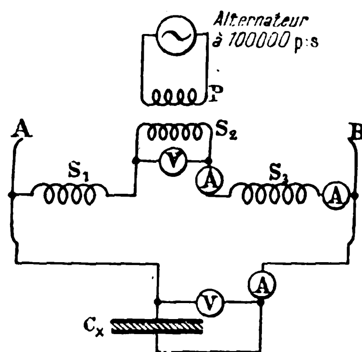


Fig. 14. — Méthode d'Alexanderson pour la mesure des pertes d'énergie aux fréquences radiotélégraphiques.

B. Méthodes calorimétriques. — Les méthodes calorimétriques ne sont pas souvent utilisées quand on exige une grande exactitude dans la détermination des pertes d'énergie ou du facteur de puissance. En effet, ces mesures sont d'une réalisation difficile, exigent une longue durée et requièrent l'emploi d'appareils spéciaux. Comme l'énergie réelle dissipée doit être suffisante pour provoquer une élévation de température qui puisse être décelée, ces méthodes ne sont applicables que quand la perte d'énergie est grande, par exemple avec des gradients de potentiel élevés ou des hautes

(1) A. Roth. *Archiv für Elektrotechnik*, 1917-1918, t. VI, p. 388.
(2) Tank. *Annalen der Physik*, 1915, t. XLVIII, p. 307.
(3) Miles Walker. *Transactions of the american Institute of electrical Engineers*, 1902, t. XIX, p. 1 035.
(4) Skinner. *Ibid.*, p. 1047.
(5) Addenbrooke. *The Electrician*, 5 octobre 1900, t. XLV, p. 901.
(6) Rayner. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, février 1912, t. XLIX, p. 3.
(7) Skinner. *Journal of the Franklin Institute*, juin 1917, t. CLXXXIII, p. 667.

(1) Alexanderson. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, 1914, t. II, p. 137.

fréquences. Pour des mesures comparatives sommaires, les méthodes thermiques sont par contre très indiquées ; c'est ainsi que deux condensateurs semblables peuvent être comparés en les soumettant à la même tension et en notant l'élévation de température dans chaque cas. Des mesures plus exactes ont été exécutées par Rosa et Smith (1), et par Granier (2). Rosa et Smith se sont servis d'un calorimètre à circulation d'eau continue. Les condensateurs étaient placés entre des feuilles de cuivre refroidies par un serpentin de cuivre où circulait un courant d'eau. L'intérieur était complètement noirci. Le calorimètre contenant ce dispositif était pourvu d'un triple cloisonnement et la correction relative au refroidissement était éliminée en chauffant électriquement l'espace compris entre les cloisons de manière à maintenir leur température égale à celle du calorimètre. Cette égalité était indiquée par un thermomètre à air différentiel. La température de l'eau à l'entrée et à la sortie du calorimètre était mesurée par des thermomètres de précision et l'énergie dissipée en chaleur était calculée par le débit de la circulation d'eau et par la différence entre ces deux températures. On mesurait le courant et la tension et ainsi, on pouvait calculer le facteur de puissance. Ces mesures ont été faites aux fréquences usuelles et la puissance dissipée était de 10 w. Les valeurs du facteur de puissance variaient de 0,5 à 3 pour 100.

Granier a fait des mesures à hautes fréquences, soit de 1 000 à 300 000 p : s. Les diélectriques soumis aux essais avaient la forme de feuilles flexibles enroulées sur un tube de laiton. Autour du diélectrique on avait, en outre, enroulé : 1° une feuille d'étain servant de seconde électrode; 2° une bobine de fil isolé de quelques ohms de résistance ; 3° une couche de soie sèche.

L'ensemble était placé dans un récipient vide d'air afin de réduire au minimum la correction relative au refroidissement. L'élévation de température était mesurée au moyen d'un thermomètre placé dans l'intérieur du tube de laiton (et ainsi soustrait au champ électrique). Afin d'égaliser la température, le tube était à moitié rempli avec de l'eau ou du pétrole. Le mode opératoire était le suivant : un courant à haute fréquence passait dans le diélectrique et on mesurait la tension au moyen d'un électromètre et le courant par un couple thermoélectrique relié à un galvanomètre étalonné pour une fréquence de 900 p : s. On notait l'élévation de température dans un temps déterminé. On envoyait ensuite du courant continu dans la bobine auxiliaire placée autour du diélectrique et on réglait ce courant de telle sorte que l'élévation de température dans le même temps fût la même qu'avec le courant à haute fréquence. On notait alors le courant, la tension et l'élévation de température.

Soit alors V_1, I_1 et Δt, les valeurs respectives de la tension, du courant et de l'accroissement de température dans le cas du courant continu, V_2, I_2, Δt_2 les valeurs correspondantes dans le cas du courant alternatif. On aura

$$\text{Facteur de puissance} = \frac{V_1 I_1 \Delta t_2}{V_2 I_2 \Delta t_1}.$$

L'intervalle de temps étant naturellement le même dans les deux expériences. L'élévation de température mesurée était de 0,1 à 1°C et le facteur de puissance variait de 0,002 à 0,2.

C. Méthodes de la résistance équivalente et de la capacité. — 1. Méthodes de pont. — Celles-ci sont principalement utilisées avec les fréquences téléphoniques, bien qu'elles puissent être employées avec les fréquences radiotélégraphiques (1).

(1) Rosa et Smith. *The physical Review*, février 1899, t. VIII, p. 79.

(2) J. Granier. *Revue générale de l'Electricité*, 13-20 août 1921, t. X, p. 219-224. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, 1923, t. III (4e série), p. 333-382.

On se sert à cet effet d'un pont de Wheatstone ordinaire (fig. 15) dans lequel l'échantillon à essayer est placé dans la branche 1 et que l'on compare avec un condensateur

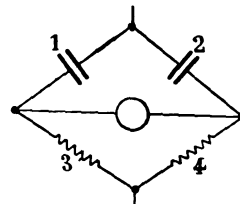


Fig. 15. — Schéma du pont de Wheatstone.

étalon placé dans la branche 2. Le facteur de puissance relatif à la substance essayée est compensé par une résistance réglable placée en série avec le condensateur étalon, comme dans le pont de Wien ; si le facteur de puissance est très grand, il peut être indiqué de placer une résistance réglable en parallèle avec l'étalon. Un autre dispositif compensateur donnant de bons résultats est celui employé dans le pont de Schering dans lequel les branches 3 et 4 sont dépourvues de self-inductance et qui comporte une capacité variable branchée aux bornes de la résistance r_4. Cette capacité compense ainsi le facteur de puissance dans la branche 1 (fig. 16). Les branches 3 et 4 peuvent être des résistances non inductives, des condensateurs ou des induc-

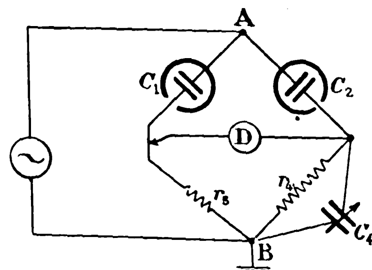


Fig. 16. — Schéma du pont de Schering.

tances. Dans tous les cas, il est désirable que leurs angles de phase soient égaux.

Pour obtenir des mesures plus précises, on emploie un pont symétrique, par exemple un pont dans lequel les bras sont égaux et on utilise une méthode de substitution (2). De cette manière, les erreurs dues aux capacités par rapport à la terre et les petites erreurs résiduelles dans l'estimation des angles de phase des bras sont évitées. Les effets des capacités par rapport à la terre seraient réduits au minimum en reliant à la terre un point approprié du pont ou en utilisant le système de mise à la terre de Wagner.

Une discussion générale sur les divers systèmes de ponts avec des détails pratiques sur la mise à la terre a été donnée par l'auteur (3), de telle sorte que nous ne considérerons ici qu'un petit nombre de cas. Le pont de Sche-

(1) Englund. *Proceedings of the Institut of Radio Engineers*, 1920, t. VIII, p. 326 et Hart. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, juin 1923, t. LXI, p. 697.

(2) Giebe et Zickner. *Archiv für Elektrotechnik*, 1923, t. XI p. 109.

(3) L. Hartshorn. *B. E. A. M. A.*, août, 1923, t. XIII, p. 8.

ring [1] (fig. 16), mentionné ci-dessus peut être considéré comme un cas typique du fait qu'il peut être utilisé pour une puissance et des fréquences téléphoniques et aussi pour des hautes ou des basses tensions. Le détecteur D peut être constitué par un téléphone ou par un galvanomètre à vibration dépendant de la fréquence. Les branches r_3 et r_4 sont des résistances non inductives présentant de la capacité et dont les impédances sont très petites par rapport à celles des capacités C_1 et C_2. Le point B du pont est relié à la terre; de ce fait, le détecteur sera toujours à un potentiel voisin de celui du sol et les effets dus à la terre ne l'affecteront pas sérieusement. Les résistances r_3 et r_4 ne supporteront pas de courants importants en raison de la grande impédance offerte par chacune des capacités C_1 et C_2, même quand la tension est très élevée. Dans ces conditions, aucun dispositif spécial n'est nécessaire et le pont ne consomme qu'une faible puissance. Le condensateur étalon C_2 doit résister pratiquement à la pleine tension appliquée et, par l'utilisation d'un condensateur approprié, on a pu, avec ce pont, exécuter des mesures avec des tensions jusqu'à 100000 v. Les réglages sont opérés, dans ce cas, avec r_3 et C_4 qui, tous deux, sont à des potentiels voisins de celui du sol et, de ce fait, peuvent être ajustés dans des conditions favorables de sécurité. Un éclateur sur r_3 protège le système contre tout dommage dû à la rupture du condensateur essayé C_1. Les équations d'équilibre sont alors

$$\operatorname{tg} \delta_1 = r_4 C_4 \omega,$$

$$C_1 = \frac{r_4}{r_3} C_2 \cos^2\delta = \frac{r_4}{r_3} C_2 \text{ (approximativement).}$$

Il est indiqué, en pratique, de maintenir r_4 constant du fait que le pont peut alors être établi pour des mesures directes du facteur de puissance, par exemple à la fréquence de 50 p : s en donnant à r_4 une valeur de

$$\frac{1\,000}{\pi} \text{ ohms;}$$

$\operatorname{tg}\delta$ est alors égal à $10^5 C_4$ et ainsi, le facteur de puissance (approximativement égal à $\operatorname{tg}\delta$) vaut 1/10 de la lecture de C_4 en microfarads. Pour des fins réglages de r_3, il est utile d'employer une faible résistance réglable constituée par un fil sur lequel glisse un curseur et placé, comme l'indique la figure 16, entre C_1 et r_3, le galvanomètre étant connecté au curseur. Cette disposition élimine les troubles dus à la résistance variable du contact.

En ce qui concerne les mesures à basse tension aux fréquences téléphoniques, il est souvent indiqué de maintenir fixes les résistances r_3 et r_4 et de faire varier la capacité du condensateur à air étalon C_2. Une modification [2] du pont de Schering pour les mesures portant sur les grandes capacités (grandes longueurs de câble) et avec des hautes tensions, a été aussi publiée. Dans ce cas, la résistance r_3 peut avoir à supporter un courant important et du fait qu'elle doit être capable d'un réglage précis, sa construction présente des difficultés. Dans de telles conditions, on emploie la disposition indiquée sur la figure 17. La résistance r_3 est alors remplacée par une combinaison en parallèle qui consiste en une petite résistance fixe n, une autre résistance fixe r, une résistance à curseur S et une résistance variable ρ. Le galvanomètre est connecté au curseur comme dans la disposition précédente. Avec un tel montage, la petite résistance fixe supporte la plus grande partie du courant et les grandes résistances en parallèle, qui ne supportent qu'un faible courant, sont susceptibles d'un réglage précis et facile. Les formules relatives à cette disposition sont

$$C_1 = C_2 R_4 \frac{n + r + S + \rho}{n(\rho + \sigma)},$$

$$\operatorname{tg} \delta = \omega R_4 C_4 - \left[\frac{r + S - \sigma}{\rho + \sigma} R_4 \omega C_2\right],$$

σ étant la résistance de contact du curseur.

Le terme entre crochets est négligeable de telle sorte que la formule donnée initialement pour $\operatorname{tg}\delta$ reste valable.

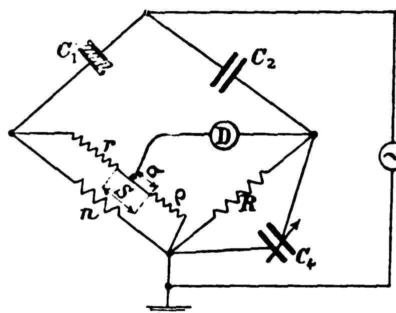


Fig. 17. — Schéma du pont de Schering utilisé pour la mesure des courants de charge élevés.

Rosen [1] a utilisé le pont de Wien pour des mesures à haute tension, la tension étant appliquée aux branches principales du dispositif. Cette disposition nécessite une construction spéciale des résistances des branches qui doivent alors supporter des courants intenses, mais elle permet d'utiliser un condensateur étalon à basse tension.

Quand on cherche à utiliser des méthodes de pont avec des fréquences radiotélégraphiques, on rencontre des difficultés considérablement plus grandes qu'avec les fréquences radiotéléphoniques. Un simple récepteur téléphonique ne peut être utilisé comme détecteur et il est nécessaire d'employer un oscillateur auxiliaire hétérodyne avec un amplificateur donnant la sensibilité nécessaire. De telles dispositions ont été décrites par Englund [2] et Hart [3]. Ce dernier faisait varier la capacité dans le circuit oscillant de l'hétérodyne et écoutait le changement de hauteur dans la note émise, qui doit survenir quand le pont n'est pas équilibré. Englund, d'autre part, obtenait l'émission d'une note de hauteur constante et réglait le pont jusqu'à ce que le son acquière une intensité minimum. Hart utilisait le simple pont de Wien avec des résistances formées de longs conducteurs rectilignes et un condensateur étalon à air. Le sommet du pont sur lequel on opérait les réglages était relié à la terre. Le pont décrit par Englund et utilisé dans les laboratoires de la Western electric Co, possède deux branches de réglage égales (bobines non inductives de 500 ohms). La troisième branche consiste en une self-inductance variable montée en série avec un condensateur étalon à air et la quatrième branche est une autre résistance non inductive. La bobine et le condensateur

(1) SCHERING. *Zeitschrift für Instrument*, 1920, t. XL, p. 124.
(2) SCHERING. *Zeitschrift für Instrument*, 1924, t. XLIV, p. 98.

(1) ROSEN. *Proceedings of the physical Society*, 1923, t. XXXV, p. 235.
(2) ENGLUND. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, 1920, t. VIII, p. 326.
(3) HART. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, juin 1923, t. LXI, p. 697.

placés dans la troisième branche sont réglés de manière à entrer en résonance à la fréquence utilisée et ainsi, l'impédance de cette branche devient très réduite et la disposition générale devient celle d'un pont à faible impédance. Un condensateur donné est essayé par substitution au condensateur étalon.

Le grand avantage des méthodes de pont réside dans le fait que les fluctuations dans la tension appliquée ont beaucoup moins de conséquences que dans les autres méthodes : le point d'équilibre est pratiquement indépendant de la tension.

2. Méthode de substitution dans un circuit ajusté pour la résonance. — Cette méthode est utilisée généralement avec les fréquences radiotélégraphiques en raison de la simplicité du circuit de mesure. Des discussions générales de semblables méthodes ont été données par Dellinger [1] et Dye [2]. La disposition du circuit de mesure est montrée sur la figure 18. L est une bobine de self-inductance, C, un condensateur étalon à air, C_x, le condensateur à essayer, r, une résistance

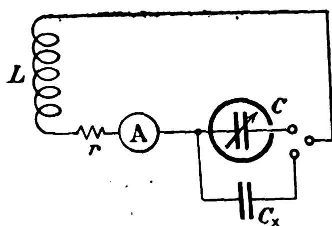


Fig. 18. — Schéma du dispositif de mesure des pertes d'énergie aux fréquences radiotélégraphiques par la méthode de simple substitution.

non inductive et A, un instrument indicateur de courant, par exemple un couple thermoélectrique avec un galvanomètre. Ce circuit est accouplé lâchement à un circuit oscillant qui fournit la puissance. Dans la plus simple méthode de substitution, le condensateur à essayer est d'abord placé dans le circuit et la résistance r étant éliminée, on procède à l'établissement de la résonance. On note alors la valeur du courant; la capacité à essayer C_x est déconnectée et on lui substitue la capacité C que l'on ajuste jusqu'à ce que la résonance soit de nouveau obtenue. On règle ensuite r de manière à obtenir le même courant que dans l'expérience précédente. Les lectures de r et de C donnent alors la résistance équivalente série et la capacité de l'échantillon (en supposant que le condensateur étalon soit parfait). Il est essentiel que la tension induite dans le circuit de mesure soit la même avant et après la substitution et il est de la plus grande importance que la capacité couplée entre les circuits d'alimentation et de mesure ne soit pas altérée quand on opère la substitution.

Les difficultés de satisfaire à de telles conditions conduisent à rendre la méthode simple plutôt imprécise, bien que Schott la recommande pour des mesures de précision. Les résistances r utilisées se composent de minces conducteurs rectilignes terminés par d'épaisses pièces de cuivre qui plongent dans des godets de mercure. Une série de telles résistances, toutes de même longueur mais de valeurs différentes, convient bien. Dans le but d'obtenir de très fins réglages de résistance, Schott a fait usage d'un dispositif analogue à un variomètre dont la bobine mobile était formée d'un fil de grande résistance et en court-circuit sur elle-même. La résistance effective de cette disposition varie avec la position de la bobine mobile et ainsi, il est possible de réaliser un ajustement précis de la valeur de la résistance.

Il est nécessaire d'étalonner le dispositif par rapport aux résistances étalons en fils rectilignes pour chaque fréquence utilisée. A cet effet, Schott utilise, comme indicateur de courant, un couple thermoélectrique et un galvanomètre placé dans un circuit séparé (apériodique), couplé avec le circuit de mesure. Au moyen d'un dispositif potentiométrique, la déviation du galvanomètre était réduite à zéro pour le courant requis. On considère que cette disposition accroît grandement la sensibilité.

Cette simple méthode de substitution n'est généralement pas utilisée pour des mesures précises, mais on adopte le procédé suivant : On insère la capacité C_x à mesurer et on réalise la résonance. Le courant est alors noté. On répète cette opération pour différentes valeurs de r et, d'après les observations, la résistance effective totale du circuit est calculée en employant la formule

$$I = \frac{E}{R + r},$$

dans laquelle E est la force électromotrice induite, laquelle n'est pas influencée par le changement de r. On substitue alors le condensateur étalon et on répète l'expérience. La différence entre les deux valeurs de R donne la résistance effective du condensateur essayé et sa capacité est donnée par la lecture du condensateur étalon. Des altérations de capacité couplée dues à la substitution du condensateur étalon ne causeront évidemment pas d'erreurs quand on emploiera cette méthode. Il est important d'éviter la réaction entre les circuits de mesure et d'alimentation, aussi les résistances r et le détecteur seront connectés à l'armature du condensateur qui doit être mise à la terre.

Les mesures de pertes diélectriques par la méthode de substitution aux fréquences radiotélégraphiques ont aussi été exécutées par Fleming et Dyke [1], L.-W. Austin [2], G.-E. Bairsto [3] et Dellinger et Preston [4].

Bairsto a utilisé un commutateur rotatif pour opérer la substitution d'un condensateur à l'autre, rapidement et sans discontinuité, chaque condensateur étant en circuit à des intervalles de temps égaux. Il se servait d'un couple thermoélectrique en série avec chaque condensateur et les deux couples étaient réglés à une égale sensibilité et connectés différentiellement à un galvanomètre. Dans ces conditions, la méthode devenait une méthode de zéro dont l'emploi était motivé par le fait qu'utilisant un arc comme générateur, il se produisait des fluctuations de tension. Le réglage de la résistance de Bairsto était exécuté à l'aide d'un rhéostat hydraulique variable monté en parallèle avec le condensateur étalon.

3. Méthode du transformateur différentiel. — Cette méthode a été utilisée pour des mesures aux fréquences radiotélégraphiques et le principe en est indiqué sur la figure 19. Le transformateur différentiel possède un enrou-

(1) Dellinger. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, 1919, t. VII, p. 27.
(2) Dye. *Glazebrook's Dictionary of Applied Physics*, t. II, p. 675. Schott. *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie*, 1921, t. XVIII, p. 82.

(1) Fleming et Dyke. *Proceedings of the physical Society*, 1910, t. XXIII, p. 117.
(2) Austin. *Bulletin of the Bureau of Standards*, 1913, t. IX, p. 73.
(3) Bairsto. *Proceedings of the royal Society*, 1920, t. XCVI, p. 363.
(4) Dellinger et Preston. *Technological papers of the Bureau of Standards*, n° 216, t. XVI, p. 502.

lement secondaire S et deux enroulements primaires P_1 et P_2 identiques à tous points de vue sauf qu'ils sont bobinés en sens inverse. Le condensateur à essayer C_x est en série avec des enroulements primaires et le condensateur étalon à air et la résistance r sont connectés en série avec l'autre enroulement primaire. Le courant passe à travers ces deux enroulements en parallèle comme l'indique la figure. Il est évident que quand le condensateur C et la résistance r sont équivalents à C_x, le courant à travers les deux enroulements primaires sera le même en grandeur et en phase et le courant induit dans le secondaire S sera nul. Dans ces conditions, l'opération consiste à ajuster r et C jusqu'à l'obtention de cette condition. Le détecteur utilisé par Hund

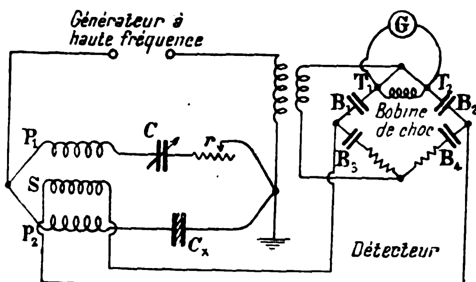


Fig. 19. — Schéma montrant l'utilisation d'un transformateur différentiel pour la mesure des pertes d'énergie en haute fréquence.

est montré sur la figure 19. Il consiste en deux couples thermoélectriques T_1 et T_2 connectés dans un circuit à pont dont les branches sont d'égale résistance, B_1, B_2, B_3, B_4 sont des condensateurs de blocage. Le courant provenant du secondaire du transformateur est amené aux deux sommets opposés du pont comme l'indique la figure. Un courant auxiliaire obtenu par couplage inductif sur le circuit principal est amené sur les deux autres sommets opposés du pont. Il peut être montré que le galvanomètre G mesure le produit scalaire de ces deux courants. Dans ces conditions, il indique non seulement quand le courant dans le secondaire S s'annule, mais encore, en changeant la phase du courant auxiliaire, l'arrangement peut être rendu sensible aux variations de C ou à celles de r en rendant ainsi les deux réglages indépendants l'un de l'autre jusqu'à un certain point.

Trautwein (1) a fait une étude détaillée de la méthode du transformateur différentiel qu'il considère comme supérieure à n'importe quelle autre méthode pour les fréquences radiotélégraphiques. Il discute de la sensibilité, sur les moyens de changer la phase du courant auxiliaire et des formes variées de détecteurs pour mesurer le produit scalaire des deux courants. Dans ce but, au lieu de l'arrangement comportant des couples thermoélectriques, il a utilisé soit un galvanomètre à corde soit une disposition de deux diodes ou de deux triodes combinés avec un galvanomètre différentiel.

D. **Méthode de la forme d'onde.** — Cette méthode dans sa forme la plus simple, a été employée par Thornton (2) qui a réalisé des grands condensateurs utilisant des feuilles de diélectrique séparées par des électrodes d'étain. Le courant alternatif à la fréquence de 38 p : s traversait ceux-ci

(1) Trautwein. *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie*, 1921, t. xviii, p. 261.

(2) Thornton. *Proceedings of the physical Society*, 1912, t. xxiv, p. 301.

et la forme de l'onde du courant et de la tension était enregistrée au moyen d'un oscillographe. On obtenait par ces enregistrements les boucles d'hystérésis et les valeurs du facteur de puissance étaient calculées comme indiqué au titre I.

La même méthode a été utilisée à de très basses fréquences (de l'ordre de 1 période par seconde) par Granier (1) à l'aide d'un certain nombre de dispositions différentes. Dans un cas, le condensateur était déchargé à travers un galvanomètre balistique ou un fluxmètre pour des points déterminés du cycle. Dans ces conditions, le cycle relatif à la quantité d'électricité et à la tension était tracé en relevant les lectures pour un certain nombre de points autour de ce cycle. Le condensateur doit, évidemment, être mis en court-circuit pendant quelque temps entre les observations consécutives. Dans d'autres expériences, on utilisait un galvanomètre comme oscillographe pour des fréquences très basses. Cette méthode est essentiellement la même que celle de Thornton. Une méthode de tracé point par point utilisant un électromètre est également décrite; mais, pour les mesures à très basse fréquence, aucune de ces méthodes n'est vraiment appropriée et l'interprétation des résultats présente des difficultés.

Minton (2) a décrit l'application de l'oscillographe cathodique à des mesures de cette espèce. Le montage

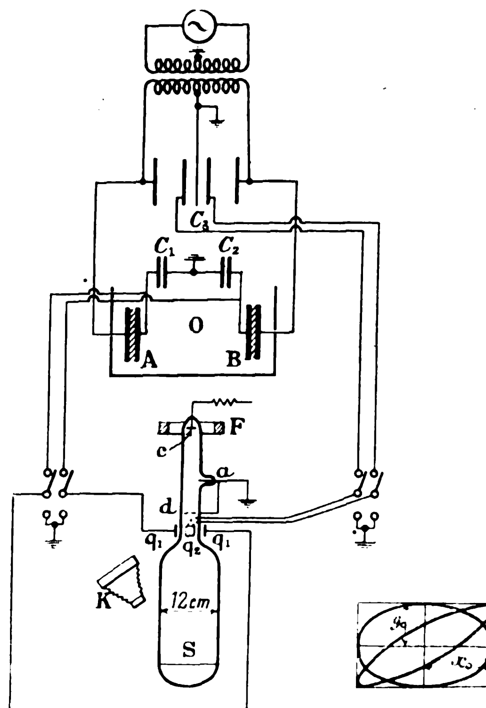


Fig. 20. — Schéma montrant l'utilisation d'un oscillographe cathodique pour la mesure des pertes d'énergie.
Fig. 21. — Cyclogramme obtenu au moyen de l'oscillographe cathodique.

dont il s'est servi est indiqué sur la figure 20. c est la cathode et a est l'anode entre lesquelles il existe une différence de potentiel de 20 000 v quand le tube est en acti-

(1) J. Granier. *Revue generale de l'Electricite*, 13-20 août 1921, t. x, p. 219-224. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, 1923, t. iii (4e série), p. 355.

(2) Minton. *Transactions of the american Institute of electrical Engineers*, 1915, t. xxxiv, p. 1627.

vité. Les rayons cathodiques passent à travers un petit orifice circulaire d'environ 0,8 mm de diamètre pratiqué dans le diaphragme d. L'étroit pinceau de rayons ainsi obtenu tombe sur un écran fluorescent S et produit une tache lumineuse au point d'impact.

Le dispositif comporte deux paires de plaques de déviation q_1 q_1 et q_2 q_2 entre lesquelles passent les rayons cathodiques. Les plaques q_1 q_1 sont parallèles et perpendiculaires à q_2 q_2 qui sont également parallèles. Le matériel isolant à essayer était façonné de manière à pouvoir être disposé entre les plateaux des deux condensateurs A et B et comme les essais avaient lieu à haute tension, ces condensateurs étaient disposés dans une boîte O remplie d'huile. C_1 et C_2 sont deux condensateurs à air en série avec A et B. La différence de potentiel à travers C_1 et C_2 est proportionnelle au courant à travers les échantillons et est appliquée aux plaques q_1 q_1. C_3 est également un condensateur à air et la différence de potentiel à laquelle il est soumis est proportionnelle à la tension appliquée. Cette différence de potentiel est également appliquée à l'autre paire de plaques q_2 q_2. Supposons alors que la tension appliquée au système essayé A C_1 C_2 B soit

$$v = V_0 \sin \omega t.$$

Le courant sera alors

$$i = I_0 \sin (\omega t + \Phi),$$

Φ étant l'angle de phase du système. La déviation produite par les plaques q_1 est

$$x = k_1 I_0 \cos (\omega t + \Phi),$$

k_1 étant une constante de proportionnalité. La déviation produite par les plaques q_2 est de la même manière

$$y = k_2 V_0 \sin \omega t.$$

Quand les plaques agissent simultanément, l'image formée sur l'écran est une ellipse comme le montre la figure 21. La surface de cette ellipse est donnée par

$$S = \int_0^{2\pi} y \, dx = \pi k_1 k_2 V_0 I_0 \cos \Phi.$$

Si les deux déviations ont lieu séparément, on obtient des lignes droites de longueurs

$$2 x_0 = 2 k_1 I_0 \quad \text{et} \quad 2 y_0 = 2 k_2 V_0.$$

Ainsi, la surface S est donnée par

$$S = \pi x_0 y_0 \cos \Phi$$

et $\cos \Phi$ peut être déterminé en mesurant S, x_0 et y_0. Dans des conditions déterminées de l'appareil, le facteur de puissance ($\cos \Phi$) est proportionnel à la surface de l'ellipse obtenue. Les images étaient photographiées au moyen de la chambre K. Le facteur de puissance ainsi mesuré est celui du système essayé A C_1 C_2 B.

Le facteur de puissance du diélectrique lui-même, c'est à dire A et B, était calculé comme suit : la tension e_1 à travers C_1 et C_2 était mesurée au moyen d'un voltmètre électrostatique. La tension totale appliquée V était également mesurée (en lisant la tension sur le côté basse tension du transformateur et en multipliant la lecture par le rapport de transformation). Il est facile de montrer que la tension réelle appliquée à l'isolant A et B est

$$E' = \sqrt{V^2 + e_1^2 - 2 V e_1 \sin \Phi}$$

et que le facteur de puissance de l'isolant ($\cos \Phi'$) est donné par

$$\cos \Phi' = \cos \Phi + \frac{e_1}{2 E'} \sin 2 \Phi.$$

Cette expression est d'une approximation suffisamment précise pour des buts pratiques. La valeur de e_1, la différence de potentiel à travers les condensateurs C_1 et C_2, avec la valeur de la capacité de ces derniers ainsi que la fréquence, détermine le courant dans les échantillons. La tension à laquelle ces derniers sont soumis est déterminée comme il est indiqué ci-dessus. Ainsi, quand le facteur de puissance est connu, on peut calculer la perte d'énergie totale.

En ce qui concerne le tube à rayons cathodiques, on a trouvé qu'il était nécessaire de le vider durant 3 ou 4 heures en le chauffant à une température élevée (350° C) afin d'éliminer les gaz adsorbés par les parois. Le vide reste alors constant pendant au moins deux années. L'accumulation de charges sur le verre entourant la cathode était la cause de troubles qui ont pu être évités quand on a reconnu l'opportunité de faire le vide à 350°C pendant une durée de seulement une demi-heure. Il reste ainsi dans le tube une quantité de gaz adsorbé suffisante pour éliminer ces charges, mais insuffisante pour altérer le vide durant une longue période de temps. Les plaques déviatrices étaient en laiton et montées sur l'extérieur du tube en utilisant de l'ébonite comme isolateur. Pour éviter un effet électrostatique d'écran dû à l'humidité sur le verre au voisinage des plaques, le tube a été, dans ces parties, revêtu de cellulose nitratée.

Ainsi qu'il est montré sur la figure, l'enregistrement sur l'écran fluorescent est photographié de telle sorte que la chambre de prise de vue fait un certain angle avec cet écran. Cette disposition n'introduit pas de difficultés dans le calcul de $\cos \Phi$ puisque ce dernier exprime le rapport $\frac{S}{x_0 y_0 \pi}$ dont les termes sont tous deux affectés par l'angle d'incidence relatif à la prise de vue.

La caractéristique principale de l'oscillographe cathodique pour des mesures de cette espèce est qu'il peut être utilisé pour des mesures à hautes tensions et à fréquences élevées.

E. **Les électrodes**. — Dans toutes les méthodes d'essai d'un diélectrique donné, il est nécessaire de pourvoir ce dernier de deux électrodes conductrices. Les liquides ne présentent pas de difficultés à cet égard. Dans le cas des solides, les feuilles d'étain ont été utilisées sur une grande échelle pour confectionner des électrodes. Appleyard [1] montra d'abord que quand on utilise des feuilles d'étain, les valeurs obtenues pour la résistance d'isolement sont très incertaines du fait que l'étain en feuille n'établit pas un contact parfait avec le diélectrique. Il trouva que les électrodes de mercure donnent un résultat plus consistant. Bairsto [2] fit des recherches sur le contact des feuilles d'étain avec les diélectriques et montra que bien que les feuilles d'étain puissent donner des résultats très inexacts pour les mesures en courant continu, les mesures en courant alternatif effectuées de cette ma-

[1] Appleyard, *Proceedings of the physical Society*, 1905, t. XX, p. 724.

[2] Bairsto, *Proceedings of the physical Society*, 1915, t. XX, p. 301.

nière comportent une erreur beaucoup moindre. Cela tient à ce que le courant alternatif peut passer à travers un large contact par effet de capacité au lieu de passer à travers une grande résistance de contact proprement dite. Dans certains cas [1], pour éviter cette difficulté relative au contact, le matériel a été essayé dans un éclateur, aucune disposition n'étant prise afin d'assurer le contact métallique avec l'échantillon. Dans des conditions particulières (haute température, etc.) on a utilisé du graphite à la place de mercure pour la matière constitutive des électrodes, comme l'a fait Schrader [2] qui, dans certaines expériences a trouvé, dans ce cas, un meilleur contact qu'avec le mercure. Schott [3] a utilisé comme électrodes des plaques d'acier soigneusement planées et polies. Le verre en forme de plaques bien planes était travaillé et poli suivant les méthodes optiques de telle sorte que mis en contact avec une surface d'acier, il donnait lieu à un contact d'ordre très élevé. R. Jaeger [4] dans une série d'expériences sur les constantes diélectriques des solides a utilisé des électrodes formées de feuilles très minces (argent, étain ou platine). Il coupait des morceaux en forme de disque et les collait sur le diélectrique avec de l'eau ou de l'huile ayant une grande constante diélectrique. Ceci augmentait naturellement la capacité au contact et réduisait ainsi l'erreur due à un contact imparfait. Des tentatives faites pour mesurer l'épaisseur de la pellicule d'huile ont montré qu'elle était inférieure à 0,001 mm. Jaeger a utilisé aussi la méthode de l'éclateur. Les surfaces de diélectriques comme le verre et le mica peuvent être argentées et ce procédé a été fréquemment utilisé afin de pourvoir la matière d'électrodes.

On a employé également des revêtements électrolytiques et H.-J. Mac Leod [5] s'est servi à cet effet de pulvérisations de plomb obtenues au moyen d'un chalumeau à oxygène et hydrogène. De telles méthodes ne sont naturellement pas appropriées quand on doit essayer un grand nombre d'échantillons. En essayant des matières flexibles dans des conditions qui sont plus ou moins celles dans lesquelles elle travaillent, il est indiqué d'enrouler la matière, en la serrant, sur une tringle de laiton qui forme une électrode et d'envelopper cette matière avec des feuilles d'étain pour former l'autre électrode. Quand on emploie des hautes tensions, les disques de laiton soigneusement arrondis sur leurs bords sont souvent utilisés comme électrodes [6].

IV. — Théories des phénomènes anormaux dans les diélectriques.

— Un grand nombre de théories ont été proposées pour rendre compte des propriétés anormales des diélectriques. La théorie électronique du déplacement normal peut être regardée comme établie d'une manière définitive et ne sera pas envisagée ici. Les phénomènes appelés anormaux, pertes d'énergie dans les champs alternatifs et absorption dans les champs constants, seront seuls traités ici et seront considérés comme superposés aux propriétés normales. Dans le titre II, il a été démontré que les lois régissant les pertes d'énergie dans les champs alternatifs peuvent être déduites de celles concernant la polarisation ou courant dans les champs constants, de telle sorte qu'en considérant une théorie, celle-ci est simplement suffisante pour expliquer un de ces phénomènes.

A. Théorie de Maxwell. — Maxwell [1] a montré que si le comportement électrique d'un diélectrique peut être représenté par deux constantes, sa résistance spécifique ρ et sa constante diélectrique k, un diélectrique *homogène* serait alors dépourvu d'absorption. Si cependant la structure du diélectrique est hétérogène et si le produit $k\rho$ n'est pas le même pour tous les constituants, l'absorption devient alors une conséquence nécessaire de ces faits. Il s'ensuivra aussi que quand le condensateur est soumis à une tension alternative, il y aura un changement de capacité avec la fréquence et une perte d'énergie supérieure à ce que la résistance offerte par la structure entière au courant continu peut nous conduire à supposer.

L'exposition de la théorie de Maxwell n'est pas dans la forme la plus appropriée pour établir des comparaisons avec les résultats des mesures récentes et la théorie a été développée dans des directions variées par plusieurs chercheurs. Rowland et Grover [2] ont donné l'application de cette théorie aux courants alternatifs et Wagner [3] a expliqué d'une manière simple le mécanisme de l'absorption dans de tels cas.

Meyer [4] a donné une nouvelle exposition de la théorie avec une référence spéciale aux diélectriques contenant de l'humidité et, en 1923, Steinmetz [5] exposa la théorie avec une référence spéciale aux câbles de structure laminée. En même temps, il donna une explication du mécanisme de l'action, à peu près identique à celle qu'avait indiquée Wagner.

Considérons avec Meyer le cas d'un diélectrique de structure lamellaire composé de deux substances. Prenons le cas le plus simple d'un condensateur à plateaux parallèles, le diélectrique étant formé de deux couches, une de chaque composant. L'effet est alors le même que si nous avions deux condensateurs en série comme dans la figure 22.

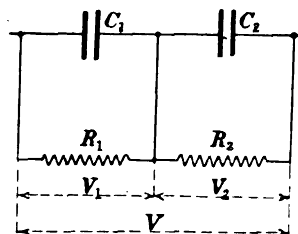


Fig. 22. — Représentation schématique d'un diélectrique à structure lamellaire.

Désignons par C_1 et C_2 les capacités de ces condensateurs et par R_1 et R_2 leurs résistances. Soient V_1 et V_2 les différences de potentiel entre les plateaux et V la différence de potentiel appliquée à l'ensemble. Le courant total à travers les deux condensateurs composants est naturelle-

(1) A. Campbell. *Proceedings of the royal Society*, 1906, t. LXXVIII, p. 196.

Dye et Hartshorn. *Proceedings of the physical Society*, 1924, t. XXXVII, p. 42.

(2) Schrader. *Electric Journal*, 1920, t. XVII, p. 157.

(3) Schott. *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie*, 1921, t. XVIII, p. 82.

(4) Jaeger. *Annalen der Physik*, 1917, t. LIII, p. 408.

(5) Mac Leod. *The physical Review*, 1923, t. XXI, p. 53.

(6) Rayner. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, juin 1912, t. XLIX, p. 3.

(1) Maxwell. *Traité d'Electricité et de Magnétisme*, 1885, t. I, p. 5 6-521.

(2) E.-W. Grover. *Bulletin of the Bureau of Standards*, 1911, t. VII, p. 519.

(3) K.-W. Wagner. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1915, t. XXXVI, p. 111, 121, 135, 163.

(4) U. Meyer. *Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft*, 1917, t. XI, p. 139.

(5) Steinmetz. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, septembre 1923, t. XLII, p. 971.

ment le même. Désignons-le par I. Dans ces conditions, on a

$$I = \frac{V_1}{R_1} + C_1 \frac{dV_1}{dt} \quad \text{et} \quad I = \frac{V_2}{R_2} + C_2 \frac{dV_2}{dt}$$

d'où

$$V_1 = \frac{1}{C_1} e^{-\frac{t}{\tau_1}} \int_{-\infty}^{t} e^{-\frac{t}{\tau_1}} I \, dt,$$

$$V_2 = \frac{C_1}{C_2} e^{-\frac{t}{\tau_2}} \int_{-\infty}^{t} e^{-\frac{t}{\tau_2}} I \, dt,$$

formules dans lesquelles τ_1 et τ_2 désignent les constantes de temps relatives aux deux condensateurs composants

$$\tau_1 = R_1 C_1 = \frac{k_1 \rho_1}{4\pi c^2}.$$

Ces équations conduisent à l'équation différentielle

$$\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right) \frac{dI}{dt} + \left(\frac{1}{\tau_1 C_2} + \frac{1}{\tau_2 C_1}\right) I$$
$$= \frac{d^2 V}{dt^2} + \left(\frac{1}{\tau_1} + \frac{1}{\tau_2}\right) \frac{dV}{dt} + \frac{1}{\tau_1 \tau_2} V.$$

La solution générale de cette équation est

$$I = C \frac{dV}{dt} + \frac{V}{R} + \frac{\alpha C}{T} e^{-\frac{t}{T}} \int_{-\infty}^{t} e^{\frac{t}{T}} \frac{dV}{dt} \times dt,$$

où

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2},$$

$$R = R_1 + R_2,$$

$$T = \frac{(C_1 + C_2) R_1 R_2}{R_1 + R_2},$$

$$\alpha = \frac{(R_1 C_1 - R_2 C_2)^2}{C_1 C_2 (R_1 + R_2)^2}.$$

Les deux cas qui présentent le plus d'intérêt sont

Cas 1. — Quand une tension constante E_0 est appliquée à l'instant $t = 0$; nous obtenons alors

$$I = E_0 \left[\frac{1}{R} + \frac{\alpha C}{T} e^{-\frac{t}{T}}\right].$$

Ainsi, superposé au courant constant de fuite $\frac{E_0}{R}$, nous avons un courant d'absorption

$$E_0 \alpha \frac{C}{T} e^{-\frac{t}{T}}.$$

Le seul cas dans lequel il n'y a pas de courant d'absorption est celui où $\alpha = 0$; c'est-à-dire quand

$$R_1 C_1 - R_2 C_2 = 0,$$

c'est-à-dire encore quand

$$k_1 \rho_1 = k_2 \rho_2.$$

Cas 2. — Quand une tension alternative est appliquée au condensateur; en posant

$$V = V_0 e^{j\omega t},$$

nous obtenons

$$I = V \left[j\omega C + \frac{1}{R} + \frac{j\omega\alpha C}{1 + j\omega T}\right].$$

Ainsi

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{\alpha}{1 + \omega^2 T^2}$$

donne le taux de variation de la capacité avec la fréquence et

$$\frac{C + \Delta C}{C} \times \operatorname{tg} \delta = \frac{\alpha \omega T}{1 + \omega^2 T^2}$$

est la relation qui détermine l'angle de perte due à l'absorption seule. Il existe naturellement une perte d'énergie additionnelle due à la résistance R.

On doit noter que, dans ce cas, la fonction caractéristique du temps du courant d'absorption est

$$f(t) = e^{-\frac{t}{T}}.$$

Ainsi, selon le principe de superposition, l'équation générale du courant d'absorption est

$$i_2(t) = \beta C \int_{-\infty}^{t} \frac{dE(u)}{du} f(t - u) \, du$$
$$= \beta C \int_{-\infty}^{t} \frac{d(Eu)}{du} e^{\frac{-(t-u)}{T}} du$$
$$= \beta C e^{-\frac{t}{T}} \int_{-\infty}^{t} \frac{dE(u)}{du} e^{\frac{u}{T}} du.$$

Cette expression est évidemment la même que l'expression générale donnée précédemment pour le courant d'absorption, si on pose

$$\beta = \frac{\alpha}{T}.$$

Ainsi, la théorie peut expliquer le principe de la superposition.

Nous avons vu, cependant, que la fonction $f(t)$ déterminée par l'expérience n'est pas une simple fonction exponentielle. Ainsi, le cas simple considéré n'est pas suffisant pour expliquer les résultats de l'expérience. La théorie doit évidemment être étendue aux cas où le diélectrique est formé de plusieurs constituants. Meyer a obtenu la solution générale dans le cas d'un diélectrique à trois couches. Dans de telles conditions, le courant d'absorption est représenté par la somme de deux termes exponentiels et, semblablement, si nous supposons que le diélectrique est formé de n couches constitutives, nous obtenons $n - 1$ termes exponentiels dans l'expression du courant d'absorption (voir Steinmetz) [1]. Il est évident qu'en prenant un nombre suffisant de termes, une courbe expérimentale peut être tracée et, ainsi, en supposant une structure suffisamment hétérogène, une courbe expérimentale pouvait presque recevoir une explication grâce à cette théorie. Steinmetz a montré que dans le cas d'un câble déterminé, il suffisait de deux termes pour représenter la courbe obtenue réellement et il n'y a aucun doute que le courant d'absorption et la perte d'énergie dans les diélectriques de structure lamellaire sont, au moins en partie, dus aux phénomènes décrits dans la théorie de Maxwell.

[1] Steinmetz, *Loc. cit.*

Si la théorie fournit l'explication complète des phénomènes anormaux manifestés par les diélectriques, nous pourrions espérer que des diélectriques tels que le quartz, le spath d'Islande, le sel et, en général, les substances pures pour lesquelles on peut prévoir une structure homogène, seraient dépourvues d'absorption. Cependant, comme il a été mentionné au titre II, Thornton [1] a observé les phénomènes sur les cristaux de quartz dans les sens parallèle et perpendiculaire aux axes optiques et également dans le quartz fondu, tandis que Richardson [2] a trouvé de semblables effets dans le spath d'Islande et le sel de roche aussi bien que dans le quartz. Thornton et H.-A. Wilson [3] ont, tous deux, observé des phénomènes d'absorption dans les sulfures. Ainsi, il semble probable que la théorie de Maxwell ne doit pas fournir une explication complète des anomalies, bien qu'elle puisse donner, au moins, une explication partielle relativement à la plupart des diélectriques du commerce.

B. **Théories de l'hystérésis diélectrique ou viscosité.** — La théorie de Maxwell recherche une explication des propriétés anormales des diélectriques dans les anomalies de structure. Comme cette explication semble à peine suffisante, un certain nombre d'autres théories ont été proposées dans lesquelles les anomalies étaient considérées comme résidant dans le comportement des diélectriques. On ne suppose pas que le déplacement soit toujours une fonction de l'intensité du champ électrique seule, donnant ainsi un coefficient de constante diélectrique, mais qu'il dépend aussi d'autres conditions telles que l'état antérieur du milieu ou la vitesse de variation de l'intensité du champ électrique. Parfois, on suppose qu'il existe une hystérésis diélectrique analogue à l'hystérésis magnétique; c'est à dire une perte constante d'énergie par période dépendant seulement de la valeur maximum du déplacement et non de la fréquence. Il semble cependant qu'il y ait peu d'évidence à ce sujet.

L'évidence se manifeste au contraire d'une manière plus marquée en ce qui concerne l'hystérésis visqueuse. Les théories à ce sujet sont les suivantes :

1. Théorie d'Houllevigue. — Voir Grover [4]. Cette théorie suppose que le déplacement dans un diélectrique imparfait se compose de deux parties : 1° un déplacement instantané de l'éther jusqu'à ce que les forces qui s'exercent entre les molécules et l'éther soient en équilibre ; 2° une soumission graduelle et additionnelle des molécules sous cette tension de sorte qu'au déplacement instantané de l'éther s'ajoute le déplacement de la position moyenne des molécules. Le déplacement des molécules est supposé être contrarié par une force de frottement proportionnelle à leur vitesse et cette force provoque la perte d'énergie. Grover a donné le développement mathématique de la théorie, d'une manière satisfaisante, mais comme ses conclusions ne concordent pas avec l'expérience et ne sont pas considérées dans le travail le plus récent, nous ne nous y arrêterons pas ici.

2. Théorie de Pellat [5]. — La théorie de Pellat suppose que quand un champ d'intensité E_0 est appliqué à un diélectrique, le déplacement instantané prend la valeur

$$D_0 = \frac{kE_0}{4\pi c^2}$$

et s'accroît suivant une loi logarithmique en tendant vers une valeur finale $(1 + \gamma)$ fois plus grande, c'est à dire

$$D_t = \frac{kE_0}{4\pi c^2} + \frac{kE_0}{4\pi c^2}(1 - e^{-\alpha t})\gamma = D_0 + D_v.$$

Dans cette relation, où c désigne la vitesse de la lumière, le premier terme donne le déplacement normal et le second terme, le déplacement anormal ou déplacement visqueux Dv. Le déplacement final est donné par

$$D_\infty = \frac{kE_0}{4\pi c^2}(1 + \gamma).$$

On a aussi

$$\frac{dD_t}{dt} = \alpha e^{-\alpha t}\gamma \frac{kE_0}{4\pi c^2} = \alpha(D_\infty - D_t).$$

Quand l'intensité du champ varie avec le temps, nous avons

$$\frac{dD_t}{dt} = \frac{k}{4\pi c^2} \times \frac{dE}{dt} + \frac{dD_v}{dt}$$

relation dans laquelle le terme $\frac{dD_v}{dt}$ est

$$\frac{dD_v}{dt} = \alpha(D_\infty + D_t), \text{[1]} \qquad (1)$$

$$= \alpha\left[\frac{k}{4\pi c^2} \times E_t(1 + \gamma) - D_t\right]$$

$$= \alpha\left[\gamma \frac{k}{4\pi c^2} E_t - D_v\right],$$

$$\frac{dD_v}{dt} + \alpha D_v = \alpha \frac{k}{4\pi c^2}\gamma E_t.$$

Cette équation peut aussi être obtenue ainsi,

$$D_v = k\frac{E_t}{4\pi c^2}(1 - e^{-\alpha t})\gamma. \qquad (A)$$

Différentions, on a

$$\frac{dD_v}{dt} = k\frac{E_t \gamma \alpha e^{-\alpha t}}{4\pi c^2},$$

et en substituant dans cette relation la valeur de $e^{-\alpha t}$ tirée de (A).

$$\frac{dD_v}{dt} + \alpha D_v = \frac{\alpha k E_t \gamma}{4\pi c^2}.$$

Cette équation générale donne le déplacement visqueux en fonction de l'intensité du champ. Envisageons les cas spéciaux suivants :

1. Une tension constante E_0 est appliquée à l'instant $t = 0$; dans ces conditions

$$D = \frac{k}{4\pi c^2}E_0 + (1 - e^{-\alpha t})\gamma \frac{kE_0}{4\pi c^2},$$

(1) Thornton. *Proceedings of the physical Society*, 1910, t. XXII, p. 186.

(2) S.-W. Richardson. *Proceedings of the royal Society*, 1916, t. XCII, p. 41.

(3) H.-A. Wilson. *Proceedings of the royal Society*, 1909, t. LXXXII, p. 409.

(4) F.-W. Grover. *Bulletin of the Bureau of Standards*, 1911, t. VII, p. 519.

(5) Pellat. *Annales de Chimie et de Physique*, 1899, t. XVIII, p. 150.

(1) $D8$ est ici la valeur finale correspondant à la valeur instantanée E_t.

d'où pour la densité du courant de déplacement

$$\frac{dD}{dt} = \frac{kE_0}{4\pi c^2}\alpha\gamma e^{-\alpha t}.$$

Ainsi, pour un condensateur, nous avons le courant anormal.

$$i_2(t) = E_0 C \alpha\gamma e^{-\alpha t}.$$

C'est exactement la même formule que celle donnée par la théorie de Maxwell. La seule différence est que cette dernière exprimait les constantes en termes de constantes physiques des constituants du diélectrique. Comme dans le cas prévu, ce courant obéit à la loi de superposition.

2. Avec une tension sinusoïdale donnée par $E = E_0 \sin \omega t$, nous trouvons que l'accroissement apparent de capacité dû à l'absorption est donné par

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{\gamma}{1 + \omega^2 T^2}$$

en posant $\alpha = \frac{1}{T}$ et l'angle de perte est donné par

$$\frac{C + \Delta C}{C} \operatorname{tg} \delta = \frac{\gamma \omega T}{1 + \omega^2 T^2};$$

C est la valeur de la capacité quand il n'y a pas d'absorption. On l'appelle la capacité géométrique du condensateur.

D'après ces formules, le changement de capacité avec la fréquence serait conforme à celui indiqué sur la courbe de la figure 23 (a) et tg δ varierait avec la fréquence comme

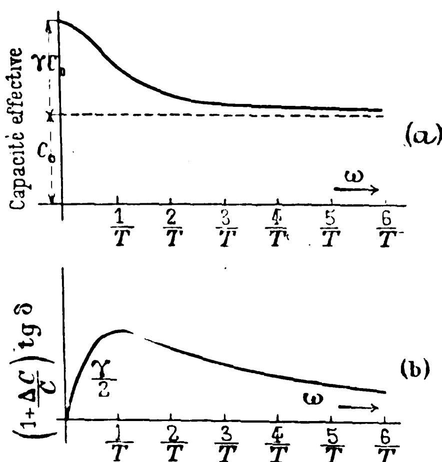


Fig. 23. — Courbes montrant les variations de la capacité effective et de la perte d'énergie par période en fonction de la fréquence. (Théorie de Pellat.)

l'indique la figure 23 (b). Ainsi, la perte d'énergie par cycle sera nulle à la fréquence zéro. Quand la fréquence croît, la perte d'énergie par cycle croît d'abord rapidement et atteint son maximum à la fréquence définie par

$$\omega = \frac{1}{T}.$$

Elle décroît alors, d'abord rapidement, puis de plus en plus lentement en approchant de la valeur zéro pour les fréquences élevées. La capacité effective s'accroît comme la fréquence diminue, atteignant une valeur maximum $C_0(1+\gamma)$ à la fréquence zéro.

3. Théorie de Schweidler [1]. — Ainsi qu'il a été indiqué dans le cas de la théorie de Maxwell, les relations simples précédentes ne rendent pas compte des faits observés. La fonction caractéristique du temps, f (t), du courant d'absorption n'est pas une simple fonction exponentielle et les variations de la capacité et de tg δ avec la fréquence ne sont pas en général celles indiquées par ces courbes. Dans le cas de la théorie de Maxwell, on a montré que l'hypothèse d'un certain nombre de constituants dans les diélectriques conduit pour f (t) à une expression consistant en une somme de termes exponentiels. Schweidler a étendu semblablement la théorie de Pellat en écrivant

$$D = \frac{k}{4\pi c^2} E_0 + \Sigma D'_n,$$

dans laquelle $\Sigma D'_n$ représente la somme d'un certain nombre de termes de « viscosité » qui, chacun, sont soumis à la relation

$$\frac{dD'_n}{dt} = \alpha_n \left[\gamma_n \frac{k}{4\pi c^2} E - D'_n\right].$$

Dans le cas d'une tension constante appliquée à l'instant $t = 0$, nous obtenons

$$D = \frac{k}{4\pi c^2} E_0 + \frac{k}{4\pi c^2} E_0 \Sigma \gamma_n (1 - e^{-\alpha_n t}),$$

et pour le courant anormal

$$i_2(t) = E_0 C \Sigma \alpha_n \gamma_n e^{-\alpha_n t}.$$

Ainsi, f (t) est, à nouveau, représenté par une série de termes exponentiels.

Schweidler a supposé qu'il existe une infinité de semblables termes, les constantes α_n variant d'une façon continue de zéro à l'infini. Les quantités γ_n seront fonctions de α, soit $\gamma(\alpha)$; nous aurons alors

$$D_\infty = \frac{k}{4\pi c^2} E_0 \left[1 + \int_0^\infty \gamma(\alpha)\, d\alpha\right],$$

$$D_t = \frac{k}{4\pi c^2} E_0 \left[1 + \int_0^\infty \gamma(\alpha)(1 - e^{-\alpha t})\, d\alpha\right]$$

$$i_2(t) = E_0 C \int_0^\infty \alpha\gamma(\alpha) e^{-\alpha t}\, d\alpha,$$

et avec la tension appliquée $V = V_0 \sin \omega t$

$$\frac{\Delta C}{C} = \int_0^\infty \frac{\gamma(\alpha)\alpha^2}{\omega^2 + \alpha^2}\, d\alpha,$$

et

$$\frac{C + \Delta C}{C} = \operatorname{tg} \delta \int_0 \frac{\gamma(\alpha)\omega\alpha}{\omega^2 + \alpha^2}\, d\alpha.$$

La fonction $\gamma(\alpha)$ pourrait être déterminée d'après une série de résultats expérimentaux. Nous devons, dans cette théorie, afin de spécifier complètement le comportement d'un diélectrique, connaître la constante diélectrique k, la résistance spécifique ρ et la fonction $\gamma(\alpha)$. Cette théorie est, comme celle de Maxwell, capable, évidemment, d'expliquer quelques séries de résultats expérimentaux par un choix approprié de $\gamma(\alpha)$; mais comme cette fonction est l'équivalent d'un

(1) Schweidler, *Annalen der Physik*, 1907, t. xxiv, p. 712.

grand nombre de constantes elle ne présente pas une grande valeur pratique.

Schweidler a indiqué une interprétation moléculaire de l'extension qu'il a donnée de la théorie de Pellat. Un diélectrique est regardé comme formé d'ions et d'électrons qui, quand ils sont déplacés de leur position d'équilibre, vibrent autour de cette position avec des périodes naturelles de vibration bien définies. En plus des molécules dont les ions possèdent une telle période naturelle et un amortissement définis, Schweidler suppose qu'il existe d'autres ions pour lesquels l'amortissement est si important que leur mouvement est apériodique. Sous l'influence d'un champ constant appliqué brusquement, ces ions approchent d'une nouvelle position d'équilibre de telle sorte que leur écart à partir de celle-ci diminue la fonction exponentielle $e^{-\alpha t}$. Les ions qui possèdent une période naturelle définie (très petite) provoquent le déplacement normal, tandis que les ions apériodiques provoquent le déplacement anormal ou visqueux.

$$T = \frac{1}{\alpha}$$

est la constante de temps de ces ions apériodiques et γ est le rapport du déplacement dû aux ions apériodiques à celui dû aux ions dont le mouvement est oscillatoire. La théorie de Pellat implique seulement une seule espèce de ces ions apériodiques ayant tous la même constante de temps. L'extension de Schweidler suppose qu'un grand nombre de différentes espèces d'ions ayant diverses constantes de temps, γ_n est proportionnel au nombre d'ions par unité de volume ayant la constante α_n. L'amortissement est considéré comme variant d'une manière continue et la fonction γ (α) montre selon quelle loi ces ions sont distribués lorsque α varie d'une manière continue entre zéro et l'infini.

Dans la théorie de Maxwell, chaque terme additionnel exponentiel explique un autre constituant dans la composition du diélectrique. Si les constituants peuvent être considérés comme mélangés en proportions variées dans différentes parties du diélectrique, nous obtiendrons évidemment une série de termes exponentiels dans lesquels α peut varier d'une façon continue. Ainsi, tous les faits qui peuvent être expliqués par la théorie de Schweidler peuvent aussi l'être par celle de Maxwell.

4. Loi de distribution de Wagner pour les constantes de temps [1]. — L'expression générale du déplacement électrique dans la théorie de Pellat est

$$D = \frac{kE}{4\pi c^2} + \int_{-\infty}^{t} \frac{kE}{4\pi c^2} \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}u} \left[\gamma e^{-\frac{t-u}{T}}\right] \mathrm{d}u,$$

dans laquelle E, le champ électrique, est une fonction du temps; u est la variable d'intégration et $T = \frac{1}{\alpha}$ est la constante de temps.

L'extension de la théorie par Schweidler au cas dans lequel il existe des séries de termes de différentes constantes de temps peut être exprimée par

$$D = \frac{kE}{4\pi c^2} + \int_{-\infty}^{t} \frac{kE}{4\pi c^2} \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}u} [\psi(t-u)] \,\mathrm{d}u$$

dans laquelle

$$\psi(t) = \sum \gamma_n e^{-\frac{t}{T_n}}.$$

Dans le cas où le nombre de termes est rendu infini, la variable

$$T_n = \frac{1}{\alpha_n}$$

variant d'une manière continue, nous avons

$$\psi(t) = \int_0^{\infty} \gamma(T)\,\mathrm{d}T e^{-\frac{t}{T}}.$$

Ici, $\gamma(T)\,\mathrm{d}T$ est l'amplitude de la somme de tous les termes de la constante de temps dans l'intervalle de T à $T + \mathrm{d}T$. Ainsi nous pouvons regarder $\psi(t)$ comme la loi de distribution des constantes de temps. Wagner a proposé pour cette loi de distribution la formule

$$\gamma(T)\,\mathrm{d}T = \frac{\gamma b}{\sqrt{\pi}} e^{-b^2 z^2} \mathrm{d}z \quad \text{avec} \quad z = \log_e \frac{T}{T_0}.$$

Cette loi fut d'abord donnée par Wiechert [1] pour l'explication du phénomène de l'effet élastique secondaire dans les solides. Elle signifie qu'il existe une certaine constante de temps T_0 qui est la plus prononcée et les logarithmes des constantes de temps des divers termes sont groupés autour de log T_0. Le groupement le plus dense a lieu autour de la constante b comme le montre la figure 24.

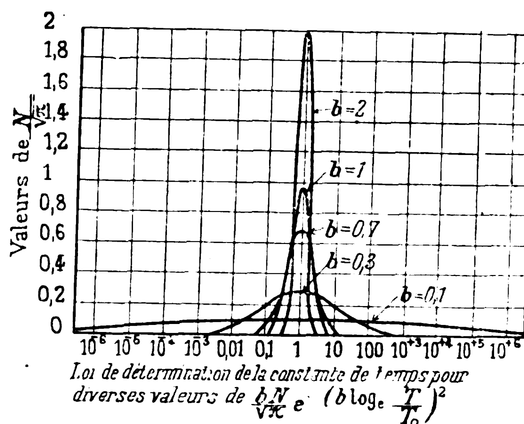


Fig. 24. — Loi de distribution des constantes de temps.

Wagner a trouvé

$$\psi(t) = \frac{\gamma b}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-b^2 z^2 - \frac{t}{T_0} e^{-z}} \mathrm{d}z,$$

$$\psi(o) = \gamma.$$

Dans le cas d'une tension constante E_0 appliquée brusquement à l'instant $t = o$, nous obtenons

$$i_2(t) = E_0 C_0 \frac{\gamma b}{T_0 \sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-b^2 z^2 - z - \frac{t}{T_0} e^{-z}} \mathrm{d}z.$$

Cette expression ne peut pas, en général, être évaluée en termes finis, mais elle peut être déterminée pour des valeurs

(1) K.-W. Wagner, *Annalen der Physik*, 1913, t. XL, p. 817.

(1) E. Wiechert, *Wiedemann Annalen der Physik*, 1893, t. L, p. 335.

données de b et de $\frac{t}{T_0}$ par la règle de Simpson. Wagner a donné des courbes pour des valeurs diverses de b (fig. 25).

Nous avons vu en pratique que le courant de charge décroît d'abord très rapidement et ensuite de plus en plus lentement, restant appréciable même après plusieurs mois. On en conclut ainsi qu'on a affaire à une grande étendue de constantes de temps et les valeurs de b sont petites. Pour

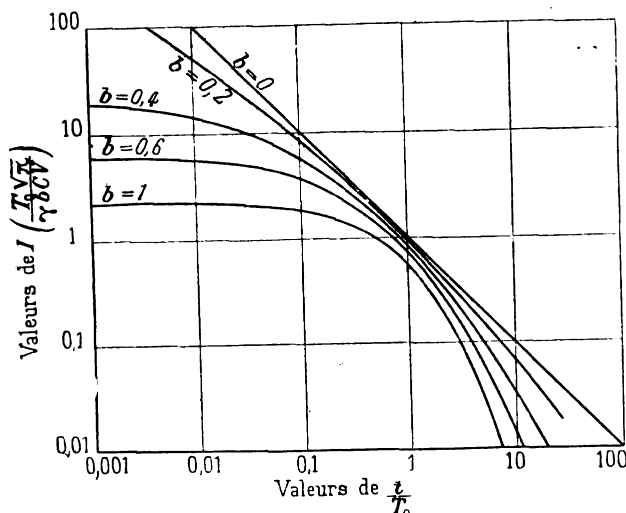


Fig. 25. — Courbes du courant normal en fonction de la constante de temps pour diverses valeurs de b.

de telles valeurs, il est possible de faire les approximations (¹) suivantes :

1°
$$-\frac{d\psi}{dt} = \frac{\gamma b}{T_0\sqrt{\pi}}\,\frac{T_0}{t}\,e^{-\left(b\log_e\frac{t}{T}\right)^2}$$

de laquelle on tire

$$\log_{10} i_2 = \text{constante} - \log_{10}\frac{t}{T_0} - \frac{b^2\left(\log_{10}\frac{t}{T}\right)^2}{\log_{10} e}.$$

Quand la courbe de $\log_{10} i_2$ est tracée en fonction de $\log_{10} t$, on obtient une parabole qui au point $t = T_0$ admet une tangente faisant un angle de $-45°$ avec l'axe de $\log_{10} t$.

2° Dans un intervalle de temps limité, nous pouvons exprimer $\frac{d\psi}{dt}$ et par suite i_2, par

$$i_2 = Bt^{-m}$$

où

$$m = 1 + 2b^2\log_e\frac{T}{T_0},$$

T étant la valeur de t au milieu de l'intervalle de temps considéré. Ceci est la loi expérimentale donnée par la plupart des observateurs. Elle reste valable dans un intervalle tel que la parabole mentionnée ci-dessus peut être considérée comme une ligne droite. En pratique on trouve que m est inférieur à l'unité. La formule ci-dessus semble indiquer que m peut aussi être supérieur à l'unité, mais il ne semble pas qu'un cas semblable se soit présenté. Schweidler a fait

(¹) K.-W. Wagner. *Annalen der Physik*, 1913, t. XL, p. 833.

remarquer qu'il existe deux difficultés associées à la formule

$$i_2(t) = Bt^{-m},$$

par exemple $i_2(0)$ et

$$\int_0^\infty i_2(t)\,dt = \infty$$

qui sont grandement improbables. Si cependant, nous prenons la formule entière donnée par Wagner nous obtenons

$$i_2(0) = CE_0\,\frac{\gamma}{T_0}\,e^{\frac{1}{4b^2}}$$

$$\int_0^\infty i_2(t)\,dt = CE_0\psi(0) = CE_0\gamma$$

qui sont toutes deux des expressions finies.

Considérons maintenant le cas d'une tension appliquée sinusoïdale ; Wagner obtient

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{\gamma b}{\sqrt{\pi}}\int_0^\infty\frac{dT}{T}\,\frac{1}{1+\omega^2T^2}\,e^{-\left(b\log_e\frac{T}{T_0}\right)^2}$$

et en posant $z = \log_e\frac{T}{T_0}$,

$$z_0 = \log_e\omega T_0,$$

$$z + z_0 = u,$$

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{\gamma b}{\sqrt{\pi}}\,e^{-b^2z_0^2}\int_0^\infty e^{-b^2u^2}\,\frac{\cos(2b^2z_0 - 1)u}{\cos u}\,du,$$

$$\left(1+\frac{\Delta C}{C}\right)\operatorname{tg}\delta = \frac{\gamma b}{\sqrt{\pi}}\,e^{-b^2z_0^2}\int_0^\infty e^{-b^2u^2}\,\frac{\cos 2b^2z_0u}{\cos u}.$$

Des tables et des courbes illustrant ces formules sont données dans le mémoire de Wagner (¹). Les conséquences les plus importantes des formules sont :

1. A la fréquence zéro, $\frac{\Delta C}{C} = \gamma$ pour toutes les valeurs de b ;

2. A la fréquence donnée par $\omega = \frac{1}{T_0}$, $\frac{\Delta C}{C} = \frac{1}{2}\gamma$ pour toutes les valeurs de b ;

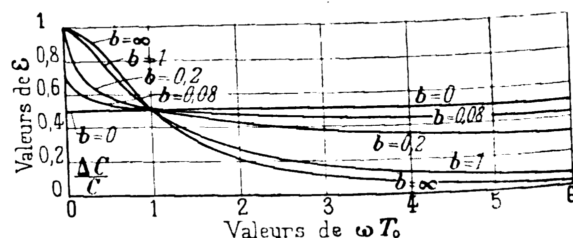


Fig. 26. — Courbes montrant l'accroissement de capacité en fonction de ωT_0 (Wagner).

3. Quand b atteint une valeur évanouissante, $\frac{\Delta C}{C}$ prend la valeur constante $\frac{1}{2}\gamma$; la capacité devient indépendante de la fréquence ;

(¹) K.-W. Wagner. *Annalen der Physik*, 1913, t. XL, p. 833.

4. $1 + \frac{\Delta C}{C} \operatorname{tg} \delta$ (qui donne la perte d'énergie par cycle quand la tension est égale à l'unité) est nul quand la fréquence est elle-même nulle; quand la fréquence croît, l'expression tend vers un maximum pour le point $\omega = \frac{1}{T_0}$ et décroît ensuite en se rapprochant finalement de zéro pour les fréquences très élevées;

5. Pour de très petites valeurs de b, $\operatorname{tg} \delta$ tend à devenir constant comme ΔC.

Ces déductions sont illustrées par les figures 26 et 27.

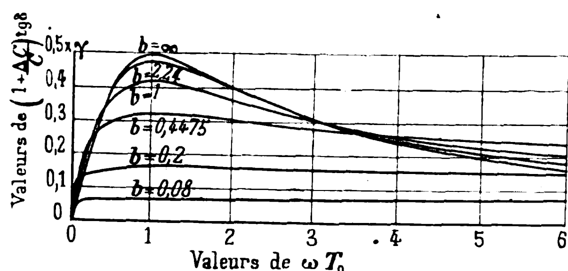


Fig. 27. — Courbes montrant la perte d'énergie par période en fonction de ωT_0 (Wagner).

C. Théorie de Wagner considérée comme une extension de la théorie de Maxwell. — Wagner publia d'abord les considérations précédentes comme suite au travail de Schweidler et à la théorie de Pellat. Dans un mémoire postérieur (1), il a montré comment les formules peuvent être dérivées de la théorie de Maxwell et il est évident qu'il doit en être ainsi du fait que les deux théories conduisent à des équations identiques. Wagner décrit un modèle de structure diélectrique et développe les équations de l'effet secondaire manifesté par ce dernier. La substance de base de la structure est considérée comme formée d'un diélectrique parfait de constante diélectrique k, dans la masse duquel sont distribuées des petites sphères de constante diélectrique k et de conductivité σ. Imaginons que ce diélectrique remplisse un condensateur à plateaux. Le champ serait uniforme en l'absence des sphères. Chacune de celles-ci produit une distorsion du champ qui est de la plus grande importance à l'intérieur du diélectrique et dans son voisinage immédiat, mais qui devient négligeable aux grandes distances. Supposons maintenant que les sphères soient si éloignées que chacune perturbe le champ comme si elle était seule et considérons le comportement du diélectrique sous le champ alternatif uniforme $E_0 e^{j\omega t}$. L'expression obtenue pour le déplacement électrique est alors

$$D = \frac{kE}{4\pi c^2}\left[1 + \frac{3p}{1+\omega^2 T^2} - j\,\frac{3p\omega T}{1+\omega^2 T^2}\right]$$

expression dans laquelle

$$T = \frac{3k}{4\pi c^2 \sigma},$$

p est le rapport du volume occupé par les petites sphères à celui de la substance de base.

On voit que cette équation a exactement la même forme que celle donnée par la théorie de Maxwell sur le diélectrique lamellaire et que celle indiquée par la théorie de Pellat. Il est indiqué que la constante T dépend seulement de la matière et non de la dimension des sphères. Wagner suppose alors qu'il existe n sortes de sphères ayant toutes des conductivités différentes $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 \ldots \sigma_n$ et dont les volumes spécifiques relatifs, définis plus haut, sont $p_1, p_2, p_3 \ldots p_n$. Si ces sphères sont suffisamment éloignées pour ne pas s'influencer, c'est-à-dire si chacune d'elles agit comme si elle était seule, on a

$$D = \frac{kE}{4\pi c^2}\left[1 + \sum_n \frac{3p_n}{1+\omega^2 T_n^2} - j \sum_n \frac{3p_n \omega T_n}{1+\omega^2 T_n^2}\right].$$

Cette équation conduit naturellement aux autres équations qui ont été données précédemment.

Une explication possible de la loi de distribution des constantes de temps est alors donnée comme suit : la constante de temps T_n dépend de la conductivité des petites particules et non de leurs dimensions. Supposons maintenant que les différentes valeurs de la conductivité σ_n ne soient pas dues aux différentes substances, mais à la même substance conductrice mélangée en différentes proportions à la substance de base. Dans ces conditions, p_n est une mesure du nombre de particules renfermées dans le mélange en proportion définie. Supposons alors que la substance conductrice tende à former des petites sphères de composition uniforme correspondant à une constante de temps T_0. Un certain nombre de facteurs de perturbation peut tendre à détruire cette uniformité dans la direction, à la fois, de la conductivité croissante et décroissante. Supposons alors qu'une de ces causes perturbatrices tende, indépendamment de toutes les autres, à altérer la composition d'une sphère dans le rapport de 1 à $1 + q$. Le changement s'opère dans un sens comme dans l'autre et du fait que la constante de temps est inversement proportionnelle à la quantité de matière conductrice, le facteur de perturbation change la constante de temps dans le rapport de 1 à $(1+q)^{\pm 1}$. En désignant l'effet des diverses causes perturbatrices par des indices successifs, on peut alors écrire la valeur finale de la constante de temps d'une sphère par

$$T_r = T_0 (1+q_1)^{\pm 1} (1+q_2)^{\pm 1} (1+q_3)^{\pm 1} \ldots,$$

$$\log T_r = \log T_0 \pm \log(1+q_1) \pm \log(1+q_2).$$

Posons

$$\log T_r = z_r, \text{ etc., et } \log(1+q_1) = \delta_1, \text{ etc.,}$$

on obtient

$$z_r = z_0 \pm \delta_1 \pm \delta_2 \pm \delta_3 \pm \ldots.$$

S'il existe un grand nombre de termes δ et s'ils sont tantôt positifs, tantôt négatifs, on en déduit d'après les lois de probabilité que les grandeurs z_r sont groupées autour de la valeur z_0 selon la loi; dans ces conditions le nombre compris entre z_r et $z_r + dz$ est proportionnel à

$$e^{-b^2(z_r - z_0)^2}\, dz.$$

La constante b mesure la densité de distribution de la grandeur z_r autour de z_0. Sa valeur dépend de la force des facteurs de perturbation.

Ainsi, le nombre de petites particules sphériques avec des constantes de temps comprises entre

$$T_r \text{ et } T_r\left(1 + d \log_e \frac{T_r}{T_0}\right)$$

(1) K.-W. Wagner. *Archiv für Elektrotechnik*, 1914, t. II, p. 371.

est proportionnel à

$$e^{-\left(b \log_e \frac{T_r}{T_0}\right)^2} d\left(\log_e \frac{T_r}{T_0}\right).$$

Le nombre de sphères ayant la constante de temps T_n est proportionnel à p_n, le rapport volumique. Ainsi $3p_n$ correspond à γ_n. D'où

$$\sum_{T_r}^{T_r\left(1+d \log_e \frac{T_r}{T_0}\right)} 3p_r = \gamma(T_r)\, dT_r = B e^{-\left(b \log_e \frac{T_r}{T_0}\right)^2} d \log \frac{T_r}{T_0}.$$

Le facteur de proportionnalité B est déterminé par le fait que la somme de toutes les valeurs $\gamma(T_r)$ est égale à γ dans l'expression

$$D_x = \frac{kE}{4\pi c^2}(1+\gamma),$$

c'est-à-dire

$$\int_0^{\infty} \gamma(T_r)\, dT_r = \gamma,$$

qui donne

$$B = \frac{\gamma b}{\sqrt{\pi}}.$$

Ainsi, la loi de distribution à laquelle nous arrivons est celle donnée antérieurement, c'est-à-dire

$$\gamma(T)\, dT = \frac{\gamma b}{\sqrt{\pi}} e^{-b^2 z^2} dz \quad \text{avec} \quad z = \log_e \frac{T}{T_0}.$$

On peut donc en conclure que toutes les déductions faites dans le titre III de ce chapitre s'appliquent à ce modèle de diélectrique.

La théorie est alors étendue en supposant qu'au lieu d'une simple substance conductrice, il en existe plusieurs qui tendent chacune à former des sphères d'une certaine composition mais qui sont influencées individuellement par des facteurs perturbateurs. Ainsi, il y aura un certain nombre de constantes de temps

$$T_{0m} = \frac{3k}{4\pi c^2 \sigma_m}.$$

Il existera aussi un certain nombre de facteurs b_m régissant la densité de distribution des constantes de temps autour de ces valeurs. On peut s'attendre à ce que chacune de ces constantes de temps caractéristiques donne lieu à un maximum sur la courbe reliant la perte d'énergie et la fréquence. En fait, cette courbe peut être considérée comme une sorte de spectre sur lequel les pointes correspondent aux constantes de temps caractéristiques de la matière.

La forme sphérique supposée pour les particules conductrices n'est pas absolument nécessaire pour établir la théorie. Dans les formules, c'est seulement la perturbation du champ électrique à de grandes distances des particules qui est utilisée et celle-ci ne dépend pas de la forme de ces dernières.

D. Théorie de l' « inter-attraction » de Thornton. — Dans ses nombreux mémoires [1], Thornton a esquissé une théorie du phénomène d'absorption sans supposer l'existence d'ions anormaux ou d'absence d'homogénéité dans la structure des diélectriques. Le déplacement « visqueux » est considéré comme un déplacement additionnel des électrons, dont le déplacement initial constitue la charge normale, et cet effet secondaire est attribué aux forces d'attraction qui s'exercent entre les électrons déplacés des molécules adjacentes. La théorie n'a pas été développée mathématiquement et il est parfois difficile de voir comment elle peut rendre compte des faits observés. Une telle attraction doit naturellement survenir et, sans aucun doute, jouer un rôle dans la détermination du déplacement normal, mais il semble que rien n'explique la raison pour laquelle ce déplacement secondaire serait très lent comme cela doit exister s'il rend compte du phénomène d'absorption.

Semblablement, il n'apparaît pas évident que le déplacement secondaire puisse conduire à une perte d'énergie dans les champs alternatifs, du fait que ce dernier est essentiellement de même nature que le déplacement normal, c'est-à-dire un mouvement des mêmes électrons et le déplacement normal est toujours regardé comme étant dépourvu de pertes d'énergie. La théorie ne peut être considérée comme établie d'une manière certaine, puisque contrairement aux théories précédentes, il n'a pas encore été possible de montrer qu'elle était capable d'expliquer les faits observés, tel que le principe de la superposition.

Une expérience de Thornton exécutée en vue de déterminer la nature de la polarisation lente, présente un intérêt particulier. Un ellipsoïde de « flint-glass » était suspendu dans une cellule de verre dont la partie supérieure était pourvue d'armatures, de telle sorte qu'un champ électrostatique pouvait être établi, la partie inférieure étant remplie de sulfure de carbone. L'ellipsoïde était soumis, pendant plusieurs jours, à l'action du champ électrostatique jusqu'à ce qu'il ait atteint le degré final de la polarisation. On notait alors la période d'oscillation, ce qui donnait une mesure de la polarisation. L'ellipsoïde était alors descendu dans le liquide et exposé à l'action des rayons issus d'un tube contenant du bromure de radium. Après cinq minutes d'exposition, l'ellipsoïde était extrait du liquide et demeurait dans le champ pendant une durée égale à celle de l'immersion; on a trouvé alors que la période n'avait pas changé. Le but du liquide était de protéger l'ellipsoïde contre les effets des ions situés dans l'espace environnant. Thornton conclut de cette expérience :

« Si la charge sur l'ellipsoïde avait été libre dans un certain sens, résidant soit sur la surface, soit à l'intérieur, elle aurait été rapidement déplacée et la période aurait été accrue par suite de l'exposition aux rayons radioactifs. On peut donc conclure de ce fait que le mouvement électrique dans un diélectrique, quand il est isolé dans le champ, est entièrement confiné à la molécule et n'est, par suite, ni du type métallique, ni du type électrolytique, mais qu'il consiste dans le déplacement continu de charges atomiques à un degré de séparation supérieur à celui qui a été reconnu jusqu'ici [1]. » Ce point est naturellement de la plus grande importance. S'il est exact, il infirme la possibilité d'application de la théorie de Maxwell dans le cas considéré du fait que cette théorie suppose les charges accumulées dans l'intérieur du diélectrique à la surface de séparation de ses divers composants. Toutefois, il n'infirme pas nécessairement la théorie de Schweidler.

(1) W.-M. THORNTON. *Proceedings of the physical Society*, 1910, t. XXII, p. 186. *The Electrician*, 16 mai 1913, t. LXXI, p. 214. *The philosophical Magazine*, juillet 1915, t. XXX, p. 124. *Proceedings of the physical Society*, 1912, t. XXIV, p. 311.

(1) L'effet exact des radiations est tellement douteux qu'on voudrait obtenir une évidence plus grande avant d'accepter les déductions faites d'après la supposition d'un effet spécifique.

G. **Théories ioniques.** — On a mentionné dans le titre précédent que certains phénomènes manifestés par les diélectriques, particulièrement le courant anormal non réversible caractéristique des liquides, suggéraient que dans certains cas, l'électricité était transportée à travers le diélectrique au moyen d'ions, comme dans le phénomène d'électrolyse. De nombreuses tentatives ont été faites pour expliquer les différentes anomalies qui se présentent dans ce cas. Schweidler dans le « Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus » de Graetz donne un compte rendu des plus récents travaux.

Durant ces dernières années, il y a eu, comparativement, peu de mémoires publiés relativement à cette théorie en relation avec les pertes d'énergie dans les diélectriques, mais plutôt en considérant le phénomène de rupture. Günther-Schulze (1) en a fait largement usage. Il considère que la rupture dans les liquides survient de la manière suivante : La chaleur engendrée par le mouvement des ions soumis à des forces de frottement crée des bulles de vapeur, dans lesquelles la rupture survient comme conséquence d'une ionisation par collision ; ainsi la rupture dans les liquides est essentiellement une décharge dans les gaz déguisée.

Günther-Schulze considère que les isolants solides peuvent être divisés en deux classes :

1. Diélectriques vrais. — Ce sont des corps approximativement non conducteurs à l'état fondu et contenant seulement un nombre extrêmement petit d'ions. Exemples : le soufre et la paraffine.

2. Pseudo-diélectriques. — Ce sont des corps qui, à l'état liquide, sont comparativement bons conducteurs et sont presque complètement dissociés en ions. En les refroidissant, leur conductibilité décroît dans une très large mesure, mais il est à considérer que celle-ci n'est pas due à une variation dans le nombre des ions, pour autant qu'il ne survient pas de changement dans leurs mobilités qui sont assez considérables au voisinage du point de fusion, mais décroissent très rapidement avec la température en suivant une loi logarithmique. De tels corps sont réellement conducteurs. Ils se comportent seulement comme diélectriques à des températures suffisamment éloignées de leur point de fusion, en raison de la grande résistance de frottement qui s'oppose au mouvement des ions; on peut donner comme exemple de cette catégorie de substances, le verre, la porcelaine, le marbre, le mica et tous les sels solides.

On pense que le mécanisme de rupture est différent suivant les diverses conditions. Dans quelques cas, la contrainte électrique est déterminée par l'intensité du champ nécessaire pour engendrer des ions par collision avec ceux qui existent déjà. Dans d'autres cas, la contrainte est déterminée par l'intensité du champ nécessaire pour accroître le déplacement des charges atomiques jusqu'à ce que la force de rétablissement soit surmontée.

L'auteur précité applique l'idée d'ionisation par collision dans les diélectriques solides afin d'expliquer les résultats obtenus par H. Poole (2) pour la conductibilité du verre dans les champs alternatifs de grande intensité. Poole donne la formule :

$$\log_e \sigma = a + bH,$$

ou

$$\sigma = e^{a+bH},$$

formule dans laquelle

σ, est la conductivité;

H, l'intensité du champ ;

e^a, la conductivité électrique à basse tension.

Günther-Schulze (1) montre que cette formule peut être déduite en supposant que pour des fortes intensités de champ, un ion peut en engendrer d'autres par collision, le nombre d'ions ainsi engendré par unité de longueur de son parcours étant proportionnel à l'intensité du champ H.

Il est nécessaire que la question soit encore travaillée avant de regarder cette théorie comme bien établie ; toutefois on peut dire qu'elle présente un intérêt considérable.

(1) Günther-Schulze. *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, mars 1923, p. 72.

(2) H.-H. Poole. *The philosophical Magazine*, octobre 1921, t. XLII, p. 488, analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 17 décembre 1921, t. X, p. 892-893.

F. **Théorie du dipôle de Debye.** — La théorie du dipôle de Debye présente un grand intérêt, en ce qui concerne les anomalies qui se présentent dans le comportement du diélectrique. Il ne semble pas qu'elle ait été encore considérée dans ses relations avec les pertes d'énergie et, en général, les phénomènes d'absorption, mais il paraît probable qu'elle recevrait des confirmations importantes dans cette voie. Debye (2) aborde le sujet du point de vue de la chimie physique et cherche à expliquer le coefficient de température élevée de la constante diélectrique de certains liquides tels que les alcools. Il indique que les idées modernes sur la structure d'un diélectrique conduisent à admettre qu'il consiste en molécules dans lesquelles il existe des électrons qui ne peuvent pas s'échapper aisément de ces dernières, mais qui peuvent être déplacées d'une certaine quantité à l'encontre d'une force opposée, fonction de l'écart, et précisément proportionnelle à ce dernier.

Les conséquences de cette théorie, en ce qui concerne la dispersion et le phénomène de Zeeman, sont incontestables ; mais elles n'arrivent pas à donner une explication relative au coefficient élevé de température mentionné ci-dessus. Debye, cependant, suppose que les molécules du diélectrique peuvent contenir, en plus des électrons liés suivant un mode élastique (le déplacement électronique), des dipôles électriques complets de moment constant. Ces dipôles sont les équivalents électriques des molécules magnétiques et le comportement d'un tel corps dans un champ électrique est naturellement analogue à celui d'une substance magnétique dans un champ magnétique ; c'est en fait la théorie du paramagnétisme de Langevin qui est appliquée. Ainsi, quand le diélectrique est placé dans un champ électrique, le déplacement produit se compose de deux parties : 1° une partie due au déplacement électronique; 2° une partie due au dipôle électrique tournant plus ou moins pour tendre à s'aligner avec la direction du champ. La première partie ne dépend pas de la température, tandis qu'au contraire, la seconde varie dans une très large mesure avec cette dernière. Debye développe une formule qui rend compte d'un certain nombre de faits observés ; cette formule est

$$\frac{k - 1}{k - 2} = \frac{a}{T} + b,$$

où k est la constante diélectrique, T est la température absolue et a et b sont des constantes.

(1) Günther-Schulze. *Physikalische Zeitschrift*, 1923, t. XXIV, p. 212.

(2) Debye. *Physikalische Zeitschrift*, 1922, t. XXIII, p. 97.

On peut en inférer que certains liquides contiennent de tels dipôles. La question qui se pose est alors la suivante : le second terme du déplacement électrique concerne-t-il la propriété élastique comme le premier ou bien donne-t-il naissance à une perte d'énergie dans le champ alternatif ? Existe-t-il un véritable effet d'hystérésis ? Il n'apparait pas qu'un travail ait été publié sur ce point.

Un autre développement intéressant de cette théorie est que le déplacement n'est pas longtemps exactement proportionnel aux champs appliqués, par exemple, aux intensités élevées, il existe une diminution apparente de la constante diélectrique (1).

Ces questions présentent encore plus d'intérêt au point de vue de la structure moléculaire, qu'au point de vue de l'électrotechnique et tous les travaux parus dans cet ordre d'idées sont dus à des chimistes physiciens qui ignoraient les pertes d'énergie et les effets d'absorption. Leurs résultats sont cependant très suggestifs. *(A suivre).*

Traduit par L. Vellard. L. Hartshorn.

(1) Ratnowsky. *Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft*, 1913, t. xv, p. 497.

Revues, analyses et informations

La formation de l'arc et les caractéristiques de rupture des interrupteurs (1).

Au point de vue des appareils électriques, il importe d'abord de pouvoir déterminer les dimensions géométriques d'un arc et, en particulier, sa longueur. L'auteur propose comme relation entre les caractéristiques statiques d'un arc la suivante :

$$e_b = k_1 + k_2 \frac{l}{\sqrt{i}}, \qquad (1)$$

où e_b désigne la chute de potentiel totale de l'arc; l, sa longueur en centimètres et i, l'intensité du courant qui le traverse, en ampères. k_1 et k_2 sont deux coefficients, fonctions de la température de l'arc θ, de la chute de température par centimètre à la surface des électrodes, de la conductibilité thermique λ_e, du métal des électrodes en watts par centimètre carré, pour 1 degré par centimètre, de la densité de courant à la surface des électrodes σ_e, en ampères par centimètre carré, de la densité de courant dans l'arc σ_b, en ampères par centimètre carré et, du coefficient de radiation de chaleur par l'arc λ_b, en watts par centimètre carré, pour 1° C. On a

$$k_1 = 2 \frac{\lambda_e}{\sigma_e} \frac{d\theta}{dx}$$

et

$$k_2 = 3,55 \frac{\lambda_b \theta}{\sqrt{\sigma_b}}.$$

Au point de vue électrique, k_1 est la somme des chutes de tension à la surface des deux électrodes, et k_2, la tension par centimètre de longueur de l'arc pour un courant de 1 A. Pour des électrodes ordinaires en cuivre, k_1 et k_2 ont sensiblement les valeurs ci-après : k_1, dans l'air ou dans l'huile, 25 ; k_2, dans l'air, 50 ; k_2, dans l'huile, 5 000, ce qui fait ressortir de suite l'avantage des interrupteurs dans l'huile puisque, toutes choses égales, la longueur de l'arc y est 100 fois moindre environ que dans l'air.

Ce qu'il importe de connaître, dans le cas des interrupteurs, ce sont les caractéristiques dynamiques de l'arc. La relation précédente devient alors, sous certaines hypothèses

$$e_b = k_1 + k_2 \frac{l}{\sqrt{i}} + k_3 \frac{l}{i} \frac{di}{dt} \qquad (2)$$

où

$$k_3 = \frac{4,2\ T c_p \gamma}{\sigma_b}.$$

T, c_p et γ désignant la température, la chaleur spécifique et la densité des vapeurs de l'arc.

En fait, pour les interrupteurs dans l'huile, l'expérience a montré que le troisième terme de l'expression (2) est très petit et négligeable, et l'auteur n'utilise que l'équation (1). Il montre alors comment, en introduisant cette dernière dans l'équation complète du circuit dans lequel est branché l'interrupteur, on peut calculer la longueur maximum de l'arc. Il traite le cas d'un circuit ordinaire en courant continu et en courant alternatif. La comparaison des résultats montre que pour une même quantité d'énergie à dissiper dans l'arc, celui-ci est plus long en courant continu qu'en courant alternatif, et plus long en courant continu pour les circuits inductifs que pour ceux non inductifs. Il est aussi long pour un circuit inductif en courant alternatif que pour un circuit non inductif en courant continu.

La deuxième quantité importante à connaître au point de vue de l'établissement des interrupteurs est la quantité d'énergie dissipée dans l'arc. L'auteur la calcule dans l'article pour divers cas : courant continu ou alternatif et circuit inductif ou non. Les résultats qu'il obtient sont d'ailleurs comparables à ceux obtenus empiriquement par d'autres expérimentateurs.

Il examine ensuite les différents procédés permettant de réduire la longueur de l'arc, la durée de rupture et le travail de rupture. Il montre que la méthode consistant à avoir plusieurs coupures en série peut, dans le cas d'un circuit inductif, donner lieu à de grosses difficultés, parce que la constante de temps $\frac{L}{r}$ du circuit croît en même temps que le nombre de coupures. La méthode consistant à diriger sur l'arc un jet d'air ou d'huile (ce qui accroît k_2) est satisfaisante dans la plupart des cas, sauf dans celui d'un circuit inductif en courant continu. Pour ce qui est de la vitesse de rupture elle n'affecte pas la longueur de l'arc en courant continu et circuit non inductif, mais, le travail de rupture étant inversement proportionnel à la durée de cette dernière, on a avantage à avoir une grande vitesse de rupture. En circuit inductif, par contre, la longueur de l'arc varie avec la vitesse de rupture qui est, d'autre part, sans influence, ou presque, sur le travail de rupture. On n'aurait donc pas avantage à avoir de grandes vitesses de rupture si ce n'était dans le but de limiter les effets extérieurs d'un court-circuit.

En courant alternatif et sur circuit non inductif ou très peu inductif, il y a avantage à avoir une grande vitesse de rupture. En circuit très inductif on ne peut pas augmenter inconsidérément la vitesse de rupture qui agit à la fois sur la longueur de l'arc et le travail de rupture. Ces remarques s'appliquent aussi au cas du soufflage magnétique. — J. S.

(1) Sven Forberg. *A S E A Journal*, mars 1927, t. iv, p. 28-37, 5300 mots, 13 figures.

SECTION INDUSTRIELLE

La vérification des connexions des compteurs triphasés directs d'énergie réactive branchés sur transformateurs

Dans un article publié dans ces colonnes (*) en 1925, M. G. Segond a indiqué un certain nombre de règles à suivre pour la vérification des connexions des compteurs triphasés d'énergie réactive. Son étude se rapportait à un type de compteur bien défini, le compteur à flux de tension déphasés de π/3 sur la tension. Il reprend dans l'article qui suit l'examen de cette question en étudiant spécialement le compteur type M4 de la Compagnie continentale pour la Fabrication des Compteurs, rentrant dans la catégorie des compteurs « directs ». Comme précédemment, il montre que l'on peut ramener à huit le nombre des différents cas de montage et qu'en fin de compte, la méthode de vérification est la même que pour le type d'appareil étudié antérieurement; autrement dit, les conclusions du premier article sont en tous points applicables dans le cas envisagé ici.

Cette étude s'applique aux compteurs triphasés directs basés sur l'application de la méthode des deux wattmètres, et dont les deux bobines en dérivation ont un point commun.

I. **Introduction.** — Il existe un certain nombre de compteurs triphasés d'énergie réactive, qui peuvent être répartis en deux catégories :

1° Celle des compteurs directs; 2° celle des compteurs indirects.

Les compteurs directs sont composés de deux ou plusieurs éléments dont le couple individuel est proportionnel à $UI \sin \varphi$; ils mesurent l'énergie réactive sans faire intervenir aucune hypothèse restrictive.

Les appareils de seconde catégorie sont composés d'éléments wattmétriques normaux identiques à ceux des compteurs d'énergie active, mais branchés de façon spéciale.

Nous étudierons dans cette note le compteur d'énergie réactive triphasé M4, construit par la Compagnie continentale pour la Fabrication des Compteurs, qui rentre dans la première des deux catégories précitées.

1. Principe de la mesure de l'énergie réactive. — La puissance réactive mise en jeu dans un circuit triphasé a pour expression

$$P_R = E_1 I_1 \sin \varphi_1 + E_2 I_2 \sin \varphi_2 + E_3 I_3 \sin \varphi_3,$$

ou en valeurs instantanées,

$$p_r = e_1 i_1 + e_2 i_2 + e_3 i_3,$$

i_1, i_2 et i_3 représentant les valeurs instantanées des composantes réactives des courants de chaque phase. Cette expression étant analogue à celle de la puissance active, on la transforme suivant le développement classique pour la ramener à la somme des deux termes, à savoir

$$p_r = e_{1,3} i_1 + e_{2,3} i_2,$$

où l'on a posé

$$e_{1,3} = e_1 - e_3 \quad \text{et} \quad e_{2,3} = e_2 - e_3,$$

et en passant aux valeurs efficaces,

$$P_R = U_{1,3} I_1 \sin (U_{1,3} I_1) + U_{2,3} I_2 \sin (U_{2,3} I_2). \quad (1)$$

2. Réalisation de la mesure. — Etant donné un compteur monophasé d'énergie active, soumis à une tension E et parcouru par un courant d'intensité I, le couple moteur dû à l'action sur le disque des flux Φ_E et Φ_I aura pour expression

$$C_m = k \Phi_I \Phi_E \sin (\Phi_I \Phi_E) = k \Phi_I \Phi_E \sin \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)$$
$$= k \Phi_I \Phi_E \cos \varphi = k' EI \cos \varphi.$$

Faisons maintenant intervenir une tension déphasée de $\frac{\pi}{2}$ en arrière de E. Le couple moteur aura pour expression

$$C_m = k' \Phi_I \Phi_E \sin (\pi - \varphi) = k' \Phi_I \Phi_E \sin \varphi = k' EI \sin \varphi,$$

ou encore

$$C_m = k' EI \cos \left(\frac{3\pi}{2} + \varphi\right) = k' EI \sin \varphi.$$

(*) G. Segond. Note sur la vérification des connexions des compteurs triphasés pour haute tension d'énergie réactive. *Revue générale de l'Electricité*, 27 juin 1925, t. XVII, p. 1005-1009.

Nous aurons ainsi réalisé un compteur d'énergie réactive.

Dans tout compteur direct d'énergie réactive, tout se passe comme si l'on faisait intervenir une tension fictive déphasée de $\frac{\pi}{2}$ en arrière de la tension réelle.

II. Compteur triphasé direct d'énergie réactive, type M 4. — Ce compteur est basé sur l'application de la formule (1). Il se compose de deux éléments moteurs indépendants, dont l'un donne un couple proportionnel à $U_{1,3}I_1 \sin (U_{1,3}I_1)$ et le second, un couple proportionnel à $U_{2,3}I_2 \sin (U_{2,3}I_2)$.

La totalisation de ces deux couples se fait sur un arbre commun aux deux disques.

Etant donné une tension E (fig. 1) et un courant

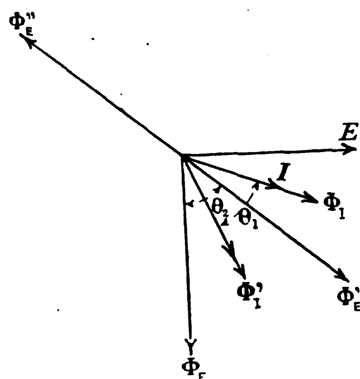


Fig. 1. — Diagramme des flux intervenant dans le fonctionnement du compteur d'énergie réactive, type M 4.

d'intensité I déphasé d'un angle φ sur E, il suffit, en principe, comme il est dit plus haut, que le flux Φ_E dû au courant du circuit en dérivation soit déphasé de $\frac{\pi}{2}$ en arrière de E, et le flux Φ_1, en phase avec I pour que le couple soit proportionnel à la puissance réactive. Dans le compteur étudié, le flux Φ_1 est déphasé en arrière d'un angle θ_1 au moyen d'une bague en court-circuit, et le flux Φ_E, en avant d'un angle θ_2 au moyen d'une résistance mise en série avec la bobine de dérivation. Les angles θ_1 et θ_2 sont tels que l'on ait

$$\theta_1 + \theta_2 = \frac{\pi}{2}.$$

On inverse ensuite la tension E, de façon à créer entre Φ_1 et Φ_E un déphasage égal à $\pi - \varphi$. Dans ces conditions, le couple dû à ces deux flux sera moteur et aura pour expression

$$C_m = k\Phi_1\Phi_E \sin(\pi - \varphi) = k\Phi_1\Phi_E \sin \varphi.$$

Si l'on remplace le diagramme des flux (fig. 1) par celui des tensions et des courants qui les produisent, on voit que tout se passe comme si l'on faisait agir sur le disque : 1° Une tension déphasée de $\pi + \theta_2$ sur la tension réelle ; 2° un courant déphasé de θ_1 sur le courant réel.

L'angle que font entre eux la tension fictive et le courant fictif sera donc égal à celui que font entre eux la tension vraie et le courant vrai, majoré de $\pi + \theta_1 + \theta_2$, soit 270°. Tout se passe donc comme si l'on avait ramené en arrière de 90° la tension réelle.

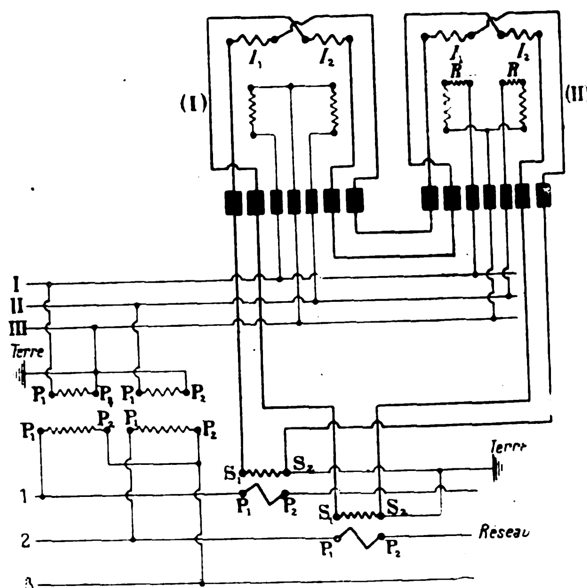


Fig. 2. — Schéma de montage du compteur triphasé d'énergie réactive type M 4 de la Compagnie continentale pour la Fabrication des Compteurs. (Compteurs II en série avec un compteur d'énergie active).

Dans la construction des diagrammes, nous avons supposé $\theta_1 = \theta_2 = \frac{\pi}{4}$. Les connexions à réaliser pour le branchement du compteur M 4 sont représentées sur la figure 2.

III. Diagramme général et fonctionnement. — Traçons le diagramme des tensions simples E_1, E_2, E_3 (fig. 3) et des courants I_1, I_2, I_3 d'un système triphasé. Les éléments à considérer sont les tensions composées $U_{1,3}$ et $U_{2,3}$ qui agissent respectivement sur les courants I_1 et I_2.

Puisque le flux Φ_{I_1} produit par le courant I_1 est déphasé d'un angle θ_1 en arrière en Φ'_{I_1}, on peut imaginer que ce flux est produit par un courant fictif I'_1 en retard de θ_1 sur I_1 et c'est ce courant I'_1 que nous ferons intervenir aux lieu et place de I_1. Il en sera de même pour I_2.

De même, on peut imaginer que les flux $\Phi'_{U_{1,3}}$ et $\Phi''_{U_{1,3}}$, le premier déphasé d'un angle θ_2 en avant du flux $\Phi_{U_{1,3}}$, produit par $U_{1,3}$, le second déphasé d'un angle égal à π de $\Phi'_{U_{1,3}}$, sont produits, le premier par une tension fictive $U'_{1,3}$ déphasé d'un angle θ_2 en avant de $U_{1,3}$, le second par une tension fictive $U''_{1,3}$, déphasée de $\theta_2 + \pi$ en avant de $U_{1,3}$. C'est cette tension

fictive $U''_{1,3}$ qui prendra la place de $U_{1,3}$. Il en sera de même pour $U_{2,3}$ qui sera remplacée par $U''_{2,3}$.

Dans ces conditions, le premier élément moteur ($U_{1,3}$, I_1) mesure une grandeur proportionnelle à

$$U''_{1,3} I_1 \cos (U''_{1,3}, I'_1).$$

Dans tout ce qui suit, nous supposerons que les courants ont les mêmes intensités et le même dépha

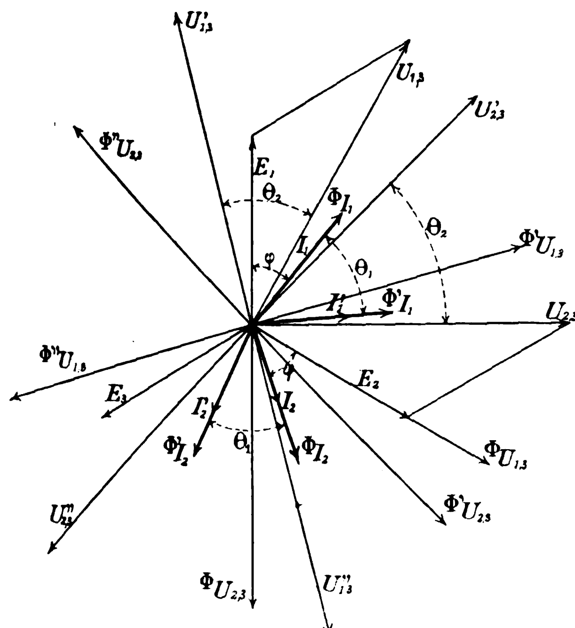


Fig. 3. — Diagramme général des tensions et courants dans le cas du montage normal et dans l'hypothèse : $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi = 40°$ et $\theta_1 = \theta_2 = 45°$.

sage sur leurs tensions étoilées respectives dans chaque phase ; on a donc

$$(U''_{1,3} I'_1) = \pi + \theta_1 + \theta_2 + \varphi - \frac{\pi}{6},$$

Ce couple moteur est proportionnel à

$$UI \cos \left(\frac{4\pi}{3} + \varphi\right) = UI\left(-\frac{1}{2}\cos\varphi + \frac{\sqrt{3}}{2}\sin\varphi\right).$$

Le second élément mesure

$$U''_{2,3} I_2 \cos (U''_{2,3} I'_2) = UI \cos \left(\pi + \theta_2 + \frac{\pi}{6} + \varphi + \theta_1\right)$$

$$= UI \cos \left(\frac{5\pi}{3} + \varphi\right) = UI\left(\frac{1}{2}\cos\varphi + \frac{\sqrt{3}}{2}\sin\varphi\right).$$

La somme des indications sera

$$UI\left(\frac{1}{2}\cos\varphi - \frac{1}{2}\cos\varphi + 2 \times \frac{\sqrt{3}}{2}\sin\varphi\right)$$

$$= \sqrt{3}\, UI \sin \varphi.$$

IV. Différents cas de montage. — Nous venons d'examiner le fonctionnement normal du compteur. Comme nous l'avons montré [1] les vingt-quatre cas possibles de montage se réduisent à huit si le conducteur commun aux deux bobines en dérivation du compteur est convenablement branché. Il est facile de s'en assurer, ce point étant mis à la terre lors du montage. Il suffit, pour cela, de mesurer avec un voltmètre la tension entre chacun des conducteurs de tension et la terre, et de brancher à la borne commune 3 du compteur celui pour lequel la déviation du voltmètre est nulle.

Les seuls montages possibles des conducteurs de tension sont alors :

1 3 2 (tensions normales),

2 3 1 (tensions inversées).

A chacun de ces montages peuvent correspondre quatre montages possibles de circuit en série savoir :

I_1 normal, I_2 normal,

I_1 inversé, I_2 normal,

I_1 normal, I_2 inversé,

I_1 inversé, I_2 inversé.

Il peut donc se présenter huit cas différents de montage. On verrait, en opérant comme nous l'avons fait pour le fonctionnement normal (1er cas), que dans les huit cas à envisager, le compteur tournerait avec des vitesses proportionnelles aux quantités inscrites dans le tableau suivant :

TABLEAU I.

POSITION DES VECTEURS DE COURANT	TENSIONS NORMALES		TENSIONS INVERSÉES	
I_1 et I_2 normaux.....	$\sqrt{3}\,UI \sin\varphi$	1	0	5
I_1 inversé, I_2 normal.	$UI \cos\varphi$	2	$2\,UI \cos\varphi$	6
I_1 normal, I_2 inversé.	$-UI \cos\varphi$	3	$-2\,UI \cos\varphi$	7
I_1 et I_2 inversés.....	$-\sqrt{3}\,UI \sin\varphi$	4	0	8

V. Influence de l'ordre de succession des phases. — Si l'ordre de succession des phases dans le temps est inconnu, on donne aux phases un numérotage arbitraire, qui peut ne pas être exact. Dans ces conditions, on est en droit de se demander si les indications du compteur sont encore exactes.

Supposons que l'on ait numéroté les phases de telle sorte que celle que l'on a appelée 3 soit en réalité 2, et inversement. La tension que l'on appelle $U_{1,3}$ sera en réalité $U_{1,2}$, et $U_{2,3}$ sera en réalité $U_{3,2}$. D'autre part, le courant que l'on appelle I_2 sera en réalité I_3.

(1) *Revue générale de l'Électricité*. Loc. cit.

Dans ces conditions, le *premier élément* moteur mesure

$$U''_{1,2}I_1 \cos(U''_{1,2}, I'_1) = UI\cos\left(\pi+\theta_2+\frac{\pi}{6}+\varphi+\theta_1\right)$$

$$= UI\cos\left(\frac{5\pi}{3}+\varphi\right) = UI\left(\frac{1}{2}\cos\varphi+\frac{\sqrt{3}}{2}\sin\varphi\right).$$

Le *second élément* mesure

$$U''_{3,2}I_3 \cos(U''_{3,2}, I'_3) = UI\cos\left(\pi+\theta_2-\frac{\pi}{6}+\varphi+\theta_1\right)$$

$$= UI\cos\left(\frac{4\pi}{3}+\varphi\right) = UI\left(-\frac{1}{2}\cos\varphi+\frac{\sqrt{3}}{2}\sin\varphi\right),$$

et la somme des indications est

$$\sqrt{3}\,UI\sin\varphi.$$

Il en résulte que le compteur est exact quel que soit l'ordre de succession des phases sur le réseau.

VI. Méthode de vérification. — On s'assure d'abord que le conducteur venant du point commun

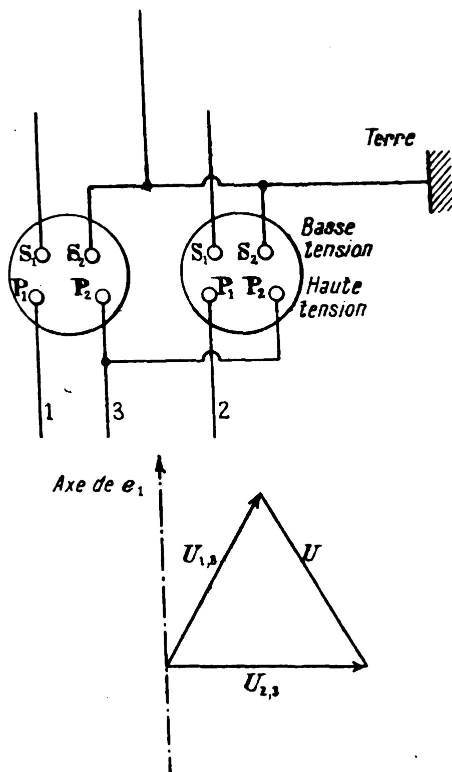


Fig. 4. — Schéma du montage correct des transformateurs de tension et diagramme des tensions correspondant.

aux deux enroulements secondaires des transformateurs de tension est bien réuni au point commun aux deux bobines en dérivation du compteur, et à la terre.

Dans ces conditions, on peut déduire immédiatement la méthode de vérification des indications du tableau I.

1. Le compteur tourne a l'endroit, avec une vitesse N. — Mesurer cette vitesse, puis inverser les deux con-

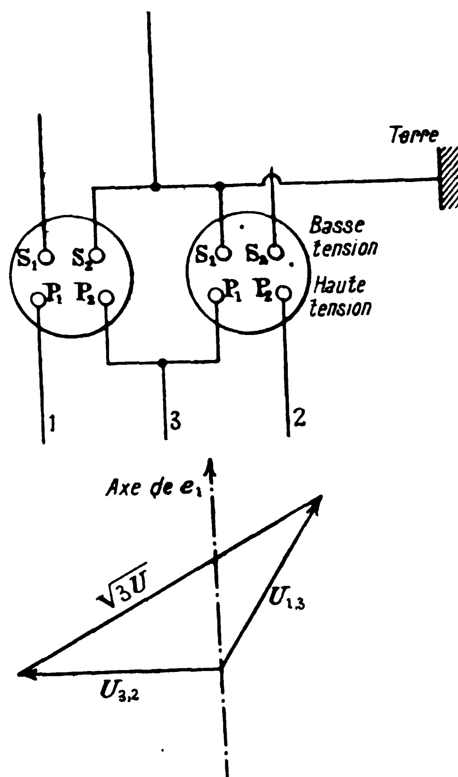


Fig. 5. — Schéma de montage incorrect des transformateurs de tension et diagramme des tensions correspondant.

ducteurs des circuits en dérivation autres que le conducteur commun aux deux bobines en dérivation.

Si le compteur s'arrête, c'est l'indice qu'on est passé du montage 1 au montage 5 : le montage était correct et il faut remettre les conducteurs de tension dans leur position primitive.

S'il tourne avec une vitesse $2N$, c'est l'indice qu'on est passé de 2 à 6 : il faut remettre les fils des circuits en dérivation comme ils étaient et inverser le sens du courant dans la bobine parcourue par le courant I_1;

S'il tourne avec une vitesse $\frac{N}{2}$, c'est l'indice qu'on est passé de 6 à 2; il faut laisser les fils en dérivation inversés et inverser le sens du courant dans la bobine parcourue par le courant I_1.

2. Le compteur tourne a l'envers, avec une vitesse N'. — Mesurer cette vitesse, puis inverser comme précédemment.

Si le compteur s'arrête, c'est l'indice qu'on est passé de 4 à 8; il faut remettre les conducteurs en dérivation comme ils étaient et inverser le sens du courant dans les deux bobines du circuit série.

S'il tourne avec une vitesse $2N$, c'est l'indice qu'on est passé de 3 à 7 : il faut remettre les fils en dérivation comme ils étaient et inverser le sens du courant dans la bobine parcourue par le courant I_2.

S'il tourne avec une vitesse $N/2$, c'est l'indice qu'on est passé de 7 à 3 : il faut laisser les fils en dérivation inversés et inverser le sens du courant dans la bobine parcourue par le courant I_2.

3. Le compteur est arrêté ou tourne à très faible vitesse. — Si le compteur tourne à l'endroit après inversion, on est passé de 5 à 1 : laisser les fils en dérivation inversés et le montage sera correct,

S'il tourne à l'envers après inversion, on est passé de 8 à 4 : laisser les fils en dérivation inversés et inverser le sens du courant dans les deux bobines du circuit en série.

Remarque. — Les calculs et les diagrammes ont été faits dans le cas où φ est un angle de retard. Si φ est un angle d'avance, un compteur d'énergie réactive branché correctement doit tourner à l'envers.

VII. **Remarque sur le montage des transformateurs de tension.** — Ce montage est simple; il y a cependant lieu de tenir compte de certaines particularités si l'on veut réaliser un montage tout à fait exact.

Le montage correct est indiqué sur la figure 4. Les bornes P_1 et P_2 des deux transformateurs monophasés sont telles que si la borne P_1 d'un enroulement est positive par rapport à P_2, la borne S_1 du deuxième enroulement est également positive par rapport à S_2.

Dans les conditions de la figure, les trois tensions secondaires sont égales

$$U_{1,2} = U_{1,3} = U_{2,3}.$$

Il arrive souvent qu'on réalise un montage différent (fig. 5). Avec ce montage la tension $U_{2,3}$ est inversée et l'on a

$$U_{1,3} = U_{2,3} = \frac{1}{\sqrt{3}} U_{1,2}.$$

La tension $U_{2,3}$ étant inversée, le montage du compteur est incorrect, et pour le rétablir normalement, il faut inverser le sens du courant dans la bobine en série correspondant à celle en dérivation pour laquelle la tension est inversée.

G. Segond,
Ingénieur I. E. G., Licencié ès Sciences,
Ingénieur à la Compagnie du Bourbonnais

Revues, analyses et informations

Réseaux de distribution à courant alternatif ([1]).

Cette étude est le compte rendu de la discussion à la réunion de New-York, le 11 novembre 1926, de différents mémoires publiés antérieurement dans le « Journal of the american Institute of electrical Engineers » ([2]).

Il convient de rappeler que tous ces mémoires ont trait à l'installation de relais sur les réseaux dits automatiques ; le dernier seul traite le problème dans toute sa généralité en insistant particulièrement sur les caractéristiques qu'il faut donner à ces appareils pour qu'ils fonctionnent dans des conditions déterminées.

M. Henry Richter fait remarquer que les quatre derniers mémoires présentés à cette session s'occupent principalement de la partie du réseau à courant alternatif comprise entre l'usine génératrice et les appareils et touchent à deux problèmes importants : la constitution du réseau primaire, y compris les transformateurs de distribution, et les dispositifs de protection automatiques. Il faut y ajouter, comme troisième élément, le réseau secondaire qui mérite d'être étudié avec autant de soin que les deux premiers ; malheureusement, jusqu'ici, on n'a pas pu s'entendre pour adopter un schéma uniforme pour les connexions et les tensions ; il en résulte une complication énorme dans la fabrication du matériel, notamment des appareils de protection ; la normalisation sera difficile à réaliser, car chaque compagnie, quand on aborde cette question, revendique toujours la priorité pour son système.

M. H.-R. Searing donne quelques résultats d'exploitation relevés sur le réseau de la United electric Light and Power Company de New-York, caractérisé par cette particularité que deux réseaux primaires aux tensions respectives de 13 200 et 2 750 v travaillent en parallèle sur le même réseau secondaire. La puissance totale des transformateurs installés est de 21 200 kv-A ; l'installation comporte 350 disjoncteurs dont 253 sont à fonctionnement automatique. Or, du 1er janvier au 30 septembre 1926, il y a eu 40 360 manœuvres des interrupteurs qui ont intéressé 4 838 circuits. Généralement ces opérations sont effectuées tous les jours après minuit pour supprimer certaines lignes ; de sorte que, si un circuit comprend 10 interrupteurs, il y aura 10 manœuvres chaque nuit. Les manquements ont à peine atteint les chiffres de 0,263 pour 100 pour les ouvertures et 0,149 pour 100 pour les fermetures. Le pourcentage des ratés à l'ouverture n'a d'ailleurs aucune importance, du fait que la défaillance du disjoncteur est corrigée par la fusion des coupe-circuits. Durant l'intervalle s'étendant de 1922 à ce jour, on a observé, sur le primaire, 24 fautes ayant eu pour conséquence la mise hors circuit d'une ligne, ce qui, avec le système de distribution radiale, pouvait entraîner la sup-

([1]) *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, avril 1927, t. XLVI, p. 370-377, 11 400 mots, 2 figures.

([2]) G.-G. Grissinger. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, janvier 1927, t. XLVI, p. 46-49 ; analysé dans *Revue générale de l'Électricité*, 9 avril 1927, t. XXI, p. 117 D. — John-S. Parsons. *Idem*, janvier 1927, t. XLVI, p. 50-57 ; analysé dans *Revue générale de l'Électricité*, 9 avril 1927, t. XXI, p. 116 D ; W.-R Bullard. *Idem*, janvier 1927, t. XLVI, p. 17-25 ; analysé dans *Revue générale de l'Électricité*, 9 avril 1927, t. XXI, p. 116 D ; D.-K. Blake. *Idem*, avril 1927, t. XLVI, p. 361-369 ; analysé dans *Revue générale de l'Électricité*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 111 D.

pression du courant chez les abonnés; or, 21 défauts ont été corrigés sans la fusion d'un seul coupe-circuit du réseau ; pour les 3 autres, il y a eu fusion d'un coupe-circuit sur un disjoncteur. Sur le réseau secondaire, on a relevé 11 fautes, dont 9 se sont éliminées d'elles-mêmes et deux ont provoqué la fusion des coupe-circuits des disjoncteurs les plus rapprochés de la faute. En terminant, l'orateur signale qu'il est important de confier la surveillance du réseau à un personnel non seulement capable de faire les réparations, mais apte à régler les disjoncteurs.

Le réseau de la New-York Edison Company, dit M. H.-C. Forbes, comprend deux systèmes de feeders, réseaux diphasés à la tension de 2 300 v, les autres, triphasés à la tension de 13 200 v; sur ces derniers, réunis au réseau de distribution par un montage Scott, on a remarqué le fait suivant : si un disjoncteur du réseau de distribution est bloqué dans la position de fermeture quand le disjoncteur du feeder correspondant est ouvert, tous les autres disjoncteurs des feeders subissent l'action du « pompage », comme on pouvait le prévoir et pour la raison que M. Blake a donnée dans son mémoire. Quand cet accident arrive, il est généralement possible de séparer le feeder du réseau en connectant le régulateur au feeder à la sous-station, ce qui permet au courant d'excitation de ce régulateur de circuler du feeder au régulateur. Le courant inverse est ordinairement suffisant pour faire déclencher le disjoncteur. Mais, si la tension de distribution est plus basse, il faut prévoir, à la sous-station, une série d'autotransformateurs qui seront excités directement par le feeder perturbé et, alors, les disjoncteurs du réseau seront toujours déclenchés, à moins que le réglage des relais ne soit par trop mauvais. L'orateur rappelle ensuite que M. Blake, en traçant la caractéristique à laquelle doit répondre un relais de déclenchement pour qu'il remplisse, au mieux, sa fonction au déclenchement, ajoute que le déphasage du courant de court-circuit sera probablement maximum quand le court-circuit se produira aux bornes à haute tension du transformateur et que ce déphasage atteint 84,3 degrés par exemple, avec un transformateur ayant une chute de tension non inductive de 1 pour 100 et une chute de tension réactive de 10 pour 100; or, il ne faut pas perdre de vue qu'une partie de cette réactance est souvent extérieure au transformateur et qu'elle est fournie par des rondelles en fer qui sont enfilées sur les conducteurs d'amenée au transformateur. Une telle réactance joue un rôle efficace pour la répartition de la charge entre les transformateurs, mais, en cas de court-circuit, les rondelles en fer se saturent et ont peu d'influence sur le déphasage du courant de court-circuit : c'est la réactance interne qui joue le rôle prépondérant dans le calcul de ce déphasage. Et M. H.-C. Forbes conclut que la construction des disjoncteurs ne présente aujourd'hui aucun problème mécanique insurmontable, mais que, par contre, on rencontrera beaucoup de difficultés dans le réglage et l'entretien des relais ; cette dernière question ne semble pouvoir être résolue que par la coopération étroite des fabricants et des exploitants.

Les observations présentées par M. G.-R. Milne concernent exclusivement le mémoire de D.-K. Blake; elles ont trait à la forme des caractéristiques qui conviennent aux relais, d'une part, pour leur déclenchement et, d'autre part, pour leur enclenchement. Tout le monde est d'accord pour reconnaître que, pour la première fonction, la caractéristique d'un simple compteur est suffisante; mais l'adaptation de cette caractéristique au déclenchement du relais exige l'addition, au compteur, d'un transformateur de courant à l'état de saturation, dont le rôle est de protéger le relais contre les courants de court-circuit. L'emploi d'un transformateur de courant du type non saturé conduirait bien à la même caractéristique, mais sans ce dernier effet. Or, il y a une différence sensible entre les deux caractéristiques; d'après la courbe de saturation du fer, la première est rigoureusement une ligne droite, tandis que la seconde est plus ou moins déformée suivant le degré de saturation que prend le noyau du transformateur sous l'action des faibles courants auxquels le relais est parfois astreint à fonctionner. La caractéristique correspondant à l'enclenchement exige qu'au moment de la fermeture du relais, les conditions du réseau soient telles que le transformateur lui fournisse de l'énergie de façon à empêcher le « pompage » du relais, c'est-à-dire les alternances de déclenchements et d'enclenchements, qui se manifestent principalement sur les feeders à haute tension de 13 800 v et au-dessus. On empêche ce pompage en mettant immédiatement le feeder en circuit, mais ce palliatif est sans effet si le feeder a été séparé du réseau à la suite d'une mise à la terre. Sur ce point M. D.-K. Blake est tout à fait d'accord avec l'orateur.

M. J.-A. Brooks présente quelques observations à propos du réseau à basse tension de la Brooklyn Edison Company sur lequel les transformateurs de réseau sont montés en triangle du côté de la haute tension et en étoile avec neutre à la terre du côté de la basse tension ; dans ces conditions, du côté de la basse tension, le courant circule du réseau au transformateur sur l'une des phases et inversement, du transformateur au réseau sur une autre phase quand il se produit un défaut entre phases ou entre phases et neutre sur la ligne à haute tension. Puisque, actuellement, les relais de réseaux monophasés ont leur bobine en dérivation connectée entre ligne et neutre sur la même phase que leur bobine en série et qu'ils sont nécessairement réglés pour déclencher dans le sens correct du courant, tous ces défauts sur le primaire auront pour conséquence non seulement de déclencher les disjoncteurs du réseau qui commandent le feeder perturbé, mais encore ceux d'autres feeders indemnes si les relais utilisés sont du type monophasé. On évitera ce fonctionnement intempestif en employant un relais triphasé par disjoncteur, au lieu de trois relais monophasés; mais ce relais triphasé peut, par contre, provoquer la fermeture d'un disjoncteur à la suite de la fusion d'un coupe-circuit ou l'empêcher de s'ouvrir tant que l'interrupteur de l'usine génératrice n'aura pas été ouvert; ces particularités, toutefois, ne présentent pas d'inconvénients sérieux. Il arrive souvent que le courant de capacité des câbles à 27 000 v. qui alimente le réseau, est supérieur à l'ensemble des courants d'excitation des transformateurs et, comme aucun moyen de réglage n'est prévu, il se produira vraisemblablement un pompage analogue à celui signalé par M. D.-K. Blake : on tournera la difficulté en employant un relais séparé, du même type que celui décrit par ce dernier. L'auteur termine sa communication en signalant les dangers qui peuvent résulter de l'échange de chaleur entre le transformateur et le relais par les connexions en cuivre et en discutant les conditions dans lesquelles il convient de faire la synchronisation des génératrices par l'intermédiaire du réseau à basse tension. — B. C.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Importations et exportations françaises pendant les six premiers mois de l'année 1927

I. Commerce extérieur de la France.

Les tableaux qui suivent donnent les poids et les valeurs des marchandises comprises dans les statistiques de la Direction générale des Douanes sous le nom de *commerce spécial*. Au sujet de la définition de cette appellation, il y lieu de se reporter à une précédente étude sur le même sujet ([1]).

VALEURS DES IMPORTATIONS ET DES EXPORTATIONS. — Le tableau I montre que pour les six premiers mois de l'année 1927, la valeur des importations a dépassé 27 118 millions de francs, dont 7 333 millions pour les objets d'alimentation, 16 897 millions pour les matières nécessaires à l'industrie et 2 887 millions pour les objets fabriqués.

Pour ce qui concerne les objets d'alimentation, les viandes, graisses et produits de la ferme entrent pour 945 millions de francs, les poissons pour 178 millions, les boissons pour 1 442 millions, les céréales et légumes pour 3 419 millions, les sucres pour 376 millions, les cafés et thés pour 944 millions.

Parmi les matières nécessaires à l'industrie, les métaux ont donné lieu à des importations d'une valeur de 1 062 millions de francs dont 326 millions pour le cuivre, 76 millions pour le plomb, 139 millions pour l'étain, 72 millions pour le zinc, 78 millions pour les fers et aciers; les matières textiles entrent dans le total pour 6 497 millions de francs dont 3 294 millions pour la laine, 1 682 millions pour le coton et 782 millions pour la soie ; les combustibles forment un total de 3 334 millions de francs avec 2 262 millions pour la houille,

Tableau I. — Commerce extérieur spécial.

CHIFFRES EXTRAITS DE LA STATISTIQUE DOUANIÈRE FRANÇAISE CONCERNANT LE COMMERCE SPÉCIAL POUR LES SIX PREMIERS MOIS DES ANNÉES 1927, 1926 ET 1913. (Page 8 des documents officiels.)

PAGES DES DOCUMENTS OFFICIELS		DÉSIGNATION	QUANTITÉS EXPRIMÉES EN TONNES MÉTRIQUES 1927	1926	1913	VALEURS EXPRIMÉES EN MILLIERS DE FRANCS 1927	1926	1913
8	IMPORTATIONS	I. Objets d'alimentation	3 472 972	2 428 293	2 620 648	7 333 202	5 218 864	842 851
		II. Matières nécessaires à l'industrie	21 967 349	20 228 087	18 405 642	16 897 875	20 354 628	2 571 179
		III. Objets fabriqués	615 883	746 029	819 240	2 887 133	3 844 480	826 337
			26 056 204	23 402 409	21 845 530	27 118 210	29 417 972	4 240 367
8	EXPORTATIONS	I. Objets d'alimentation	597 970	722 400	591 972	2 424 811	2 199 957	420 632
		II. Matières nécessaires à l'industrie	15 178 222	13 003 306	8 345 730	8 405 362	7 576 460	908 603
		III. Objets fabriqués	2 555 353	2 219 957	1 112 784	16 122 024	16 977 110	2 043 011
			18 331 545	15 945 663	10 050 486	26 952 197	26 753 527	3 372 246

([1]) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 12 mars 1927, t. XXI, p. 429.

778 millions d'huiles minérales et essences, 292 millions d'huiles lourdes ; diverses autres matières dont les valeurs les plus importantes sont les peaux et pelleteries avec 410 millions, les graines et les fruits oléagineux qui entrent pour 1 251 millions, le caoutchouc pour 384 millions, les bois communs pour 428 millions, les perles fines et les pierres précieuses pour 1 575 millions, etc. A la rubrique des objets fabriqués, nous enregistrons les machines motrices pour 538 millions de francs, les chaudières pour 13 millions, les pièces détachées pour 128 millions, les outils pour 175 millions, les carrosseries pour 88 millions, les embarcations pour 50 millions, les objets d'habillement pour 161 millions, les papiers pour 210 millions.

La valeur des exportations est très légèrement inférieure à celle des importations. Elle est de 26 952 millions de francs dont 2 424 millions pour les objets d'alimentation, 8 405 millions pour les matières nécessaires à l'industrie et 16 122 millions pour les objets fabriqués. Dans la rubrique des objets d'alimentation, les viandes entrent pour 110 millions, les produits de la ferme, pour 122 millions, les poissons pour 155 millions, les boissons pour 859 millions dont 526 pour les vins et 254 pour les eaux-de-vie, les légumes et farineux pour 606 millions, les sucres pour 297 millions et les denrées coloniales pour 1,8 million ; aux matières nécessaires à l'industrie, on trouve les textiles avec 1 463 millions, les métaux pour 2 146 millions dont 204 millions pour les fontes, 1 505 millions pour les fers et aciers, 114 millions pour le cuivre et 50 millions pour le zinc ; 36 millions de caoutchouc, 229 millions de bois communs, 1 282 millions de perles fines et 1 046 millions de pierres précieuses. Parmi les objets fabriqués, on notera 1 486 millions pour les produits des industries chimiques, 3 099 millions pour les produits de l'industrie mécanique, 5 914 millions de fils et tissus, 1 380 millions d'objets d'habillement, 954 millions de peaux ouvrées, 376 millions d'objets d'arts, 445 millions de papier, etc. La valeur des colis postaux qui, comme nous l'avons dit dans un précédent article, est répartie dans les trois rubriques ci-dessus, s'élève à 952 millions de francs.

Tableau A. — *Indices du mouvement d'échanges internationaux en ce qui concerne le commerce spécial pour les six premiers mois des années 1927 et 1926.*

Désignation	Supériorité en 1927 de l'importation sur l'exportation		Augmentation ou diminution des importations de 1927 sur 1926		Supériorité en 1927 de l'exportation sur l'importation		Augmentation ou diminution des exportations de 1927 sur 1926	
	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur
	tonnes	milliers de francs	tonnes	milliers de francs	tonnes	milliers de francs	tonnes	milliers de francs
I. Objets d'alimentation	2 875 002	4 908 391	+ 1 044 679	+ 2 114 338			— 124 430	+ 224 854
II. Matières nécessaires à l'industrie	6 789 127	8 492 513	+ 1 739 262	— 3 456 753			+ 2 174 916	+ 828 902
III. Objets fabriqués			— 130 146	— 957 347	1 939 470	13 234 891	+ 335 396	— 855 086
Variation du total des 3 catégories	7 724 659	166 013	+ 2 653 795	— 2 299 762			+ 2 385 882	+ 198 670

Variations des valeurs des importations et des exportations. — L'examen du tableau I montre que la valeur des importations pour les six premiers mois de l'année 1927 ont diminué par rapport à la même période de l'année 1926 tandis que les exportations ont très légèrement augmenté.

Pour les importations, la diminution est de 2 299 millions de francs. Comme l'indique le tableau A, elle est due aux matières nécessaires à l'industrie et aux objets fabriqués.

L'importation des matières premières s'est élevée à 21 967 349 t métriques, pour une valeur de 16 897 875 000 fr. Elle accuse : en poids, une augmentation de 1 739 262 t ou 8,6 pour 100 ; en valeur, une diminution de 3 456 753 000 fr ou 16,5 pour 100.

Pendant le mois de juin, la houille, les graines oléagineuses et les perles ont seules réalisé quelques plus-values. Des réductions se sont produites sur tous les autres articles et surtout sur les laines, les soies et le cuivre.

L'importation des objets fabriqués a subi, dans l'ensemble, une diminution de 957 347 000 fr. Les produits chimiques (528 378 000 fr) entrent dans cette diminution pour 85 070 000 fr ; les machines (680 106 000 fr), pour 287 544 000 fr ; les ouvrages en métaux (175 991 000 fr), pour 55 842 000 fr ; les fils (111 469 000 fr), pour 147 929 000 fr ; les tissus de coton (39 954 000 fr), pour 45 978 000 fr ; les tissus de laine (58 713 000 fr), pour 8 600 000 fr ; les tissus de soie (50 692 000 fr), pour 19 296 000 fr ; les peaux préparées (70 041 000 fr), pour 55 281 000 fr ; les poteries, faïences et verreries (123 304 000 fr), pour 27 179 000 fr ; les papiers, carton et imprimés (210 394 000 fr), pour 76 030 000 fr ; les ouvrages en caoutchouc (48 446 000 fr), pour 32 356 000 fr. Les tissus de jute sont à 60 697 000 fr, contre 49 569 000 fr en 1926.

Les objets d'alimentation sont, au contraire, en augmentation pour une valeur de 2 114 millions de francs.

Les viandes passent de 487851000 fr (1926) à 537490000 fr (1927); les graisses, de 110938000 à 128920000 fr; les fromages, beurre et autres produits de ferme, de 112997000 à 209065000 fr; les vins, de 631964000 fr à 1273863000 fr; les céréales, de 556538000 à 2397496000 fr; les pommes de terre, de 84424000 à 183279000 fr; les légumes frais, de 64990000 à 76903000 fr; les fruits, de 337807000 à 389286000 fr. Par contre, l'huile d'olive tombe de 98409000 à 65880000 fr; les poissons, de 218492000 à 178937000 fr; les eaux-de-vie, de 214336000 à 165797000 fr; le riz, de 202276000 à 178720000 fr; les légumes secs, de 101006000 à 93112000 fr; les sucres, de 394547000 à 350378000 fr; le café, de 1162819000 à 769374000 fr; le cacao, de 205976000 à 145345000 fr.

Pour les exportations, l'augmentation est de 224 millions de francs pour les objets d'alimentation et 828 millions pour les matières nécessaires à l'industrie. La rubrique des objets fabriqués est en diminution de 855 millions. L'augmentation globale est donc de 198 millions de francs.

Dans la catégorie des objets d'alimentation, les poissons (155658000 fr) gagnent, d'une année sur l'autre, 21563000 fr; les vins (526842000 fr) gagnent 115496000 fr ; les eaux-de-vie (254622000 fr), 114 millions 119000 fr; les pommes de terre (133629000 fr), 56465000 fr; les fruits (188396000 fr), 27357000 fr; les sucres (296727000 fr) 79609000 fr. D'autre part, les viandes (110063000 fr) perdent 30230000 fr; les fromages, beurre et autres produits de ferme (122 millions 756000 fr), 48627000 fr; les céréales (23 millions 903000 fr), 68528000 fr; les légumes secs (29050000 fr), 5434000 fr; les légumes frais, (97651000 fr), 57 millions 006000 fr.

Dans la catégorie des matières premières, l'exportation des laines (1013497000 fr) a augmenté de 86 millions 511000 fr; celle des soies (229503000 fr), de 8302000 fr: celle des fontes, fers et aciers (1 million 720741000 fr), de 271109000 fr; celle du cuivre (114001000 fr), de 22762000 fr; celle de la houille (364674000 fr), de 4783000 fr; celle des peaux brutes (504096000 fr), de 202932000 fr; celle des graines à ensemencer (140629000 fr), de 4519000 fr; celle des huiles végétales (171534000 fr), de 44208000 fr; celle des perles fines (1282423000 fr), de 220136000 fr; celle des pierres gemmes (1046942000 fr), de 54442000 fr. Par contre, l'exportation du coton (77520000 fr) a diminué de 23781000 fr; celle des huiles volatiles et essences (63370000 fr), de 51936000 fr; celle du caoutchouc (36498000 fr), de 144828000 fr; celle du bois (249026000 fr), de 17164000 fr.

L'exportation des objets fabriqués s'est chiffrée : en poids : par 2555353 tonnes métriques, avec une augmentation de 335396 t ou 15,2 pour 100; en valeur, par 16122024000 fr, avec une diminution de 855 millions 086000 fr ou 3,2 pour 100.

Pour cette rubrique, il y a eu en juin une réduction de 501454000 fr. Elle porte sur les produits chimiques, les machines, les ouvrages en métaux, les automobiles, les tissus de laine, les tissus de soie, les confections, les modes et fleurs, les ouvrages en peau, les pelleteries ouvrées, la bijouterie, la bimbeloterie, les ouvrages en bois et les ouvrages en caoutchouc. Notons, toutefois, quelques plus-values sur les fils, les tissus de coton, les peaux préparées, les poteries, verres et cristaux, et les papier, carton et imprimés.

La variation totale pour le mois de juin n'a été cependant que de 270993000 fr ainsi qu'on peut le voir sur le tableau A_1.

Tableau A_1. — *Valeurs, en milliers de francs, des importations et des exportations pendant les six premiers mois des années 1926 et 1927.*

Mois	Année 1926		Année 1927	
	Importations	Exportations	Importations	Exportations
Janvier...	4 496 834	3 859 200	4 079 092	4 708 855
Février...	5 057 615	4 422 376	4 779 703	4 596 657
Mars......	5 257 527	4 976 616	4 414 149	4 693 891
Avril.....	4 915 746	4 347 070	4 297 956	4 254 839
Mai.......	4 429 809	4 460 143	4 989 497	4 280 826
Juin......	5 230 441	4 688 122	4 557 813	4 417 129
	29 417 972	26 753 527	27 118 210	26 952 197

Si l'on compare maintenant les valeurs des importations et des exportations pendant les six premiers mois de l'année 1927 avec celles pour la même période de 1913, on constate que les importations ont augmenté de 22877843000 fr et les exportations, de 23579951 fr. Notre commerce extérieur nous est donc plus favorable en 1927 qu'en 1913.

Balance commerciale. — L'examen du tableau I montre que la valeur de nos exportations, pour les six premiers mois de l'année 1927 est inférieure à celle des importations pour 166 millions de francs. En 1926, cette différence déficitaire était de 2664 millions de francs et en 1913, de 868 millions.

Cette balance déficitaire se reproduisant régulièrement chaque année, pour la même période, il semble donc qu'il y ait inutilement lieu de s'alarmer ; elle est due à de gros achats saisonniers qui seront balancés par la suite.

Répartition du commerce extérieur suivant les principaux pays. — Le tableau I bis donne en détail cette répartition.

On remarquera sur ce tableau que la valeur des produits importés de Grande-Bretagne, d'Italie des Etats-Unis et du Brésil a fortement diminué d'une année sur l'autre. Elle est en progression pour l'Allemagne, les Pays-Bas, l'Espagne, la République argentine et le Canada.

Nos exportations se sont notablement accrues pour nos produits dirigés vers l'Allemagne (1330 millions de francs); l'accroissement est aussi relativement impor-

Tableau I bis. — Répartition, suivant les principaux pays, du commerce total.

CHIFFRES EXTRAITS DE LA STATISTIQUE DOUANIÈRE FRANÇAISE CONCERNANT LE COMMERCE SPÉCIAL POUR LES SIX PREMIERS MOIS DES ANNÉES 1927 ET 1926 (pages 206 et 207 des documents officiels)

DÉSIGNATION DES PUISSANCES	IMPORTATIONS (VALEURS DÉCLARÉES)				EXPORTATIONS (VALEURS ARBITRÉES)			
	1927	1926	augmentation des importations de 1927 sur 1926	diminution des importations de 1927 sur 1926	1927	1926	augmentation des exportations de 1927 sur 1926	diminution des exportations de 1927 sur 1926
	milliers de francs				milliers de francs			
Suède	231 181	318 757		87 576	117 649	120 297		2 648
Norvège	95 330	171 579		76 249	65 482	81 776		16 294
Grands-Bretagne	3 158 426	3 528 114		369 688	5 212 948	4 846 971	365 977	
Pologne	146 614	133 755	12 859		291 489	151 949	139 540	
Allemagne	2 229 159	2 016 719	212 440		2 882 530	1 552 449	1 330 081	
Pays-Bas	981 255	849 034	132 221		914 018	845 604	68 414	
Union économique belgo-luxembourgeoise	1 916 184	2 074 514		158 330	3 749 488	4 493 707		744 219
Suisse	388 288	490 719		102 431	1 540 377	1 738 014		197 637
Tchécoslovaquie	78 410	122 396		43 986	102 648	130 441		27 793
Italie	718 594	1 185 228		466 634	1 099 631	1 430 744		331 113
Espagne	796 217	534 597	261 620		831 730	816 122	15 608	
Portugal	50 252	92 648		42 396	164 632	153 865	10 767	
Japon	180 547	219 330		38 783	183 583	203 240		19 657
Etats-Unis	3 681 450	3 929 693		248 243	1 701 140	1 633 395	67 745	
Brésil	517 398	815 898		298 500	282 933	270 909	12 024	
République argentine	1 176 635	975 128	201 507		624 662	600 722	23 940	
Canada	4·0 480	189 738	220 742		335 008	236 150	98 858	
Serbie-Croatie-Slovénie (A)	47 313	26 952	20 361		48 510	51 193		2 683
Grèce (B)	52 025				190 396			
Autres pays étrangers	7 263 901	8 514 922	...	1 198 996	2 692 338	3 457 823		575 089
TOTAUX des pays étrangers	24 119 659	26 189 721	1 061 750	3 131 812	23 031 192	22 815 371	2 432 954	1 917 133
Algérie	1 290 729	1 305 630		14 901	1 766 034	1 573 739	192 295	
Tunisie	191 019	262 136		71 117	375 396	389 268		13 872
Maroc	105 663	130 530		24 867	468 268	552 367		84 099
Afrique occidentale française	500 346	535 372		35 026	286 512	389 489		102 977
Madagascar et dépendances	143 529	204 993		61 464	159 313	173 061		13 748
Indo-Chine française	322 769	406 848		84 079	573 920	619 032		45 112
Autres colonies et pays de protectorat	444 496	382 742	61 754		291 562	241 200	50 362	
TOTAUX des colonies françaises et pays de protectorat	2 998 551	3 228 251	61 754	291 454	3 921 005	3 938 156	242 657	259 808
TOTAUX GÉNÉRAUX	27 118 210	29 417 972	1 123 504	3 423 266	26 952 197	26 753 527	2 375 611	2 176 941
	DIMINUTION pour les six premiers mois de 1927.		2 299 762		AUGMENTATION pour les six premiers mois de 1927.		198 670	

(A) Antérieurement au mois de juin 1926, la Serbie-Croatie-Slovénie était confondue, dans la *statistique mensuelle*, avec les autres pays étrangers.

(B) Antérieurement au mois d'avril 1927, la Grèce était confondue dans la *statistique mensuelle* avec les autres pays étrangers.

tant pour les produits dirigés vers la Grande-Bretagne (365 millions de francs). Il y a eu, par contre, une diminution sensible pour les exportations vers l'Union économique belgo-luxembourgeoise (744 millions de francs), l'Italie (331 millions de francs) et la Suisse (197 millions de francs).

POIDS DES IMPORTATIONS ET DES EXPORTATIONS. — En considérant de nouveau le tableau I, nous voyons que, pour les six premiers mois de l'année 1927, le poids de nos importations dépasse celui des exportations de 7 724 659 t. En 1926, cette différence, dans le même sens, était de 7 456 746 t et, en 1913, de 11 795 044 t.

Si l'on considère maintenant que nos importations en poids n'ont augmenté, d'une année sur l'autre, que de 2 653 795 t contre 4 210 674 t par rapport à 1913 et que nos exportations ont augmenté de 2 385 882 t d'une année sur l'autre et de 8 281 059 t par rapport à 1913,

on voit que notre commerce extérieur a fait un grand pas par rapport à cette dernière époque et que, d'autre part, nous tendons à nous suffire de nos richesses tant naturelles qu'industrielles.

II. Importations et exportations du matériel électrique.

Les quantités et les valeurs des importations et exportations de matériel électrique pour les six premiers mois des années 1927, 1926 et 1925 sont réunies dans le tableau II. Des nombres publiés dans ce

Tableau II. — Matériel électrique.

CHIFFRES EXTRAITS DE LA STATISTIQUE DOUANIÈRE FRANÇAISE CONCERNANT LE COMMERCE SPÉCIAL POUR LES 6 PREMIERS MOIS DES ANNÉES 1927, 1926 ET 1925.

Pages des documents officiels		Désignation	Quantités exprimées en quintaux métriques 1927	1926	1925	Valeurs exprimées en milliers de francs 1927	1926	1925
116	IMPORTATIONS	I. Machines dynamoélectriques pesant 1 000 kg et plus	6 265	5 190	14 228	8 329	8 784	13 325
		— 50 kg et moins de 1 000 kg	4 489	2 796	2 825	8 929	7 606	4 430
		— moins de 50 kg	2 142	3 479	3 906	10 351	13 707	8 079
116		II. Appareils électriques et électrotechniques — Matériel de T. S. F.	168	38		2 411	515	
		Lampes de T. S. F.	92	7		2 491	54	
		autres appareils — avec enroulement de fil métallique isolé	3 862	3 349	6 423	23 019	23 163	25 047
		autres appareils — sans enroulement de fil métallique isolé	1 983	2 090		13 811	14 431	
117		III. Bâtis et carcasses de dynamos et moteurs électriques	35	599	354	70	156	85
102		IV. Lampes électriques à incandescence — à filament de charbon avec monture	8	10	47	103	119	205
		à filament métallique id	1 186	1 893	2 821	16 250	24 210	24 588
		sans monture	20	33	33	410	772	720
117		V. Lampes à arc et pièces détachées en fer ou en acier	10	10	11	75	93	95
99		VI. Charbons préparés pour usages industriels	3 964	3 454	1 815	3 471	3 299	1 104
117		VII. Fils et câbles isolés pour l'électricité	5 021	1 280	1 240	9 379	5 298	3 439
117		VIII. Induits de machines dynamoélectriques et pièces pour appareils électriques	1 750	3 090	2 631	9 411	13 442	8 571
117		IX. Aimants autres que les électroaimants	10	17	22	113	150	33
120		X. Accumulateurs électriques et pièces détachées	485	3 256	4 624	732	3 507	2 615
120		XI. Piles sèches	70	61	50	96	140	53
101		XII. a) Pièces pour l'électricité, en porcelaine, faïence, grès, isolateurs et autres	1 019	1 419	2 595	950	1 079	1 802
102		b) Pièces pour l'électricité en verre	6	2		16	9	
			32 575	31 073	43 625	110 417	120 534	94 191
		Exportation de matériel électrique fabriqué en France ou francisé après transformation.						
191	EXPORTATIONS	I. Machines dynamoélectriques	36 257	30 242	20 212	41 835	56 447	30 564
191		II. Appareils électriques et électrotechniques — Matériel de T. S. F.	4 359	6 964		18 157	61 526	
		Lampes de T. S. F.	190	361		2 077	2 316	
		avec enroulement de fil métal. isolé	20 373	11 441	24 249	43 509	53 740	85 090
		sans enroulement	8 735	6 917		16 009	30 531	
194		III. Bâtis et carcasses de dynamos et de moteurs électriques	186	4	68	127	3	27
176		IV. Lampes à incandescence	2 266	2 190	2 114	10 077	26 871	16 935
192		V. Lampes à arc et pièces détachées en fer ou en acier	39	25	73	184	49	142
173		VI. Charbons préparés pour usages industriels	15 713	12 632	8 873	12 086	11 347	6 478
192		VII. Fils et câbles isolés pour l'électricité	19 416	11 838	9 851	16 300	11 489	8 371
192 194		VIII. Induits de dynamos et pièces pour appareils électriques	6 475	7 010	5 648	11 661	19 154	12 358
		IX. Aimants autres que les électroaimants	166	70	292	367	136	452
194		X. Accumulateurs électriques et pièces détachées	11 388	6 453	4 703	11 743	8 668	5 255
194		XI. Piles sèches	3 299	2 222	1 656	2 746	1 744	1 193
175		XII. a) Pièces pour l'électricité, en porcelaine, faïence, grès blanc ou de couleur, isolateurs et autres	12 526	13 612	7 232	6 549	8 658	3 536
176		b) Pièces en verre pour l'électricité	4 307	6 002	7 906	1 454	6 540	3 753
			145 695	117 983	92 877	194 881	299 219	174 154

tableau, nous en avons déduit les augmentations ou diminutions, tant pour les valeurs que pour les poids, des importations par rapport aux exportations, pour les six premiers mois de l'année 1927. Les résultats obtenus et qui sont consignés sur le tableau B, nous indiquent immédiatement le sens de notre balance commerciale pour cette industrie. De même que pour les années précédentes, elle a été nettement favorable pour les six premiers mois de l'année 1927. Les variations d'une année sur l'autre, tant en poids qu'en valeur, sont aussi indiquées sur ce même tableau B.

Valeurs des importations et des exportations. — Pendant les six premiers mois de l'année 1927, la valeur totale de nos importations de matériel électrique a été de 110,4 millions de francs. La valeur des marchandises groupées sous la rubrique « Machines dynamo-électriques » entre pour 27,6 millions de francs dans ce total; celle des « appareils électriques et électrotechniques », pour 41,7 millions de francs, et celle des « lampes électriques à incandescence », pour 16,7 millions de francs. Les valeurs des autres rubriques sont données directement par le tableau II.

Tableau B. — *Indices du mouvement d'échanges internationaux des principaux articles de matériel électrique pour les six premiers mois des années 1927 et 1926.*

Désignation	Supériorité en 1927 des importations sur les exportations		Augmentation des importations de 1927 sur 1926		Diminution des importations de 1927 sur 1926		Supériorité en 1927 des exportations sur les importations		Augmentation des exportations de 1927 sur 1926		Diminution des exportations de 1927 sur 1926	
	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur
	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs
I. Machines dynamo-électriques			1 431			2 488	23 361	14 226	6 015			14 612
II. Appareils électro-techniques.			621	3 569			27 552	38 020	7 974			68 361
III. Bâtis et carcasses.....					564	86	151	57	182	124		
IV. Lampes à incandescence.....		6 686			722	8 338	1 052		76			16 794
V. Lampes à arc			0		0	18	29	109	14	135		
VI. Charbons pour usages industriels.			510	172			11 749	8 615	3 081	739		
VII. Fils et câbles			3 741	4 081			14 395	6 921	7 578	4 811		
VIII. Induits et pièces détachées.....					1 340	4 031	4 725	2 250			535	7 493
IX. Aimants ...					7	37	156	254	96	231		
X. Accumulateurs					2 771	2 775	10 903	11 011	4 935	3 075		
XI. Piles sèches			9			44	3 229	2 650	1 077	1 002		
XII. *a*) Pièces en porcelaine.					406	122	15 818	7 037			2 781	7 195
XII. *b*) Pièces en verre.....												
		6 686	6 312	7 822	5 810	17 939	113 120	91 150	31 028	10 117	3 316	114 455

La valeur de nos exportations s'est élevée à 194,8 millions de francs. La rubrique des « appareils électriques et électrotechniques » y entre pour 79,7 millions de francs et celle des « isolateurs en porcelaine et en verre », pour 8 millions de francs.

Variations, d'une année sur l'autre, des valeurs des importations et des exportations. — D'une année sur l'autre, nos importations sont passées de 120,5 millions de francs pour les six premiers mois de l'année 1926 à 110,4 millions de francs pour la même période de l'année 1927, soit une diminution de 10 millions de francs. La sixième colonne du tableau B indique que les plus importantes diminutions ont porté sur les machines dynamoélectriques, avec 2,4 millions, les lampes électriques, avec 8,3 millions, les induits de machines, avec 4 millions et les accumulateurs, avec 2,7 millions de francs. Par contre, les appareils électrotechniques ont augmenté d'une valeur de 3,5 millions de francs, et les fils et câbles, d'une valeur de 3,7 millions.

Pour les exportations, il y a eu une diminution importante d'une année sur l'autre, s'élevant à une valeur d'environ 104,3 millions de francs.

L'examen de la dernière colonne du tableau B nous montre que les principaux articles en diminution sont:

les machines dynamoélectriques pour 14,6 millions, les appareils électrotechniques pour 68,3 millions, les lampes à incandescence pour 16,7 millions, les induits et pièces détachées pour 7,4 millions et les isolateurs pour 7,1 millions de francs. Parmi les rubriques dont la valeur a plus spécialement augmenté, il y a lieu de signaler les fils et câbles pour 4,8 millions, les accumulateurs pour 3 millions et les piles sèches pour 1 million de francs.

Valeur du commerce extérieur et balance commerciale. — La valeur de nos exportations a dépassé de 84 464 000 fr celle de nos importations. Sur le tableau B, on voit que seule la rubrique des lampes à incandescence est déficitaire pour une valeur de 6,6 millions de francs, toutes les autres rubriques présentant une balance bénéficiaire. Parmi les rubriques qui sont plus particulièrement en plus-value, il faut signaler les appareils électrotechniques pour 38 millions de francs, les machines dynamoélectriques pour 14 millions, les accumulateurs pour 11 millions, les charbons pour 8 millions, les pièces isolantes pour 7 millions et les fils et câbles pour 6,9 millions de francs.

Poids des importations et des exportations. — L'examen du tableau II et du tableau B montre que d'une année sur l'autre, le poids des importations est resté sensiblement stationnaire, avec 32 000 quintaux métriques environ. Le poids des exportations a, par contre, augmenté de 27 712 quintaux métriques.

La balance des exportations et importations montre que la supériorité en 1927 des exportations s'est élevée à 113 120 quintaux métriques. On voit, par ces nombres, que notre industrie électrotechnique se développe favorablement sur les marchés étrangers.

III. Importations et exportations des produits électrométallurgiques et électrochimiques.

Nous avons réuni dans le tableau III les quantités et les valeurs des importations et des exportations de produits électrométallurgiques et électrochimiques pour les six premiers mois des années 1927, 1926 et 1925. Les différences entre les valeurs et les poids des importations et des exportations pour les six premiers mois de l'année 1927, ainsi que les variations d'une année sur l'autre sont indiquées sur le tableau C.

Remarquons tout d'abord que, à l'inverse de notre commerce de matériel électrique, celui des produits électrochimiques et électrométallurgiques présente une balance déficitaire.

Tableau III. — Produits électrométallurgiques et électrochimiques.

CHIFFRES EXTRAITS DE LA STATISTIQUE DOUANIÈRE FRANÇAISE CONCERNANT LE COMMERCE SPÉCIAL POUR LES SIX PREMIERS MOIS DES ANNÉES 1927, 1926 ET 1925.

Pages des documents officiels		Désignation	Quantités exprimées en quintaux métriques 1927	1926	1925	Valeurs exprimées en milliers de francs 1927	1926	1925
80	Importations	I. Aluminium — en lingots ou en déchets	3 420	8 540	807	3 716	5 316	760
		I. Aluminium — battu, tiré, laminé, filé ou en poudre	183	365	1 012	659	1 241	2 682
80		II. Ferro-alliages — ferro-manganèse	152 559	93 300	106 147	27 996	18 112	14 741
		II. Ferro-alliages — ferro-silicium	5 604	14 588	12 285	926	4 051	2 172
		II. Ferro-alliages — autres	8 007	3 691	1 501	3 603	4 572	2 234
83		III. Carbure de calcium	5 800	21	52	519	5	6
95		IV. Nitrate de calcium	153 577	202 993	160 243 (IV et V)	20 994	22 982	13 148 (IV et V)
95		V. Cyanamide calcique	58 688	117 477		5 455	9 472	
		Total	387 838	440 975	282 047	63 868	65 751	35 743
		Exportation des produits fabriqués en France ou francisés après transformation						
154	Exportations	I. Aluminium — en lingots ou déchets	15 506	3 499	8 910	12 160	4 130	8 272
		I. Aluminium — battu, tiré, laminé, filé ou en poudre	1 884	3 473	6 314	3 118	7 721	11 644
154		II. Ferro-alliages — ferro-manganèse	8 031	5 250	8 015	3 207	1 176	1 189
		II. Ferro-alliages — ferro-silicium	6 430	8 122	3 311	1 544	1 281	393
		II. Ferro-alliages — autres	6 841	5 935	9 740	4 327	653	962
157		III. Carbure de calcium	143 297	65 394	49 708	20 085	6 326	4 048
170		IV. Nitrate de calcium	4 240	2 926	4 710 (IV et V)	648	378	459 (IV et V)
170		V. Cyanamide calcique	12 628	12 422		1 167	1 601	
		Total	198 857	107 021	90 708	46 256	23 266	26 967

Valeurs des importations et des exportations. — Il résulte du tableau III que, pour les six premiers mois de l'année 1927, la valeur de nos importations de produits électrométallurgiques et électrochimiques a été de 63,8 millions de francs. L'aluminium entre pour 4,3 millions de francs dans ce total et les ferro-alliages pour 32,5 millions de francs. Les autres produits sont indiqués directement sur le tableau III.

La valeur des exportations est de beaucoup inférieure : 46,2 millions de francs, dont 15,2 millions de francs pour l'aluminium et 9 millions de francs pour les ferro-alliages.

Variations d'une année sur l'autre, des importations et des exportations. — Le tableau III nous montre que les importations sont passées de 65,7 millions de francs à 63,8 millions de l'année 1926 à l'année 1927. L'aluminium a rétrogradé de 6,5 millions à 4,3 millions, mais les ferro-alliages sont en plus-value : 26,7 millions de francs en 1926 et 32,5 millions en 1927.

Tableau C. — *Indices du mouvement d'échanges internationaux des principales matières premières électrométallurgiques et électrochimiques pour les six premiers mois des années 1927 et 1926.*

Désignation	Supériorité en 1927 de l'importation sur l'exportation		Augmentation des importations de 1927 sur 1926		Diminution des importations de 1927 sur 1926		Supériorité en 1927 de l'exportation sur l'importation		Augmentation des exportations de 1927 sur 1926		Diminution des exportations de 1927 sur 1926	
	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur
	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs
I. *Aluminium :*												
a) en lingots...					5 120	1 600	12 086	8 444	12 007	8 030		
b) demi-ouvré..					182	582	1 701	2 459			1 589	4 603
II. a) *Ferro-manganèse*......	144 528	24 789	59 259	9 884					2 781	2 031		
b) *Ferro-silicium*.......					8 984	3 125	826	618		263	1 692	
c) *Autres ferro-alliages*.....	1 166		4 316			969		724	906	3 674		
III. *Carbure de calcium*.......			5 779	514			137 497	19 566	77 903	13 759		
IV. *Nitrate de calcium*...	149 337	20 346			49 416	1 988			1 314	270		
V. *Cyanamide calcique*.....	46 060	4 288			58 789	4 017			206			434
	341 091	49 423	69 354	10 398	122 491	12 281	152 110	31 811	95 117	28 027	3 281	5 037

Les exportations sont passées de 23,2 millions de francs en 1926 à 46,2 millions en 1927. Ainsi qu'on le remarque sur le tableau C, toutes les rubriques, excepté celle de la cyanamide calcique, sont en plus-value. L'ensemble de la rubrique aluminium est passé de 11,8 millions à 15,2 millions et celle des ferro-alliages, de 3,1 à 9 millions de francs.

Valeur du commerce extérieur et balance commerciale. — Comme nous l'indiquions plus haut, la valeur de nos importations surpasse celle des exportations d'environ 17 millions de francs. Sur le tableau C, on voit que nos exportations d'aluminium sont en plus-value pour une valeur d'environ 10 millions de francs et le carbure de calcium pour 19,5 millions de francs. Toutes les autres rubriques sont déficitaires : les ferro-alliages, pour 23,4 millions, le nitrate de calcium pour 20,3 millions et la cyanamide calcique, pour 4,2 millions.

Poids des importations et des exportations. — L'examen du tableau III et du tableau C montre que, d'une année sur l'autre nos importations ont décru pour un poids de 53 535 quintaux métriques. Nos exportations, au contraire, se sont accrues pour un poids total de 91 836 quintaux métriques.

La balance des exportations et des importations montre que la supériorité de nos importations en 1927 s'est élevée à 188 981 quintaux métriques contre 333 954 quintaux métriques en 1926. Ces nombres montrent que notre industrie électrochimique et électrométallurgique est en bonne voie de progression.

Marcel Blondin.

SECTION DE LÉGISLATION

La réforme de la loi du 6 mai 1919 sur les appellations d'origine

Dans l'étude ci-dessous, l'auteur analyse et critique les nouvelles dispositions modificatives de la loi du 6 mai 1919 sur les appellations d'origine. Bien que cette réforme vise surtout des produits naturels, elle est susceptible d'intéresser nos lecteurs, en raison, d'une part, de ce que nous avons déjà publié une étude antérieure sur ce sujet (*), et, d'autre part, de ce que de nombreux produits fabriqués, concernant l'industrie électrique, peuvent être visés par la loi.

I. — La loi du 6 mai 1919 sur les appellations d'origine, qui avait déjà reçu une atteinte grave lors du vote de la loi du 26 juillet 1925 sur les fromages de Roquefort, vient de subir une transformation radicale à la suite du vote du projet Capus et Bender, qui a incorporé dans l'ancien texte les principes contenus dans la sentence arbitrale élaborée par M. Barthe pour résoudre le conflit des Marnais et des Aubois sur les conditions d'exercice des droits à l'appellation « Champagne ».

II. — On peut dire que la loi nouvelle sonne le glas de la délimitation judiciaire, que la loi du 6 mai 1919 avait entendu substituer au régime de délimitation administrative, cause de graves désordres avant la guerre et unanimement critiquée.

En effet, la loi du 6 mai 1919 avait exclu les qualités substantielles, source de difficultés inextriquables, dont elle avait voulu débarrasser les tribunaux, inaptes à les déterminer, les experts incapables de décider avec sérénité, les intéressés dominés par leurs passions, alors qu'elle avait spécifié avec netteté que le droit à l'appellation prendrait sa base dans le lieu géographique *ou bien* dans les usages locaux, loyaux et constants, et les seuls arrêts rendus par la Cour de Cassation en la matière des appellations d'origine (arrêts des 26 et 27 mai 1925) qui ont eu un très grand retentissement, avaient confirmé cette interprétation du texte, non susceptible d'ailleurs d'ambiguïté.

III. — Le lieu d'origine, disait la Cour suprême, doit s'entendre uniquement de telle région déterminée, sans qu'il y ait à ajouter à ce critérium géographique d'autre élément de délimitation, et notamment des conditions de nature, de qualité, de méthode, etc.

Antérieurement à cet arrêt, et malgré une copieuse jurisprudence émanant d'un grand nombre de cours d'appel, conforme au texte, il avait été discuté parfois sur la portée de l'article 1er et quelques auteurs, peu nombreux d'ailleurs, nonobstant la netteté du texte, avaient prétendu que la condition de lieu n'était pas suffisante, notamment feu le conseiller Chesney (1).

La majorité des auteurs par contre, et presque toute la jurisprudence en avaient, et c'était d'évidence, décidé autrement (2).

Discutant les prétentions des partisans du conseiller Chesney, les auteurs du « Traité des noms et appellations d'origine » précité, s'exprimaient notamment ainsi :

« Contre cette thèse qui nous semble en contradiction formelle avec la lettre de l'esprit de la loi du 6 mai 1919, nous nous permettons d'élever la protestation la plus nette. Un acte législatif domine le débat : le 21 novembre 1913, par 334 voix contre 203 la Chambre a supprimé les qualités substantielles du texte du projet de loi. Ce scrutin décisif devrait nous dispenser d'épiloguer sur l'esprit du législateur. On ne saurait parler de confusion à cet égard. Que si les débats parlementaires ne donnent pas toujours le modèle de la clarté, notons que celui-ci est intervenu lorsque les positions étaient nettement prises de part et d'autre, et à la suite du discours de M. Eymond, ancien maître des requêtes au Conseil d'Etat, dont l'argumentation limpide a déterminé le vote de l'assemblée. Les paroles prononcées par M. Clémentel, quelle que soit l'autorité du ministre, perdent beaucoup de leur intérêt du fait qu'au scrutin il figure dans la minorité et qu'au surplus le texte de la loi, profondément remanié au Sénat par l'honorable M. Jenouvrier, est encore épuré par la disparition de la notion de nature.

« Vouloir faire rentrer les qualités substantielles dans les usages locaux, loyaux et constants, c'est évidem-

(*) FERNAND-JACQ ; Le renforcement de la législation française concernant la répression des fausses indications d'origine depuis 1914. *Revue générale de l'Electricité*, 22 juillet 1922, t. XII, p. 113-118.

(1) *Recueil mensuel de Dalloz*, 1922, 2e partie, p. 81.

(2) Marcel PLAISANT et FERNAND-JACQ. *Traité des noms et appellations d'origine*, paragraphes 68 et suivants.

IDEM (notes). *Annales de la Propriété industrielle*, 1923, p. 193.

IDEM (notes). *Annales de la Propriété industrielle*, 1925, p. 171.

Voir aussi : conclusions de l'avocat général Paul Matter, *Annales de la Propriété industrielle*, 1925, p. 173 et suivantes.

ment forcer le sens des mots ou plutôt il faut y voir une tentative pour faire revivre par une voie détournée une condition juridique qu'on essaye d'enclore dans une autre alors qu'elle est déjà abolie sous forme d'élément isolé. Les usages permettent de faire épanouir l'aire de l'appellation d'origine lorsqu'il est prouvé qu'elle a pu déborder la circonscription purement géographique. Les usages ne se réfèrent pas à la notion de valeur, ils expriment un fait de l'homme qui embrasse au delà des réalités de la nature. En résumé, fidèles à la lettre et à l'esprit de la loi, nous approuvons le jugement de Saint-Affrique parce qu'il écarte les qualités substantielles. Cette interprétation a reçu une confirmation éclatante par les arrêts de Paris du 16 février 1923 (Champagne), de Dijon du 26 février 1923 (Romanée Conti), de Bordeaux du 19 et 26 février, du 6 mars et du 25 mai 1923, confirmant le jugement de Bordeaux du 6 février 1922 que critiquait l'honorable conseiller Chesney et qui est rendu conformément à notre doctrine. »

Depuis, en effet, la jurisprudence s'était affirmée dans le même sens et la Cour de Cassation avait rendu toute discussion désormais impossible.

Vainement quelques juristes de tempérament byzantin avaient tenté d'échafauder une thèse participant des mêmes errements, mais plus subtile, notamment M. Debrand, avocat à la Cour de Dijon, qui prétendait que l'origine géographique n'était pas suffisante en raison de ce qu'elle pouvait conduire à des résultats inacceptables dans une espèce où l'origine réelle eût été en contradiction avec les usages, et il prétendait que le droit à l'appellation devait être conforme soit à l'origine du produit résultant de son lieu de provenance ou de] fabrication et non contredit par les usages locaux, loyaux et constants, soit, à défaut de cette origine, à des usages présentant les mêmes caractères.

Nous avions combattu cette thèse en montrant qu'elle devait aboutir à faire dépendre le droit à l'appellation non pas de l'origine mais en fait, dans de nombreux cas, des qualités substantielles et nous avions montré que cette interprétation était, elle aussi, inadmissible ([1]).

D'autre part, certains auteurs mécontents de l'interprétation donnée par la quasi unanimité de la jurisprudence, ont prétendu que la loi avait été mal interprétée, et c'est ce que paraît soutenir encore M. de Borssat dans une étude ([2]).

Il suffit de se reporter aux conclusions si nettes et si motivées de l'avocat général Paul Matter pour faire justice de cette prétention ([3]).

L'interprétation était si conforme au texte qu'au cours de la session législative de 1924 les députés Chéron, Colrat et de Lasteyrie avaient éprouvé le besoin de déposer un projet de réforme pour ajouter aux conditions géographiques les qualités substantielles (projet n° 7051, annexe au procès-verbal de la séance du 28 janvier 1924), ce qui souligne qu'à leurs yeux il n'y avait pas d'autre interprétation possible de l'article premier de la loi du 6 mai 1919 que celle adoptée par la jurisprudence puisqu'un texte modificatif leur paraissait nécessaire pour obtenir une autre interprétation.

C'est dans le même esprit qu'ont été déposés et votés le projet de loi sur les conditions d'application de l'appellation « Fromage de Roquefort » et le projet Capus-Bender, objet de cette étude.

IV. — Ainsi, alors que le législateur de 1919, à la suite de l'expérience de 1911 et des années suivantes, rejetait formellement les conditions de qualité et de nature comme éléments du droit à l'appellation, le législateur de 1925 et de 1927, revenant au système, exclu après de longues discussions et une funeste expérience quelques années auparavant, a modifié complètement les bases mêmes de la loi en incorporant dans l'article 10 les dispositions suivantes :

« Indépendamment des prescriptions relatives à l'origine, contenues à l'article premier de la présente loi, aucun vin n'a droit à une appellation d'origine régionale ou locale s'il ne provient de cépage et d'une aire de production consacrés par des usages locaux, loyaux et constants.

» L'aire de production est la surface comprenant les communes ou parties de communes propres à produire le vin de l'appellation.

» Les vins provenant des hybrides producteurs directs n'ont en aucun cas droit à une appellation d'origine. »

Puis, allant plus loin encore, la loi nouvelle a substitué aux articles 17, 18 et 20 de la loi du 6 mai 1919, qui permettaient aux tribunaux de déterminer les bénéficiaires de l'appellation « Champagne », une délimitation légale définitive empruntée à la sentence de M. Barthe ([1]).

Enfin à la fin de l'article 24, il a été ajouté le texte suivant :

« A partir du moment où l'aire de production au Champagne aura été déterminée conformément aux dispositions des articles 17 et 18 ci-dessus, cesseront d'être en vigueur et d'avoir effet toutes dispositions des lois, décrets ou décisions antérieurs en tant qu'elles sont contraires aux prescriptions de la présente loi.

» A titre transitoire, les vins qui sont en la possession des récoltants des communes de l'ancien comté de Bar-sur-Seine, réintégrées dans les termes de l'article 5, auront droit d'accès dans les caves réservées au vin de Champagne, conformément à l'article 16 de la loi du 6 mai 1917, à la condition d'avoir fait l'objet d'une déclaration de récolte régulière avant le 1er avril 1927. »

([1]) Voir notes précitées dans *Annales de la Propriété industrielle*, 1925, p. 171.
([2]) *Revue des Fraudes*, mai-juin 1927, p. 225.
([3]) Voir notes précitées dans *Annales de la Propriété industrielle*, 1923, p. 193.

([1]) *Revue des Fraudes*, mai-juin 1927, pages 233, 234 et 235.

M. de Borssat, directeur averti de la « Revue des Fraudes » et juriste éprouvé en la matière, se réjouit de la réforme. Il estime que c'est le retour à ce que l'on pourrait appeler le droit commun de la répression des fraudes, le retour aux principes et aux dispositions fondamentales de la loi du 1er août 1905.

Peut-être cette réforme n'était-elle pas si nécessaire : alors que la loi du 1er août 1905 garantissant la sincérité, la pureté, la qualité marchande du produit, la loi du 6 mai 1919 n'avait, suivant son but même, qu'à garantir la provenance ; les deux lois se complétaient parfaitement; la loi générale réprimait toutes les fraudes et les tromperies quelles qu'elles fussent et la loi spécifique réprimait la fraude spéciale sur l'origine.

On peut dire que, désormais, les deux lois auront un domaine commun et il semble bien que ces dispositions cumulatives n'étaient pas indispensables.

L'introduction dans l'ancien texte de 1919 des dispositions de la loi générale du 1er août 1905 semble donc bien revêtir un caractère superfétatoire; elle n'ajoute rien à ce qui existait déjà ; en outre, elle a l'inconvénient de conditionner le droit à l'appellation à certaines conditions de nature, de méthode, de qualité que, dans la plupart des cas, il sera impossible d'apprécier avec certitude et c'est là revenir à la question trop fameuse des qualités substantielles, sous quelque nom que l'on tende de dissimuler le fait ; aussi les critiques faites antérieurement à cette conception reprennent-elles leur valeur.

Ce n'est pas sans appréhension que pour notre par nous voyons réapparaître ce qui fut l'occasion de luttes passionnées et la cause de difficultés quasi insolubles.

Nous attendons la loi à l'œuvre et nous nous contentons pour le moment de réserver notre jugement.

FERNAND-JACQ,
Docteur en droit, avocat à la Cour de Paris.

Législation, jurisprudence, réglementation

Arrêté fixant les caractéristiques générales des plaques de sécurité à apposer sur les supports des ouvrages de distribution ou de transmission d'énergie électrique.

Voici le texte de cet arrêté, en date du 30 juin 1927 et publié au « Journal officiel » du 28 juillet 1927, page 7802.

Le ministre des Travaux publics,

Vu la loi du 15 juin 1906 (modifiée et complétée par les lois des 19 juillet 1922, 27 février 1925 et 13 juillet 1925, art. 298) sur les distributions d'énergie et notamment l'article 19;

Vu l'arrêté interministériel en date du 30 avril 1927, déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique et notamment les articles 45 et 63 aux termes desquels : « chaque support des ouvrages de 2e et de 3e catégorie doit porter l'inscription : « Défense absolue de toucher aux fils même tombés à terre », suivie en gros caractères des mots « Danger de mort »; cette inscription figurera sur une plaque dont les caractéristiques générales seront déterminées par le ministre des Travaux publics »;

Sur la proposition du conseiller d'État, directeur de la Voirie routière, des Forces hydrauliques et des Distributions d'Énergie électrique.

Arrête :

ARTICLE PREMIER. — Les plaques visées aux articles 45 et 63 de l'arrêté interministériel précité du 30 avril 1927 doivent être établies d'après les caractéristiques générales (voir le tableau ci-dessous).

ART. 2. — Les plaques du type no 1 et no 2 ne pourront être utilisées que sur les poteaux en bois.

Les plaques du type no 3 seront seules admises sur les supports de toute nature, autres que les poteaux en bois, dont l'emprise est inférieure à 1 m².

Les plaques du type no 4 seront seules admises sur les supports de toute nature, autres que les poteaux en bois, dont l'emprise est égale ou supérieure à 1 m².

ART. 3. — L'emprise d'un support est définie par la surface comprise à l'intérieur d'un polygone enveloppant la plus grande section des fondations ou de la projection horizontale du support jusqu'à 2 m au-dessus du sol.

ART. 4. — Si des indications supplémentaires sont portées sur les plaques (nom, adresse de l'exploitant, numéro de téléphone à demander en cas d'accident, etc.) le format

FORMAT DES PLAQUES	DISTANCE minimum en millimètres des trous de fixation mesurée d'axe en axe	HAUTEUR MINIMUM en millimètres des lettres	
		Défense absolue.	Danger le mort.
Allongé, ovale ou ellipsoïdal (à fixer en hauteur, 2 trous), type no 1.	130	8	12
Rectangulaire (à fixer en largeur, 4 trous) :			
type no 2..........	70 × 90	10	12
type no 3..........	80 × 150	13	16
type no 4	135 × 215	17	30

devra en être choisi de telle sorte que les distances et hauteurs minima prescrites par l'article 1er ci-dessus soient en tout cas observées pour les inscriptions imposées par les articles 45 et 63 de l'arrêté interministériel du 30 avril 1927.

ART. 5. — Dans les départements de la Moselle, du Bas-Rhin et du Haut-Rhin, les plaques, rédigées en deux langues, devront comporter les hauteurs de lettres imposées par l'article 1er ci-dessus.

Ces inscriptions bilingues pourront figurer sur une seule plaque ou sur deux plaques distinctes, mais contiguës.

Fait à Paris, le 30 juin 1927.

Sur le droit de contrôle des agents du fisc.

Le « Journal officiel » du 4 août 1927 publie, page 2718 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12788. — M. Marquet, député, demande à M. le ministre

des Finances : 1° si les redevables du chiffre d'affaires étant sujets à des vérifications de leurs déclarations mensuelles, les inspecteurs des contributions indirectes, chargés de ces vérifications, ont le droit de procéder plusieurs fois au contrôle d'une même période d'imposition ; 2° dans le cas de la négative, afin d'éviter les erreurs, si les inspecteurs des contributions indirectes ne pourraient, par un visa, indiquer, sur les livres des assujettis, la date de leur vérification. (Question du 14 juin 1927.)

Réponse. — 1° Aux termes du n° 3 de l'article 8 du décret de codification du 28 décembre 1926, toute personne redevable de l'impôt sur le chiffre d'affaires doit fournir aux agents des contributions indirectes ainsi qu'à ceux des autres services financiers qui sont désignés par le règlement d'administration publique du 24 juillet 1920, modifié par le décret du 23 mai 1925, tant au principal établissement que dans les succursales ou agences, toutes justifications nécessaires à la fixation du chiffre d'affaires. Le texte ne comporte aucune limitation. Toutefois, l'administration recommande aux vérificateurs d'apporter dans l'utilisation de ce droit de contrôle toute la modération compatible avec les intérêts du Trésor, et elle a tout lieu de croire que cette recommandation n'a pas été perdue de vue ; 2° en dehors de l'hypothèse prévue par l'article 14 du décret de codification du 28 décembre 1926 précité, relatif aux pénalités spéciales pour refus de communication, aucun texte réglementaire n'autorise les vérificateurs à apposer des visas ou des mentions quelconques sur les livres de commerce ou autres documents de comptabilité qui leur sont représentés par les redevables.

Sur le taux des honoraires dus aux notaires lors des augmentations de capital des sociétés anonymes.

Le « Journal officiel » du 4 août 1927 publie, page 2 723 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12750. — M. Jean Montigny, député, expose à M. le ministre de la Justice : *a*) que lorsqu'une société anonyme augmente son capital social, le conseil d'administration doit faire une déclaration de souscription et de versement devant notaire ; *b*) que le notaire qui reçoit cette déclaration a droit à des honoraires proportionnels, lesquels varient suivant l'importance du capital social ; *c*) que, dans le ressort de la Cour de Paris, le tarif est de 0,50 pour 100 de 1 à 500 000 fr ; de 0,25 pour 100 de 500 000 à 1 million de francs ; de 0,125 pour 100 de 1 million de francs à 3 millions de francs et de 0,0625 pour 100 sur toute la portion du capital excédant 3 millions de francs ; *d*) que si une société se constitue dès l'origine au capital de 4 millions de francs, le capital se divisera en quatre tranches pour la perception des honoraires ; que la première tranche sera de 500 000 fr, sur laquelle il sera perçu 0,50 pour 100, soit 2 500 fr ; que la seconde tranche sera de 500 000 fr, sur laquelle il sera perçu 0,25 pour 100, soit 1 250 fr ; que la troisième tranche sera de 2 millions de francs, sur laquelle il sera perçu 0,125 pour 100, soit 2 500 fr ; que la quatrième tranche sera de 1 million de francs, sur laquelle il sera perçu 0,0625 pour 100, soit 625 fr, et demande, en supposant que cette même société augmente par la suite son capital à raison de 500 000 fr et le porte ainsi à 4 500 000 fr, si le notaire qui recevra la déclaration faite par le conseil d'administration a droit à un honoraire de 0,50 pour 100 comme s'il s'agissait d'une société nouvelle ou à un honoraire de 0,0625 pour 100 comme si l'on considérait que la société ne fait que continuer son existence propre, toutes choses devant être envisagées comme si elle avait dès l'origine réuni un capital de 4 500 000 fr. (Question du 9 juin 1927.)

Réponse. — Il convient tout d'abord d'observer que le tarif dont il s'agit est non pas celui du ressort de Paris, mais celui du département de la Seine. L'augmentation du capital des sociétés n'ayant pas été spécialement prévue par les tarifs, il n'appartient pas à la chancellerie d'émettre, au sujet de la question posée, une opinion qui n'aurait que la valeur d'un simple avis administratif et ne pourrait aucunement lier les magistrats compétents pour statuer en cas de litige.

Sur la non-application de la pénalité de 25 pour 100 de majoration des impôts quand les insuffisances de déclaration résultent d'erreurs matérielles.

Le « Journal officiel » du 21 août 1927 publie, page 2735 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », les questions et les réponses qui suivent :

12875. — M. Carlier-Caffiéri, député, demande à M. le ministre des Finances si la pénalité de 25 pour 100 prévue par l'article 4 de la loi du 3 avril 1926 doit être appliquée à un contribuable qui, par inadvertance, a déduit, dans sa déclaration d'impôt général, un impôt sur les bénéfices commerciaux, dont il demande par ailleurs la déduction de son bénéfice commercial, étant spécifié que les articles de rôle, la nature et le montant de l'impôt étaient exactement détaillés tant sur la déclaration d'impôt général rédigée par le contribuable lui-même, que dans la déclaration de bénéfices commerciaux rédigée par son comptable. (Question du 21 juin 1927.)

Réponse. — En principe, la majoration de 25 pour 100 qui sanctionne les insuffisances commises sans intention frauduleuse dans les déclarations relatives à l'impôt général sur le revenu est encourue dès l'instant où l'insuffisance relevée est supérieure au dixième du revenu imposable. Il convient toutefois d'admettre que cette majoration n'est pas applicable lorsque les insuffisances proviennent d'erreurs matérielles que le seul examen des déclarations elles-mêmes révèle au contrôleur. Il en est ainsi, en particulier, dans le cas visé dans la question.

12876. — M. Carlier-Caffiéri, député, demande à M. le ministre des Finances si la pénalité de 25 pour 100 prévue par l'article 4 de la loi du 4 avril 1926 doit être appliquée au gérant d'une société en commandite simple qui, dans sa déclaration d'impôt général sur le revenu, a omis de porter sa part de bénéfices mis en réserve, étant spécifié que, d'autre part, une déclaration de bénéfices commerciaux a été remise par la société indiquant le bénéfice total et la répartition de ses bénéfices. (Question du 21 juin 1927.)

Réponse. — Réponse négative pour les motifs indiqués dans la réponse à la question n° 12875.

12877. — M. Carlier-Caffiéri, député, expose à M. le ministre des Finances le cas d'un contribuable qui a détaillé régulièrement dans sa déclaration d'impôt général ses revenus cédulaires (qui ne sont d'ailleurs pas contestés), mais qui, par suite d'une simple erreur d'addition, a fait apparaître un revenu total erroné ; et demande si la pénalité de 25 pour 100 prévue par l'article 4 de la loi du 4 avril 1926 doit lui être appliquée (Question du 21 juin 1927.)

Réponse. — Réponse négative pour les motifs indiqués dans la réponse à la question n° 12875.

12878. — M. Carlier-Caffiéri, député, demande à M. le ministre des Finances si la pénalité de 25 pour 100 prévue par l'article 4 de la loi du 4 avril 1926 doit être appliquée à un contribuable qui a omis, dans sa déclaration d'impôt général, de majorer de 75 pour 100 le revenu cadastral de ses propriétés non bâties. (Question du 21 juin 1927.)

Réponse. — Réponse négative pour les motifs indiqués dans la réponse à la question n° 12875.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 17. 29 OCTOBRE 1927.

Inauguration des nouveaux bâtiments de l'Ecole supérieure d'Electricité. — Bien que deux ans à peine se soient écoulés depuis que la première pierre en ait été solennellement posée par M. Doumergue, président de la République française (1), les nouveaux bâtiments de l'Ecole supérieure d'Electricité, édifiés sur un vaste terrain situé à Malakoff, 8, avenue Pierre-Larousse, sont maintenant prêts à recevoir les élèves de la promotion 1927-1928 dont les études vont commencer dans quelques jours.

L'inauguration officielle de ces bâtiments aura lieu le jeudi 10 novembre 1927, à 10 heures précises, en présence du Président de la République française et des membres du Gouvernement, sous la présidence du ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.

La cérémonie d'inauguration sera suivie de la remise de la croix de guerre récemment accordée à l'Ecole supérieure d'Electricité. Ensuite aura lieu une visite des diverses parties de l'établissement : amphithéâtre, salles de conférences, bibliothèque, laboratoires, salles des essais de machines, salles de mesures, ateliers, etc.

Les discours prononcés au cours de ces cérémonies seront transmis dans les différentes parties de l'école par des haut-parleurs gracieusement installés par M. Gaumont; ils seront en outre diffusés dans les diverses parties du monde par radiotéléphonie. Les élèves et anciens élèves empêchés d'assister aux cérémonies pourront donc ainsi en recevoir les échos.

Ajoutons que les nouveaux bâtiments sont situés en bordure du chemin de fer de la gare Montparnasse à Versailles, à peu de distance de la porte Brancion et de la porte de Vanves.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 7 novembre 1925, t. XVIII, p. 701 et 21 novembre 1925, t. XVIII, p. 165 B-166 B.

Bibliographie : Traction électrique. Manuel sur la théorie et l'application de la traction électrique aux chemins de fer, par E.-E. SEEFEHLNER et H.-H. PETER, traduit de l'allemand par R. WEILLER (1). — La traction électrique envisagée dans toute sa généralité fait appel aux applications les plus variées de la science électrotechnique, mais ces dernières doivent alors présenter des particularités très caractéristiques requises par les conditions de fonctionnement propres aux organismes qui constituent les installations de traction.

Les auteurs du présent ouvrage se sont surtout attachés

(1) Un volume, format 28 cm × 22 cm, de 694 pages, avec 699 figures dans le texte, édité par la librairie Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères, à Paris (6e). Prix : relié, 130 fr, plus 49 pour 100 de majoration.

à l'étude de ces particularités, principalement au point de vue de la production, de la distribution et de l'utilisation de l'énergie électrique.

L'ouvrage comprend trois parties distinctes. La première partie est relative à l'étude économique et technique des usines de production et des installations de transformation, postes et sous-stations.

La seconde partie traite des canalisations considérées au point de vue de leur utilisation en traction électrique.

La troisième partie, très importante, à laquelle les auteurs ont consacré près de 500 pages, étudie très complètement le matériel roulant, les équipements de traction et l'appareillage. En particulier, les divers systèmes de récupération sont envisagés en détail. Nous devons signaler encore une statistique très complète indiquant les caractéristiques des locomotives électriques en service sur les principaux réseaux d'Europe et d'Amérique.

L'ouvrage se termine par un chapitre relatif aux questions économiques touchant l'électrification des chemins de fer.

En résumé, cet important ouvrage constitue une mise au point très complète du sujet et sera lu avec intérêt par les praticiens. Les nombreuses données numériques, les statistiques et les références bibliographiques qu'il contient rendront les plus grands services aux ingénieurs ayant à établir des projets de traction. — L. V.

Bibliographie : Les alternateurs industriels, par L. Barbillion, professeur à l'Université de Grenoble et directeur de l'Institut électrotechnique, et P. Bergeon, professeur à l'Institut électrotechnique de Grenoble [1] (Bibliothèque de l'Ingénieur électricien-mécanicien). — Cet ouvrage répond bien au but que les auteurs se sont proposé, c'est-à-dire de donner aux usagers les connaissances les plus indiquées pour la défense de leurs intérêts techniques et la réalisation de leurs projets. Il est divisé en 9 chapitres.

Le premier chapitre traite de la constitution des alternateurs et des divers moyens employés pour donner à la courbe de la force électromotrice une forme sinusoïdale. Le second chapitre est relatif au fonctionnement d'un alternateur en charge. Les auteurs y étudient les phénomènes de réaction d'induit et de chute de tension et décrivent les méthodes classiques de prédétermination des conditions de fonctionnement. Une vingtaine de pages sont ensuite consacrées à la description des anciens types d'alternateurs. Les auteurs abordent alors la construction des alternateurs modernes qui forme la matière de trois chapitres et constitue la partie la plus importante de l'ouvrage.

Le septième chapitre traite du calcul des alternateurs et le huitième chapitre indique deux exemples de calcul, l'un portant sur un alternateur de laboratoire d'une puissance de 6 kv-a, l'autre sur un alternateur de 1 600 kv-a, 4 000 v, 375 t : m.

Le neuvième et dernier chapitre est relatif au couplage en parallèle des machines synchrones.

On peut toutefois regretter que les auteurs ne se soient pas étendus davantage sur la question si importante des courts-circuits et qu'ils n'aient pas mentionné les phénomènes qui se produisent lors du fonctionnement des alternateurs branchés sur une ligne à vide de grande longueur. Néanmoins, cette remarque n'infirme en rien les mérites de cet ouvrage dont les diverses matières sont exposées clairement et nous ne doutons pas qu'il rencontre auprès des techniciens et des élèves-ingénieurs le même accueil que les ouvrages parus antérieurement dans la Bibliothèque de l'Ingénieur électricien-mécanicien. — L. V.

[1] Un volume, format 25 cm × 17 cm, de 296 pages, avec 240 figures dans le texte et 8 planches, édité par la librairie Albin Michel, 22, rue Huyghens, à Paris (6e). Prix : broché, 35 fr.

Bibliographie : Cours de physique à l'usage des élèves de mathématiques spéciales. Tome III. Magnétisme et Electricité, par J. Lemoine, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, et J. Guyot, professeur au Lycée Louis-le-Grand [1]. — Les cours de physique à l'usage des classes de mathématiques spéciales doivent se conformer à un programme strictement défini. Ils ne peuvent donc se différencier que par leur plan d'exposition et la manière dont leurs auteurs présentent les matières enseignées.

L'ouvrage de MM. Lemoine et Guyot, consacré au magnétisme et à l'électricité, est caractérisé précisément par un mode d'exposition assez original. Les auteurs s'adressant à des étudiants ayant déjà des connaissances générales sur l'ensemble des manifestations électriques, traitent en premier lieu, du magnétisme et de l'électromagnétisme ce qui permet de définir l'intensité d'un courant. La loi de Faraday conduit à la notion de la quantité d'électricité et la force électromotrice ou la différence de potentiel s'introduit alors comme second facteur de la puissance.

La notion de résistance est déduite de la loi de Joule et les lois d'Ohm et de Pouillet relient cette résistance à la différence de potentiel et à l'intensité du courant.

L'étude du courant électrique se termine par celle des phénomènes d'induction et les lois du courant appliquées aux phénomènes de charge et de décharge des condensateurs conduisent à l'électrostatique.

Chacun des chapitres de cet ouvrage se termine par une série d'énoncés de problèmes. Des applications numériques et des manipulations viennent à chaque instant illustrer les théories exposées.

Les auteurs ont consacré quelques pages aux applications du quartz piézoélectrique et à la fin de l'ouvrage, ils effleurent les théories électroniques dont les notions sont devenues à l'époque actuelle, indispensables aux étudiants.

Cet ouvrage clairement rédigé sera un aide utile aux élèves des classes de mathématiques spéciales et il sera consulté avec intérêt par les techniciens qui voudraient se remémorer rapidement les bases fondamentales de l'électricité et du magnétisme. — L. V.

Bibliographie : Les filtres électriques, théorie, construction, applications, par Pierre David, ancien élève de l'Ecole polytechnique [2]. — Dans la préface de cet ouvrage, M. le général Ferrié fait remarquer que la technique des filtres électriques constitue « une section nettement tranchée de la radioélectricité », et que son développement est dû surtout à des travaux mathématiques. Mais encore importe-t-il de déduire des résultats de ces travaux les directives à suivre dans la voie des réalisations. C'est ce que se propose de faire M. P. David dans l'ouvrage qui nous occupe. Dans la première partie, il expose la théorie des filtres électriques, sans perdre de vue le but pratique de ses développements, c'est-à-dire en ne s'arrêtant qu'aux solutions correspondant à une application. Après avoir défini le filtre électrique en général et en avoir rappelé les

[1] Un volume, format 25 cm × 17 cm, de 350 pages, avec 300 figures dans le texte, édité par la librairie Vuibert, 63, boulevard Saint-Germain, à Paris (5e). Prix : broché, 38 fr.

[2] Un volume, format 25 cm × 16 cm, de 130 pages, avec 75 figures dans le texte, édité par la librairie Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins, à Paris (6e). Prix : broché, 25 fr, plus 20 pour 100 de majoration.

propriétés, il étudie le fonctionnement de quelques dispositions définies avec précision, d'abord en négligeant la résistance des éléments constitutifs, ce qui lui permet d'aboutir à des relations essentielles entre les constantes caractéristiques du filtre. Il indique ensuite la correction à apporter aux résultats obtenus à l'aide de ces formules si l'on tient compte de la résistance et donne, en particulier, des abaques qui facilitent le calcul de cette correction.

Sa seconde partie traite des applications des principes exposés dans la première partie. On y trouvera des exemples numériques et un tableau dans lequel sont enregistrées les constantes des divers types de filtres. — A. C.

Bibliographie : Théorie du navire, tomes I et II, par Le Besnerais, ingénieur en chef du Génie maritime (1). — La théorie du navire a pour objet l'étude de la flottaison et de la stabilité des navires, du roulis et du tangage, de la résistance à la marche et de la propulsion.

Ce n'est qu'à partir des travaux de Bouguer en 1746 et d'Euler en 1849 qu'une théorie du navire se constitua et, progressivement, fit disparaître les règles empiriques dont s'étaient inspirés jusqu'alors les constructeurs de navires.

L'étude de la stabilité des navires et de la propulsion a été largement approfondie et ce sont les résultats de cette étude que M. Le Besnerais expose dans le présent ouvrage qui se divise en deux volumes.

Dans le premier volume sont rappelés brièvement les principes de l'hydrostatique, de l'hydrodynamique et de l'hydraulique. Viennent ensuite les questions relatives à la flottabilité et à la stabilité des navires, puis celles relatives à la houle et aux mouvements de roulis et de tangage des navires.

Le second volume traite de la résistance à la marche et la propulsion.

L'auteur était, par la valeur de ses travaux antérieurs, des plus qualifiés pour exposer les questions traitées qui ne sont pas seulement des plus intéressantes pour le constructeur de navire, car elles se rattachent encore aux questions d'aérodynamique dont nul n'ignore l'importance. — L. V.

Bibliographie : Le prix de revient dans l'industrie, suivi d'une étude sur les en-cours de fabrication et sur le compte mensuel d'exploitation, par H. Stuveras, ingénieur des Arts et Manufactures (2). — La perfection de la comptabilité industrielle d'une entreprise constitue pour cette dernière un facteur primordial de succès. Cette vérité n'est malheureusement pas toujours bien comprise des industriels, qui parfois négligent l'organisation de cette comptabilité, organisation que l'âpreté de la concurrence rend pourtant, chaque jour de plus en plus impérieuse.

L'auteur de l'ouvrage dont il est question ici était bien placé en raison des situations qu'il a occupées dans l'industrie, pour traiter cette question de la comptabilité industrielle et faire profiter le public de son expérience dans cette matière. Son ouvrage se divise en trois parties

La première partie traite de tous les éléments constitutifs du prix de revient. La main-d'œuvre et les frais généraux sont détachés avec exactitude et ces derniers sont divisés de telle façon que les prix de revient qui découlent des analyses comptables tendent vers une exactitude presque absolue.

(1) Deux volumes, format 17 cm × 11 cm, de 162 et 167 pages, avec 61 et 32 figures dans le texte, édités par la librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel, à Paris (6e). Prix de chaque volume : broché, 9 fr; relié, 10,25 fr.

(2) Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 215 pages, édité par L'Usine, 15, rue Bleue, à Paris (9e). Prix : broché, 24 fr.

La deuxième partie traite de la question des en-cours de fabrication dont beaucoup d'industriels ignorent en fin de mois la valeur, masquant ainsi leurs gains et leurs pertes, ce qui conduit parfois à des situations difficiles.

La troisième partie est relative à la question du compte mensuel d'exploitation, qui peut être mis sous forme simple et assez originale pour l'industriel qui n'est pas familiarisé avec les questions de comptabilité générale.

Cette manière de présenter le compte mensuel d'exploitation ne gêne en rien les méthodes de la comptabilité à parties doubles dont elle facilite plutôt la tâche.

Cet ouvrage sera lu avec intérêt par les industriels soucieux de la bonne marche de leur entreprise. — L. V.

Bibliographie : Les installations téléphoniques automatiques, par F. Lubberger, traduit de l'allemand par E. Munch, avec une préface de E. Reynaud-Bonin (1). — Cet ouvrage est la traduction de l'édition allemande Die Fernsprechanlagen mit Wähler-Betrieb (Automatische telephonie) dont la bibliographie a déjà paru dans ces colonnes (2).

Sans revenir sur les mérites de cet ouvrage pour lequel M. Reynaud-Bonin a écrit une intéressante préface, nous ajouterons qu'il convient de féliciter le traducteur, M. E. Munch, de la fidélité avec laquelle il a su rendre les nuances d'un texte portant sur un sujet aussi complexe que la téléphonie automatique. — L. V.

Bibliographie : Die stromversorgung von fernmeldeanlagen (La production du courant pour les communications à distance), par G. Harms, ingénieur (3). — C'est la technique des divers modes d'alimentation en énergie électrique des transmissions de communications télégraphiques et téléphoniques qui fait l'objet de cet ouvrage.

Après quelques mots seulement sur les piles, qui méritaient une étude plus approfondie étant donné les services qu'elles rendent, l'auteur traite longuement des accumulateurs au plomb. Sans s'étendre sur la question des phénomènes dont ils sont le siège, question encore controversée, il se place au point de vue des résultats pratiques, en décrit la constitution, fait ressortir les avantages et les inconvénients des plaques massives et de celles constituées par des grilles; des courbes de la variation de la capacité en fonction du courant débité, de la variation de la tension durant la charge et la décharge, etc., illustrent les développements sur le fonctionnement de ces appareils. Ces considérations sont suivies d'utiles indications sur les précautions à prendre dans l'installation des batteries d'accumulateurs.

Le chapitre traitant des redresseurs contient des renseignements encore peu connus sur ceux à filament incandescent, en particulier sur le redresseur Wehnelt; parmi les autres types de redresseur de ce genre, décrits dans cet ouvrage, citons le redresseur dit « simplex », celui dit « duplex », et enfin le redresseur « tungar ». L'auteur étudie également le redresseur à arc, notamment celui à vapeur de mercure. Dans ce type de redresseur rentre celui dit « argonal », nom dû à la présence d'argon dans l'ampoule où se forme l'arc à vapeur de mercure. Dans ce même

(1) Un volume, format 25 cm × 16 cm, de 311 pages, avec 160 figures en brochure annexe, édité par la librairie Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins, à Paris (6e). Prix : broché, 75 fr.

(2) *Revue générale de l'Electricité*, 23 avril 1927, t. XXI, p. 642.

(3) Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 138 pages, avec 190 figures dans le texte, édité par la librairie Julius Springer, 23-24, Linkstrasse, à Berlin W. 9 (Allemagne). Prix : broché, 10,20 marken.

chapitre sont décrits quelques modèles de redresseurs mécaniques et électrolytiques.

L'auteur donne ensuite un rapide aperçu des groupes convertisseurs de courant continu ou de courant triphasé en courant continu, et termine par la description de tableaux de charge des batteries d'accumulateurs. D'une façon générale, les modèles d'appareils auxquels s'arrête l'auteur sont essentiellement de construction allemande et de nombreux passages de l'ouvrage semblent être une reproduction de notices descriptives des constructeurs. On y trouvera donc essentiellement une intéressante mise au point des résultats obtenus en Allemagne dans ces diverses techniques, et surtout dans celles des accumulateurs, des redresseurs et des appareils accessoires. — A. C.

Bibliographie : Die wirtschaftliche Regelung von Drehstrommotoren durch Drehstrom-gleichstrom kaskaden (Le couplage en cascade de machines à courant triphasé et à courant continu, procédé de réglage de la vitesse des moteurs d'induction sans pertes exagérées d'énergie), par H. Zabransky [1]. — L'auteur se propose, dans cette notice, de montrer le parti que l'on peut tirer du couplage en cascade d'un moteur asynchrone avec un système bien défini de machines à courant continu, pour résoudre le problème du réglage de la vitesse du moteur asynchrone dans de grandes limites sans que ce réglage pour des vitesses très éloignées de celle du synchronisme donne lieu à des pertes d'énergie exagérées.

Par couplage en cascade, il faut entendre, comme on le sait, l'établissement de connexions entre le rotor du moteur asynchrone, le moteur dont on règle la vitesse, et l'organe inducteur d'une seconde machine. On peut adopter pour cette seconde machine, soit un nouveau moteur asynchrone, soit une commutatrice; cette seconde machine transforme l'énergie disponible dans le rotor du premier moteur asynchrone, et dont la valeur dépend du glissement de ce moteur, en puissance utile sous forme d'énergie mécanique ou électrique. Le cas considéré ici est celui où l'énergie disponible est transformée par une commutatrice qui fournit du courant continu ; celui-ci alimente un moteur dont la puissance utile s'ajoute à celle du moteur asynchrone, suivant le montage de Kramer ; autrement dit l'énergie perdue dans le rotor est restituée sous forme d'énergie mécanique. Un autre cas est celui où le moteur à courant continu, toujours alimenté par le courant que fournit la commutatrice, commande une génératrice asynchrone qui est reliée au réseau ; ce montage est celui de Scherbius. Tel est le principe des deux solutions examinées, l'une et l'autre en détail, par l'auteur qui étudie les diverses combinaisons auxquelles elles peuvent donner lieu.

Les descriptions des dispositions envisagées sont suivies de considérations sur le fonctionnement, qui permettent de déterminer les conditions auxquelles doivent satisfaire les différents organes du système.

Pour terminer, l'auteur a établi de nombreuses courbes de rendement correspondant aux diverses solutions proposées, pour des vitesses réglables dans des limites plus ou moins étendues ; ces courbes, qui constituent le résumé de l'étude qui nous occupe, montrent dans quelle mesure il y a intérêt à substituer au réglage de la vitesse des moteurs asynchrones par des résistances intercalées dans le rotor, le couplage en cascade, dans les différents cas qui peuvent être envisagés, notamment à puissance constante et à couple constant. Les indications de ces courbes sont complétées par des données numériques enregistrées dans des tableaux réunis à la fin du volume, et qui définissent les conditions de fonctionnement des systèmes décrits.

Cet opuscule, qui traite d'un chapitre spécial de l'électrotechnique, présente de l'intérêt par l'exposé méthodique de la question qui y est développée et, de plus, par les résultats pratiques qu'il contient. — A. C.

[1] Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 112 pages, avec 105 figures dans le texte, édité par la librairie Julius Springer, 23-24 Linkstrasse, à Berlin W. 9 (Allemagne). Prix : broché, 9 marken.

Bibliographie : Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative (Fondements de géométrie appliquée aux courants alternatifs), par Cesare Rimini [1]. — Dans cet ouvrage qui constitue un tirage à part d'une série d'articles publiés dans la revue italienne « L'Elettrotecnica » [2], l'auteur s'est proposé de mettre en lumière les nombreux liens qui unissent la géométrie à l'électrotechnique et de montrer la valeur de l'auxiliaire que cette dernière science possède en la géométrie.

L'auteur, prenant pour base de son étude la théorie des nombres complexes, indique les opérations qu'on peut leur faire subir et la traduction géométrique de ces dernières. Il expose alors deux méthodes permettant de résoudre géométriquement les problèmes d'électrotechnique des courants alternatifs : la première utilise la représentation géométrique des équations, en notation complexe, posées par les conditions du problème, tandis que la seconde méthode n'utilise que la représentation géométrique des formules de résolution des équations mêmes.

Un premier chapitre sert d'introduction géométrique et constitue un rappel des notions géométriques indispensables à la compréhension du sujet traité. Viennent ensuite des considérations sur les nombres complexes et la géométrie vectorielle. Le quatrième chapitre traite de l'homographie, appliquée aux correspondances ponctuelles ; les deux chapitres suivants sont relatifs aux équations générales de l'électromagnétisme, considérées au point de vue de leur représentation géométrique et aux diagrammes; enfin, les septième, huitième et neuvième chapitres traitent respectivement de la théorie graphique des machines électriques, de la représentation géométrique de la puissance et de la représentation graphique des rendements.

La fécondité des méthodes géométriques indiquées par l'auteur pour la résolution des problèmes de l'électrotechnique des courants alternatifs se révèle clairement à la lecture de cet ouvrage que l'on peut recommander à tous les ingénieurs électriciens. — L. V.

[1] Un volume format 23 cm × 16 cm, de 158 pages, avec 86 figures dans le texte, édité par l'Associazione elettrotecnica italiana, à Milan (Italie). Prix : broché, 12 lire.

[2] C. Rimini. *L'Elettrotecnica*, 5, 15 et 25 mai, 5, 15 et 25 juin 1926, t. XIII, p. 274-280, 297-304, 321-326, 345-353, 369-380, 393-401. Analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 4 décembre 1926, t. XX, p. 837-844.

Congrès international des Physiciens (Côme 1927) (*Suite*) (*)

Radiotéléphonie par rayons ultraviolets, par le professeur Q. Majorana (Italie). — On ne connaissait jusqu'à présent aucun moyen de transmettre la parole avec les rayons de la partie invisible du spectre.

L'auteur a eu l'idée de se servir des radiations ultraviolettes émises par une lampe à mercure et il a réussi à moduler l'intensité du courant de cette lampe en lui superposant un courant microphonique amplifié.

La réception est obtenue au moyen d'une cellule photoélectrique. Les essais de cette nouvelle méthode de télécommunication ont donné d'excellents résultats jusqu'à vingt kilomètres.

L'auteur complète sa communication en exécutant une démonstration pratique entre l'Hôtel Plinius à Côme et la villa Olmo, villa située aux alentours de la ville (distance, à vol d'oiseau, 1 100 m).

Le faisceau ultraviolet est concentré par une très large lentille de verre qui admet une énergie suffisante sur la cellule photoélectrique.

Avec l'arc, une énergie de 200 à 300 W (2 à 3 A sous 110 V) est suffisante.

Sur une question d'électricité atmosphérique, par le professeur M. Brillouin (France). — Le nombre et l'infinité des parasites qui troublent la télégraphie sans fil rendent probable l'existence dans l'atmosphère d'un très grand nombre de domaines, de plusieurs centaines de mètres d'étendue, occupés, sans condensation visible, par des excès de charge électrique d'un même signe; ces domaines, les uns positifs, les autres négatifs sont en mouvement relatif incessant, tant électrique que matériel.

Du point de vue météorologique, on doit alors se demander s'il est possible que les charges électriques et les champs atteignent des valeurs telles que les forces pondéromotrices qui en résultent jouent un rôle, régulier ou occasionnel, de quelque importance dans les mouvements généraux ou seulement régionaux de la basse ou moyenne atmosphère terrestre.

La discussion numérique conduit à une réponse négative. Ce n'est que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles et étroitement localisées, que les densités électriques en volume et les champs électromagnétiques peuvent être assez intenses, pour que les forces pondéromotrices soient comparables aux plus petites forces mécaniques agissant sur l'atmosphère (quotient ou force s de Coriolis, au moins 10^{-4} dyne : cm³).

Il est néanmoins intéressant d'étudier analytiquement les forces mécaniques en jeu. Dans la basse atmosphère, où la mobilité des ions est négligeable, tant qu'on est un peu loin du potentiel explosif entre deux masses, la distribution homogène est instable.

Deux cas particuliers sont étudiés.

Entre deux plans parallèles, la mer et la base d'un nuage, par exemple, la distribution uniforme est également instable. La moindre protubérance augmente vite; le champ se concentre sur la verticale. M. M. Brillouin pense qu'il est probable que tel est le début des trombes marines; la protubérance aqueuse se forme avec des mouvements centripètes, qui donnent naissance au buisson. Autour de la protubérance nuageuse descendante, les mouvements purement méridiens sont instables et le mouvement tourbillonnaire à axe vertical prend naissance.

Décharges électriques dans les gaz à basse pression, par le professeur Irving Langmuir (États-Unis). — La mesure de la relation entre la tension appliquée aux électrodes et le courant dans un gaz ionisé est des plus instructives en ce qui concerne le nombre des électrons et des ions libres, et les phénomènes inhérents à leurs mouvements.

Le résultat le plus intéressant jusqu'ici, c'est que les électrons se meuvent en désordre, et avec une distribution de vitesse ou d'énergie dans leur nombre, qui caractériserait un gaz chauffé à 10 000° C, ou même à 60 000° C. Chose singulière, cette température des électrons ne dépend pas de l'intensité du courant de décharge. Si l'on tente de déranger leur mouvement, il se rétablit de lui-même, bien qu'on ne puisse pas comprendre le mécanisme de ce mode de rétablissement.

Pour étudier ce phénomène, M. Langmuir a projeté dans un gaz un jet d'électrons, tous de mêmes vitesse et direction. Il trouve qu'après un court trajet à travers le gaz ionisé, certains des électrons ont une vitesse supérieure à leur vitesse initiale, tandis que pour d'autres, elle est inférieure à cette dernière. Tout se passe comme si le jet électronique se *réchauffait*. Cela n'arrive toutefois que quand la densité des électrons dans le jet est suffisante. L'explication de ces phénomènes est encore à trouver, mais nous avons là la cause certaine des mouvements désordonnés des électrons dans la décharge à travers les gaz.

Sur la rotation des électrons, par le professeur H.-A. Lorentz. — MM. S. Goudsmit et G.-E. Uhlenbeck ont supposé que les électrons contenus dans les atomes et circulant autour de leurs noyaux sont animés en même temps d'un mouvement de rotation rapide, et l'application de cette hypothèse à la théorie des raies spectrales leur a donné des résultats très remarquables. Il est donc devenu intéressant de rechercher l'influence réciproque que doivent avoir les deux mouvements, celui sur l'orbite et la rotation.

(*) *Revue générale de l'Électricité*, 8, 15 et 22 octobre 1927, t. XXII, p. 531-532, 571-572 et 613-614.

Pour résoudre ce problème on peut se servir d'une fonction de Lagrange convenablement choisie. Pour autant qu'elle dépend des actions électromagnétiques, cette fonction est connue pour un système quelconque de charges en mouvement. Elle se compose de deux parties dont, par unité de volume, l'une est déterminée au moyen du produit de la densité de la charge par le potentiel scalaire, et l'autre par les produits scalaires du courant de convection et du potentiel vectoriel; le premier produit étant affecté du signe négatif. Bien entendu, il s'agit ici des potentiels retardés.

En appliquant la formule générale à un système consistant en un noyau immobile et un seul électron, l'auteur s'est laissé guider par la théorie de la relativité restreinte et a profité des remarques que lui a faites M. A.-D. Fokker. On trouve que la rotation donne lieu à un terme accessoire dans la partie électromagnétique de la fonction de Lagrange ; à un facteur constant près, ce terme est donné par le déterminant formé avec les composantes de la vitesse de translation de l'électron, celles de sa vitesse de rotation et les composantes de la force avec laquelle le noyau agit sur l'électron. Les dernières composantes peuvent être remplacées dans le déterminant par les composantes de l'accélération ; après cela il ne contiendra que des grandeurs qui se rapportent au mouvement de l'électron.

Si, maintenant, la rotation ne se faisait sentir que dans ce seul terme, la solution du problème serait bien simple. Dans le cas général, où l'axe de rotation a une direction quelconque, le terme accessoire donne lieu, d'une part à un mouvement de précession de cet axe, et, d'autre part, à une précession analogue de l'orbite ; on peut dire que l'axe et l'orbite tournent ensemble autour de l'axe du moment résultant des quantités de mouvement.

Cependant, on ne peut pas en rester là; il existe d'autres actions dont on doit tenir compte. D'abord, il y a la partie de la fonction de Lagrange qui dépend des actions électromagnétiques entre les éléments de volume de l'électron et, en second lieu, on ne doit pas perdre de vue la partie qui provient des actions non électromagnétiques et notamment des forces qui sont en jeu à l'intérieur de l'électron.

Malheureusement, un calcul exact de ces dernières parties de la fonction de Lagrange semble exiger des hypothèses spéciales sur la structure de l'électron, et il est clair que, lorsqu'on essaie d'en émettre, on risque fort de s'égarer. D'un autre côté la seule chose qui semble possible, c'est de traiter rigoureusement, à titre d'exemple, un cas spécial nettement défini. Cela peut être utile, même si, en fin de compte, on préfère se servir de la mécanique ondulatoire, ou de la dynamique des matrices ; un calcul fait à l'aide de l'ancienne mécanique pourra alors servir d'introduction.

L'auteur a supposé l'électron formé d'une couche limitée par deux surfaces sphériques concentriques et constitué par une substance solide et élastique. Cette couche sera déformée par le mouvement et il s'agit, en premier lieu, de définir les composantes de la déformation d'un élément de volume d'une manière invariante, c'est-à-dire de telle façon que les valeurs numériques de ces composantes ne changent pas quand, par les formules bien connues de la théorie de la relativité, on passe d'un système de coordonnées à un autre. Si, ensuite, on introduit dans la fonction de Lagrange, comme terme qui représente l'énergie potentielle, la fonction des déformations utilisée dans la théorie ordinaire de l'élasticité, on a tout ce qui est nécessaire pour déterminer complètement le mouvement de l'électron. Seulement, les calculs auxquels on est conduit sont tellement complexes qu'il est impossible de les résumer dans un bref aperçu.

Sur la différence de potentiel dans les solutions diluées, par le professeur M. Planck (Allemagne). — La différence de potentiel de deux solutions du même solvant, ce qu'on nomme le « potentiel de diffusion », a un intérêt fondamental du fait que, pour le calculer, on n'a besoin que des constantes absolues des gaz et des charges électriques ainsi que des nombres exprimant la mobilité des ions.

En effet, chaque ion se déplace sous l'action de deux forces connues ; la force osmotique conditionnée par la chute de concentration et la force électrique conditionnée par la chute du potentiel. Avec ces données, on peut calculer le développement dans le temps du processus de diffusion, y compris la chute de potentiel.

On rencontre cependant une difficulté dans le cas de deux électrolytes homogènes. C'est qu'à l'intérieur de ceux-ci, la chute de concentration est nulle et qu'au point de contact, elle est infinie. Or si on substitue à la surface de discontinuité une couche de transition d'épaisseur finie, les concentrations resteront bien constantes mais la différence de potentiel des deux solutions donnera des valeurs différentes selon sa variabilité pour les différentes espèces d'ions, et pour arriver à une valeur déterminée, il faut introduire une nouvelle hypothèse spéciale.

La première hypothèse de M. Planck est que la couche de passage soit dans un état qui se distingue de tous les autres par le fait qu'il ne se modifie que lentement avec le temps. On a alors pour la différence de potentiel des deux solutions une valeur déterminée, qui peut se déduire de l'équation transcendante.

Henderson admet que les solutions se mélangent comme un tout, c'est-à-dire qu'à chaque point de la couche de passage, la solution se compose additivement d'une certaine fraction de la première solution et de la fraction complémentaire de l'autre. On fait ainsi dépendre les conditions de la solution à l'intérieur de la couche, d'un seul paramètre, ce qui simplifie le calcul en permettant l'intégration directe. — A. T.

(A suivre.)

Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927) *(Suite)* (*)

III. Télégraphie sans fil *(suite et fin).*

Mesure absolue des fréquences employées dans la radiotechnique, par le professeur G.-C. VALLAURI (Italie). — Dans le but de déterminer exactement les longueurs d'ondes électriques et, en particulier, d'étalonner avec rigueur les résonateurs piézoélectriques, on a étudié et mis au point dans les laboratoires de radiotechnique, des méthodes pour la mesure absolue des hautes fréquences.

Le Bureau of Standards a pris l'initiative d'une comparaison internationale entre les résultats obtenus jusqu'à ce jour et cette comparaison a été faite au moyen de piézooscillateurs, étalonnés successivement, en Europe, à Londres, à Paris, à Livourne et à Berlin.

Les méthodes suivies, jusqu'à présent, pour ces mesures, sont exclusivement basées sur le principe de la multiplication harmonique, c'est-à-dire sur la comparaison entre la fréquence inconnue et un ou plusieurs harmoniques d'une fréquence relativement basse, mesurée à son tour par un des procédés déjà connus. Ces méthodes de comparaison et, éventuellement, d'interpolation, ne sont pas susceptibles de donner des approximations plus élevées que celle d'environ 10^{-4} et cela au prix de soins et de difficultés considérables.

A l'Institut radiotechnique de la Marine royale italienne à Livourne, M. J. Vecchiacchi a tout récemment mis en œuvre une nouvelle méthode, qui permet d'atteindre aisément une approximation de 10^{-6} dans la mesure des hautes fréquences. Elle est basée sur un procédé de démultiplication, permettant de partir de la fréquence radiotélégraphique et d'obtenir, à travers trois ou quatre étages, une fréquence de l'ordre de 50 à 150 p : s, avec laquelle on met en marche un moteur synchrone dont on mesure la vitesse. La méthode de démultiplication peut avoir aussi d'autres applications intéressantes soit dans la radioélectricité soit dans d'autres branches de la technique. Elle permet, par exemple, de disposer d'un mouvement de rotation, commandé par un piézooscillateur et ayant par suite une rigoureuse uniformité.

IV. Lignes artificielles et filtres.

Ce sont ensuite les questions des lignes artificielles et des filtres qui amenèrent les communications de M. Papin et de M. Wagner.

Nouveau type de ligne artificielle pour duplex pour câbles sous-marins, par le professeur M.-J. PUPIN (Etats-Unis). — L'étude d'un nouveau type de ligne artificielle pour duplex pour câbles sous-marins comprend trois parties : la théorie mathématique, la description des appareils et la description des expériences exécutées pour vérifier la théorie.

Dans la partie mathématique, on démontre qu'il est possible de construire une ligne artificielle qui aura, pour une large bande de fréquences, la même impédance, aux extrémités, que le câble qui doit être équilibré par la ligne artificielle. La théorie montre que dans chaque section de la ligne artificielle, représentant une portion convenable du câble (par exemple dix à quinze milles marins), on doit introduire une inductance et une résistance variables avec la fréquence comme l'inductance et la résistance de la longueur correspondante du câble. On montre qu'un tel système n'est pas seulement possible mais qu'il est facilement réalisable.

La loi de variation de l'inductance et de la résistance des longueurs correspondantes de câble est déduite de la valeur de l'impédance à l'extrémité du câble. On montre mathématiquement et expérimentalement qu'on peut construire une inductance et une résistance variables suivent cette loi, pour une large bande de fréquences. Lorsque ce dispositif est introduit dans les sections d'une ligne artificielle ordinaire, on obtient une ligne artificielle ayant la même impédance à l'extrémité pour une large bande de fréquences: elle équilibrera pourtant le câble dans cet intervalle de fréquences. La fréquence principale, déduite de la vitesse des signaux, devient la fréquence centrale de l'intervalle. Les expériences exécutées avec cette ligne artificielle montrent qu'une pareille construction donne des résultats concordant avec la théorie mathématique et rend possible une vitesse de signaux beaucoup plus grande que celle qu'on peut obtenir en employant les lignes artificielles ordinaires.

Conducteurs en chaîne et filtres électriques, par le professeur Karl-Willy WAGNER (Allemagne). — L'auteur appelle conducteur en chaîne ou conducteur itératif une série de circuits électriques de type identique, dont chacun est couplé de la même manière au circuit suivant et au circuit précédent. Chaque conducteur en chaîne peut être représenté par une suite de quadripôles reliés en série. Voici des exemples de conducteurs en chaîne: la chaîne d'isolateurs, la ligne artificielle, la ligne pupinisée, la décade de résistances assemblées dans une boîte de résistance, et encore tout enroulement homogène, tenant compte des capacités entre les éléments et de la capacité entre chaque élément et la terre.

Les méthodes anciennes de calcul de la distribution du courant et de la tension sur une ligne artificielle sont assez compliquées et laborieuses. La théorie des

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 8, 15 et 22 octobre 1927, t. XXII, p. 533-536, 573-574 et 615-616.

conducteurs en chaîne donnée par l'auteur permet d'effectuer ces mêmes calculs d'une façon très simple. Cette théorie se présente comme une généralisation de la théorie des lignes homogènes ; elle fait usage des notions bien connues de résistance caractéristique, des constantes de propagation, d'atténuation et de phase, de même que la notion de réflexion aux extrémités du conducteur en chaîne.

Mais la théorie des conducteurs en chaîne a non seulement apporté une simplification aux calculs des groupements de circuits connus, mais aussi elle s'est révélée un guide fidèle dans la recherche des systèmes nouveaux. Un de ses plus grands succès consiste en ce qu'elle a conduit à la construction des filtres électriques, circuits qui permettent la séparation des courants de fréquences différentes.

On peut distinguer les filtres électriques d'après leurs zones de filtrage :

1° Le filtre passe-bas, qui fait passer toutes les fréquences entre zéro et une fréquence finie Ω ;

2° Le filtre passe-haut, dont la zone de filtrage s'étend d'une fréquence finie Ω à l'infini ;

3° Le filtre passe-bande ou la chaîne sélective qui fait passer une suite continue de fréquences comprises entre deux limites finies Ω_1 et Ω_2 ;

4° Les filtres à plusieurs bandes passantes.

Une méthode générale, que l'auteur a déduite de la théorie des conducteurs en chaîne, permet de déterminer d'une manière très simple les zones de filtrage d'un filtre électrique quelconque.

Le plus simple des filtres passe-bas est le conducteur à bobines. La ligne pupinisée se présente approximativement sous la forme de conducteur à bobines ; en effet, les propriétés caractéristiques des lignes pupinisées résultent immédiatement de la théorie des conducteurs en chaîne.

Le représentant typique des filtres passe-haut, le conducteur à condensateurs, est le circuit inverse du conducteur à bobines en tant que les propriétés électriques de l'un, pour une fréquence ω_1, correspondent à celles de l'autre pour la fréquence ω_2, si la condition

$$\frac{\omega_1}{\Omega_1} = \frac{\Omega_2}{\omega_2}$$

est réalisée, Ω_1 et Ω_2 étant les fréquences limites de l'un et de l'autre.

Les applications pratiques des filtres électriques sont innombrables. L'auteur en décrit quelques-unes des plus importantes. Par exemple, le filtre passe-bas peut servir pour supprimer les harmoniques d'une source à courant alternatif, tandis que le filtre passe-haut les fait, au contraire, apparaître en supprimant la fréquence fondamentale.

Dans la télégraphie, on a pu éliminer du réseau, par un filtre passe-bas, les courants parasites du courant principal. De plus, on fait usage du même type de filtre pour arrondir les signaux transmis sur la ligne dans le but de rendre plus facile la balance duplex. Cette opération se justifie par le fait que les composantes à hautes fréquences que le filtre supprime, sont fortement atténuées dans les longs câbles télégraphiques et, par conséquent, le filtre n'a aucune influence sur la forme des signaux sortant du câble. Ceux-ci se présentent aplatis, ce qui est dû à la prépondérance des fréquences basses, et peuvent être corrigés par un filtre passe-haut convenablement ajusté.

Un filtre passe-bas en parallèle avec un filtre passe-haut de même fréquence limite, fonctionne, comme garde-voie électrique. On l'emploie pour séparer les signaux Morse des courants téléphoniques, ainsi que pour séparer les courants alternatifs de basse fréquence de ceux de fréquences supérieures.

Les chaînes sélectives sont indispensables dans la télégraphie et téléphonie multiple à courants porteurs.

On a une application très intéressante des filtres électriques dans l'analyse des phénomènes complexes, par exemple dans l'analyse de la voix humaine, des sons musicaux, etc. A l'aide des filtres, l'auteur a réussi à démontrer nettement l'influence de la suppression des fréquences basses ou hautes sur la perception des sons.

Les filtres électriques sont des systèmes capables d'oscillations naturelles et il faut en tenir compte dans les applications pratiques. L'auteur indique comme règle générale que les fréquences de toutes les oscillations naturelles d'un filtre quelconque sont comprises dans la zone de filtrage. D'après M. Küpfmüller, la durée du régime transitoire d'un signal à courant alternatif, passant par une chaîne sélective, se trouve en proportion inverse à l'étendue de la zone de filtrage. Cette règle importante permet de construire le filtre passe-bande pour une distorsion donnée des signaux.

Dans les lignes pupinisées, la distorsion produite par les oscillations naturelles augmente d'autant plus que la fréquence du courant passant par la ligne s'approche de la fréquence limite. C'est pour cela que l'on peut réduire l'influence des courants transitoires par une légère pupinisation. Pour une pupinisation donnée, la distorsion peut être réduite par l'emploi des chaînes électriques à correction de phase construites par la firme Siemens und Halske. L'action de ces chaînes repose sur une relation intime entre la durée du régime transitoire dans un système électrique et la variation de la constante de phase avec la fréquence.

Les progrès rapides de la technique moderne s'effectuent souvent de telle manière que les applications pratiques précèdent leur explication complète par la théorie. Le développement des filtres électriques, cependant, présente le cas inverse où la théorie a pu faire à la pratique un présent entièrement mis au point pour l'application. Aujourd'hui, les filtres électriques comptent, ainsi que le pont de Wheatstone et d'autres circuits élémentaires, parmi les ressources fondamentales mises à la disposition de l'électrotechnicien. — A. T.

(A suivre.)

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Etude sur les efforts électrodynamiques qui peuvent provoquer l'ouverture d'un sectionneur

L'auteur se propose de mettre en évidence, dans l'article qui suit, l'importance des efforts auxquels peuvent être soumis les sectionneurs par suite des actions électrodynamiques des courants de court-circuit. A cet effet, après avoir rappelé les expressions de ces actions électrodynamiques pour deux conducteurs rectilignes parallèles et pour deux conducteurs rectangulaires, il montre comment varient ces efforts, qui sont proportionnels au carré des intensités des courants, dans le cas où le courant de court-circuit est symétrique et dans celui où il est asymétrique. Il établit ensuite l'équation du mouvement des mâchoires du sectionneur et termine en développant une application numérique des calculs exposés dans le cours de l'article.

Nous avons constaté que dans certains cas de courts-circuits importants dans les usines génératrices, des sectionneurs s'ouvrent en amorçant de nouveaux courts-circuits, généralement graves, qui détruisent les cellules, produisant des arrêts d'exploitation plus ou moins longs. Ce phénomène, que nous nous proposons d'étudier en détail, est dû aux actions électrodynamiques qui s'exercent entre les barres d'arrivée de courant, les mâchoires et les couteaux des sectionneurs. Ces efforts sont nuls, lorsque les pièces sont dans le même prolongement.

Il nous a paru intéressant de développer un peu longuement cette étude, en traitant d'une façon générale des efforts auxquels donnent lieu les courts-circuits, dans les usines génératrices. Les forces qui entrent en jeu sont considérables, mais de courte durée, et ce n'est que par un calcul complet concernant un cas intéressant qu'il nous a semblé possible d'en déterminer l'importance. Les calculs développés ici permettront d'examiner d'autres cas particuliers, tels que les efforts entre barres et connexions, ceux qui s'exercent sur les parties mobiles des disjoncteurs, etc. Nous allons tout d'abord établir les expressions générales de ces efforts et les équations du mouvement d'un sectionneur, et nous les appliquerons ensuite à un exemple déterminé.

I. Action électrodynamique des courants.

— Le sectionneur et son circuit équivalent sont représentés sur la figure 1.

Nous appliquerons la formule d'Ampère

$$f = 2\frac{II'}{r^2}\left(\cos\varepsilon - \frac{3}{2}\cos\theta\cos\theta'\right)dx\,dy,$$

dans laquelle I et I' sont les courants en unités électromagnétiques C.G.S. ; ε, l'angle des deux éléments de conducteurs dx, dy ; θ et θ', les angles des éléments avec la droite qui joint leurs milieux et dont la longueur est r. La force, qui est exprimée en dynes, est attractive lorsque le signe est positif. Les actions des courants 3, 4 et 5 provoquent l'ouverture du sectionneur ; celle du courant 1, sa fermeture.

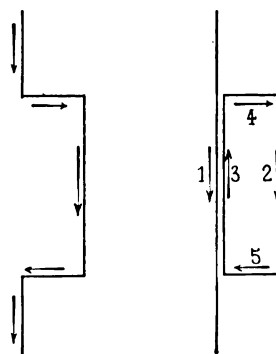


Fig. 1. — Schéma du sectionneur et de son circuit équivalent.

1. Éléments parallèles. — La composante perpendiculaire aux deux conducteurs a pour valeur élémentaire (fig. 2)

$$f_2 = f_1 \sin\theta = \frac{2I^2}{r^2}\left(1 - \frac{3}{2}\cos^2\theta\right)\sin\theta\,dx\,dy.$$

Cette expression intégrée entre les limites x_1, x_2 et y_1, y_2, donne pour l'action totale la valeur suivante :

$$F = \frac{I^2}{b}\left[-\frac{(y_2-x_2)^2}{\sqrt{b^2+(y_2-x_2)^2}} + \frac{(y_2-x_1)^2}{\sqrt{b^2+(y_2-x_1)^2}} + \frac{(y_1-x_2)^2}{\sqrt{b^2+(y_1-x_2)^2}} - \frac{(y_1-x_1)^2}{\sqrt{b^2+(y_1-x_1)^2}}\right]. \quad (1)$$

Dans le cas de symétrie on a

$$x_2 = -x_1 = -c \quad \text{et} \quad y_2 = -y_1 = -a;$$

la formule précédente se réduit alors à

$$F_1 = \frac{2I^2}{b}\left[\frac{(a+c)^2}{\sqrt{b^2+(a+c)^2}} - \frac{(a-c)^2}{\sqrt{b^2+(a-c)^2}}\right]. \qquad (2)$$

Dans le cas où a tend vers l'infini, cette formule devient

$$F_2 = \frac{4I^2c}{b}; \qquad (3)$$

c'est la formule connue (¹).

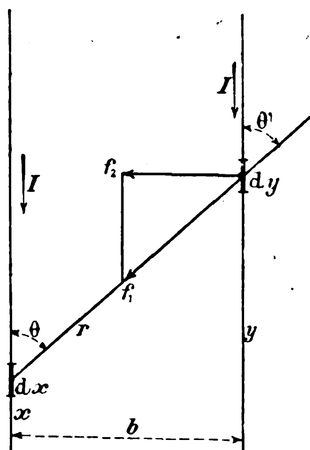


Fig. 2. — Schéma montrant deux éléments de conducteurs parallèles et diagramme des forces électrodynamiques dues aux courants qui les traversent.

Dans le cas où $a=c$, l'expression (2) devient

$$F_3 = \frac{8I^2a^2}{b\sqrt{b^2+4a^2}}. \qquad (4)$$

2. Éléments perpendiculaires. — La composante perpendiculaire à l'élément dy a pour valeur élémentaire (fig. 3)

$$f_2 = f_1 \cos\theta = \frac{3}{2}\,\frac{I^2}{r^2}\cos^2\theta \sin\theta \, dx\, dy.$$

On trouve que cette expression intégrée entre les limites x_1, x_2 et y_1, y_2, donne pour l'action totale la valeur suivante

$$F = -I^2\left[\log_e\left\{\frac{\left(-x_2+\sqrt{x_2^2+y_2^2}\right)\left(-x_1+\sqrt{x_1^2+y_1^2}\right)}{\left(-x_1+\sqrt{x_1^2+y_2^2}\right)\left(-x_2+\sqrt{x_2^2+y_1^2}\right)}\right\} + \frac{x_2}{\sqrt{x_2^2+y_2^2}} - \frac{x_1}{\sqrt{x_1^2+y_2^2}} - \frac{x_2}{\sqrt{x_2^2+y_1^2}} + \frac{x_1}{\sqrt{x_1^2+y_1^2}}\right]. \qquad (5)$$

(¹) Mascart et Joubert. *Leçons sur l'électricité et le magnétisme* (Édition 1886), p. 529.

Dans le cas où $x_1 = 0$, $x_2 = \infty$ et on a

$$F_4 = -I^2 \log_e \frac{y_1}{y_2} \qquad (6)$$

c'est la formule connue (¹).

Ces formules sont à multiplier par $\frac{10^{-8}}{0{,}981}$, lorsque I est exprimé en ampères, pour que F soit exprimé en kilogrammes.

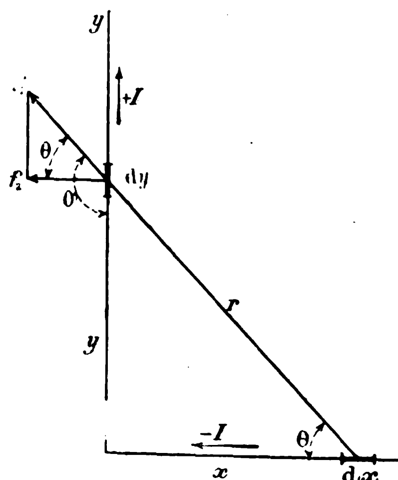


Fig. 3. — Schéma montrant deux éléments de conducteurs rectangulaires et diagramme des forces électrodynamiques du système.

II. **Courants de court-circuit.** — Lorsque l'on met brusquement en court-circuit un alternateur, il se développe au début, dans l'induit, des courants extrêmement intenses, beaucoup plus importants que ceux qui ont lieu en régime de court-circuit permanent. Ce problème très complexe a été étudié particulièrement par MM. Bunet et Boucherot (²). Nous en résumerons les résultats, du moins en ce qui concerne les courants d'induit qui nous intéressent seuls.

Nous rappellerons tout d'abord avec M. Bunet la valeur du courant transitoire qui s'établit, lorsque l'on ferme un circuit, ayant une self-inductance L et une résistance r, sur une différence de potentiel alternative de la forme $E \sin(\omega t - \chi)$; le courant ne prend pas immédiatement sa valeur définitive, il varie suivant la loi exprimée par la formule suivante :

$$i = \frac{E}{\sqrt{r^2+L^2\omega^2}}\left[\sin(\omega t - \chi - \varphi) - \sin(\chi - \varphi)\, e^{-\frac{r}{L}t}\right];$$

(¹) Mascart et Joubert. *Leçons sur l'électricité et le magnétisme* (Édition 1886), p. 535.

(²) P. Bunet; Sur les surintensités à la fermeture des circuits. *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, mai 1911, t. 1 (3ᵉ série), p. 253-281.

Boucherot; A propos des courts-circuits d'alternateurs. *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, juin 1911, t. 1 (3ᵉ série), p. 285-291.

le second terme de la parenthèse est le terme transitoire qui s'annule au bout d'un certain temps.

Si l'on ferme le circuit lorsque le courant permanent est nul, $\chi - \varphi = 0$ et le terme transitoire est nul ; la courbe est alors symétrique, par rapport à l'axe des temps. Si l'on ferme le circuit lorsque le courant permanent est maximum, $\chi - \varphi = \frac{\pi}{2}$, le terme transitoire est maximum, le courant est dyssymétrique ; à l'origine, sa valeur est double de la précédente. Si enfin l'on ferme le circuit lorsque le courant a une valeur intermédiaire, le terme transitoire est plus faible. Graphiquement, la valeur du courant est obtenue en prenant pour ligne des abscisses, sur la courbe du courant permanent, la courbe exponentielle $A e^{-\frac{t}{T}}$, dans laquelle A représente la valeur du courant permanent au moment de la fermeture du circuit.

Au début du court-circuit, le flux dans l'inducteur est très élevé, car il correspond à la force électromotrice normale. Après un temps relativement long, à cause des circuits fermés sur l'inducteur, le flux prend une faible valeur, qui correspond aux fuites de l'inducteur et de l'induit. Cette variation de flux développe dans le circuit inducteur une quantité d'électricité induite, qui donne naissance à un courant continu, d'allure exponentielle, d'autant plus important au début que la constante de temps de ce circuit est faible. Il en résulte, dans l'induit, des courants alternatifs très importants au début, car les ampères-tours induits et inducteurs sont proportionnels. Le facteur de surintensité, par rapport au courant de court-circuit permanent est

$$\frac{I'_{cm}}{I_m} = \frac{L'}{\lambda},$$

L' étant le coefficient de self-induction total de l'induit, λ celui de self-induction de fuites de l'induit et de

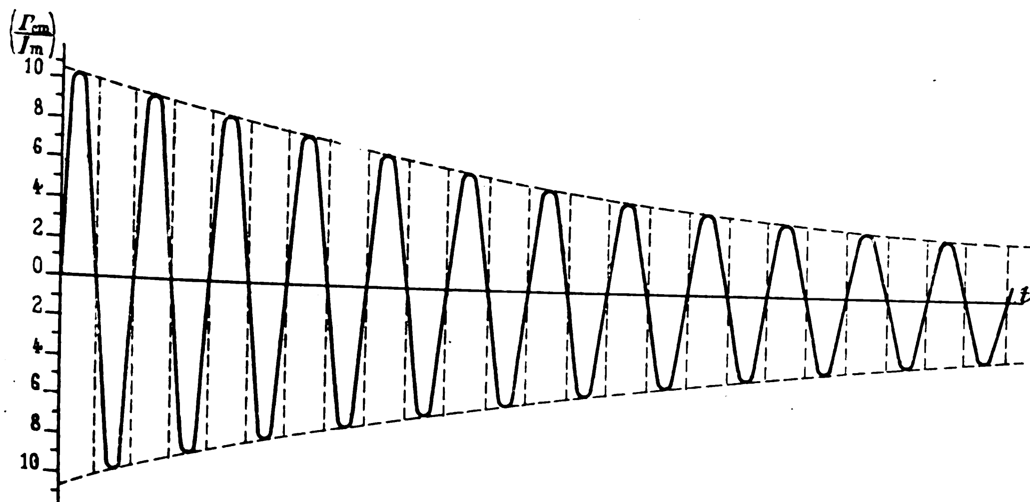


Fig. 4. — Courbes de courant de court-circuit, dans le cas d'un courant symétrique.

l'inducteur ramené à l'induit ; ce rapport est élevé, L' étant important et λ faible, dans les machines à grande vitesse.

Le court-circuit d'alternateur est donc un phénomène transitoire qui donne des courants différents suivant l'instant où se produit le court-circuit. La résistance du circuit n'étant pas nulle, on obtiendra pour ce courant des courbes ayant l'allure de celles des figures 4 ou 5, suivant que le court-circuit a lieu au moment où la tension est voisine du maximum ou à celui où elle est voisine de zéro.

Un court-circuit d'alternateur triphasé donnera trois courbes différentes, suivant l'instant de fermeture des trois phases. Dans la plupart des cas, on aura : une courbe du type de celle de la figure 5 et deux courbes moins importantes, intermédiaires entre celles des figures 4 et 5.

Les courbes que nous nous sommes données se rapportent à un alternateur triphasé ; la valeur maximum du courant de court-circuit I_{cm} de la première est

$$I'_{cm} = \frac{U\sqrt{2}}{\lambda\omega\sqrt{3}};$$

$\lambda\omega$, pour les alternateurs à grande vitesse, produit en marche normale une chute de tension inductive de l'ordre de 5 pour 100 de la tension U, d'où

$$\lambda\omega I = \frac{5\,U}{100\sqrt{3}} \quad \text{et} \quad I'_{cm} = 20\, I\sqrt{2} = 20\, I_m;$$

I_m étant la valeur maximum du courant normal ; c'est le cas de symétrie. Dans le cas d'asymétrie, la valeur maximum du courant de court-circuit a pour valeur

$$I''_{cm} = 2\, I'_{cm} = 40\, I_m.$$

Nous avons admis, en outre, que le courant était stabilisé au bout de 30 demi-périodes, soit 0,3 s pour une fréquence de 50 p : s.

Les courants de court-circuit sont réduits par l'emploi de bobines de réactance sans fer, ou en munissant les alternateurs d'encoches de fuites. Si l'on admet que ces bobines donnent une chute de tension inductive supplémentaire de 5 pour 100 de la tension normale, les valeurs ci-dessus deviendront

$$I'_{\text{cm}} = 10\, I_{\text{m}} \quad \text{et} \quad I''_{\text{cm}} = 20\, I_{\text{m}}.$$

Les canalisations peuvent donner aussi une réduction du courant de court-circuit. Soit, par exemple, un alternateur triphasé de 12 500 kV-A, 5 250 V, 50 p : s, $I =$ 1 375 A, relié à une canalisation aérienne de longueur égale à 300 m, le diamètre des conducteurs étant de 3 cm, et leur distance, de 25 cm, la réactance de cette ligne étant donc de 0,057 ohm, la chute de tension qui en résulte est

$$\lambda \omega I \sqrt{3} = 1\,375 \times 0{,}057 \times \sqrt{3} = 135{,}5 \text{ V},$$

soit 2,57 pour 100.

Si l'on admet pour l'alternateur et la bobine de réactance une chute de tension de 5 pour 100, la chute de tension inductive totale est donc de

$$5 + 5 + 2{,}57 = 12{,}57 \text{ pour } 100$$

et les courants de court-circuit ont pour valeur

$$I'_{\text{cm}} = \frac{100}{12{,}57} I_{\text{m}} = 8 I_{\text{m}}; \quad I'_{\text{cm}} = 2 I_{\text{m}} = 16\, I_{\text{m}}.$$

Nous avons supposé que le court-circuit était triphasé; dans un récent article, M. J. Fallou [1] calcule que quand le court-circuit a lieu entre deux phases seulement, la valeur du courant de court-circuit est de $\sqrt{\frac{3}{2}} = 0{,}86$ fois le courant de court-circuit triphasé. Lorsque le court-circuit a lieu entre une phase et le neutre, le courant de court-circuit sera environ de $\frac{3}{2}$ ou 1,5 fois le courant de court-circuit triphasé.

On voit par ces divers chiffres que l'instant, l'éloignement et la façon de produire un court-circuit d'alternateur interviennent pour modifier profondément la valeur du courant.

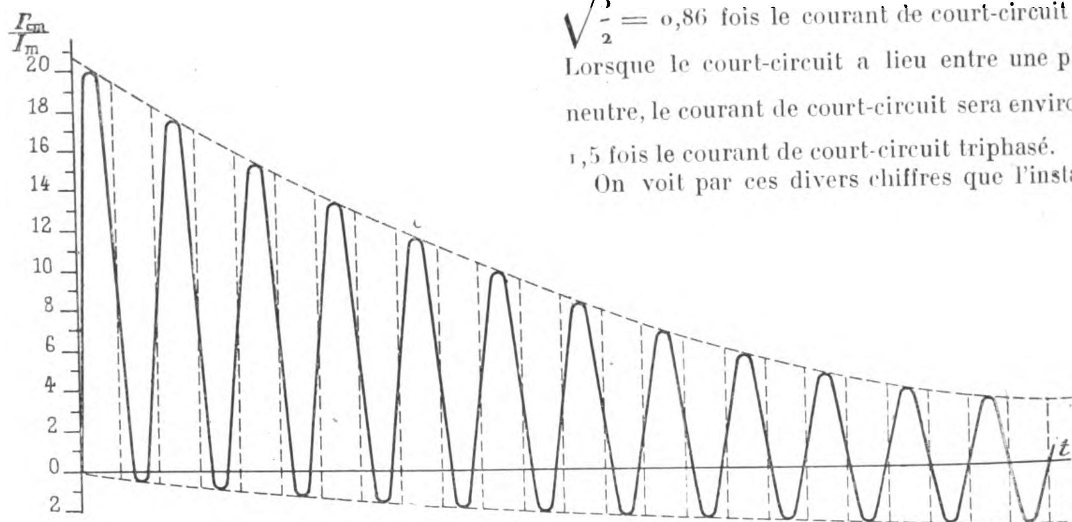


Fig. 5. — Courbe de courant de court-circuit, dans le cas d'un courant asymétrique.

III. **Courbes des efforts et déplacement du sectionneur.** — Nous avons vu que les efforts étaient proportionnels au carré des courants. Des courbes $\frac{I'_{\text{cm}}}{I_{\text{m}}}$, nous avons déduit les courbes $\left(\frac{I'_{\text{cm}}}{I_{\text{m}}}\right)^2$, qui représentent la variation des efforts mécaniques (fig. 6 et 7).

Ces courbes sinusoïdales peuvent être remplacées par les exponentielles I et II, lieu des moyennes des sinusoïdes et dont l'équation est

$$f = f_0 e^{-\alpha t}. \qquad (6 \text{ bis})$$

On détermine α en posant pour

$$t = \frac{10}{100}, f = f_1 = f_0 e^{-\alpha \frac{10}{100}}$$

et pour $t = 0$

$$f = f_0,$$

d'où

$$\frac{f_0}{f_1} = e^{\alpha \frac{10}{100}},$$

d'où l'on tire

$$\alpha = \frac{10}{0{,}434} \log_{10} \frac{f_0}{f_1}$$

et enfin d'après (6 bis)

$$f = f_0 e^{-23{,}05\, t \log_{10} \frac{f_0}{f_1}}.$$

Nous admettrons que, dans le cas de symétrie des

[1] J. Fallou. *Bulletin de la Société française des Électriciens*, septembre 1926, t. VI (4e série), p. 969-1002.

courants de court-circuit, on a

$$f_0 = \frac{106}{2} \quad \text{et} \quad f_1 = \frac{34,5}{2},$$

d'où

$$f = 53\, e^{-11,16t}. \qquad (7)$$

Dans le cas d'asymétrie (fig. 7) on a

$$f_0 = \frac{425}{2} \quad \text{et} \quad f_1 = \frac{110}{2},$$

d'où

$$f = 212,5\, e^{-13,52t}. \qquad (8)$$

Ces efforts agissent sur le sectionneur et lui donnent une accélération angulaire définie par

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = \frac{\Sigma M}{K},$$

dans laquelle la somme des moments est de la forme

$$\Sigma M = (f_1 - f_2)\, R;$$

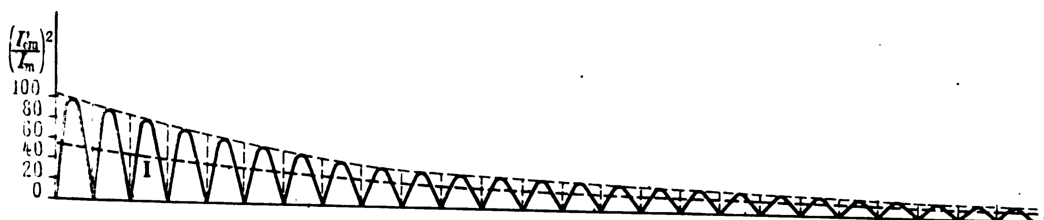


Fig. 6. — Courbe des variations de l'effort dû au courant de court-circuit dans le cas d'un courant symétrique.

nous avons vu que

$$f_1 = f_0 e^{-\alpha t},$$

f_2 est la résistance de frottement du sectionneur et R la distance d'axe en axe des mâchoires. Nous admettrons que cette force est constante, tant que le sectionneur restera en contact avec la mâchoire supérieure, dans laquelle le déplacement linéaire est

$$x = \theta R;$$

le moment d'inertie du couteau du sectionneur est approximativement

$$K = \delta \int_0^R r^2 s\, dr = \frac{\delta R^3 s}{3};$$

δ étant la densité du métal, s la section.

On a donc

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{dv}{dt} = \frac{3}{\delta R s}(f_0 e^{-\alpha t} - f_2),$$

d'où, en intégrant,

$$x = \frac{3}{\delta R s}\left[\frac{f_0}{\alpha} t - \frac{f_0}{\alpha^2}(1 - e^{-\alpha t}) - f_2 \frac{t^2}{2}\right]$$
$$= \frac{3}{\delta R s}\left[\frac{f_0}{\alpha^2}(\alpha t - 1 + e^{-\alpha t}) - f_2 \frac{t^2}{2}\right]. \qquad (9)$$

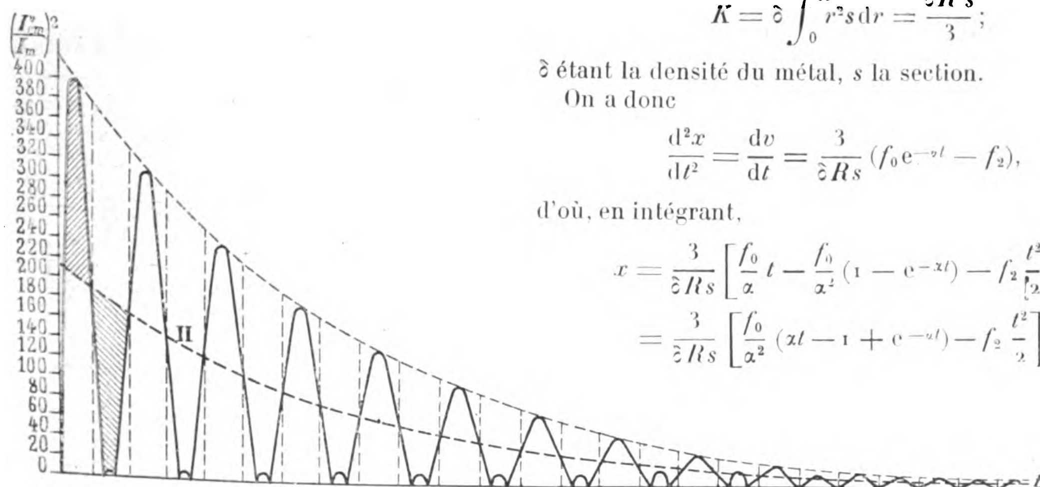


Fig. 7. — Même courbe que la figure 6, s'appliquant au cas d'un courant asymétrique.

Dès que la vitesse s'annule ou que le sectionneur lâche la mâchoire supérieure, la force f_2 s'annule.

Les valeurs croissantes de x sont donc seules à considérer.

IV. Application numérique. — Nous allons appliquer ces formules au cas particulier d'une usine génératrice de 30000 kw, protégée par des bobines de réactance et produisant du courant triphasé à 5250 v, 50 p : s, le facteur de puissance du réseau étant 0,8. Le courant normal est de 4100 A; celui de court-circuit symétrique a pour valeur maximum

$$I'_{cm} = 4\,100 \times \sqrt{2} \times 10 = 58\,000 \text{ A},$$

et le courant de court-circuit asymétrique

$$I''_{cm} = 2 I'_{cm} = 116\,000 \text{ A}.$$

Nous prendrons le cas du sectionneur représenté sur la

figure 8, dont la section est de 6 cm × 0,5 cm = 3 cm² et la longueur utile, de 24 cm. Nous avons constaté expérimentalement qu'un effort de 6 kg était néces-

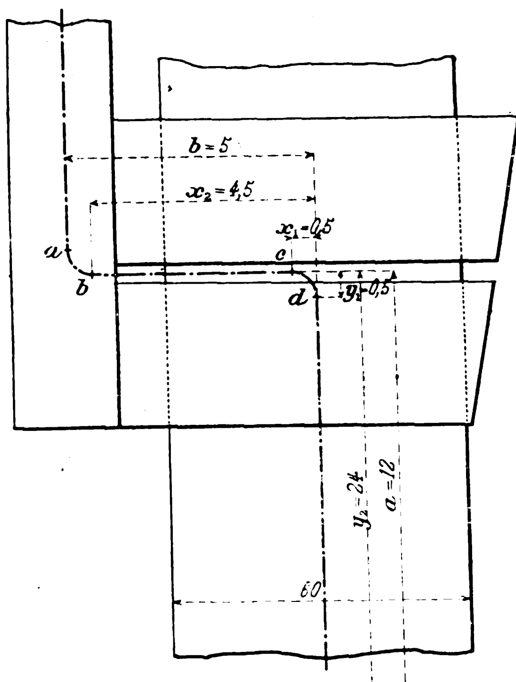


Fig. 8. — Schéma de la mâchoire supérieure et du couteau du sectionneur : les cotes s'entendent en centimètres.

saire pour vaincre la résistance de frottement des mâchoires. Nous admettrons que les connexions d'arrivée de courant sont disposées comme le montre la figure 9.

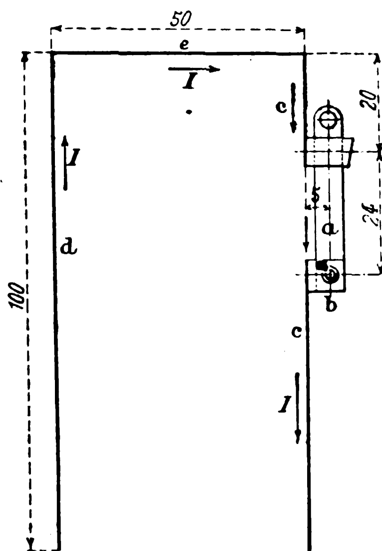


Fig. 9. — Schéma d'un sectionneur et des connexions voisines : les cotes s'entendent en centimètres.

1. Effort des connexions verticales c sur le sectionneur a. — Dans la formule (3) on pose $c = 12$ cm, $b = 5$ cm, et l'on a

$$F_1 = + \frac{10^{-8}}{0{,}981} \times 4 \times (58\,000)^2 \times \frac{12}{5} = + 329 \text{ kg};$$

suivant la formule (4) on a

$$F_3 = - \frac{10^{-8}}{0{,}981} \times \frac{8}{5} \times \frac{(58\,000)^2 \times 12^2}{\sqrt{5^2 + 4 + 12^2}} = - 322{,}2 \text{ kg}.$$

et

$$F_1 + F_3 = 6{,}8 \text{ kg}.$$

2. Effort des deux mâchoires b sur le sectionneur a. — Dans la formule (5), on pose $x_1 = 0{,}5$ cm, $x_2 = 4{,}5$ cm, $y_1 = 0{,}5$ cm, $y_2 = 24$ cm, et l'on a

$$F = - 2 \times \frac{10^{-8}}{0{,}981} \times (58\,000)^2$$

$$\times \left[2{,}3026 \log_{10} \left\{ \frac{\left(-4{,}5 + \sqrt{4{,}5^2 + 24^2}\right)\left(-0{,}5 + \sqrt{0{,}5^2 + 0{,}5^2}\right)}{\left(-0{,}5 + \sqrt{0{,}5^2 + 24^2}\right)\left(-4{,}5 + \sqrt{4{,}5^2 + 0{,}5^2}\right)} \right\} \right.$$

$$+ \frac{4{,}5}{\sqrt{4{,}5^2 + 24^2}} - \frac{0{,}5}{\sqrt{0{,}5^2 + 24^2}} - \frac{4{,}5}{\sqrt{4{,}5^2 + 1{,}5^2}}$$

$$\left. + \frac{0{,}5}{\sqrt{0{,}5^2 + 0{,}5^2}} \right] = - 117{,}8 \text{ kg}.$$

3. Effort de la barre arrière verticale d sur le sectionneur a. — Dans la formule (1), on pose $I = -I$, $x_1 = 12$ cm, $x_2 = -12$ cm, $y_1 = 32$ cm, $y_2 = -68$ cm et l'on a

$$F = - \frac{10^{-8}}{0{,}981} \times \frac{(58\,000)^2}{50} \times \left[- \frac{(12 - 68)^2}{\sqrt{(12 - 68)^2 + 50^2}} \right.$$

$$+ \frac{(12 + 68)^2}{\sqrt{(12 + 68)^2 + 50^2}} + \frac{(12 + 32)^2}{\sqrt{(12 + 32)^2 + 50^2}}$$

$$\left. - \frac{(32 - 12)^2}{\sqrt{(32 - 12)^2 + 50^2}} \right] = - 32{,}78 \text{ kg}.$$

4. Effort de la barre horizontale e sur le sectionneur a. — Dans la formule (5), on pose $x_1 = 5$ cm, $x_2 = 50$ cm, $y_1 = 20$ cm, $y_2 = 24$ cm, et l'on a

$$F = - \frac{10^{-8}}{0{,}981} \times (58\,000)^2$$

$$\times \left[2{,}3026 \log_{10} \left\{ \frac{\left(-50 + \sqrt{50^2 + 44^2}\right)\left(-5 + \sqrt{5^2 + 20^2}\right)}{\left(-5 + \sqrt{5^2 + 44^2}\right)\left(-50 + \sqrt{50^2 + 20^2}\right)} \right\} \right.$$

$$+ \frac{50}{\sqrt{50^2 + 44^2}} - \frac{5}{\sqrt{5^2 + 44^2}} - \frac{50}{\sqrt{50^2 + 20^2}}$$

$$\left. + \frac{5}{\sqrt{5^2 + 20^2}} \right] = - 15{,}2 \text{ kg}.$$

5. Récapitulation. — On a donc les efforts suivants :

	Symétrie.	Asymétrie.
Effort entre les connexions verticales et le sectionneur.	+ 6,8 kg	
Effort entre les mâchoires b et le sectionneur.	−117,8 kg	
Effort résultant	−111 kg	−440 kg
Effort entre la barre verticale d et le sectionneur	— 32,78 kg	
Effort entre la barre horizontale e et le sectionneur	— 15,20 kg	
Effort résultant total	−158,98 kg	−635,92 kg
Soit par mâchoire	— 80 kg	−320 kg

6. Déplacement du couteau du sectionneur. — Le déplacement dans le sectionneur est donné par les formules (7), (8) et (9) dans lesquelles

$$\delta = 8{,}9, \quad R = 24 \text{ cm}, \quad s = 6 \times 0{,}5 = 3 \text{ cm}^2,$$

et

$$\frac{f_2}{2} = \frac{6 \times 981}{2} = 2\,943 \text{ dynes.}$$

1° *Dans le cas de symétrie pour l'ensemble du sectionneur et de ses connexions*, on a d'après (7)

$$f_0 = \frac{88}{2} \times 981 = 43\,180 \text{ dynes} \quad \text{et} \quad \alpha = 11{,}16,$$

la formule (9) devient

$$x = \frac{3}{8{,}9 \times 24 \times 3}\left[\frac{43\,180}{11{,}16^2}(11{,}16t - 1 + e^{-11{,}16t}) - 2\,943\,t^2\right]$$
$$= 1{,}623\,[11{,}16\,t - 1 + e^{-11{,}16t}] - 13{,}79\,t^2.$$

Nous avons indiqué sur la figure 10, la variation de cette fonction (courbe a).

On voit que le sectionneur ne s'ouvre que de 4,3 cm, dans le cas de symétrie, au bout de 0,60 s.

2° *Dans le cas de symétrie, pour le sectionneur seul et les deux barres d'arrivée de courant* b, on a

$$f_0 = \frac{59}{2} \times 981 = 28\,920 \text{ dynes},$$

$$x = \frac{3}{8{,}9 \times 24 \times 3}\left[\frac{28\,920}{11{,}16^2}(11{,}16t - 1 + e^{-11{,}16t})\right] - 13{,}79\,t^2.$$

On voit sur la courbe b de la figure 10 que le sectionneur ne peut s'ouvrir que de 1,6 cm en 0,40 s.

3° *Dans le cas d'asymétrie, pour l'ensemble du sectionneur et de ses connexions* la formule (8) devient

$$f_0 = \frac{330}{2} \times 981 = 161\,800 \text{ dynes}, \quad \alpha = 13{,}52$$

et la formule (9)

$$x = \frac{3}{8{,}9 \times 24 \times 3} \times \left[\frac{161\,800}{13{,}52^2}(13{,}52\,t - 1 + e^{-13{,}52t})\right]$$
$$- 13{,}79\,t^2 = 4{,}15\,(13{,}52\,t - 1 + e^{-13{,}52t} - 13{,}79\,t^2;$$

le sectionneur s'ouvre au bout de 0,20 s.

4° *Dans le cas d'asymétrie, pour le sectionneur seul*

$$f_0 = \frac{231}{2} \times 981 = 112\,800 \text{ dynes}, \quad \alpha = 13{,}52)$$

$$x_1 = \frac{3}{8{,}9 \times 24 \times 3} \times \left[\frac{112\,800}{13{,}52^2}(13{,}52\,t - 1 + e^{-13{,}52t})\right]$$
$$- 13{,}79\,t^2 = 2{,}895\,(13{,}52\,t - 1 + e^{-13{,}52t}) - 13{,}79\,t^2;$$

le sectionneur s'ouvre en 0,28 s.

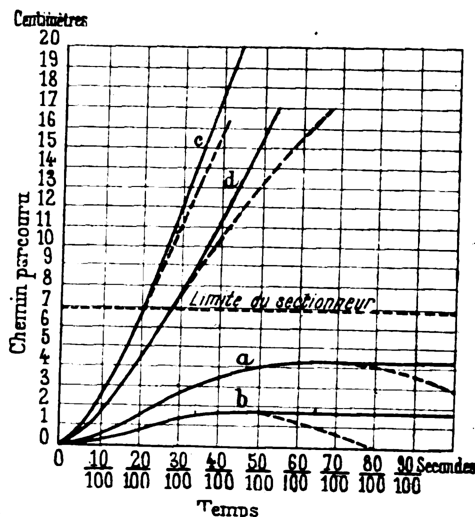


Fig. 10. — Courbes représentant les longueurs du déplacement du couteau du sectionneur dans la mâchoire supérieure en fonction du temps, pour différentes valeurs du courant de court-circuit : a, cas du courant de symétrie et de l'action de l'ensemble du sectionneur et des connexions; b, cas du courant de symétrie et de l'action du sectionneur et des barres d'arrivée; c, cas du courant d'asymétrie et de l'action de l'ensemble du sectionneur et des connexions; d, cas du courant d'asymétrie et de l'action du sectionneur seul et des deux barres d'arrivée.

V. Conclusion.

— On voit que le sectionneur ne s'ouvre pas dans tous les cas de court-circuit franc, qui peuvent se présenter entre ceux auxquels se rapportent les courbes a et c ou b et d de la figure 10.

Ces efforts peuvent être dépassés, lorsque l'usine génératrice est de plus grande puissance, ou la tension plus réduite, ou qu'il n'est pas fait usage de bobines de réactance. Ils peuvent atteindre des valeurs extrêmement élevées, puisqu'ils suivent la loi du carré des courants, et tout dispositif de verrouillage peut être illusoire.

Il résulte de cette étude que dans les usines génératrices équipées avec des alternateurs à grande vitesse couplés sur un même jeu de barres, on doit veiller particulièrement à bien installer les sectionneurs. Les connexions qui tendent à provoquer leur ouverture doivent être éloignées et la résistance de frottement du couteau et des mâchoires doit avoir une valeur aussi élevée que possible, qui soit néanmoins compatible avec la manœuvre de l'appareil. On utilisera avantageusement des sectionneurs d'un type spécial à couteau faiblement déporté.

G. Souben,
Ingénieur E. S. E.

Exposé critique des travaux récents sur les diélectriques

(*Suite et fin*) (*)

V. Lois expérimentales relatives aux pertes d'énergie dans les diélectriques. — Dans ce qui va suivre, nous allons considérer les résultats expérimentaux obtenus en ce qui concerne les pertes d'énergie dans les divers diélectriques d'usage courant. Les valeurs seront examinées à la lumière des théories mentionnées dans les considérations précédentes en vue de déterminer, si possible, les causes des pertes d'énergie. Il est alors indiqué de considérer tour à tour les variations de ces pertes en fonction de :

1° La fréquence ;
2° La température ;
3° Le changement d'état ;
4° La tension ;
5° La proportion d'humidité.

A. Variation de la perte d'énergie avec la fréquence. — 1. Diélectriques solides — Les premières recherches entreprises systématiquement à ce sujet sont celles de Fleming et Dyke [1]. Les travaux de ces observateurs ont porté sur un certain nombre de matières telles que le verre, l'ébonite, le papier, la gutta-percha et le caoutchouc; toutes ces matières étant sous forme de feuilles minces. Ils ont utilisé comme électrodes des feuilles d'étain et chaque substance était examinée à trois fréquences différentes comprises dans la bande des fréquences téléphoniques, c'est-à-dire 920, 2760 et 4600 p : s. La perte d'énergie était exprimée par la conductivité σ de la matière, en courant alternatif. Ainsi qu'on peut le voir dans le titre I, le produit de σ par le carré de la tension effective donne la perte d'énergie par centimètre cube. La figure 28 montre les résultats donnés par Fleming et Dyke pour le « crown glass ». Ces courbes sont pratiquement des courbes types des résultats trouvés pour tous les diélectriques examinés.

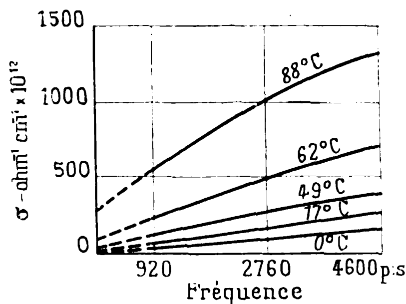


Fig. 28. — Courbes de variation de la conductivité en courant alternatif, en fonction de la fréquence, pour le crown-glass. (Fleming et Dyke),

Les auteurs interprètent ces résultats comme il suit : les courbes sont considérées comme étant approximativement des lignes droites, par exemple, la conductivité effective de la matière (ou la perte d'énergie) est une fonction linéaire de la fréquence, ce qui permet d'écrire

$$\sigma = a + bf.$$

La constante a est la conductivité à la fréquence zéro et peut être considérée comme représentant la conductivité en courant continu. b doit être envisagée comme représentant une perte hystérétique constante par cycle. On a suggéré comme explication possible de cette dernière perte, qu'avec l'accroissement du déplacement, les électrons ou les ions étaient amenés dans une position instable de laquelle ils passent librement à une nouvelle position d'équilibre, tout en dissipant l'énergie produite par ce déplacement sous forme d'ondes électromagnétiques dues aux rapides oscillations libres qu'ils accomplissent autour de leur nouvelle position d'équilibre.

Il faut remarquer que chacune de ces courbes est déduite de trois points seulement, de telle sorte qu'il n'existe pas de moyens permettant de prouver avec certitude que leur allure est bien celle indiquée par les auteurs. Les courbes ultérieurement obtenues ont accusé une courbure distincte de telle sorte qu'en mettant les choses au mieux, la loi linéaire peut seulement être considérée comme une approximation grossière.

On a mentionné que la constante a représentait la conductivité pour le courant continu. Pour le crown-glass à 17°C a est indiqué comme égal à $8{,}6 \times 10^{-12}$ mho : cm, tandis que la valeur généralement acceptée est de l'ordre 10^{-13}. Ainsi, il est très douteux que l'interprétation donnée pour ces résultats soit correcte. Il sera nécessaire que d'autres observations soient exécutées à diverses fréquences avant de pouvoir tirer des conclusions définitives de ce qui précède, en particulier pour ce qui concerne les basses fréquences, et de faire des expériences sur les mêmes échantillons en utilisant du courant continu.

Un certain nombre d'observations à très basses fréquences ont été données par Addenbrooke [1] avec les observations correspondantes faites en courant continu. Cet auteur a trouvé que : 1° Les pertes de puissance obéissent approximativement à une loi linéaire en fonction de la fréquence et cette approximation devient plus étroite à mesure que la fréquence devient plus élevée ; 2° La fréquence diminuant, la ligne droite se rapproche davantage de l'axe des fréquences ; 3° La valeur du courant continu est considérablement plus faible que la valeur obtenue à des fréquences extrêmement basses, comme par exemple, à une fréquence de 0,2 p : s. Ainsi, la forme générale de la courbe donnée par Addenbrooke est celle indiquée sur la figure 29. Ses observations ont porté principalement sur le celluloïd et la gutta-percha sous forme de feuilles minces. Il a utilisé le mercure comme électrode et les fréquences qui ont servi dans ses expériences ont varié de 1,5 à 50 p : s.

En ce qui concerne les fréquences élevées, une importante série d'observations a été faite par Bairsto [2] qui a

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 15 et 22 octobre 1927, t. XXII, p. 576-588 et 621-638.

[1] Fleming et Dyke. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, 28 mars 1912, t. XLIX, p. 323.

[1] Addenbrooke. *The Electrician*, 10 janvier 1913, t. LXX, p. 673-676.

[2] Bairsto. *Proceedings of the royal Society*, 1920, t. XCVI, p. 363.

plus ou moins utilisé les mêmes matières que celles employées par Fleming et Dyke et a constitué dans le même but des condensateurs avec des feuilles d'étain comme électrodes. Les observations ont été réalisées dans les limites d'une bande étendue de fréquences radiotélégraphiques. Une série de résultats typiques trouvés par Bairsto sont ceux concernant le crown-glass, lesquels sont figurés sous forme

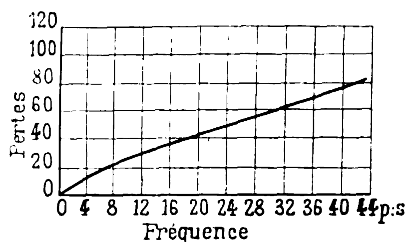


Fig. 29. — Courbe de variation des pertes en fonction de la fréquence pour la gutta-percha. (Addenbrooke.)

de courbes dans la figure 30. On voit que ces résultats sont grandement différents de ceux trouvés pour les basses fréquences et n'obéissent plus, même grossièrement, à la loi $\sigma = a + bf$.

Lorsque la fréquence croît, la conductivité croît également, d'abord lentement et ensuite plus rapidement. Elle atteint ensuite un maximum après lequel elle décroît. Les valeurs de la conductivité pour les fréquences radiotélé-

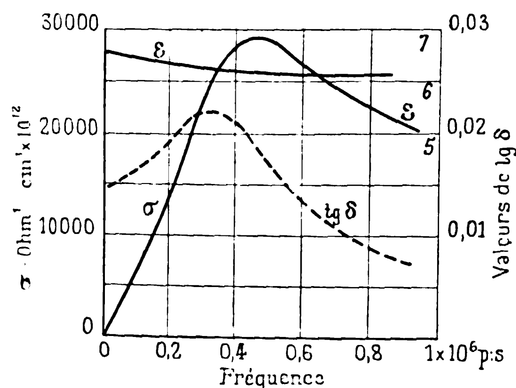


Fig. 30. — Courbes de variation de la conductivité en courant alternatif, de la permittivité et du facteur de puissance en fonction de la fréquence, pour le crown-glass. (Bairsto.)

graphiques sont beaucoup plus importantes que celles trouvées pour les fréquences téléphoniques.

En ce qui concerne l'interprétation des résultats, Bairsto suit le cours de l'idée d'où sont partis Fleming et Dyke. Il considère les pertes aux fréquences téléphoniques comme étant formées de deux parties : a la perte en courant continu et bf la véritable perte hystérétique. Il remarque que comme la fréquence croît, σ arrive bientôt à augmenter plus rapidement que la loi $\sigma = a + bf$ ne l'indique. Il écrit alors dans ces conditions

$$\sigma = a + bf + cf^2.$$

Le terme additionnel cf^2 est considéré comme représentant la perte due à la viscosité diélectrique, laquelle est négligeable pour les fréquences téléphoniques, mais devient au contraire la composante prédominante aux fréquences radiotélégraphiques. La perte d'énergie par cycle est représentée à très peu près par $\operatorname{tg}\delta$. Bairsto indique encore que pour les fréquences téléphoniques, $\operatorname{tg}\delta$ est approximativement constante, du fait qu'elle est déterminée principalement par la perte constante par cycle, b. Lorsque la fréquence s'accroît, en restant comprise dans la bande des fréquences radiotélégraphiques, $\operatorname{tg}\delta$ s'accroît en raison de la perte due à la viscosité cf^2. Eventuellement $\operatorname{tg}\delta$ comme σ atteint une valeur maximum et commence alors à décroître. Cette décroissance continue jusqu'à ce que la valeur devienne moindre que celle correspondant aux fréquences radiotéléphoniques. Bairsto explique ceci en supposant que la perte hystérétique par cycle, b, bien que constante aux basses fréquences et aux fréquences téléphoniques, décroît au fur et à mesure que la fréquence s'élève et devient très petite aux plus hautes fréquences radiotélégraphiques, de telle sorte que, pour ces dernières seulement, la perte due à la viscosité acquiert une certaine importance.

Les résultats trouvés par Bairsto pour d'autres diélectriques variés ont été semblables, comme caractère général, à ceux trouvés pour le crown-glass. Dans tous les cas, σ atteignait une valeur maximum et décroissait ensuite; il existait parfois des maxima dont l'existence pouvait être interprétée comme étant due à quelques constituants particuliers du diélectrique.

L'interprétation des résultats trouvés par ces auteurs a été établie sans se référer aux théories de l'absorption ou de l'effet secondaire. Il est maintenant certain qu'une partie considérable de la perte est due à cette cause et un examen des résultats à la lumière des théories nous livrera des faits particulièrement intéressants.

En premier lieu, les résultats de Bairsto montrent que quand les observations sont faites entre les limites d'une très grande bande de fréquences, on ne peut espérer en retirer aucune loi simple concernant l'énergie.

La loi linéaire de Fleming et Dyke peut seulement subsister entre les limites d'une bande de fréquence si petite que l'élément de la courbe de conductivité relative à cette bande peut être considéré comme une ligne droite. L'équation

$$\sigma = a + bf,$$

représente probablement la tangente à la courbe de conductivité au point considéré et n'a pas de signification physique particulière.

Nous avons vu que la théorie de Schweidler indique que la perte de puissance due à l'absorption est donnée par

$$W = E^2 A \omega^m,$$

c'est-à-dire

$$\sigma = A\omega^m \quad \text{avec} \quad 0 < m < 1,$$

ou encore

$$\sigma = Gf^m \quad \text{avec} \quad f = \frac{\omega}{2\pi}.$$

Quelques-uns des résultats de Fleming et Dyke ont été examinés afin de voir de quelle manière ils concordaient avec cette équation. En considérant les résultats pour le crown-glass, on a trouvé que ces derniers obéissaient à la loi précitée, probablement dans les limites des erreurs expérimentales, et certainement beaucoup mieux qu'à la

50

loi $\sigma = a + bf$. Les équations trouvées se présentaient comme il suit :

TABLEAU I. — *Valeurs des coefficients de l'équation $\sigma = Gf^m$ pour diverses températures relativement au crown-glass.*

TEMPÉRATURE	ÉQUATION $\sigma = Gf^m$
0°C	$\sigma = 0{,}073\ f^{0{,}91}$
17°C	$\sigma = 0{,}136\ f^{0{,}880}$
49°C	$\sigma = 0{,}557\ f^{0{,}78}$
62°C	$\sigma = 2{,}26\ f^{0{,}68}$
88°C	$\sigma = 15{,}7\ f^{0{,}526}$

L'examen de la figure 31 montre que ces équations concordent beaucoup plus exactement avec les observations faites que les équations linéaires données par les auteurs. Il est important de remarquer que les courbes représentatives

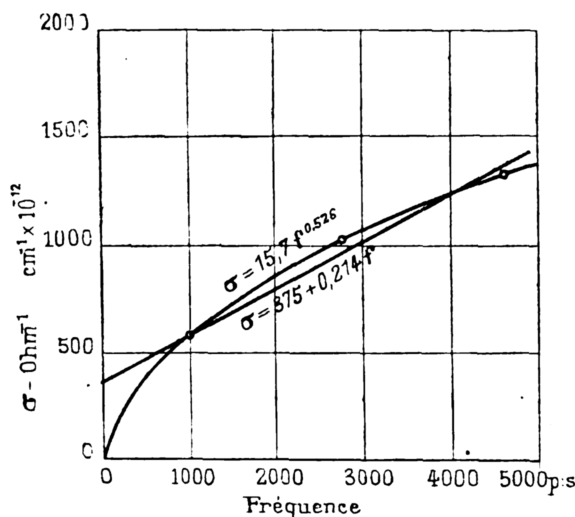


Fig. 31. — Courbes de variation de la conductivité en courant alternatif en fonction de la fréquence.

de toutes ces équations passent par l'origine des coordonnées ; c'est-à-dire que la perte à la fréquence zéro ou la perte en courant continu est d'une petitesse négligeable. On pouvait d'ailleurs s'attendre à ce résultat étant donné la valeur connue de la résistivité du verre. Ces équations ont expliqué les résultats d'Addenbrooke et la forme de ces courbes est exactement celle indiquée par cet auteur. Ainsi, il semble probable que, dans le cas considéré, la totalité de la perte mesurée par Fleming et Dyke est due à l'effet secondaire et prend place en accord avec la théorie de Schweidler. Les résultats de cet auteur relativement aux expériences en courant continu ont donné pour m des valeurs de 0,74 et 0,70 pour deux échantillons de verre à 20° C. Il a trouvé aussi que m n'était pas affecté par l'élévation de température, bien que la constante β s'accroisse très fortement. Dans ces conditions, G dans l'équation

$$\sigma = Gf^m = (2\pi)^m \frac{\pi\beta C}{2\,\Gamma(m)\cos\dfrac{(1-m)\pi}{2}} f^m$$

est approximativement proportionnel à β puisque m ne doit pas changer d'une manière importante. Ainsi, les équations ci-dessus dérivant des résultats de Fleming et Dyke sont aussi tout à fait en accord avec les résultats trouvés par Schweidler avec le courant continu, du fait qu'on a observé que la valeur de G augmentait très fortement avec la température, tandis que m diminuait mais faiblement en comparaison. Ainsi, il semble probable, d'après les résultats de ces auteurs que dans l'intervalle de la bande des fréquences téléphoniques et industrielles, la perte d'énergie obéit à la loi

$$W = Bf^m,$$

dans laquelle f est la fréquence, m un exposant inférieur à l'unité et B une constante dépendant de la tension, des dimensions de l'échantillon ainsi que de la condition et de la nature du diélectrique.

Quand on considère la bande entière des fréquences, y compris les fréquences radiotélégraphiques, les résultats obtenus par différents auteurs ne paraissent pas compatibles. H.-J. Mac Leod (1) a fait des expériences sur le verre, le pyrex, la paraffine et le mica dans l'intervalle de la bande des fréquences de 500 à 1 000 000 p : s, en utilisant une méthode de pont pour les fréquences jusqu'à 3 000 p : s et ensuite la méthode habituelle de substitution dans un circuit résonant pour les hautes fréquences. Il a trouvé que la loi $W = Bf^m$ était valable dans l'intérieur de la bande entière de fréquences avec tous les matériaux essayés, la valeur de m variant de 0,85 à 0,90. Ceci signifie que tg δ décroît continuellement quand la fréquence croît, bien que la conductance effective augmente toujours avec la fréquence.

Une série de mesures aux fréquences radiotélégraphiques a été faite par Schott (2) ; les limites de la bande de fréquences sur laquelle il a opéré étaient de 2×10^5 p : s à 10^6 p : s. Il a essayé un certain nombre d'échantillons de verre, d'ébonite, de presspahn et d'ambre. Dans l'intervalle de cette bande de fréquences, il a trouvé que tg δ ne changeait pas d'une manière très prononcée. En général tg δ croissait lentement avec la fréquence, bien que parfois le changement s'effectuât en sens opposé. A nouveau, Dellinger et Preston (3) ont donné les résultats d'un grand nombre d'observations concernant l'angle de perte des matériaux isolants au phénométhylène du type lamellaire, pour des fréquences de la bande 3×10^5 p : s à 6×10^6 p : s. Ils ont ainsi trouvé que la variation de tg δ était petite à l'intérieur de cette bande et que cette tangente croissait généralement avec la fréquence, bien que parfois aussi elle décroissait.

Bien que Schott n'ait pas exécuté de mesures à basse fréquence, il a donné les résultats de quelques observations faites par d'autres auteurs sur des matériaux semblables à ceux qu'il avait utilisés, par exemple, du verre ayant la même composition. Dans tous ces cas, la valeur de tg δ est plus élevée pour les basses fréquences.

Les résultats de Bairsto (4) déjà mentionnés, présentent un contraste important avec ce que nous venons d'indiquer. Il a trouvé que tg δ pour le papier, le verre, la gutta-percha, etc., variait beaucoup avec la fréquence et atteignait une valeur maximum en un point de la région

(1) *The physical Review*, janvier 1923, t. XXI, p. 53-73. Résumé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 19 avril 1924, t. XV, p. 674-676.

(2) SCHOTT. *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie*, 1921, t. XVIII, p. 82.

(3) DELLINGER et PRESTON. *Technological papers of the Bureau of Standards*, n° 216, t. XVI, p. 502. Résumé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 7 juillet 1923, t. XIV, p. 8 D.

(4) BAIRSTO. *Proceedings of the royal Society*, 1920, t. XCVI, p. 363.

$0{,}2 \times 10^6$ p : s à $0{,}7 \times 10^6$ p : s. Cette valeur maximum était habituellement beaucoup plus grande que la valeur trouvée aux basses fréquences.

Lübben [1] a donné une série de résultats relatifs à un câble téléphonique isolé au papier et pour des fréquences téléphoniques. Ces résultats ont été trouvés en concordance satisfaisante avec la formule $W = Bf_m$, tandis que la même formule était donnée par Granier [2] pour des observations faites sur des condensateurs ordinaires à basse fréquence.

En résumé, la variation des pertes d'énergie avec la fréquence pour des valeurs de cette dernière comprises entre les limites de la bande des fréquences industrielles et téléphoniques est donnée habituellement par la formule $W = Bf^m$ dans laquelle f est la fréquence et m un exposant inférieur à l'unité. Si la bande de fréquences est petite, la loi que traduit l'équation $W = B'f$ peut être utilisée comme une approximation dans le but de simplifier les calculs. Quand ces lois s'appliquent, la perte d'énergie est, probablement, entièrement due à l'absorption diélectrique ou effet secondaire. Aux fréquences radiotélégraphiques la valeur de tg δ due à l'effet secondaire est plus petite qu'aux fréquences téléphoniques si la loi ci-dessus reste encore observée, mais les résultats expérimentaux valables pour les fréquences radiotélégraphiques ne paraissent pas suffisantes pour décider si, oui ou non, les lois sont les mêmes qu'aux basses fréquences, bien qu'il n'en soit probablement pas ainsi. Cependant, il est intéressant de noter que tous les résultats sont vraisemblablement capables de fournir une explication dans les termes de la théorie de Wagner discutée dans le titre IV, bien que cette explication soit encore loin d'être au point.

Si les pertes diélectriques, dans un cas particulier, sont dues à l'absorption, les variations de ces pertes avec la fréquence doivent être alors accompagnées de changements correspondants dans la capacité. Bairsto [3] a examiné les résultats de Fleming et Dyke [4] et indiqué que le changement de capacité relatif à une bande donnée de fréquences était une fonction définie de la conductivité en courant alternatif. Il a établi que $\frac{\Delta C}{C}$ est proportionnel à b. Le produit de b par la fréquence f représentant la partie principale de la conductivité σ en courant alternatif,

$$\frac{\Delta C}{C b}$$

est une constante qui est indépendante de la température du diélectrique et de l'humidité qu'il peut contenir. Il est facile de montrer que cette relation est simplement une forme approximative d'une équation que l'on peut déduire des travaux de Schweidler. Nous avons vu que ceux-ci conduisent à la formule

$$\frac{\Delta C}{C} = \beta \omega^{m-1} \tau (1 - m) \cos \frac{(1 - m)\pi}{2}$$

et

$$\sigma = \beta C \omega^m \frac{\pi}{\tau (m) \cos \frac{(1 - m)\pi}{2}}.$$

Schweidler a trouvé que l'exposant m variait très peu avec la température, mais que les changements de β étaient très considérables. En prenant le rapport de

$$\frac{\Delta C}{C} \quad \text{et} \quad b = \frac{\sigma}{f} = \frac{2\pi\sigma}{\omega},$$

nous trouvons

$$\frac{\Delta C}{C b} = \frac{1}{2\pi C} \times \frac{\tau (1 - m) \tau (m) \cos^2 (1 - m) \frac{\pi}{2}}{\pi}$$

qui, du fait que m est plus petit que 1, se réduit à

$$\frac{1}{C} \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} m\pi}{4\pi^2}.$$

Pour une substance donnée, ce rapport variera, mais lentement avec les changements de condition, bien que les variations de $\frac{\Delta C}{C}$ et de σ puissent être très grandes, du fait que leurs expressions contiennent chacune le terme β. Ainsi, la relation indiquée par Bairsto confirme simplement l'idée que les pertes mesurées par Fleming et Dyke étaient, toutes, dues à l'absorption. Cependant, quand nous examinons les résultats de Bairsto, nous ne trouvons pas de maximum de capacité correspondant au maximum de tg δ ou de σ. Il semble donc probable qu'aux fréquences radiotélégraphiques, un facteur autre que l'absorption doive entrer en ligne de compte.

2. Diélectriques liquides. — Il n'a pas été constaté que les pertes dans les diélectriques liquides tels que les huiles, variaient avec la fréquence comme celles observées dans les solides. On a discuté, dans le titre II, sur les différences entre les propriétés anormales des diélectriques liquides et solides. En ce qui concerne les pertes d'énergie, le travail le plus récent qui ait paru à ce sujet est celui de Pungs [1]. Cet expérimentateur a mesuré la perte dans l'huile de transformateurs, l'huile de ricin et l'huile de paraffine à des fréquences comprises entre 20 p : s et 65 p : s, en utilisant une méthode électrométrique. Il a trouvé que pour l'huile de transformateur et l'huile de ricin, le facteur de puissance était de l'ordre de 0,5 pour 100 à 50 p : s et que la perte d'énergie réelle était pratiquement indépendante de la fréquence. Il considérait que cette perte d'énergie était due à une conduction de nature électrolytique. Il existait aussi une faible composante relative à la perte d'énergie qui variait avec la fréquence, mais dans un cas, celle-ci a été attribuée à la présence d'impuretés. Avec l'huile de paraffine, la perte d'énergie étant environ dix fois plus petite que celle obtenue avec les autres huiles, le facteur de puissance étant de l'ordre de 0,0003. Dans ces conditions, la perte variait avec la fréquence et était considérée comme formée de deux composantes, l'une proportionnelle à la fréquence et l'autre indépendante de cette dernière, toutes les deux étant du même ordre de grandeur.

Bryan [2] a donné des résultats de quelques mesures de pertes diélectriques dans le nitrobenzène et le xylène aux fréquences radiotélégraphiques. Dans ce dernier corps, les pertes étaient trop petites pour pouvoir être mesurées et, dans le nitrobenzène, l'angle de perte décroissait

(1) Lübben. *Archiv für Elektrotechnik*, 1921, t. x, p. 283.
(2) Granier. *Revue générale de l'Électricité*, 30 septembre 1922, t. xii, p. 459-466.
(3) Bairsto. *The Electrician*, 15 octobre 1915, t. lxxvi, p. 53-55.
(4) Fleming et Dyke. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, 18 mars 1912, t. xlix, p. 323-431.

(1) Pungs. *Archiv für Elektrotechnik*, t. i, p. 399.
(2) A.-B. Bryan. *Physical Review*, octobre 1923, t. xxi, p. 399-404. Résumé dans *Revue générale de l'Électricité*, 24 mai 1924, t. xv, p. 214 D.

fortement avec l'augmentation de fréquence, suggérant ainsi l'idée que la perte était essentiellement due aux fuites et dépendait peu de la fréquence. Mac Dowell [1] a obtenu de semblables résultats pour l'huile de ricin, l'huile d'olive, la turpentine, la paraffine, le benzène, le toluène et le xylène. D'autre part, Fleming et Dyke [2] ont opéré en se servant d'un condensateur de capacité, variable, avec de l'huile de vaseline comme diélectrique et ils ont observé, dans ce cas, aux fréquences radiotélégraphiques, une perte d'énergie qui croissait considérablement avec la fréquence : dans ces conditions, cette perte d'énergie ne pouvait donc pas être attribuée essentiellement aux fuites.

B. **Effet de la température**. — Dans le cas de certains diélectriques du commerce, par exemple la toile vernie, tous les expérimentateurs ont trouvé que la perte d'énergie croissait rapidement avec la température. Rayner [3], Schanklin [4], Skinner [5] et Bureau [6] ont exécuté des mesures relatives à ce phénomène, sur de la toile vernie. Lübben [7] a obtenu de semblables résultats sur un câble téléphonique isolé au papier. Ce phénomène apparait également dans tous les diélectriques présentant de la porosité, par exemple, les diélectriques qui contiennent de l'humidité et on peut l'associer avec la conductivité qui est un phénomène de caractère ionique. Les mesures faites par Fleming et Dyke [8] sur du papier paraffiné et également sur du papier sans apprêt ont montré que quand celui-ci est parfaitement séché, non seulement la perte d'énergie est largement réduite mais encore elle croit relativement peu avec l'élévation de température. Fleming et Dyke ont trouvé aussi un rapide accroissement de la perte d'énergie avec l'élévation de température, dans le cas du verre, du celluloïd et de l'ébonite. Pour le mica, la gomme pure et l'ardoise sèche, l'accroissement est moins marqué, tandis que pour le caoutchouc vulcanisé et la gutta-percha, la courbe de pertes d'énergie en fonction de la température accuse des maxima et des minima. Dans le cas de la gutta-percha, le facteur de puissance maximum a lieu pour la température d'environ — 10°C et cette valeur diminue rapidement lorsque la température s'élève de 0 à 50°C, tandis que pour le caoutchouc vulcanisé le maximum avait lieu à —30° C, la valeur décroissant rapidement vers un minimum correspondant à 20°C et s'élevant à nouveau au delà de ce point.

Une importante série d'observations sur des matériaux isolants du commerce a été faite par K. Wagner [9]. Ses résultats sont en général en concordance avec ceux de Fleming et Dyke. Pour des degrés variés de gutta-percha et de balata et des températures comprises entre 0° C et 40° C, la perte d'énergie décroissait fortement avec l'augmentation de température (fig. 32). Pour la gomme pure, on a observé un accroissement lent de la perte d'énergie avec la température variant de 5°C à 30°C, tandis que pour le caoutchouc vulcanisé et l'ébonite, l'accroissement était plus rapide, en particulier pour des températures plus élevées, soit 30°C à 50°C. Wagner a donné aussi les résultats d'observations faites en courant continu sur les mêmes matières à des températures variées et a discuté la signification des résultats dans les termes de sa théorie. Il a indiqué les courbes représentant tg δ en fonction de la température pour un certain nombre de fréquences différentes. Pour une substance donnée, les courbes ont en général la même forme, et la courbe pour une fréquence f_2 peut être généralement obtenue en partant de celle relative à la fréquence f, simplement au moyen d'une translation de cette courbe. Ces résultats signifient d'après Wagner que la constante de temps, probable T_0 décroit fortement avec la température, tandis que la constante de

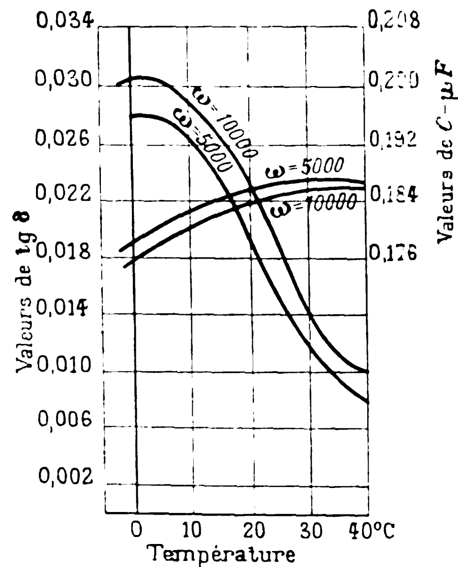


Fig. 32. — Courbes de variation du facteur de puissance en fonction de la température pour la gutta-percha. (Wagner.)

distribution b varie très peu et semble obéir à une loi de croissance en fonction de la température. Pour le cas où b reste constant, Wagner énonce la loi des états correspondants pour l'absorption diélectrique : la même loi du temps a lieu pour l'effet secondaire à toutes températures pourvu qu'on choisisse une unité de temps proportionnelle à la constante de temp T_0. Ceci s'appliquera naturellement aux changements de capacité avec la fréquence et au facteur de puissance du fait que tous deux sont, en somme, des aspects de l'effet secondaire. Toutefois, cette application n'existera pas pour les pertes d'énergie dues à une cause différente de l'effet secondaire. Les courbes variées données par Wagner contiennent plusieurs exemples relatifs à cette loi (fig. 32).

Schott [1] a donné des courbes montrant la variation de la perte d'énergie avec la température aux fréquences radiotélégraphiques, pour plusieurs espèces de verre. Dans tous les cas, il existe un rapide accroissement de pertes avec l'élévation de température.

En ce qui concerne les diélectriques liquides, un très rapide accroissement de la perte d'énergie avec l'élévation de la température, parait être un phénomène général, bien que la constante diélectrique ou permittivité décroît générale-

(1) Mac Dowell. *Ibid*, p. 371.
(2) Fleming et Dyke. *Proceedings of the physical Society*, 1910, t. XXIII, p. 117.
(3) Rayner. N. P. L., *Collected Researches*, 1913, t. IX, p. 75.
(4) Shanklin. *General electric Review*, octobre 1916, t. XIX, p. 842-853.
(5) Skinner. *Journal of the Franklin Institute*, juin 1917, t. CLXXXIII, p. 667.
(6) Bureau. *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, 1913, t. III (3e série), p. 659-714.
(7) Lübben. *Archiv für Elektrotechnik*, 1921, t. X, p. 283.
(8) Fleming et Dyke. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, 28 mars 1912, t. XLIX, p. 323-431.
(9) Wagner. *Archiv für Elektrotechnik*, 1914, t. III, p. 67.

(1) Schott. *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie*, 1921, t. XVIII, p. 82.

ment quand la température s'élève. Des données de grandes valeurs ont été fournies à ce sujet par Pungs (1).

C. **Changement d'état.** — Le changement d'état est associé étroitement avec l'effet de température dans les variations relatives aux pertes diélectriques. La cire et les matériaux ayant un point de fusion peu élevé sont largement utilisés dans la constitution des isolants et le changement dans le caractère des pertes diélectriques qui survient lors de la fusion présente un grand intérêt. Les données sur ce sujet ont été fournies par Pungs (aux fréquences usuelles), Wagner (2) (aux fréquences téléphoniques), Steinhaus (3) (aux fréquences radiotéléphoniques). Pungs a opéré avec un mélange de résine et de cire d'abeille et a trouvé qu'à l'état solide, la perte d'énergie était approximativement proportionnelle à la fréquence et sa cause présumée était l'effet secondaire. Cette perte s'accroît avec l'élévation de température jusqu'à ce que le voisinage du point de fusion ait été atteint. On a observé alors une diminution soudaine dans la perte d'énergie, mais avec une élévation ultérieure de température, les pertes dans le liquide augmentaient très rapidement et devenaient indépendantes de la fréquence (leur cause pouvait être attribuée à la conduction, fig. 33). Wagner a fourni des données concernant la paraffine, la cérésine et

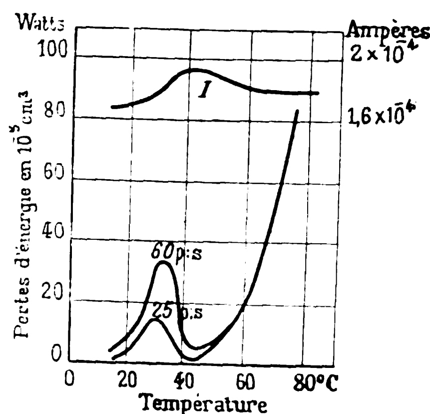


Fig. 33. — Courbes de variation de la perte d'énergie en fonction de la température pour un mélange de résine et de cire d'abeilles (Pungs.)

un mélange de ces deux substances. Il a observé la même chute subite dans la valeur des pertes au voisinage du point de fusion de la matière, bien que la perte ne paraisse pas indépendante de la fréquence au-dessus du point de fusion. Il a trouvé aussi qu'une chute dans la permittivité se produisait également au voisinage du point de fusion.

Steinhaus a noté aussi le même phénomène de chute dans le cas des cires les plus communes, mais il n'a pas observé cet effet pour la paraffine et pour l'ozokérite. La valeur qu'il a indiquée pour le facteur de puissance de la paraffine est considérablement plus élevée que celle donnée par Wagner, bien qu'il ne soit pas possible de dire si elle est due à la différence de fréquence ou à des différences de qualité de la matière employée. Wagner considère la chute rapide observée dans la perte d'énergie de la gutta-percha, quand la température s'élève d'environ 20° à 40°C, comme étant en relation avec le changement d'état de la matière, par exemple, le ramollissement. Hochstädter (1) explique de la même manière la variation de la perte d'énergie avec la température pour des câbles à haute tension. Clark et Shanklin (2) ont fait des mesures sur la matière minérale (compound) utilisée pour l'isolation des câbles à haute tension. La fréquence à laquelle ils opéraient était de 60 p : s et le gradient du potentiel était de 16 kv : cm : ils ont trouvé un accroissement continu du facteur de puissance avec la température pour une série de températures variant de 50°C à 100°C. La permittivité décroissait avec l'élévation de température, mais il se produisait une bosse sur la courbe entre 50 et 75°C ce qui correspondait au changement graduel d'état de la matière. Cependant il n'existait pas de maximum correspondant dans la courbe des pertes d'énergie et il semblerait ainsi que l'explication de Hochstädter ne s'applique pas dans chaque cas, ou plutôt que la courbe des pertes d'énergie en fonction de la température ne passe pas toujours par une valeur minimum au voisinage du point de ramollissement.

(1) Pungs. *Archiv für Elektrotechnik*, 1912, t. I, p. 329.
(2) Wagner. *Archiv für Elektrotechnik*, 1914, t. III, p. 67.
(3) Steinhaus. *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie*, 1921, t. XVIII, p. 29.

D. **Variation de la perte d'énergie avec la tension.** — Nous avons vu, dans le titre I que l'expression de la perte d'énergie est

$$W = V^2 C \omega \operatorname{tg} \delta,$$

dans laquelle C est la capacité effective et tg δ la tangente de l'angle de perte qui est, dans la plupart des cas, pratiquement la même que le facteur de puissance. Il est évident que la capacité et tg δ sont indépendants de la tension ; la perte d'énergie est alors proportionnelle au carré de la tension, c'est ce qu'il est convenu d'appeler la loi du carré. Si, d'autre part, la capacité et tg δ croissent en même temps que la tension, la perte d'énergie croît alors plus rapidement que le carré de la tension.

Les résultats obtenus par divers expérimentateurs qui ont fait des observations à ce sujet, sont très variés et il est difficile de formuler des conclusions générales. Plusieurs d'entre eux ont établi que, quand on maintient constantes certaines conditions, en particulier la température, la perte d'énergie est strictement proportionnelle au carré de la tension, au moins pour les tensions auxquelles surviennent des décharges en aigrettes. A l'appui de ce qui précède, Monasch (3) a indiqué des résultats relatifs au verre, à l'ébonite et à certains câbles, tous essayés à 80 p : s. Si une tension élevée est appliquée à un échantillon pendant une durée assez longue, l'énergie dissipée causera une élévation de température qui peut conduire à un accroissement des pertes. Monasch a trouvé que l'accroissement apparent du facteur de puissance avec la tension était souvent dû à cette cause et qu'il était essentiel d'éliminer un tel effet. Peek (4) a montré que la loi du carré était valable pour la toile vernie avec des gradients de potentiel jusqu'à 12 kv : mm. Ces expériences ont été faites à 60 p : s sur du papier imprégné servant à l'isolement des câbles à haute tension.

Clark, Shanklin (5) et Rosen (6) ont trouvé que le facteur

(1) Hochstadter. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 16 février 1922, t. XLIII, p. 205-208. Résumé dans *Revue générale de l'Électricité*, 2 septembre 1922, t. XII, p. 323-324.
(2) Clark et Shanklin. *Transactions of the american Institute of electrical Engineers*, 1917, t. XXXVI, p. 447.
(3) Monasch. *The Electrician*, 28 juin, 5 et 12 juillet 1907, t. LIX, p. 416, 460 et 504.
(4) F.-W. Peek. *General electric Review*, novembre 1915, t. XVIII, p. 1050.
(5) Clark et Shanklin. *Transactions of the american Institute of electrical Engineers*, 1917, t. XXXVI, p. 447.
(6) Rosen. *Proceedings of the physical Society*, 1923, t. XXXV, p. 237.

de puissance était indépendant de la tension jusqu'à un certain point critique au-dessous duquel ce facteur croît avec la tension. Clark et Shanklin expliquent ce phénomène en supposant qu'il existe des bulles dans la matière remplissant le câble et que celles-ci contiennent des gaz ou des vapeurs qui deviennent ionisés quand la tension atteint le point critique; les pertes dues à cette ionisation sont, précisément, les causes de l'accroissement du facteur de puissance. En opérant sur du celluloïd, à des basses fréquences, Addenbrooke [1] a trouvé que la perte d'énergie est proportionnelle au carré de la tension pour autant qu'il n'existait pas d'élévation appréciable de température. Aux fréquences radiotélégraphiques, Alexanderson [2] et Bairsto [3] ont trouvé que la loi du carré subsistait. Alexanderson opérait avec des gradients de potentiel élevés de l'ordre de 1 000 v : mm et il a trouvé que le facteur de puissance croissait avec la tension, mais lentement, jusqu'au voisinage du point de rupture. Il existait alors une rapide élévation du facteur de puissance due, sans doute, à l'accroissement de la température. Dans ses expériences, l'échantillon était immergé dans l'huile, de façon à éviter les pertes par effet corona.

L'expérience de Bairsto était faite avec un condensateur à lame de verre, en utilisant une méthode d'équilibre (voir au titre III). Cet auteur a trouvé que l'état d'équilibre était indépendant de la tension jusqu'au point pour lequel survenait la décharge sous forme d'aigrettes.

Ainsi, les travaux de ces expérimentateurs amènent à conclure que pour les isolants solides à basse tension (auquel cas les pertes sont, en pratique, entièrement dues à l'effet secondaire ou absorption), la puissance dissipée est proportionnelle au carré de la tension appliquée. Si cependant la tension est portée à une valeur suffisamment élevée pour que survienne l'ionisation et la décharge sous forme d'aigrettes, la perte d'énergie croît alors plus rapidement que le carré de la tension.

Un cas dans lequel on admet généralement que les pertes n'obéissent pas à la loi du carré est celui des matières poreuses qui contiennent des quantités considérables d'eau, telles sont le coton, le papier sans apprêt, etc. S. Evershed [4] a produit une contribution importante à ce sujet et il a trouvé que le courant normal de conduction dans ces matières varie avec le temps et que la conductance croît avec la tension appliquée, la loi étant grossièrement exprimée par

$$\sigma = \sigma_0 V^{0,3},$$

équation dans laquelle σ_0 est une constante et V la tension appliquée. L'explication donnée par Evershed est la suivante : les interstices capillaires dans la structure de la matière contiennent de l'humidité, sous forme de gouttelettes. Sous l'influence du champ appliqué, l'humidité se meut le long des interstices de telle sorte que la conductance s'accroît. Quand le champ disparaît, les particules d'humidité retournent à leur position primitive d'équilibre. Les expériences d'Evershed étaient toutes exécutées avec une tension appliquée constante, mais quand la tension est alternative, une certaine partie de la perte sera due à la conductance normale et celle-ci croîtra évidemment plus rapidement que le carré de la tension. Wagner [1] a montré que ce cas survenait dans les isolants au coton utilisés pour les fils, spécialement aux basses fréquences. Minton [2] a opéré avec du carton traité à l'huile et a trouvé que le comportement de la substance avec la variation de tension dépendait, pour une large part, de la quantité d'humidité qu'elle contenait. Avec une grande proportion d'humidité, le facteur de puissance croissait avec la tension, comme on pouvait s'y attendre, mais avec une faible proportion d'humidité, le facteur de puissance décroissait au contraire dans les mêmes conditions. Il est intéressant de noter que pour les toiles vernies, le facteur de puissance est, d'après Minton, pratiquement indépendant de la tension jusqu'à 280 v : mm.

Il semble probable que la perte d'énergie due à la conduction croît plus rapidement que le carré de la tension dans un grand nombre de cas autres que ceux pour lesquels cette perte est due à l'humidité contenue dans les capillaires des matériaux fibreux. Ainsi Pungs [3] a vérifié cette assertion pour l'huile de transformateur et l'huile de ricin, bien que pour l'huile de paraffine, la loi du carré restait approximativement valable. Shanklin [4] a obtenu un résultat semblable pour l'huile transil, à la fréquence de 60 p : s.

Il est intéressant, dans cette voie, de considérer les résultats obtenus avec le courant continu. Les expériences de Evershed ont déjà été mentionnées; Tedeschi [5] a obtenu, pour le presspahn, un semblable accroissement de conductivité avec la tension appliquée tandis que Curtis [6] a obtenu le même résultat pour quelques isolants. H.-H. Poole [7] qui a opéré à des tensions très élevées a trouvé un accroissement considérable de la conductivité avec la tension appliquée pour le mica, la gomme-laque et le celluloïd et il semble tout à fait possible que ce soit la règle générale pour des matières isolantes soumises à de telles tensions. Dans ce cas, la perte d'énergie due à la conduction croîtrait plus rapidement que le carré de la tension. Comme explications de ces résultats, Gunther-Schulze [8] a proposé la théorie d'après laquelle ces diélectriques peuvent être regardés comme des électrolytes dans lesquels la mobilité des ions est faible. A des tensions très élevées, les ions se meuvent à une vitesse suffisante pour en engendrer d'autres par collision avec les molécules de la matière et ainsi, le nombre des ions et conséquemment la conductibilité, s'accroît. Il est possible que ce soit là l'explication de l'accroissement du facteur de puissance des câbles à haute tension pour les tensions très élevées, phénomène noté par Clark et Shanklin [9] et qu'il ne soit pas nécessaire de supposer l'existence de bulles gazeuses, bien que le fait de l'absence du phénomène aux hautes températures laisse valable l'explication donnée par ces auteurs. Ces derniers prétendent qu'aux températures élevées, la matière se dilate et remplit les interstices ou les bulles et, ainsi, la perte par ionisation ne peut exister.

Une loi différente de celle du carré a été donnée par un certain nombre d'observateurs dans des cas variés. Fleming

(1) ADDENBROOKE. *The Electrician*, 1er mars 1912, t. LXVIII, p. 829-831,

(2) ALEXANDERSON. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, 1914, t. II, p. 137.

(3) BAIRSTO. *Proceedings of the royal Society*, 1920, t. XCVI, p. 363.

(4) EVERSHED. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, 15 décembre 1913, t. LII, p. 51-83.

(1) WAGNER. *Archiv für Elektrotechnik*, 1914, t. III, p. 67.

(2) MINTON. *Transactions of the american Institute of electrical Engineers*, 1915, t. XXXIV, p. 1627.

(3) PUNGS. *Archiv für Elektrotechnik*, 1922, t. I, p. 329.

(4) SHANKLIN. *General electric Review*, octobre 1916, t. XIX, p. 842-853.

(5) TEDESCHI. *Archiv für Elektrotechnik*, 1913, t. I, p. 497.

(6) CURTIS. *Bulletin of the Bureau of Standards*, 1913, t. II, p. 359.

(7) POOLE. *Philosophical Magazine*, octobre 1921, t. XLII, p. 488-501. Analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 17 décembre 1921, t. X, p. 892-893.

(8) GUNTER-SCHULZE. *Physikalische Zeitschrift*, 1923, t. XXIV, p. 212.

(9) CLARK et SHANKLIN. *Transactions of the american Institute of electrical Engineers*, 1917, t. XXXVI, p. 447.

et Dyke [1] ont fait des observations sur des condensateurs aux fréquences radiotélégraphiques. Ils ont trouvé que la perte d'énergie était donnée par une loi de la forme $W = kV^{2+\gamma}$ avec γ variant de 0,15 à 2,24. Dans la discussion du mémoire, ces auteurs établissent que les pertes mesurées comprennent celles dues à l'ionisation et que les écarts de la loi du carré peuvent provenir de ce fait. Mould [2] a fait des observations aux fréquences radiotélégraphiques et téléphoniques sur un certain nombre de matières et a donné la même loi que Fleming et Dyke dans les deux cas bien que les valeurs de γ se rangent entre 0,03 et 0,33. Aucune explication de la loi n'est présentée mais les auteurs tirent la conclusion que les pertes doivent être dues principalement à des causes étrangères à la conductance. D'après le travail de Poole et d'autres mentionnés plus haut, il apparait que les données ne sont pas suffisantes pour justifier la conclusion. A moins que des pertes par ionisation surviennent aussi dans ces expériences, il ne semble pas possible de concilier ces résultats avec ceux de Bairsto.

Skinner [3] et Butman [4] ont décrit des écarts de la loi du carré aux fréquences, usuelles, pour le carton, le micarta en feuilles, etc. Skinner note que l'exposant de V dans l'expression de la perte d'énergie est souvent supérieur à 2 et tend à croitre quand on s'approche de la rupture. D'autre part, Butman a trouvé que le facteur de puissance du carton décroit quand la tension croit, mais que pour le micarta, le changement s'effectue en sens opposé.

E. **Effet de l'humidité.** — Il est bien connu que l'absorption d'humidité par une matière isolante produit un accroissement considérable de sa conductivité en courant continu et de la perte d'énergie qui se produit quand cette matière

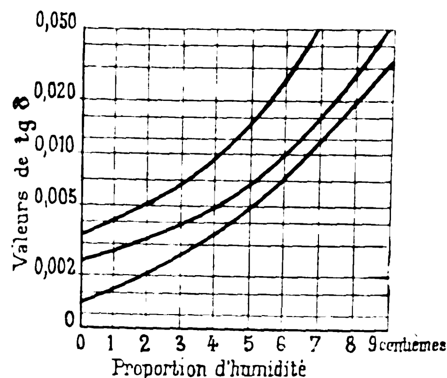


Fig. 34. — Courbes montrant l'influence de l'humidité sur le facteur de puissance pour trois échantillons de papier (Lübben).

est soumise à une tension alternative. Des résultats de de mesures relatives à ces essais ont été donnés par Lübben [5] pour un câble téléphonique isolé au papier (fig. 34). Les variations de capacité, de tg δ et de la conductivité en courant continu sont étudiées en détail. L'accroissement de tg δ et par suite de la perte d'énergie devient d'autant plus rapide que la proportion d'humidité dépasse 4 pour 100. Minton [1] a trouvé un résultat semblable avec du carton. Wagner [2] a établi également des données relatives à l'accroissement de tg δ avec l'absorption d'humidité pour le papier, la soie et le coton. Il a montré que l'emploi du coton pour recouvrir les fils produit un accroissement considérable de la perte d'énergie en raison de son pouvoir d'absorption de l'humidité. Fleming et Dyke [3] ont aussi donné des renseignements relatifs à l'effet de l'humidité sur le papier, etc.

Un autre fait bien établi est que la fuite superficielle à travers une matière isolante dépend largement de l'humidité condensée sur la surface et est, par suite, fortement influencée par l'humidité atmosphérique. Des données de grande valeur ont été fournies à ce sujet par Curtis [4]. Addenbrooke [5] a trouvé que dans le cas d'une tension alternative, la fuite superficielle est beaucoup plus grande que pour une tension constante; ce fait peut s'expliquer si on considère que l'humidité réside sur la surface, en gouttelettes et non en pellicule continue, et ainsi la théorie de Maxwell sur les diélectriques lamellaires peut s'appliquer. Cette fuite superficielle correspond à une certaine perte d'énergie qui aura lieu, même dans le cas de matériaux isolants non hygrométriques.

Il est évident que toutes les substances qui absorbent l'eau doivent être de structure hétérogène et doivent ainsi manifester les phénomènes d'absorption et de perte d'énergie en accord avec la théorie de Maxwell. En utilisant les valeurs connues de la constante diélectrique et de la conductivité de l'eau, Meyer [6] a essayé de montrer dans quelle mesure les chiffres obtenus pour la perte d'énergie et l'absorption, concordent avec ceux qu'indiqueraient la théorie de Maxwell, en supposant que l'eau soit le constituant le plus important. On ne peut espérer qu'obtenir une grossière approximation du fait de la complexité du problème. Certains résultats donnés par Meyer semblent concorder avec la théorie dans la forme simple donnée, mais, en général, l'évidence n'apparait pas d'une manière convaincante.

Comparé avec un diélectrique moyen, l'eau possède une constante diélectrique très élevée et une conductivité importante. Si donc on place dans un champ électrique un diélectrique contenant une particule d'eau, elle sera soumise à l'action d'une force électrique qui tendra à la déplacer dans la direction du champ. Des recherches faites par Evershed [7] sur des actions de cette nature ont été décrites dans un mémoire auquel nous nous sommes référé précédemment. Il a montré que la résistance en courant continu des isolants fibreux est une fonction de la tension appliquée.

Du Bois [8] a aussi attiré l'attention sur ce phénomène. Il a indiqué qu'une goutte d'eau, ainsi qu'il a été considéré, peut s'étendre en forme de filament et former un pont entre les électrodes. Les mouvements de l'eau provoqueraient des altérations dans la capacité et la conductivité et Du Bois

(1) Fleming et Dyke. *Proceedings of the physical Society*, 1910, t. XXIII, p. 117.
(2) Mould. *B. E. A. M. A.*, 1923, t. XII, p. 337.
(3) Skinner. *Journal of the Franklin Institute*, juin 1917, t. CLXXXIII, p. 667. Analysé dans la *Revue generale de l'Electricité*, 2 mars 1918, t. III, p. 319-327.
(4) Butman. *Electrical World*, 20 avril 1918, t. LXXI, p. 812-815.
(5) Lübben. *Archiv. für Electrotechnik*, 1921, t. X, p. 282.

(1) Minton. *Transactions of the american Institute of electrical Engineers*, 1915, t. XXXIV, p. 1627.
(2) Wagner. *Archiv für Electrotechnik*, 1914, t. III, p. 67.
(3) Fleming et Dyke. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, 28 mars 1912, t. XLIX, p. 323.
(4) Curtis. *Bulletin of the Bureau of Standards*, 1914, t. XI, p. 359.
(5) Addenbrooke. *Proceedings of the physical Society*, 1912, t. XXIV, p. 286 et *The Electrician*, 25 janvier 1922, t. LXXXVIII, p. 63.
(6) Meyer. *Verhandlangen der deutscher physikalischen Gesellschaft*, 1917, t. XIX, p. 139.
(7) Evershed. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, 15 décembre 1923, t. LII, p. 51-83.
(8) Du Bois. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, septembre 1922, t. XLI, p. 689-698. Résumé dans la *Revue generale de l'Electricite*, 10 mars 1923, t. XIII, p. 77 D.

insiste sur ce fait pour expliquer l'absorption et la charge résiduelle.

En considérant la perte d'énergie dans un champ alternatif, il indique que dans le cas de filaments liquides qui joignent les électrodes, la perte d'énergie ne dépend pas de la fréquence et inversement quand les filaments ne rejoignent pas les électrodes. La théorie de Maxwell est naturellement applicable à ce phénomène. Du Bois établit aussi qu'un filament parcouru par un courant peut être porté à une température plus élevée que le diélectrique environnant et que si la température du filament croît avec la tension appliquée, on peut s'attendre à ce qu'il existe des écarts par rapport à la loi du carré. L'évaporation peut conduire à la rupture des filaments et ainsi il pourra survenir un changement dans la courbe de perte d'énergie en fonction de la tension, pour un certain point critique. Cette conception introduit beaucoup de facteurs variables et il est difficile de voir jusqu'à quel point ils affecteront le comportement de la matière, mais il semble probable que les substances contenant de l'humidité obéiront à des lois différentes de celles concernant les substances qui en sont dépourvues. Hayden et Steinmetz [1] ont considéré le rapport existant entre de telles actions et la rupture d'un isolant sous l'action d'une tension élevée.

Traduit par L. VELLARD. L. HARTSHORN.

Revues, analyses et informations

Sur la perméabilité du fer aux hautes fréquences

A la séance du 23 mai 1927 de la Section de Nancy de la Société française de Physique, M. C. GUTTON et Mme I. MIHUL ont présenté une communication sur ce sujet. En voici le résumé [1].

M. Arkadiew et ses élèves ont signalé que la perméabilité du fer étudiée dans des champs oscillants varie dans de très larges limites et très irrégulièrement lorsqu'on change la fréquence. Ils attribuent ces variations à des phénomènes analogues à ceux qui déterminent, au voisinage des bandes d'absorption, de grandes variations de la constante diélectrique des isolants.

D'autre part, M. Laville, à la suite d'études très soignées sur la propagation le long des fils, trouve une perméabilité à peu près constante.

Nous avons donc repris des mesures en évitant les erreurs considérables que peuvent introduire l'usage entre les fils d'une ligne de ponts qui ne produisent qu'une réflexion incomplète.

Le principe de la méthode est le suivant. Un résonateur de Blondlot est constitué par un condensateur et un rectangle en fil de cuivre. On le couple, en couplage lâche, avec un oscillateur à lampes et on détermine la courbe de résonance en mesurant avec un petit électromètre idiostatique la différence de potentiel efficace entre les armatures du condensateur et à l'aide d'une ligne couplée à l'oscillateur la fréquence de ses oscillations forcées.

On en déduit l'amortissement qui est égal à $\frac{R}{2L}$.

On calcule le coefficient de self-induction L et on obtient ainsi la résistance R du résonateur.

On remplace une partie du fil de cuivre du résonateur par un fil de fer et on détermine le nouvel amortissement $\alpha'=\frac{R'}{2L'}$. Le coefficient de self-induction est un peu modifié, on obtient sa nouvelle valeur par la mesure de la nouvelle longueur d'onde de résonance. La différence $R-R'$ est la différence entre les résistances en haute fréquence du fil de cuivre et du fil de fer. La formule de Stefan qui donne la résistance en haute fréquence des fils cylindriques en fonction de la conductivité et de la perméabilité permet d'obtenir la valeur de cette dernière qui intervient dans la formule par sa racine carrée. (Nous mesurons au pont double la conductivité.)

Pour deux morceaux de corde de piano de 7 cm de longueur, 0,85 et 1,24 mm de diamètre nous avons obtenu les résultats suivants :

Corde de 0,85 mm de diamètre :

λ^{cm}	2 502	2 031	1 719	1 513	1 347	1 215	1 090	995	896	830	779
$\sqrt{\mu}$	8,5	8,6	8,5	8,4	8,3	8,5	8,1	8,1	8,3	8,0	8,2

Corde de 1,24 mm de diamètre :

λ^{cm}	2 480	2 013	1 707	1 503	1 334	1 208	1 087	991	890	805
$\sqrt{\mu}$	6,9	6,9	7,1	6,9	6,8	6,7	7,0	7,0	6,9	6,9

Les écarts entre les valeurs de $\sqrt{\mu}$ ne dépassent pas les écarts expérimentaux. Nous ne trouvons pas les très grandes variations indiquées par M. Arkadiew. Elles paraissent provenir d'incorrections dans l'application des méthodes de mesure.

[1] *Bulletin de la Société française de Physique*, 17 juin 1927, n° 249, p. 99 S-100 S.

[1] HAYDEN et STEINMETZ. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, janvier 1924, t. XLIII, p. 36-43. Résumé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 5 juillet 1924, t. XVI, p. 1 D.

SECTION INDUSTRIELLE

Sur les barrages-réservoirs à voûtes et à charge fractionnée

Les auteurs rappellent d'abord l'état actuel de la technique officielle des barrages, c'est-à-dire les principes généraux pour la construction de ces ouvrages qui ont été consacrés par les textes officiels, lesquels distinguent notamment les « barrages-poids » et les « barrages-voûtes ». Ils constatent l'absence d'épreuves sur les barrages, carence qui peut conduire à des mécomptes pour l'établissement d'ouvrages importants, si bien qu'à cet égard la Commission des Barrages de grande Hauteur a cru devoir faire des réserves concernant divers modèles. Les auteurs indiquent un calcul sommaire de la résistance des voûtes, en tenant compte de la formule d'Euler relative au flambage et des travaux de M. Timochenko sur les systèmes élastiques; ils complètent ces données par le compte rendu de recherches théoriques et d'expériences faites aux Etats-Unis. Ils exposent les essais aussi originaux qu'utiles qu'ils ont eux-mêmes récemment effectués au Laboratoire de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées, en opérant avec du mercure sur des maquettes réduites, construites avec des matériaux à faible coefficient d'élasticité. Les résultats obtenus au cours de ces essais consacrent les mérites des barrages à voûtes multiples et à charge fractionnée, qui sont appelés à remplacer, dans un avenir prochain, les « barrages-poids » que leur encombrement, leur prix, leur délai d'exécution et l'incertitude de leur sécurité ont déjà condamnés.

I. Considérations générales. 1. Textes officiels relatifs a la stabilité et a l'exécution des barrages. — C'est par sa circulaire du 19 octobre 1923 que le ministre des Travaux publics a essayé, pour la première fois, de fixer la doctrine sur la « méthode à suivre dans l'étude et l'exécution des barrages de grande hauteur ».

Le précédent texte administratif applicable à ces ouvrages émanait du ministre de l'Agriculture (19 juin 1897). Il était intitulé « Instructions pour la revision des conditions de stabilité des barrages-réservoirs ». Sa rédaction avait été dominée par l'émotion suscitée par la catastrophe de Bouzey, survenue le 27 avril 1895. En fait, il avait servi de guide pour la construction des barrages étudiés de 1897 à 1923.

La construction des barrages-réservoirs était autrefois un événement assez rare en France, pour que les Pouvoirs publics pussent se borner à y consacrer de loin en loin une marque d'intérêt, notamment à l'occasion des catastrophes retentissantes.

Mais les conditions ont changé et, suivant les termes mêmes du ministre des Travaux publics de 1923, M. Yves Le Trocquer, « la construction des barrages de grande hauteur, destinés à l'aménagement des chutes d'eau, constitue l'un des problèmes les plus importants, que les ingénieurs des Ponts et Chaussées aient à étudier ».

2. Principes généraux pour la construction des barrages. — « Si, dans l'établissement de ces ouvrages — énonce encore la circulaire précitée — il faut, avant tout, considérer la sécurité, il ne faut pas oublier qu'une diminution dans les énormes dépenses de construction, permet d'abaisser le prix de revient de l'énergie et, par suite, d'aménager certaines chutes, qui seraient restées improductives ».

A ce titre, une étude susceptible de modifier l'orientation actuelle de la construction des barrages-réservoirs peut intéresser nos lecteurs, que la « Revue générale de l'Electricité » tient déjà régulièrement au courant des diverses questions qui se rattachent à ce vaste sujet.

3. « Barrages-poids » et « barrages-voûtes ». — La circulaire, qui débute par le judicieux préambule

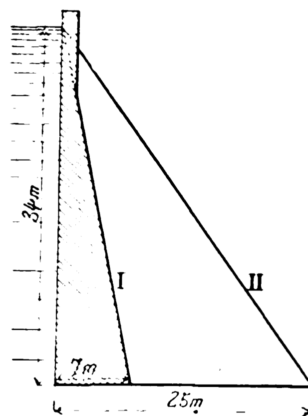


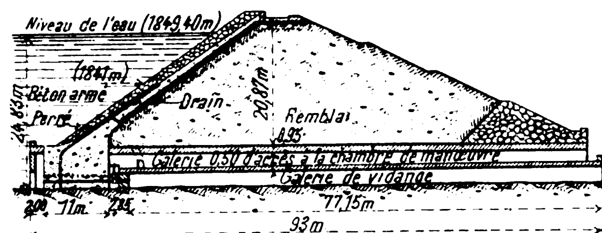
Fig. 1. — Profils comparés d'un « barrage-poids » et d'un « barrage-voûte » de même hauteur : I. Barrage-voûte; II. Barrage-poids.

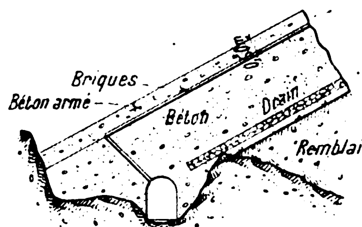
précité, classe en deux catégories distinctes les nombreux types d'ouvrages utilisés dans la construction de barrages-réservoirs :

1° Les barrages établis de manière à résister par leur propre poids à la poussée des eaux et à transmettre intégralement les pressions au sol des fondations, dénommés *barrages-poids* (fig. 1).

2° Les barrages, dans lesquels la poussée des eaux es reportée en tout ou en partie sur des surfaces d'appui latérales, dénommés *barrages-voûtes*.

Mais la commission instituée « en vue de déterminer les méthodes à suivre dans l'étude et la construction de





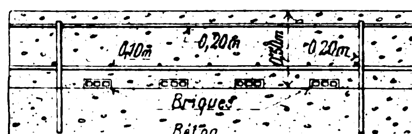


Fig. 2. — Profil du barrage d'Orédon construit en enrochements. Coupe en travers avec détails du revêtement, le perré enlevé.

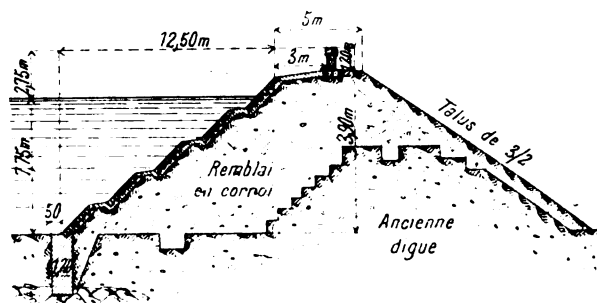


Fig. 3. — Profil du barrage en terre du Plessis.

ces ouvrages » de grande hauteur ayant déclaré ne pouvoir « avant un certain délai » formuler son avis sur la seconde catégorie, il se trouve que la doctrine émise ne concerne, jusqu'ici, que les ouvrages de la première.

Encore, dans cette catégorie, fait-elle abstraction des barrages en enrochements (fig. 2) et des barrages en terre (fig. 3), dont le poids est cependant l'unique élément de résistance à la poussée hydraulique, mais qu'elle considère implicitement comme inapplicables aux grandes hauteurs.

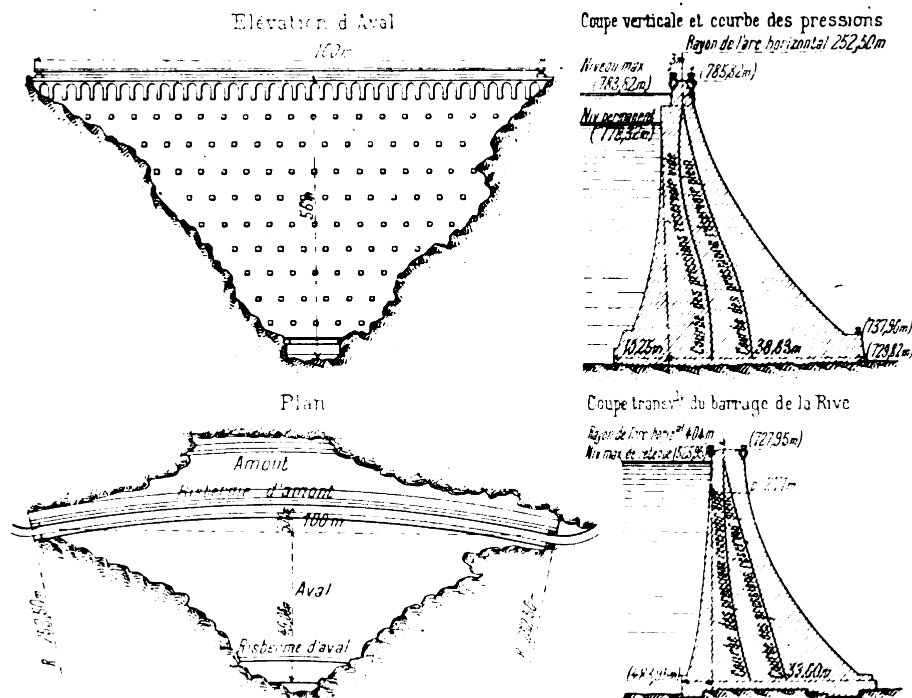


Fig. 4. — Plan, coupe et élévation du barrage du Gouffre d'Enfer.

4. Limite inférieure des grandes hauteurs de barrages. — Le texte de la circulaire a, d'ailleurs, négligé de spécifier quelle était la limite inférieure à partir de laquelle un barrage devait être considéré comme de grande hauteur.

En Italie, la classification officielle est la suivante :

1° Digues de faible hauteur au-dessous de 25 m.

2° Digues de moyenne et grande hauteur de 25 à 50 m.

3° Digues de très grande hauteur au-dessus de 50 m.

Le rapport annexé à la circulaire signale, dans son chapitre premier, que la France a possédé pendant quelque temps le barrage le plus haut du monde entier, celui du Gouffre d'Enfer (fig. 4), construit sur Le Furens et répondant au double objet de la défense de la ville de Saint-Etienne contre les inondations et de son alimentation. Ce barrage mesure 50 m de hauteur maximum. Il constitue un grand barrage.

Plus loin, au chapitre II, le rapport mentionne :

« Si l'on considère les « barrages-poids » d'une hauteur maximum au moins égale à 50 m, on remarque... ».

Faut-il en conclure qu'au-dessous de 50 m, le constructeur a le libre choix entre les divers types de barrages-réservoirs qui ont déjà été utilisés avec succès, et parmi lesquels le barrage-poids est celui qui a compté, jusqu'ici, le plus de catastrophes à son actif ou plutôt à son passif?

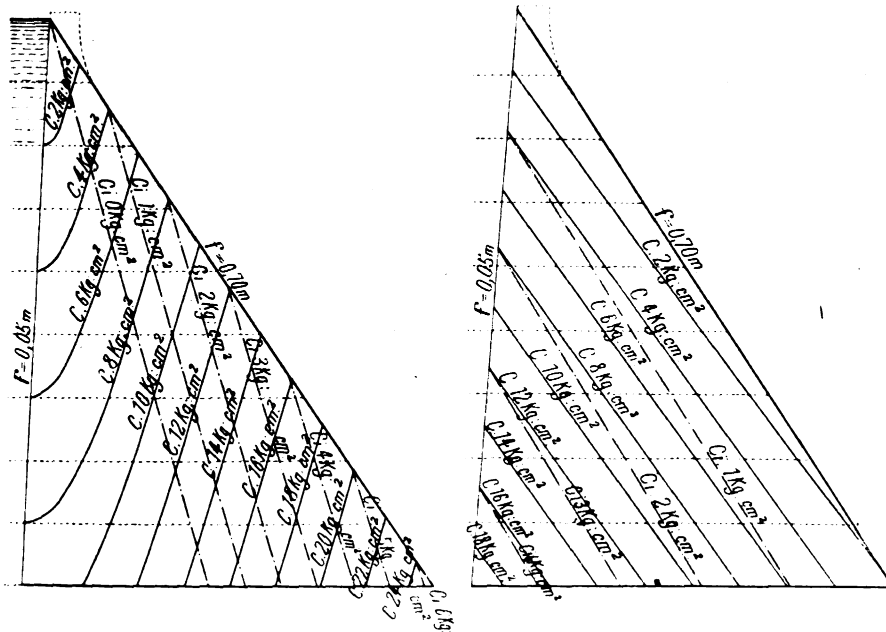


Fig. 5. — Courbes d'égale pression maximum (C) et d'égal cisaillement effectif maximum (Ci), lorsque le réservoir est plein (à gauche) et lorsqu'il est vide (à droite). Le poids spécifique des maçonneries est supposé égal à 2300 kg : m³. (Courbes annexées à la circulaire du 19 octobre 1923 sur les « barrages-poids » de grande hauteur.)

En fait, tous les barrages, qu'elle qu'en soit la hauteur, qui ont été construits ou mis en chantier en France depuis la publication de la circulaire du 19 octobre 1923, l'ont été suivant le type à profil triangulaire en béton, qu'elle définit avec une minutieuse précision, tant en ce qui concerne les études qu'en ce qui concerne l'exécution (fig. 5).

5. Absence d'épreuves des barrages. — Précisément on s'attendait à trouver, dans un texte qui débute et conclut sur les mots de sécurité, quelques phrases consacrées aux épreuves, par analogie avec les décrets ou circulaires concernant les ponts métalliques ou les ouvrages en béton armé. Il faut espérer que, dans le prochain texte, cette lacune pourra être comblée.

Il est quelque peu inquiétant, en effet, de voir des ouvrages, qui comptent dans leur histoire des catastrophes répétées, mis en service sans que des épreuves préalables soient venues fournir des indications sur le degré de sécurité qu'ils comportent, en raison des conditions de leur exécution aussi bien que de leur conception.

Pour les ponts, qu'ils soient en métal ou en béton armé, les calculs font ressortir l'amplitude des déformations maxima, que doit produire l'application de charges d'épreuve déterminées.

Il ne semble pas que de telles épreuves aient été effectuées sur les barrages édifiés depuis la circulaire en question.

La catastrophe de Bouzey a été précédée de déformations et de dégradations très apparentes sur le barrage et, cependant, on n'a pas hésité à y relever le plan

d'eau au-dessus de la retenue normale (fig. 6). La catastrophe a été causée par l'ignorance, où l'on se

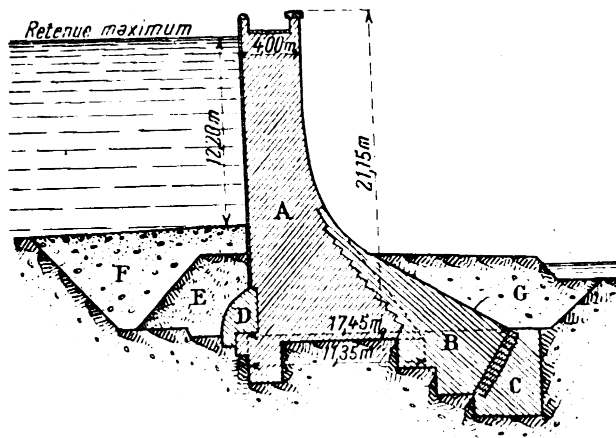


Fig. 6. — Profil du barrage de Bouzey sur le canal de l'Est : A, mur primitif; B, massif de butée; C, sommier; D, solin; E, argile corroyée; F, sable, gravier et pierraille; G, remblai en tout-venant.

trouvait, de la marge pratique de sécurité dont on pouvait disposer.

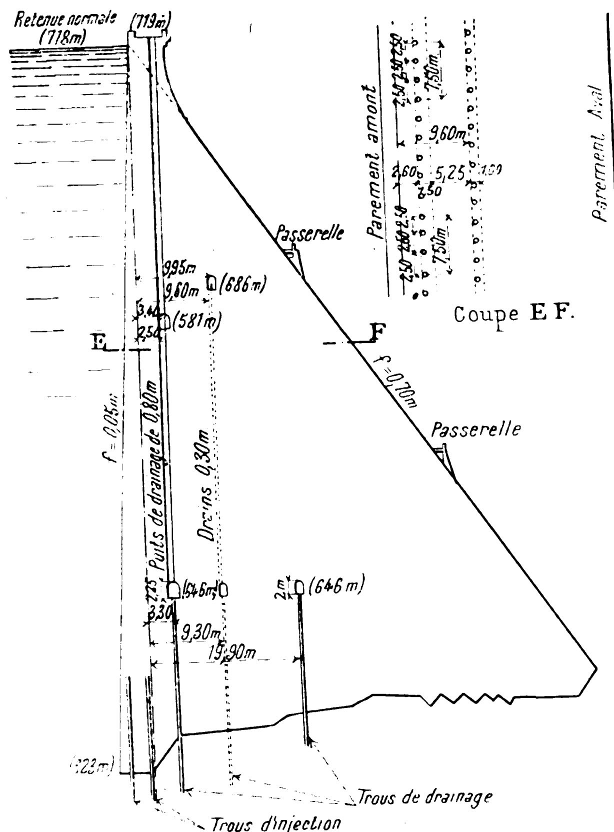


Fig. 7. — Profil du barrage du Chavanon et section horizontale indiquant le dispositif de drainage. L'exécution de ce barrage, dont le profil répond au type de la circulaire ministérielle, a été suspendue.

6. Utilisation des barrages-poids en béton a profil triangulaire. — La commission désignée par le Conseil général des Ponts et Chaussées pour l'étude des barrages de grande hauteur, a éliminé, dans la catégorie des barrages résistant à la poussée hydraulique par leur poids, tous les types autres que le barrage en béton à profil triangulaire (fig. 7).

En Algérie, où un concours avait été ouvert entre constructeurs, sans limitation de programme, pour la construction d'un barrage-réservoir de cent mètres de hauteur, les délégués de la Commission des Barrages de grande hauteur qui faisaient partie du jury, consultés sur la sécurité des divers types présentés, n'ont cru pouvoir garantir que le type préconisé par la circulaire, et cette assertion a entraîné la décision du jury, malgré le supplément considérable de dépenses qu'elle comportait.

A côté de cet exemple, il est équitable de signaler qu'en Afrique du nord, pour des hauteurs moindres, on a eu recours à des barrages en enrochements, comportant des masques en béton armé, tandis que les barrages évidés en béton armé ne s'y sont pas introduits, non plus que les barrages-voûtes.

7. Utilisation des barrages-voutes. — D'ailleurs, l'exclusivité, accordée pour les grandes hauteurs au

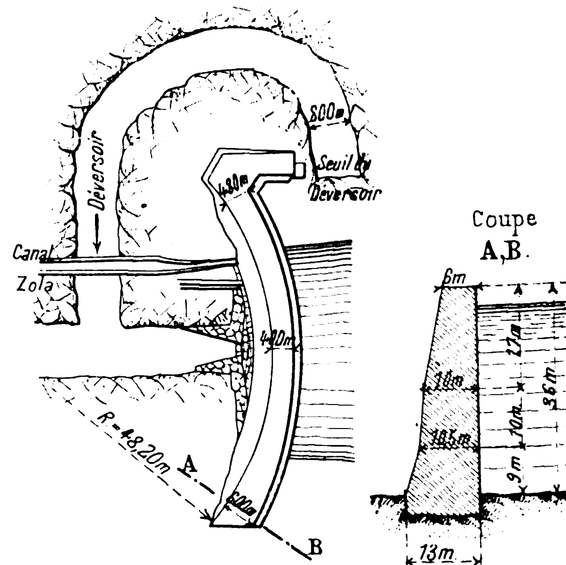


Fig. 8. — Plan et profil du barrage de Zola.

barrage-poids en béton, n'est que momentanée. C'est la Commission des Barrages de grande Hauteur elle-même qui déclare dans son rapport :

« Le barrage-voûte, lorsque les dimensions restreintes de la vallée permettent de l'adopter peut constituer une solution économique pour les grandes hauteurs ».

Malgré cette affirmation, évidemment applicable aux barrages de hauteur inférieure à 50 m, la France, avec ses colonies, en est restée, au point de vue de l'utilisa-

tion du barrage-voûte, au seul barrage de Zola (du nom de son auteur) construit en 1845 près d'Aix-en-Provence (fig. 8). Le second exemplaire de barrage-voûte, qui existe en France, a été construit pendant la guerre par les Américains près de Savenay, station du

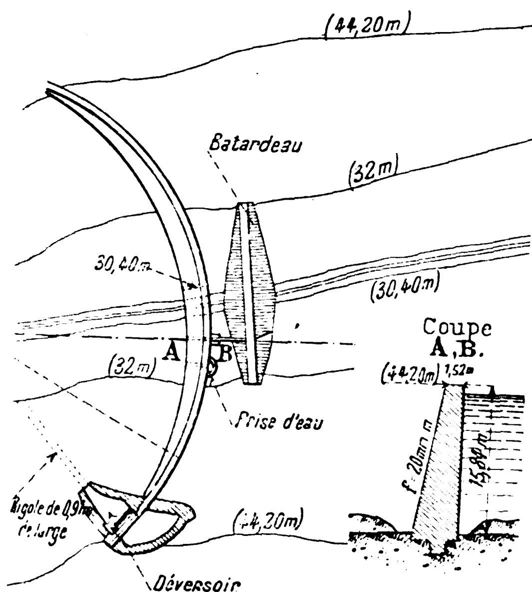


Fig. 9. — Plan et profil du barrage de Savenay.

réseau de la Compagnie de Chemins de fer de Paris à Orléans (fig. 9).

On aurait tort de croire en effet, en se basant sur l'impression d'immuabilité que procure la masse, que le barrage-poids détient le monopole de la sécurité : c'est par l'écrasement de sa fondation qu'a péri en Espagne l'imposante digue de Puentes en 1802. Plus près de nous, la catastrophe de Habra, toujours en Espagne, les avaries survenues aux barrages de Grosbois et de Chazilly sont là pour prouver que l'exagération de la masse, loin de procurer de la sécurité, apporte un nouveau danger (fig. 10). L'emploi judicieux des matériaux a toujours mieux valu que leur quantité.

Lorsque la Commission des Barrages aura donc accompli la deuxième partie de sa tâche (étude des barrages à voûtes simples pour vallées se prêtant à leur emploi), il est à espérer qu'elle élargira le champ de ses investigations en l'étendant à l'étude des barrages évidés en béton armé, dont la construction s'est développée à l'étranger, alors qu'elle s'est limitée en France à un ou deux exemplaires (fig. 11).

La Commission précitée a évité, dans son rapport, d'employer les termes : béton armé.

Cependant le propre rapporteur de cette commission a pu écrire, dans sa communication au Congrès de Navigation du Caire en 1926, qu'à l'étranger « les barrages-voûtes se sont multipliés en s'amincissant et la hardiesse des constructeurs n'a pas connu d'insuccès ».

A l'heure actuelle, on peut donc dire qu'en matière de barrages-voûtes, les précédents sont aussi nombreux qu'ils l'étaient en 1923 en matière de barrage-poids de grande hauteur et que l'utilisation des propriétés économiques des voûtes ne se restreint pas aux vallées étroites et encaissées, mais qu'elle s'applique dans tous les cas où serait applicable le barrage-poids.

Si la catastrophe du Gleno est venue, pour un temps, saper la confiance que pouvait avoir le public dans les barrages en béton armé à voûtes multiples, c'est parce

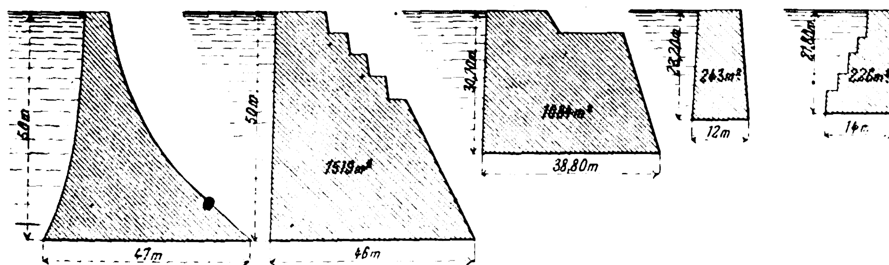


Fig. 10. — Profils de barrages-poids anciens. De gauche à droite : barrages du Ban, de Puentès, du Val d'Infierno, d'Elche (en arc), de Grosbois.

qu'on avait perdu de vue que ce barrage reposait sur un soubassement construit comme barrage-poids. L'enquête a établi que ni le principe de l'utilisation des voûtes, ni la résistance du béton armé ne devaient être mis en cause dans cet accident.

Deux incidents récents, survenus à des barrages-voûtes en Amérique, semblent indiquer, au contraire, que la sécurité se trouve plutôt du côté du barrage-voûte que du barrage-poids :

Sur la rivière Moyle (Etat de Idaho, Etats-Unis d'Amérique) un barrage-voûte de 15 m de hauteur, par suite de la destruction de trois barrages successifs qui existaient à l'amont en territoire canadien, a été surmonté par une lame déversante de 4,50 m d'épaisseur sans être endommagé. Pendant ce temps le déversoir d'évacuation des crues, construit pour éviter au barrage de fonctionner comme déversoir, était affouillé sur une profondeur de 15 m, ouvrant ainsi, dans le contrefort, qui séparait le réservoir d'une vallée voisine, une large brèche par laquelle l'eau retenue s'est entièrement vidée.

Le barrage-voûte de la rivière Lanier (Caroline du Nord) a été construit après une étude géologique insuf-

fisante. Le bassin ayant été rempli, l'une des culées a été affouillée et le terrain sous-jacent a été emporté par les eaux, qui se sont ainsi frayé un passage par lequel le bassin s'est entièrement vidé, sans que le mur lui-même ait subi de dommage.

Dans un cas analogue, la tranche verticale d'un barrage-poids correspondant à la portion de terrain affouillée eût très probablement suivi cette tranche de terrain.

On savait déjà que le barrage de Sweetwater, de 36 m de hauteur, a pu sans dommage être surmonté par une crue pendant quatre jours (fig. 12).

Enfin, on a construit l'année dernière un barrage-voûte destiné, par des épreuves à outrance, à étudier

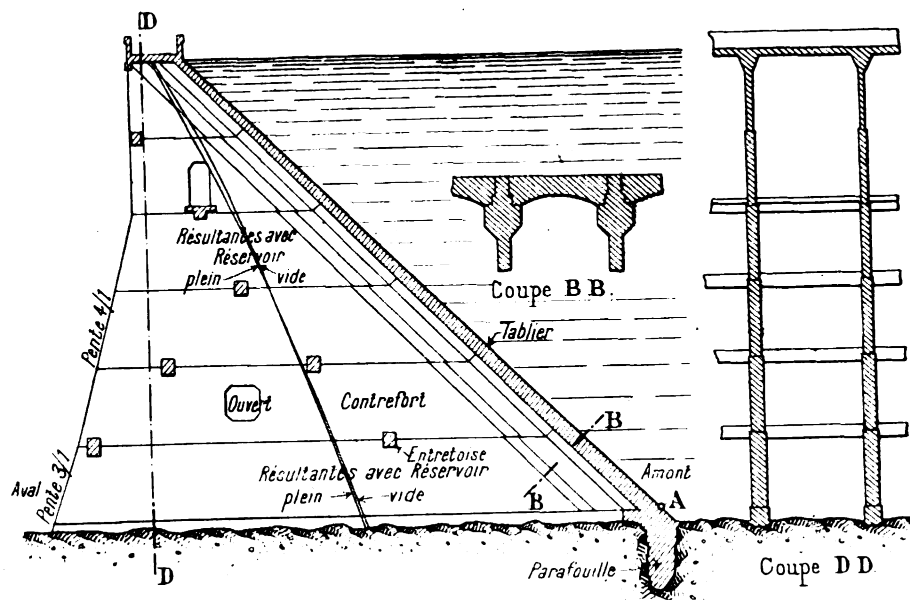


Fig. 11. — Profil et détails d'un barrage évidé en béton armé.

la résistance des voûtes soumises à la poussée hydraulique : le barrage devait atteindre les conditions de rupture lorsque l'eau parviendrait au niveau de la retenue.

Le barrage s'est fissuré bien avant que le niveau

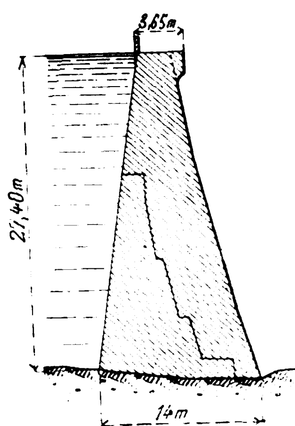


Fig. 12. — Profil du barrage-voûte de Sweetwater.

prévu ait été atteint, mais on a pu continuer à relever le niveau de l'eau jusqu'au sommet du barrage sans qu'aucun accident se soit produit.

Si l'utilisation des voûtes, dans les barrages à voûte unique ou à voûtes multiples, s'est développée à l'étranger, c'est en raison des avantages économiques qu'elle procure, sans nuire, comme on le voit, à l'indispensable sécurité. Mais on n'est pas parvenu plus qu'en France à élucider les diverses questions théoriques qu'elle comporte.

Mais peut-on dire que les nombreux points obscurs soulevés par l'application du type de barrage-poids défini par la commission avaient été élucidés, lorsque cette consécration officielle lui a été apportée, au point que ce type est actuellement considéré comme le seul autorisé, tout au moins pour les grandes hauteurs? Il serait téméraire de l'affirmer.

De l'étude des nombreux exemplaires de barrages-voûtes mis en service à l'étranger, aussi bien que des recherches effectuées en divers pays, on a, du moins, dégagé, peu à peu, un certain nombre de notions, que nous allons essayer de préciser.

II. Eléments de résistance des voûtes. — 1. FORMULE DU TUBE. — Que la voûte soit verticale, comme dans les barrages à voûte unique, ou inclinée, comme dans les barrages à voûtes multiples, elle peut être assimilée, pour faciliter le raisonnement, à une paroi tubulaire, soumise sur sa face externe, à une pression normale à cette face.

Si le tube est cylindrique, de rayon r et d'épaisseur e,

et si la pression externe est uniforme et égale à ϖ, elle engendre au sein de la matière du tube une pression ρ dirigée tangentiellement au cercle axial de la section annulaire du tube et égale en moyenne à

$$\rho = \frac{\varpi r}{e}.$$

Si le tube était libre de se déformer élastiquement, il en résulterait une modification de ses dimensions respectant sa forme.

Mais, dans le cas du barrage, le tube est incomplet. La portion qui subsiste est encastrée, suivant un contour irrégulier, dans une masse pratiquement indéformable : les flancs de la vallée.

2. Effet principal et effets secondaires s'exerçant sur le barrage. — A la pression moyenne considérée ci-dessus, effet principal de la poussée de l'eau, s'ajoutent des flexions causant des pressions et des tensions, dites effets secondaires.

Ces dernières pressions s'ajoutent à celle de la formule ci-dessus. Pour éviter de les calculer, les constructeurs majorent par prudence les épaisseurs auxquelles conduisait l'application de la formule, ou, ce qui revient au même, adoptent des taux de fatigue à la compression des matériaux employés, bien inférieurs à ceux réalisés dans les constructions ordinaires. Les tensions, au contraire, se retranchent de l'effet principal. Mais alors, en cas de mise à sec du réservoir, cet effet principal étant nul, elles font travailler la matière de la voûte à l'extension et provoquent, par conséquent, des fissures, qui pourront constituer un danger lors d'un remplissage subséquent.

On a donc été conduit, pour écarter ce danger, à armer les voûtes de tous les barrages, qu'ils soient à voûtes simples ou multiples, pleins ou évidés. Mais on a reproché à cette méthode le danger de corrosion des armatures. Par suite du gonflement accompagnant la formation de la rouille, celle-ci amènerait la dislocation du béton qui les enrobe. Se basant sur le symptôme fâcheux que constitue l'écoulement, au pied des barrages en béton armé, d'eaux chargées de rouille, on a pronostiqué la ruine fatale de tous les barrages en béton armé.

Certains d'entre eux existent cependant encore, bien que leur construction ait précédé l'avènement officiel du béton armé.

3. Flambage de la voute. — La portion de voûte comprise entre deux plans normaux à l'axe, fonctionnant comme une pièce comprimée longitudinalement, est soumise au risque de flambage. La plaque cintrée qu'elle constitue, est sujette à se voiler suivant une surface sinusoïdale dès que la pression externe et, par conséquent, l'effet principal de compression, dépasse une certaine valeur critique.

4. Utilisation de la formule d'Euler. — Si la pièce était droite, c'est-à-dire si la plaque était plane au lieu d'être cintrée, la valeur de la charge critique serait donnée par la formule d'Euler :

$$F = \frac{EI\pi^2}{l^2}$$

pour les plaques appuyées à leurs extrémités et

$$F = \frac{4EI\pi^2}{l^2}$$

pour les plaques encastrées à leurs extrémités.

Elle conduit à ce résultat, que la pratique vérifie : pour des pièces dont la longueur est très supérieure à la plus petite des dimensions de la section transversale, la rupture par flambement survient bien avant qu'ait été atteinte, par l'effort unitaire de compression, la valeur de la résistance à l'écrasement.

D'où cette règle pratique, appliquée notamment aux poteaux :

Pour qu'un poteau puisse utiliser convenablement la résistance de sa matière à l'écrasement, il faut qu'il constitue une pièce courte, c'est-à-dire une pièce, dans laquelle le rapport de la longueur à la plus petite des dimensions de la section transversale soit inférieur à un nombre donné, dépendant de la nature de la matière et des circonstances.

5. Application des travaux de M. Timochenko sur la statique des systèmes élastiques. — Dans son mémoire sur la « Statique des systèmes élastiques », M. Timochenko a étudié le cas d'une plaque rectangulaire appuyée sur deux de ses bords opposés, libre sur l'un des deux autres et encastrée suivant le quatrième.

Il a établi des tables applicables sans modification lorsque la plaque est en acier de coefficient d'élasticité

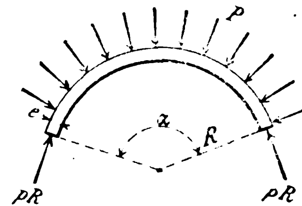


Fig. 13. — Détermination des efforts qui s'exercent sur une paroi cylindrique de rayon R, soumise sur son extrados à une pression normale et uniforme.

égal à 2.10^6 kg : cm². Ces tables donnent la valeur de la charge agissant parallèlement au côté encastré et uniformément répartie suivant les côtés appuyés, à partir de laquelle la plaque commence à se voiler.

Pour passer de ces résultats à ceux applicables à des plaques d'autres substances, il suffit, à dimensions égales, de les multiplier par les rapports des coefficients d'élasticité.

Le même auteur a également étudié le cas d'une plaque cintrée suivant une paroi cylindrique de rayon R et soumise sur son extrados à une pression normale et uniforme (fig. 13).

Le cintrage et l'encastrement concourent à élever considérablement les valeurs des charges critiques de flambement par rapport à celles que fournit la formule d'Euler. Pour les plaques cintrées et libres sur leurs deux bords cintrés, la formule de Timochenko peut se décomposer en deux facteurs, dont l'un est le second membre de la formule d'Euler et l'autre, un facteur que nous avons appelé « facteur de cintrage »

$$\gamma = \frac{4\pi^2 - \alpha^2}{\pi^2 (1 - \sigma^2)}.$$

α est ici l'angle au centre sous tendu par la plaque et σ est le coefficient de Poisson. Le facteur de cintrage dépend donc uniquement de l'angle au centre de la voûte. Pour $\alpha = \pi$, $\gamma = 3{,}25$.

Des études de Timochenko, on peut donc conclure que, avec les épaisseurs indispensables pour les angles au centre compris entre 0 et π, les plaques cintrées et encastrées sur trois de leurs bords n'atteindront pas la charge critique de flambage avant la charge critique à l'écrasement. Elles ne sont pas sujettes au flambage,

Or, les constructeurs ont méconnu jusqu'ici l'influence bienfaisante, au point de vue du flambage, du cintrage et de l'encastrement et, à quelques exceptions près, ils se sont tenus, par crainte du flambage pour le travail à la compression des matériaux de leurs voûtes, bien au-dessous des chiffres permis. Rares sont les exceptions constatées: sur 34 barrages-voûtes construits tant en Amérique qu'en Europe et en Australie,

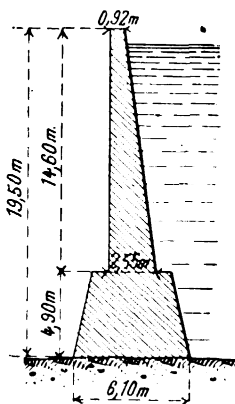


Fig. 14. — Profil du barrage-voûte de Bear Valley.

la pression unitaire maximum sur les maçonneries, déduite de la formule du tube, est comprise entre 7,5 kg : cm² (15 400 livres par pied carré au barrage de Picton de 9 m de hauteur) et 59 kg : cm² (121 000 livres par pied carré au barrage Bear Valley de 22 m de hauteur) (fig. 14). Le Bear Valley Dam, où les matériaux sont soumis à un taux de fatigue à la compression si élevé, est classé comme construit en béton. Il est probable, néanmoins, que ce béton a été renforcé par des armatures, qui n'ont pas été signalées. A Upper Ottay Dam (Californie), où le taux de fatigue atteint un chiffre à peine inférieur (120 000 livres par pied carré), les armatures consistent en câbles d'acier de 32 mm de diamètre noyés tous les 60 cm, environ, au milieu de l'épaisseur du barrage et dans le sens des directrices.

Ces barrages, qui datent respectivement de 1884 et 1900, existent encore ; c'est le cas de constater, avec le distingué rapporteur de la Commission des Barrages de grande Hauteur, que la hardiesse des constructeurs californiens a été jusqu'ici couronnée de succès.

6. Taux usuels de fatigue. — Mais, d'une façon générale, les constructeurs ont été beaucoup plus timides.

Au barrage évidé en béton armé de la Sélune à la Roche-qui-boit, les dimensions adoptées pour les voûtes en plein cintre : rayon de 2,50 m, épaisseur maximum de 16 cm, conduisent à une fatigue à la compression de 23 kg : cm², alors que le béton des contreforts, qui n'est pas soustrait par l'immersion, comme celui des voûtes, aux effets du retrait, travaille à un taux double.

Cette réserve dans la fixation du taux de fatigue des voûtes est évidemment due à la préoccupation du flambage. Mais elle a pour résultat d'accroître la valeur relative des effets secondaires, qui sont fonctions inverses du rapport $\frac{r}{e}$. La valeur minimum du rapport $\frac{r}{e}$ est ici de 16 environ, ce qui conduit, pour le rapport de la longueur à l'épaisseur $\frac{l}{e}$, au chiffre de 49. Comme une pièce droite en béton armé, travaillant à la compression, est dite courte pour $\frac{l}{e} \leqq 20$, le constructeur du barrage de la Sélune a admis que le cintrage ne relevait les charges critiques au flambement que dans la proportion de 2,5 à 1. Or, pour une pièce cintrée et libre sur ses bords, Timochenko a trouvé la valeur 3,25.

Il semble donc que la matière employée en surabondance dans les voûtes eût été plus judicieusement utilisée à augmenter l'empattement longitudinal des contreforts, pour réduire les composantes à l'extension qui se manifestent au sommet du barrage par des fuites aux naissances de toutes les voûtes les plus élevées du milieu de l'ouvrage.

La préoccupation du flambage paraît avoir également influencé M. C. Guidi, car, dans les expériences que nous allons évoquer, il a adopté presque exactement les chiffres ci-dessus, comme taux de fatigue à la compression et comme rapport $\frac{r}{e}$ pour un même angle au centre (fig. 15) et il a arrêté la réduction de ses tables à la valeur maximum de $\frac{r}{e} = 20$.

7. Recherches théoriques sur les barrages-voûtes. — L'emploi des voûtes dans la construction des barrages est, on le voit, dominé par un certain empirisme

timoré. Les chercheurs n'ont cependant pas manqué pour élucider par le calcul les points obscurs de ce problème pratique.

En France, MM. Caquot, d'une part, et Haegelen, d'autre part, tous deux ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées, ont abouti à des formules rigoureuses, mais supposant les anneaux indépendants.

En Italie, M. C. Guidi, professeur à l'Ecole polytechnique de Turin, a établi des formules et dressé des abaques d'un usage particulièrement commode.

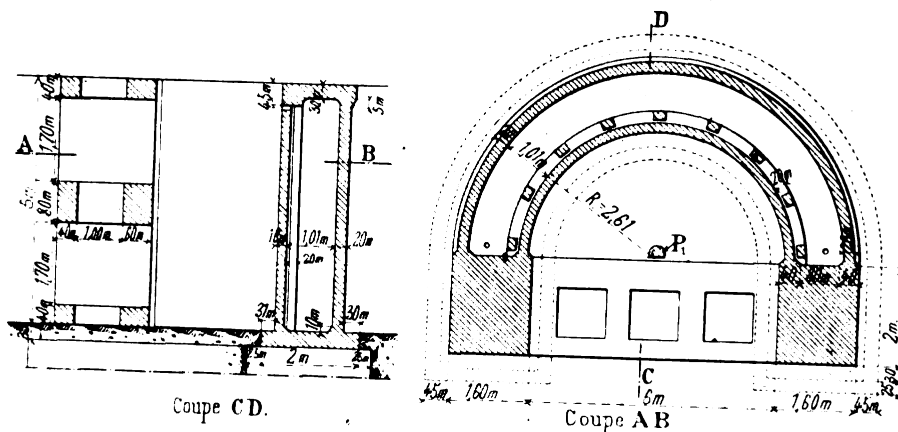


Fig. 15. — Modèles d'essais de M. Guidi.

Mais, comme MM. Caquot et Haegelen, il a considéré les voûtes comme formées d'éléments annulaires disposés suivant les directrices et empilés en suivant les génératrices, sans aucune solidarité entre eux.

M. C. Guidi a exécuté des expériences sur modèle réduit pour vérifier ses formules et abaques. La voûte essayée était développable suivant un rectangle de 8,50 m de longueur pour 5 m de largeur. Son épaisseur était de 0,16 m. Un dispositif très simple permettait d'appliquer à cette paroi cintrée en demi-cercle une pression hydraulique et de mesurer en divers points les déformations subies.

M. C. Guidi a constaté entre les déformations mesurées et celles qui seraient résultées de ses tables et abaques, les divergences suivantes :

Si l'on représente (fig. 16) par le quart de cercle AB le plan de la fibre axiale de la demi-voûte, cette fibre s'est déformée à une hauteur donnée au-dessus de l'encastrement, suivant le demi-contour AD, tandis que, d'après les tables de M. C Guidi, elle aurait pris la forme indiquée par le demi-contour AC.

M. C. Guidi a raisonné comme si sa voûte était formée de demi-anneaux empilés les uns sur les autres et résistant à la pression hydraulique sans aucune solidarité entre eux. S'il l'avait considérée comme formée de consoles verticales encastrées à leurs bases, juxtaposées suivant les génératrices et résistant indépendamment les unes des autres à la flexion résultant de la poussée hydraulique, la courbe théorique AC eût été remplacée par le quart de cercle EF intérieur et concentrique à AB. Les génératrices, étant ici de longueurs égales, fléchissent de la même quantité à une même distance de l'encastrement. Il est donc naturel que la courbe réelle de déformation se tienne entre les deux courbes théoriques.

M. Julliard, en Suisse, et M. W.-F. Creager, en Amérique, ont essayé de tenir compte des déformations combinées des éléments de voûtes, disposés respectivement suivant les directrices et suivant les génératrices, ceux-ci travaillant à la flexion tandis que les premiers travaillent comme une voûte. Mais les hypothèses, que

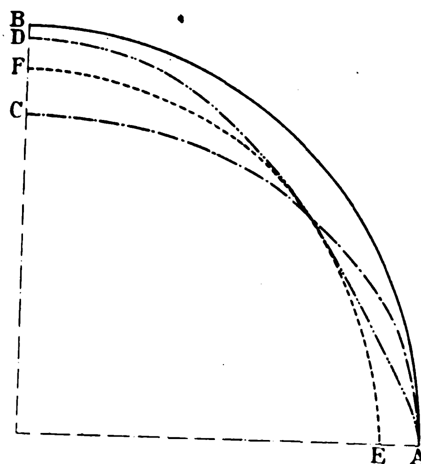


Fig. 16. — Graphique indiquant les déformations des barrages, d'après M. Guidi : AB, assise géométrique du demi-arc de la voûte; AC, déformation théorique sous l'effet d'une pression uniforme; AD, déformation effective à 1,75 m de la fondation.

chacun d'eux est obligé de faire intervenir dans le calcul pour le simplifier, enlèvent à leurs résultats toute rigueur.

M. A. Mesnager, qui a été chargé par la Commission des Barrages de grande Hauteur, d'élucider, par des expériences de photoélasticimétrie, certains points

restés obscurs dans l'étude des barrages-poids, aurait pu étudier de la même façon les déformations subies par les voûtes des barrages.

Mais les expériences de photoélasticimétrie ne donnent de résultats que dans les problèmes à deux dimensions. On retombait donc sur l'étude de l'anneau isolé ou d'une génératrice-console isolée.

Seules des expériences directes pouvaient conduire à des résultats pratiques. C'est à ce parti que les ingénieurs des Etats-Unis se sont résolus, ainsi que nous l'avons déjà signalé.

8. Expériences américaines. — L'Engineering Foundation des Etats-Unis a construit sur la gorge de Stevenson Creek un barrage-voûte à axe vertical de 30,50 m de rayon et 18,30 m de hauteur, avec une épaisseur variant de 2,30 m à la base jusqu'à 0,61 m à une hauteur de 9,15 m au-dessus du thalweg, pour rester ensuite constante jusqu'au sommet (fig. 17).

Par surélévations successives, ce barrage a été ensuite porté à une hauteur de 30,50 m.

Des déformations mesurées, on a déduit les efforts internes aux divers points de la voûte.

Le dépouillement de ces résultats n'est pas entièrement terminé. D'ores et déjà, on a abouti à des conclusions intéressantes, qui restent en accord général avec les résultats obtenus par M. C. Guidi.

Les effets secondaires augmentent quand diminuent l'angle au centre et le rapport $\frac{r}{e}$ du rayon à l'épaisseur. L'emploi de rapports $\frac{r}{e}$ faibles coïncide avec l'apparition d'efforts de tension.

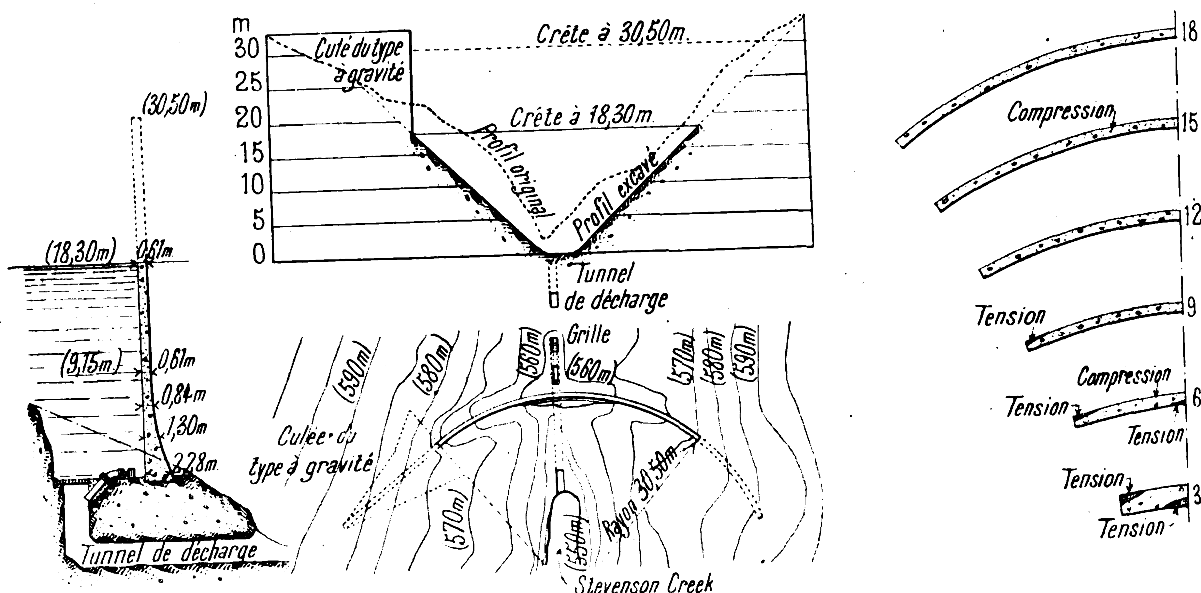


Fig. 17. — Expériences américaines au barrage de Stevenson Creek.

Cette coûteuse expérience a été subventionnée par le Bureau of Reclamations, les Etats de Californie et d'Oregon, la ville de San-Francisco, le service hydraulique de Los Angeles, plusieurs universités et un grand nombre d'industriels.

Les dépenses actuellement liquidées ou engagées s'élèvent à un total de 120000 dollars. Les expérimentateurs estiment que, pour achever leur programme, une somme de 50 000 dollars leur est encore nécessaire.

En juin dernier, on annonçait, d'autre part, qu'en outre des essais sur le barrage voûte de Stevenson Creek, l'Engineering Foundation allait entreprendre à Boulder (Colorado) une série d'essais sur modèles réduits. Le premier modèle construit devait représenter le barrage de Stevenson Creek.

Indépendamment de ces essais entrepris par l'Engineering Foundation sous le contrôle du Bureau of Reclamations, l'Université de Princeton aurait décidé de construire en celluloïd un modèle de barrage-voûte représentant aussi le barrage d'essais de Stevenson Creek, pour l'essayer suivant la méthode de MM. A. Mesnager et J. Veyrier que nous allons décrire ci-après.

La question de la résistance des voûtes employées dans les barrages est donc entrée résolument dans la voie expérimentale.

Les chercheurs français, qui s'étaient laissé distancer, pourraient bien regagner le terrain perdu, si le secours sur lequel ils sont en droit de compter ne leur fait pas défaut.

III. Expériences de MM. A. Mesnager et J. Veyrier. — 1. Nouvelle méthode d'essais sur modèles

réduits. — MM. A. Mesnager et J. Veyrier ont pensé que les expériences américaines, pour conduire à un résultat pratique, devaient être renouvelées dans les conditions les plus diverses et ils ont proposé une méthode qui permet cette diversification sous des formes moins onéreuses et plus facilement réalisables, tout en serrant, de plus près que les expériences italiennes, les conditions de la réalité.

C'est en décembre 1926, qu'ils proposèrent au Ministère des Travaux publics d'instituer le contrôle officiel d'essais sur modèles réduits, qu'ils se proposaient d'effectuer pour aboutir à la connaissance des conditions de résistance des voûtes employées dans la construction des barrages, étude qui faisait justement partie des préoccupations actuelles de la Commission des Barrages de grande Hauteur.

Considérons un ouvrage quelconque soumis à la pression hydraulique. Les efforts internes résultant de cette pression lui sont directement proportionnels.

Si l'on remplace l'eau, liquide de densité 1 par un liquide de densité n, les pressions en chaque point de l'ouvrage et, par conséquent, les actions internes sont multipliées par n.

Mais, si au lieu de faire agir le liquide de densité n sur l'ouvrage lui-même, on le fait agir sur un modèle réduit à l'échelle $\frac{1}{n}$ construit avec les mêmes matériaux, en chaque point du modèle réduit s'exerceront les mêmes pressions et, par suite, les mêmes efforts internes qu'aux points homothétiques de l'ouvrage. Le modèle sera placé dans des conditions de travail identiques à celles de l'ouvrage. Ses déformations élastiques seront homothétiques.

2. Conséquences du changement de la matière employée a la confection des modèles. — Si, au lieu de construire le modèle en matériaux identiques à ceux de l'ouvrage, on le construit en matériaux m fois moins résistants, c'est-à-dire se rompant sous une charge m fois moins forte, il suffira d'une hauteur de liquide de densité n, égale à $\frac{h}{mn}$, pour produire sur le modèle des effets, identiques par rapport à la rupture, à ceux que produirait sur l'ouvrage en vraie grandeur une colonne d'eau de hauteur h.

Si l'ouvrage, construit en matériaux de résistance ρ, devait atteindre les conditions de rupture sous une colonne d'eau de hauteur h, le modèle construit en matériaux de résistance $\frac{\rho}{m}$ et à l'échelle $\frac{1}{mn}$, les atteindra sous une colonne de liquide de densité n de hauteur $\frac{h}{mn}$.

De même, si l'on construit à l'échelle $\frac{1}{mn}$ et en matériaux dont le coefficient d'élasticité est $\frac{E}{m}$ un modèle réduit d'un ouvrage construit en matériaux de coefficient d'élasticité E, les déformations élastiques provenant des pressions appliquées en des points homothétiques de l'ouvrage et du modèle, pressions que mesurent des hauteurs respectives h et $\frac{h}{mn}$ d'eau et de liquide de densité n, seront données par les équations

$$h = kE\frac{dl}{l},$$

$$\frac{nh}{mn} = k\frac{E}{m}\frac{dl'}{l'},$$

k étant un facteur numérique dépendant exclusivement du choix des unités, l et l' étant des longueurs d'éléments de l'ouvrage et du modèle, dirigés suivant les directions des actions internes qui correspondent aux pressions mesurées par les hauteurs de liquides h et $\frac{h}{mn}$, dl et dl' étant les variations élastiques de ces longueurs.

De ces deux équations on déduit

$$\frac{dl}{l} = \frac{dl'}{l'}.$$

Les déformations élastiques sont dans le rapport de l'échelle de réduction.

Tel est, en raccourci, l'exposé de la méthode d'essais sur modèles réduits imaginée par MM. A. Mesnager et J. Veyrier, et que M. A. Mesnager a communiquée à l'Académie des Sciences en sa séance du 2 mai 1927. En opérant sur des modèles de même nature que les ouvrages représentés et en employant comme liquide de remplacement le mercure (de densité 13,6), cette méthode conduit à construire des modèles, dont la masse est égale à ($1 : 13{,}6^3$,) soit les quatre dix-millièmes de celle de l'ouvrage en vraie grandeur.

Pour des ouvrages importants, cette formule conduirait à d'imposantes mises en jeu de matériaux et surtout de mercure. Mais si l'on construit les modèles avec du plâtre à mouler, dont la résistance à la compression aussi bien que le coefficient d'élasticité sont environ 1/10 de ceux du béton ou du béton armé employés à la construction des barrages, le volume du modèle ne représente plus que le millionième environ du cube de l'ouvrage et n'exige que des quantités de mercure qui rentrent dans les possibilités moyennes.

3. Premières applications de la méthode a l'étude d'un barrage a charge fractionnée. — La première application de cette méthode eut lieu au printemps dernier, au laboratoire d'essais de l'École nationale des Ponts et Chaussées, 3, avenue d'Iéna, à Paris.

Elle devait servir à sanctionner pratiquement les dispositions prévues par les auteurs de la méthode, dans un projet de barrage étudié pour un cas concret (fig. 18).

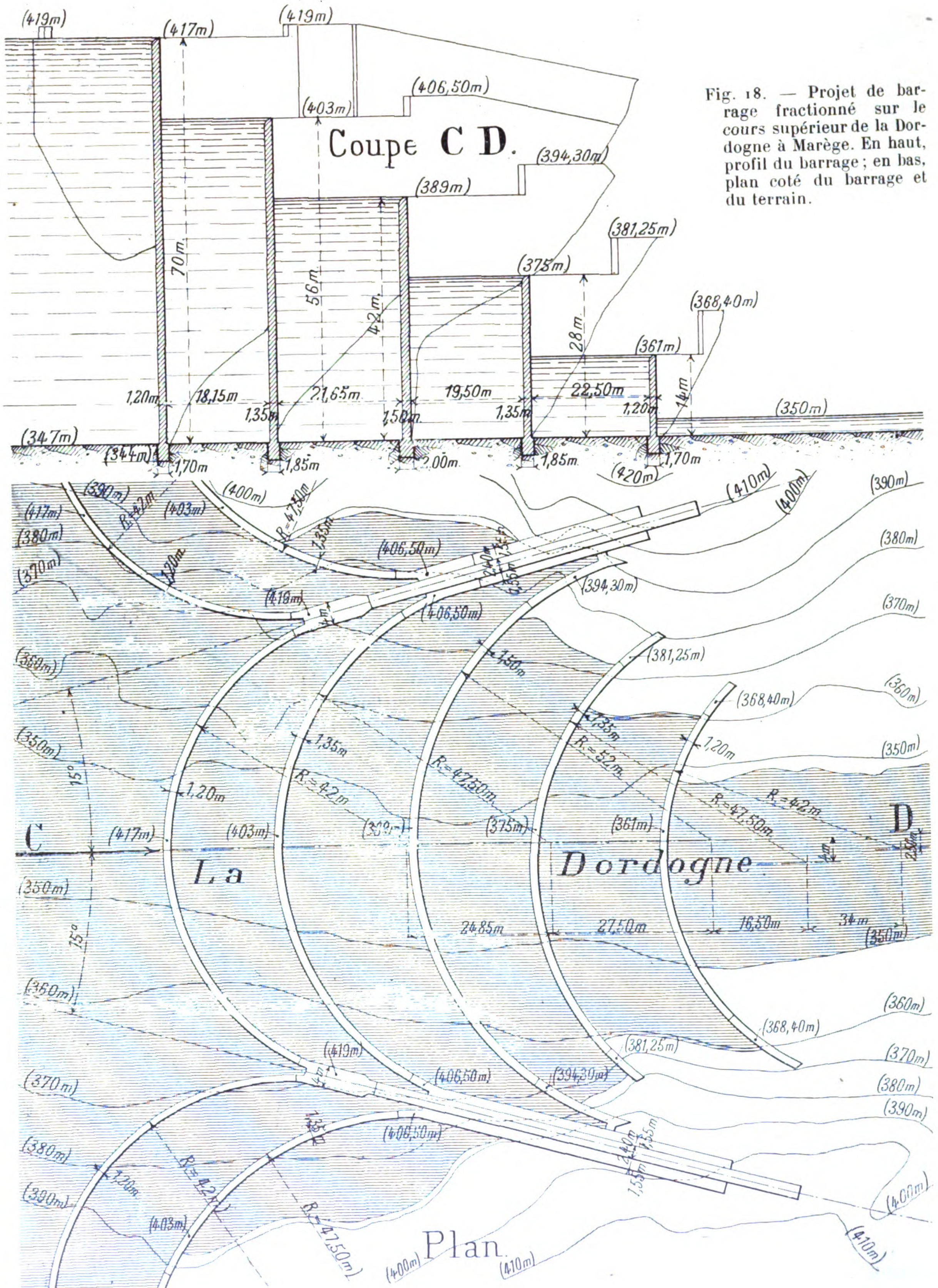


Fig. 18. — Projet de barrage fractionné sur le cours supérieur de la Dordogne à Marège. En haut, profil du barrage ; en bas, plan coté du barrage et du terrain.

Le barrage avait été conçu de la façon suivante par application d'un principe déjà ancien, le principe du fractionnement des charges, qui fut proposé pour la première fois, à l'occasion du barrage d'Assouan, par un ingénieur français et ensuite par divers auteurs.

La hauteur de la retenue prévue, étant de 70 m, le barrage est constitué par l'ensemble de cinq murs verticaux distincts, disposés suivant des parois cylindriques verticales d'épaisseurs uniformes tournant leurs convexités vers l'amont.

La paroi d'amont est arasée au niveau de la retenue, les parois suivantes à des hauteurs étagées de 14 en 14 m.

Les intervalles compris entre les murs successifs forment autant de biefs remplis jusqu'à la crête de leur paroi d'aval et pouvant se déverser de l'un dans l'autre par-dessus cette crête.

Il en résulte que chaque paroi, sur toute la hauteur où ses deux parements sont baignés, fonctionne comme si son extrados était soumis à une pression uniforme représentée par une hauteur d'eau égale à la différence de niveau entre deux biefs successifs, soit 14 m, et c'est ce qui permet de lui donner une épaisseur uniforme, au moins sur toute la partie baignée sur les deux parements.

4. Emploi de voûtes multiples a contreforts divergents. — L'évasement de la vallée, ses formes topographiques, la nécessité de réduire au minimum la différence entre les retenues, normale et maximum, avaient conduit à disposer les deux parois d'amont d'une façon originale et intéressante. Si cette paroi avait été disposée en voûte unique, elle aurait eu un rayon de courbure de 80 m environ pour une ouverture de 150 m environ, ce qui en aurait fait un ouvrage assez audacieux. Mais la crête de chaque voûte devant servir de seuil au déversoir correspondant, le déversoir d'amont n'aurait eu qu'une longueur de 120 m environ, insuffisante pour évacuer, sous 1 m environ d'épaisseur de lame déversante, les crues maxima prévues de 1700 m³ : s.

Le déversoir doit, en effet, être limité assez loin des berges pour que chaque lame déversante tombe à l'intérieur du bief sous-jacent et non pas sur les flancs de la vallée. En subdivisant cette voûte en trois, on a pu réduire le rayon de chacune d'elles à 42 m environ, tout en réalisant une longueur de seuil de déversoir voisine de 200 m, qui opère mieux l'évacuation de la crue maximum.

Mais il a fallu faire intervenir, à la jonction de la voûte médiane et des voûtes latérales, des appuis intermédiaires destinés à transmettre, aux flancs de la vallée, les poussées reçues par la génératrice commune.

Ces appuis n'étaient autres que de grands murs verticaux dirigés suivant le plan tangent commun aux deux voûtes adjacentes. L'angle au centre de la voûte médiane, ayant été pris égal à 150° à cheval sur l'axe de la vallée, il en résulte que les contreforts divergent de 15° de part et d'autre du plan axial, ce qui a pour effet de leur assurer un meilleur appui que s'ils étaient parallèles.

Mais les voûtes, qui prennent appui sur chacun de ces contreforts, étant de même rayon, mais d'angles au centre différents, certains ingénieurs avaient pensé qu'il y avait là une cause d'obliquité d'efforts qui devait nuire à la stabilité des contreforts. Il était donc intéressant d'élucider cette question accessoire.

Cette disposition avait été appliquée aussi à la deuxième paroi, qui utilise les mêmes appuis intermédiaires. En raison de la réduction d'amplitude des voûtes latérales, la dyssymétrie apparente est ici encore plus marquée que pour la première paroi.

5. Réalisation du modèle en platre. — Une maquette en plâtre à mouler, préparée par un spécialiste, représentait une portion de la vallée supérieure de la Dordogne, sur laquelle doit être édifié le barrage de Marège concédé à la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Orléans. L'échelle adoptée était 1/100 (fig. 19).

Déposée en mars dernier au laboratoire d'essais de l'avenue d'Iéna, puis renforcée au moyen de tirants métalliques, cloisons et autres dispositifs destinés à lui donner une indéformabilité correspondant à celle de la vallée en vraie grandeur, la maquette en plâtre avait été également munie des tubulures nécessaires pour assurer l'évacuation du mercure employé comme lest liquide et pour constater ses mouvements.

Les parties destinées à représenter le barrage furent préparées sous le contrôle du directeur du laboratoire, M. l'ingénieur en chef Le Gavrian, sur les données ci-après :

Le projet de barrage établi comporte l'emploi de béton sommairement armé, à raison de 2 pour 1000 pour chacune des trois nappes prévues et fournissant, par conséquent, une résistance à l'écrasement de 245 kg : cm² sans armature et de 265 kg : cm² en tenant compte des armatures. Ce béton est fabriqué avec un ciment de résistance spéciale, le ciment de Fos, et un dosage établi pour obtenir la résistance ci-dessus.

L'échelle adoptée étant 1/100, et comme on a

$$100 = 13{,}6 \times 7{,}35,$$

il fallait, pour tirer de la méthode d'essais A. Mesnager-J. Veyrier, exposée ci-dessus, des conclusions relatives à la résistance du projet à la rupture, que la matière du modèle ait une résistance à l'écrasement 7,35 fois plus faible que celle du béton armé, soit 36 kg : cm² environ.

On rechercha par tâtonnements la proportion d'eau de gâchage à incorporer au plâtre pour obtenir cette résistance après 28 jours de séchage. Cette proportion fut trouvée égale à 110 pour 100.

Les plaques cintrées représentant les voûtes et les plaques planes représentant les contreforts à l'échelle 1/100 furent préparées sous les yeux du personnel du

laboratoire avec des quantités d'eau rigoureusement pesées et des éprouvettes furent prélevées sur chaque gâchée pour être soumises à des essais à l'écrasement le jour où auraient lieu les essais à la rupture de chaque voûte.

Ces plaques furent mises en place sur la maquette suivant les lignes du projet, où elles furent assujetties au plâtre sans l'intervention d'aucun autre moyen de scellement que quelques clous sans tête.

La saignée dans laquelle était insérée le bord inférieur de ces plaques n'était profonde que de 1 à 2 mm. Ce détail est à retenir, car il correspond mal aux liaisons d'encastrement des fondations des voûtes dans le sol.

6. Exécution des essais. — Pour appliquer la méthode, il restait à laisser sécher le modèle jusqu'à ce qu'il acquît son degré de résistance et à remplir de mercure le bassin amont et les biefs intermédiaires.

Mais la capacité du bief amont, réduit à un espace de quelques millimètres ménagé entre la paroi amont et un contre-barrage en plâtre, représentait encore une dizaine de litres. Les biefs intermédiaires cubaient au total 192 litres et l'on disposait en tout d'une cinquantaine de litres de mercure prêtés par le Service des Phares et Balises, mitoyen du laboratoire.

Ce stock, qui représentait au début des essais un capital de 37 500 fr, passa, en fin d'essais, à la valeur de 43 000 fr par suite de la hausse qui fit passer la valeur du kilogramme de ce précieux liquide de 75 fr à 86,50 fr pendant la seule durée des essais.

Pour rendre ce stock suffisant, il fallut disposer dans chaque bief une série de corps solides remplissant

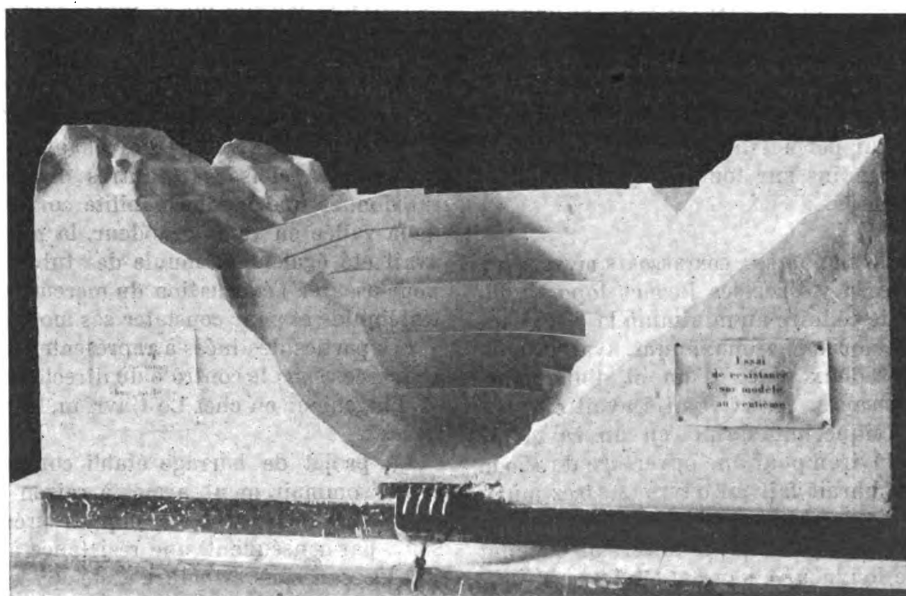


Fig. 19. — Maquette en plâtre avant mise en place des cloisons et tirants du contre-revêtement.

presque entièrement leur capacité, sans modifier l'action du mercure sur les parois. Pour maintenir ces « économiseurs » en place malgré la poussée du mercure, il fallut improviser au-dessus de la fragile maquette une charpente avec vérins à vis capable d'équilibrer une poussée totale de $192 \times 13,6 = 3000$ kg environ.

D'autre part, les surfaces de la maquette, préparées suivant les errements des « staffeurs » avec une forte proportion de filasse de chanvre incorporé au plâtre, se manifestèrent dès le début comme très perméables au mercure.

Il fut néanmoins possible de maintenir les niveaux pendant un temps appréciable jusqu'à la hauteur du sommet de la troisième cloison en partant de l'aval et ces trois cloisons résistèrent parfaitement à ce remplissage. L'opération devenait plus difficile pour les deux cloisons de l'amont. On dut se contenter pour elles des essais à outrance ci-après.

7. Essais a outrance des voutes d'amont. — Le principe du fractionnement des charges permet, en effet, de soumettre successivement chaque cloison à des pressions supérieures à celles imposées par les conditions normales de service, en utilisant la différence de niveau entre biefs successifs. Numérotons 1, 2, 3, 4 et 5 les 5 cloisons en voûte en partant de l'aval et donnons à chaque bief le numéro de la cloison qui la borne à l'amont.

Si nous faisons descendre le niveau du bief 2 à celui du bief 1 en laissant les autres en l'état, nous soumettons la cloison 2 à une pression, qui, en sa base, atteint le double de sa pression de service. La vidange du bief 5 soumet la base de la cloison 5 à une pression quintuple de sa pression de service. En général, une cloison, qui

aura résisté sans se rompre à la vidange totale du bief qu'elle limite à l'amont, présentera de ce fait un coefficient de sécurité pratique égal à son numéro.

8. Résultats des essais. — Passons sur le détail des expériences qui eurent lieu les 28 avril, 6 et 13 mai 1927 en présence de délégués de la Commission des Barrages de grande Hauteur, présidée par M. l'Inspecteur général des Ponts-et-Chaussées de la Brosse, et qui furent enregistrées par des procès-verbaux, des vues photographiques et cinématographiques, dont nous donnons quelques extraits.

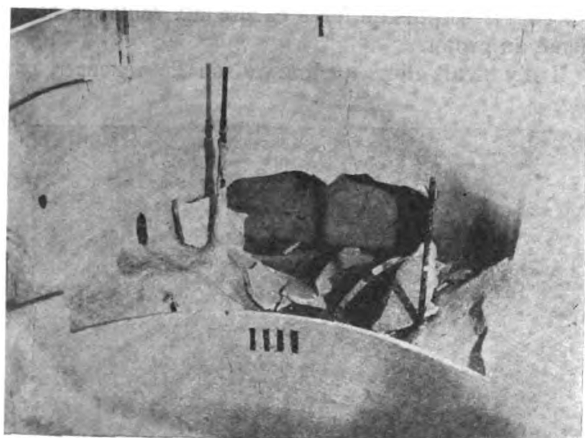


Fig. 20. — Vue d'une voûte après rupture sous une charge 4,7 fois plus grande que la charge de service.

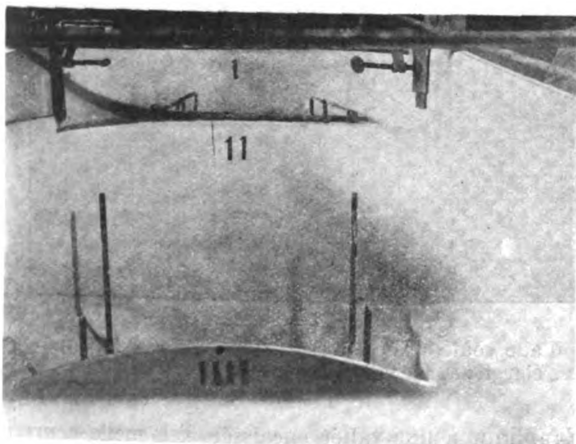


Fig. 21. — Vue d'une voûte après épreuve sous une charge quatre fois supérieure à la charge de service. La voûte s'est légèrement fissurée sur son bord supérieur.

Les résultats bruts ont été les suivants :

La cloison 2 avait un coefficient de sécurité supérieur à 2. La cloison 3, endommagée au cours de la préparation des essais, présentait un coefficient de sécurité légèrement inférieur à 3; la cloison 4 un coefficient supérieur à 4; la cloison 5, légèrement inférieur à 5 (fig. 20 à 23).

Déja, on pouvait conclure que les dispositions du projet, moyennant de très légers renforcements, présentaient toute sécurité en face des éventualités les plus improbables.

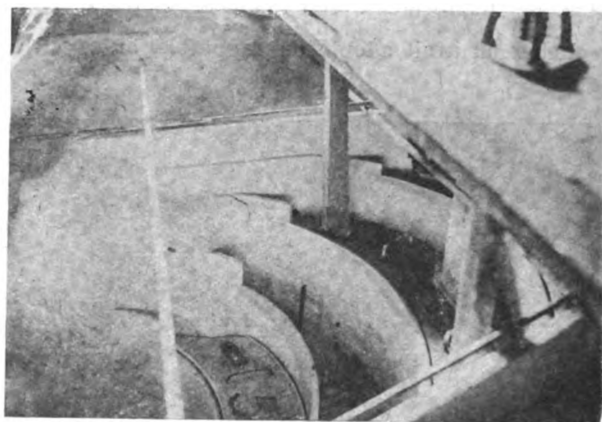


Fig. 22. — Dispositif adopté pour essayer la voûte n° 3 sous une pression trois fois plus forte que la charge de service. Cette cloison ayant été endommagée et réparée au cours de la préparation de l'épreuve, il y a eu rupture.

Notamment les craintes de dyssymétrie dans les efforts imposés aux contreforts étaient chimériques.

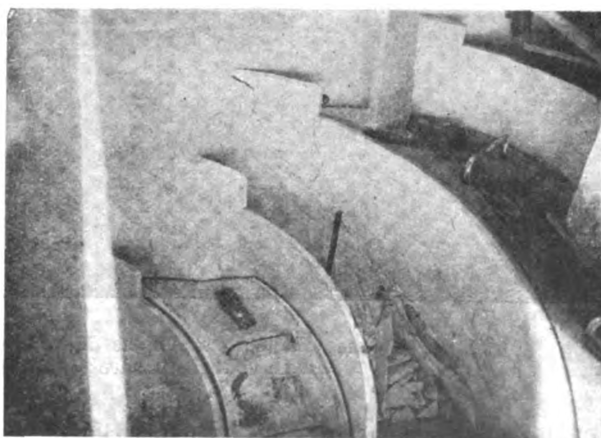


Fig. 23. — Vue de la voûte n° 3 après rupture sous une charge environ trois fois supérieure à la charge de service.

Cette disposition de contreforts n'ayant pas encore été appliquée dans les barrages-voûtes, c'est là une constatation précieuse.

Au point de vue de l'étude des voûtes employées comme éléments de barrages, ce qu'il faut retenir, c'est que les effets secondaires tirés des tables de

C. Guidi sont suffisamment approchés pour la pratique. C'est sur ces tables prolongées que les expérimentateurs s'étaient basés pour déterminer les épaisseurs de leurs voûtes en exigeant du béton, légèrement armé, qui les constituait un taux de fatigue global à la compression de 54 kg:cm², ce qui correspond à 1/5 de la résistance à la rupture envisagée, soit 265 kg:cm².

Enfin, les voûtes éprouvées se sont rompues sans trace de flambement. Ces plaques cintrées, pour lesquelles on avait adopté un rapport $\frac{r}{e}$ du rayon à l'épaisseur égal à 35 (soit un rapport $\frac{l}{e}$ de la longueur à l'épaisseur égal à 91), ont une pression critique de flambement supérieure à la résistance à l'écrasement. Les différentes phases de l'épreuve sont reproduites par les vues cinématographiques de la figure 24.

Le rapport du coefficient d'élasticité du béton à celui du plâtre étant égal à 10, ces conclusions s'appliqueront avec plus de force encore aux voûtes en béton armé du projet.

Il n'y avait donc aucune raison de renoncer, par crainte du flambement des voûtes, à une partie importante des taux de fatigue permis par le décret du 20 octobre 1906 concernant le béton armé.

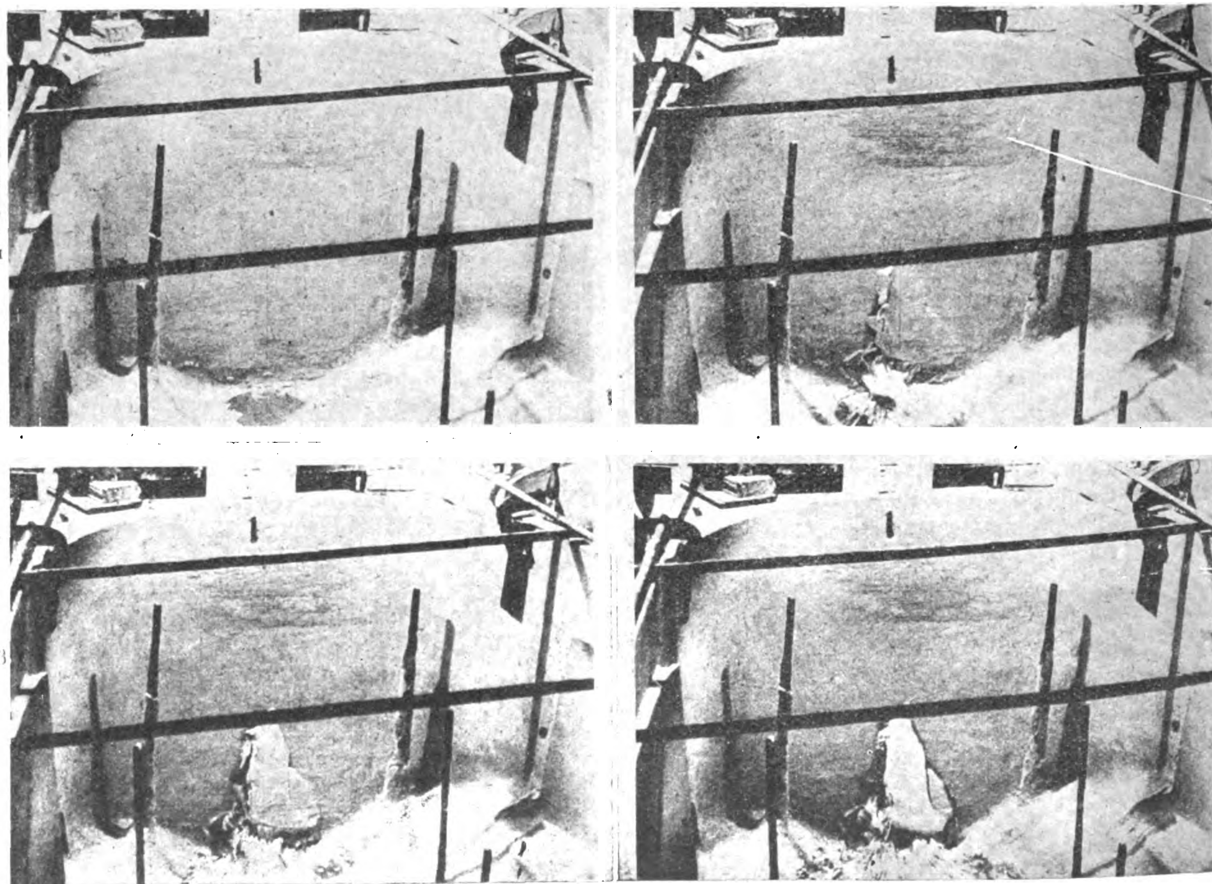


Fig. 24. — Vues cinématographiques de la rupture d'une voûte à l'épreuve : 1. La voûte résiste; 2. La voûte se fissure; 3. La fissure s'élargit; 4. La voûte éclate.

9. Nouvelles expériences projetées. — Les expérimentateurs vont prochainement disposer d'un stock de mercure de 15 t prêté par le Ministère de la Guerre. Avec ce stock, ils vont pouvoir renouveler des essais sur modèles en plâtre de barrages de divers types, en se passant d'économiseurs.

Le projet suivant lequel a été établi le premier modèle en plâtre essayé au laboratoire de l'avenue d'Iéna s'applique à une vallée encaissée, à laquelle pourrait parfaitement s'appliquer un barrage-voûte ordinaire, si la sanction officielle avait été donnée à cette catégorie d'ouvrages. Le nouveau stock de mercure permettra de répéter les essais du printemps dernier sur ce modèle légèrement remanié.

10. Emploi de barrages évidés. — Nous avons vu que l'emploi des voûtes convenait également aux vallées à fond plat et à flancs peu escarpés et que, surtout à l'étranger, on appliquait à ces vallées les barrages évidés à voûtes multiples en béton armé. Pour les

grandes hauteurs, ce type a l'inconvénient d'opposer à l'eau sous une pression élevée, une paroi unique d'épaisseur relativement faible (fig. 11). On sait que, sous les hautes pressions, le béton armé cesse d'être imperméable.

Aussi, le rapporteur de la Commission des Barrages de grande Hauteur, M. Degove, qui avait eu connaissance de nos travaux, pouvait-il écrire dans sa communication au Congrès du Caire, au sujet des barrages en béton armé à voûtes multiples : « En attendant de disposer d'un enduit absolument imperméable ou d'un mode de revêtement offrant toute garantie d'étanchéité, on peut fractionner la charge en constituant l'ouvrage par une série de cloisons étagées ».

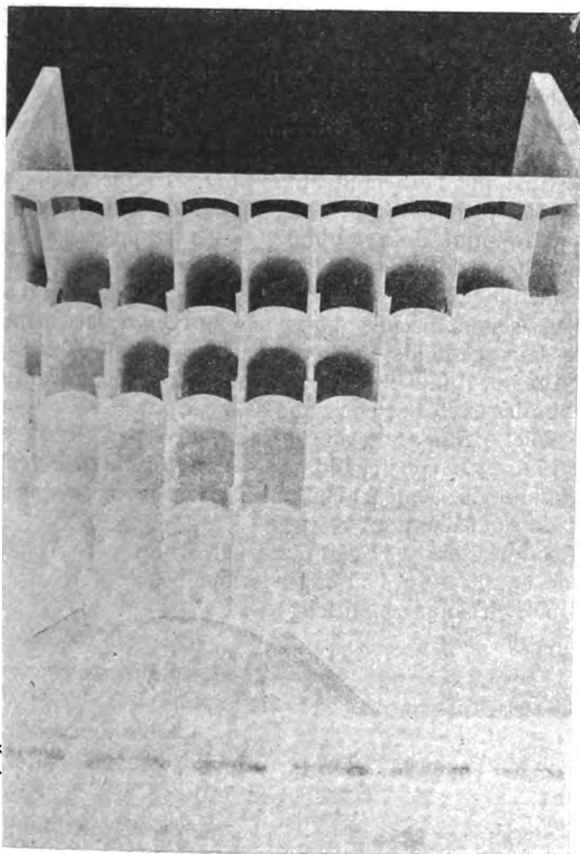


Fig. 25. — Maquette en plâtre d'un barrage évidé en béton armé à charge fractionnée. Vue en aval lorsque le réservoir est vide.

Ce sont là les caractéristiques d'un projet de barrage en béton armé à voûtes multiples et à charge fractionnée, que nous avons proposé au gouvernement général de l'Algérie en 1925, pour l'Oued Fodda, où la hauteur de retenue devait être de 100 m (fig. 25 et 26). Cet ouvrage devait revenir à 26 millions de francs. Par appréhension de la nouveauté, on lui a préféré un barrage-poids qui coûtera 60 millions de francs.

Construit par éléments métalliques, le même type est également applicable aux faibles hauteurs, mais cette utilisation sort du cadre de la présente étude.

11. Essais sur modèle en béton. — Le stock de 15 t de mercure sera surtout utilisé à l'accomplissement d'essais sur modèles en béton à l'échelle 1/13,6 destinés à l'étude des propriétés des voûtes.

Par des mesures des déformations, on essaiera de déterminer la valeur des efforts intérieurs, de façon à disposer d'un critérium certain lors des épreuves des barrages-voûtes.

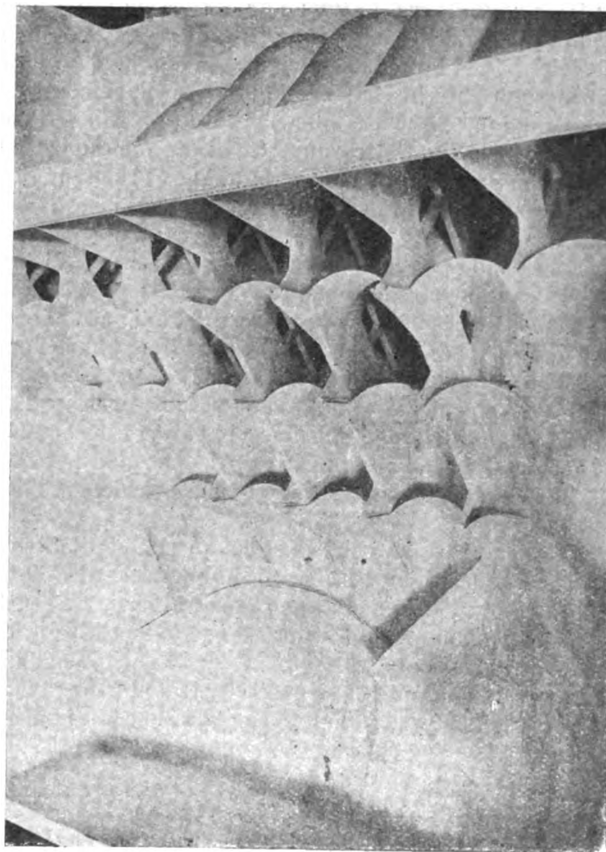


Fig. 26. — Maquette en plâtre d'un barrage évidé en béton armé à charge fractionnée. Vue à vol d'oiseau lorsque le réservoir est vide.

C'est une série d'épreuves, sur laquelle nous aurons à revenir ultérieurement.

12. Types nouveaux de barrages. — Ce que l'on peut retenir définitivement, c'est que des types nouveaux de barrages-voûtes viennent d'être introduits dans cette partie de la technique.

L'intervention simultanée des propriétés éminemment économiques des voûtes minces et du principe du fractionnement des charges, qui caractérise ces ouvrages, les fait bénéficier des avantages suivants :

1° Réduction du cube des matériaux, d'où diminution de la dépense et surtout du délai d'exécution ;

2° Suppression des ouvrages annexes, tels que déversoirs d'évacuation des crues. C'est l'ouvrage lui-même, qui fonctionne toujours comme évacuateur des crues. C'est par cet organe que plusieurs barrages-réservoirs se sont vidés. Nous en avons déjà cité un exemple. L'Algérie en a connu un autre similaire, mais plus grave. Le déversoir de crues, étant un ouvrage annexe, est souvent moins soigné, tant dans la conception que dans l'exécution de l'ouvrage.

Dans certains cas, le tunnel de dérivation provisoire peut également être supprimé. Il est en effet possible de faire passer le débit de la rivière en siphon ou à l'air libre par des brèches laissées dans les parois en cours de construction, brèches que l'on obture en période d'étiage à la fin des travaux. Ce mode opératoire ne serait pas possible avec des murs de l'épaisseur des barrages-voûtes ordinaires ou avec les épais massifs des barrages-poids.

En ce qui concerne l'évacuation des crues, il est intéressant de faire la remarque suivante :

Les longueurs de seuil des déversoirs qui surmontent les diverses parois du barrage à charge fractionnée vont en décroissant de l'amont à l'aval. Les épaisseurs de lames déversantes vont donc en croissant. Il en résulte qu'en temps de crue, chacune des parois est soumise à une pression moindre qu'en service normal, puisque les différences de niveau d'un bief au suivant sont diminuées.

Cela compense largement les effets de trépidation dus à la chute de l'eau dans les biefs en grande masse. Ces effets sont d'ailleurs largement amortis par l'inertie de l'eau.

3° Nous avons vu que seuls les barrages utilisant les propriétés des voûtes se prêtaient aux essais préalables sur modèles réduits, qui permettent d'obtenir, avant la construction, une première consécration pratique du projet.

13. Intérêt des épreuves sur modèles réduits. — Parmi les barrages-voûtes, seuls les barrages fractionnés se prêtent aux épreuves à outrance que nous avons décrites à l'occasion des expériences du laboratoire de l'avenue d'Iéna. Par la vidange totale ou partielle des différents biefs, on a la possibilité de soumettre leurs divers éléments à des charges supérieures aux conditions de service, de façon à sanctionner pratiquement la conception de l'ouvrage et son exécution. C'est là une faculté qui demeure interdite aux différents types aujourd'hui classiques de barrages.

La garantie de sécurité, qu'apportent les nouveaux types de barrages proposés par MM. A. Mesnager et J. Veyrier, devrait suffire à les faire rendre réglementaires, même s'ils ne se révélaient pas comme les plus économiques et les plus rapides à construire de tous ceux qui ont été étudiés jusqu'ici.

Ainsi que l'affirmait M. Yves Le Trocquer, dans sa circulaire de 1923, c'est, « en matière de barrages, la sécurité, qui doit toujours rester la préoccupation dominante ».

Jusqu'ici, un ensemble d'études remarquables et très poussées ont permis d'attacher au type réglementaire de barrage-poids une certaine garantie de sécurité, qui reste, il faut bien le dire, subordonnée à certaines hypothèses et, par conséquent, théorique.

Voici qu'apparaît, au contraire, un type d'ouvrages, qui, après sa construction, laisse mesurer le coefficient pratique de sécurité résultant à la fois de sa conception et de son exécution.

Qui hésitera à préférer aux calculs les plus savants une épreuve de l'ouvrage terminé, sous des charges supérieures aux conditions de service ?

A. Mesnager,
Membre de l'Institut,
Inspecteur général en retraite
des Ponts et Chaussées.

J. Veyrier.
Chef d'escadron en retraite
d'Artillerie coloniale.

Revues, analyses et informations

Dispositif pour assurer le secret des communications radioélectriques ([1]).

Un dispositif curieux destiné à assurer le secret des communications radioélectriques, particulièrement en téléphonie, vient d'être imaginé par M. Royer. Le principe de la méthode repose sur l'application de variations de la fréquence de l'onde, variations synchrones à l'émission et à la réception. En somme, il s'agit d'imposer à l'onde émise une modulation non pas de l'amplitude, comme la modulation téléphonique usuelle, mais de la longueur d'onde où, ce qui revient au même, de la fréquence. A la réception, un appareil synchrone du modulateur opère la démodulation. Cette idée a déjà guidé, pendant la guerre, en 1917 et 1918, les recherches des lieutenants Ditte et Manescaut, ingénieurs E. S. E., qui travaillaient au Laboratoire de la Télégraphie militaire; mais il s'agissait alors seulement d'assurer le secret en télégraphie.

La méthode de M. Royer peut être réduite à trois conditions d'identité entre le modulateur et le démodulateur :

1° Identité des fréquences de modulation et de démodulation ; 2° identité des phases des courants ; 3° identité des formes d'onde de modulation et de démodulation.

La première condition, celle du synchronisme, peut être assurée au moyen de deux appareils tournant ou vibrant à la même fréquence : par exemple deux moteurs synchrones ou deux électroaimants alimentés par le courant alternatif d'un même réseau de distribution d'électricité ou de deux réseaux de même fréquence.

La deuxième condition peut être réalisée par les procédés ordinaires, c'est-à-dire par le décalage de l'armature fixe

([1]) *Brevets français* demandés les 30 novembre 1926, 28 avril et 21 mai 1927, par M. J. Royer, à Grenoble, sous les procès verbaux de dépôt n° 1800, 1817, 1819.

d'un condensateur par rapport à l'autre armature mobile.

La troisième condition, celle de la forme de l'onde de modulation, est subordonnée à la forme de l'armature. C'est d'elle que dépend le secret de la communication, en dernière analyse. L'armature du modulateur joue le rôle de serrure et l'armature correspondante du démodulateur joue le rôle de clé. La communication ne peut être établie normalement que si les deux armatures sont de même forme.

Bien entendu, le procédé en question est applicable à tous les modes de réception radioélectrique, notamment à l'amplification à haute et à basse fréquence.

La première réalisation de M. Royer comporte l'emploi d'électroaimants. L'électroaimant polarisé A (fig. 1) communique un mouvement alternatif à la palette B, qui, par l'intermédiaire du levier C et de la tige D rapproche l'armature mobile F de l'armature fixe E. La nature du mouvement dépend de la grandeur de l'angle x que fait le levier avec l'axe de la palette. Comme l'appareil est renfermé dans un coffret scellé, le réglage de ce mouvement ne peut être que très difficilement reproduit par des tiers. Si la modulation est musicale, la hauteur du son ne pourra être perçue de l'extérieur en raison des revêtements de feutre et du socle de caoutchouc qui amortissent le bruit. Des butées caoutchoutées I limitent l'amplitude du mouvement de la palette. Un manchon fileté H permet de rattraper le jeu des organes.

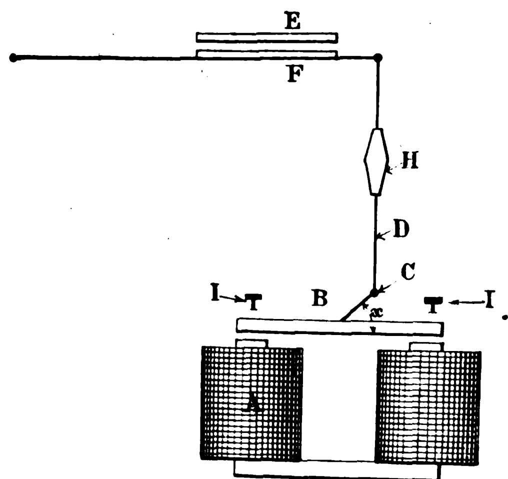


Fig. 1 — Système modulateur à électroaimant synchrone : A, électroaimant; B, palette; C, levier; D, tige; H, manchon de rattrappage de jeu; E, F, armatures du condensateur; I, butées.

Pour que les variations de fréquence ne dépendent que des vibrations de l'armature mobile, il est indispensable que les bobines d'inductance soient toutes du même type pour une même émission. L'accord peut être obtenu au moyen de condensateurs variables quelconques, puisque, associés à des inductances identiques, ils seront automatiquement réglés à la même valeur de la capacité.

La réception ne peut être obtenue que si les courants sont en phase; s'ils étaient en opposition de phase, il suffirait d'inverser le sens de la prise de courant qui alimente l'électroaimant du démodulateur.

La sensibilité et la sélectivité du procédé dépendent de la longueur d'onde. Il est évident qu'une même variation de capacité produira sur l'émission un effet d'autant plus marqué que la longueur d'onde sera plus courte. Pour les transmissions sur grande longueur d'onde, il est donc indispensable de recourir à un système de plusieurs armatures mobiles encadrées entre plusieurs armatures fixes, comme l'indique la figure 2.

La deuxième réalisation de M. Royer utilise des moteurs synchrones à même nombre de pôles pour opérer la variation périodique de capacité dans les circuits de l'émetteur et du récepteur. Les condensateurs variables en question comportent une armature mobile solidaire de l'axe du moteur et une armature semi-fixe dont la position et l'écartement par rapport à l'armature mobile peuvent être modifiés (fig. 3). La fréquence de la variation de capacité est évidemment la même que celle du réseau, ou bien un sous-multiple de cette fréquence si le moteur a plus d'un groupe de pôles, ou encore un multiple de cette fréquence selon la forme des armatures du condensateur. L'armature semi-fixe est portée par une tige qui traverse un canon placé dans le prolongement de l'arbre du moteur. Le déplacement angulaire de cette armature autour de la tige produit la mise en phase cherchée. Le décalage de l'armature est observé sur un cadran gradué solidaire de la tige. En outre, le canon porte un filetage micrométrique qui permet de faire varier l'écartement des deux armatures en déplaçant l'armature semi-fixe. On obtient ainsi le réglage optimum de la capacité maximum du condensateur.

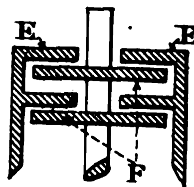


Fig. 2. — Modulateur à armatures multiples E. F.

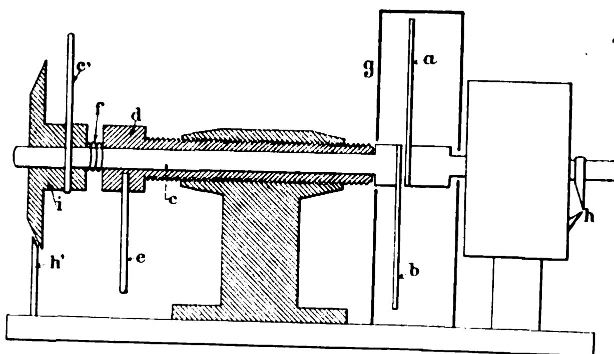


Fig. 3. — Système modulateur à moteur synchrone : i, cadran; h, h', index; e, e', leviers isolants pour commande à distance; f, ressort; d, canon fileté; c, tige portant l'armature semi-fixe b; a, armature rotative synchrone; g, capot scellé.

A titre de dispositions particulières, signalons l'utilisation de leviers isolants qui, grâce à la possibilité de manœuvre à distance, évitent l'influence néfaste de la capacité de l'opérateur par rapport au sol. Cet inconvénient est d'ailleurs très réduit si l'on a soin de relier à la terre l'armature semi-fixe. La forme des armatures, dont dépend en partie la fréquence et la forme de la modulation, reste secrète, parce que dissimulée sous un capot plombé.

L'arbre du moteur est pourvu, du côté visible, d'un index

qui permet de repérer, au repos, la position de l'armature tournante.

Le réglage du système est effectué de la manière suivante : on règle d'abord l'émission et la réception comme à l'ordinaire, en laissant au repos et à zéro les condensateurs variables rotatifs des moteurs. Puis, après avoir mis en marche le moteur du condensateur d'émission, on opère à la réception l'accord correspondant.

Les résultats obtenus sont d'autant meilleurs qu'on utilise des longueurs d'onde plus courtes, pour ces raisons que l'intensité de courant et la sélectivité de la modulation sont d'autant plus grandes que la fréquence est plus élevée.

L'auteur a effectué lui-même sur ces appareils, des essais concluants au mois de juillet 1927. Ces essais ont eu lieu à Grenoble dans deux pièces attenantes au laboratoire de radiotélégraphie du 18e bataillon du Génie, avec un émetteur de très faible puissance. Les condensateurs rotatifs synchrones portaient des armatures en forme de Croix de Malte de 9 cm de diamètre, entraînées par un alternacycle. L'armature semi-fixe, identique à l'armature mobile, était portée par une tige à filet très serré. La parole, reçue d'abord très confusément lorsqu'on accordait les circuits récepteurs, devenait ensuite progressivement claire à mesure qu'en agissant sur la tige filetée, on opérait la mise en phase. Un phénomène de battements acoustiques, renforcement et diminution des ronflements de la modulation, mettait en évidence les interférences correspondant à la différence de phase. Ce phénomène est illustré par la figure 4, dont les courbes I et II indiquent les variations de capacité — ou de

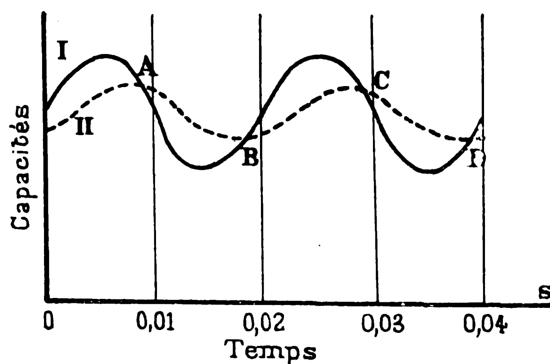


Fig. 4. — Variations en fonction du temps de la capacité des deux condensateurs variables synchrones I et II.

longueur d'onde — respectivement pour les circuits émetteur et récepteur. Les ronflements résultant de la différence de phase sont supprimés lorsqu'en agissant sur la position de l'armature semi-fixe, on amène les deux courbes en concordance de phase. Les deux courbes ne coïncident que lorsque leurs amplitudes sont égales, ce qu'on obtient en réglant la distance des deux armatures du condensateur synchrone de réception.

Notons que, dans l'expérience en question, l'armature semi-fixe n'était animée que d'un mouvement hélicoïdal, qui agissait à la fois sur la phase du courant et sur la valeur de la capacité. Toutefois, ce réglage était suffisant en raison de la faiblesse du pas de vis (0,6 mm). Une rotation de un huitième de tour assurait la mise en phase en ne produisant qu'une modification de 0,075 mm dans la distance des armatures s'élevant à 1,5 mm. C'est-à-dire une variation peu appréciable de la capacité. L'écart de longueur d'onde résultant de la variation de capacité était de l'ordre de 1 m seulement et ne pouvait ainsi produire des interférences avec les émissions de longueurs d'onde voisines.

La conclusion des essais paraît nettement favorable et l'auteur n'hésite pas à l'extrapoler au cas où les appareils émetteurs et récepteurs seraient plus éloignés que dans deux locaux contigus. Son argument est que la sélectivité croît avec la distance. Nous ne doutons pas qu'au point de vue de la communication radioélectrique l'argument soit valable. Mais il nous semble que les inconvénients du dispositif pourraient ressortir du réseau à courant alternatif qui alimente les deux moteurs synchrones. Des variations de tension, et de phase peuvent se produire entre deux points éloignés d'un réseau, dont le résultat serait de provoquer des variations dans la phase des moteurs. Sans doute les systèmes sont-ils munis d'organes permettant le réglage de ces diverses grandeurs. Mais il serait indispensable qu'ils soient commandés automatiquement et agissent très rapidement.

Ajoutons, en outre, que l'inventeur a prévu l'extension de son système au cas d'un réseau de distribution quelconque, alternatif ou non (1). Il suffit alors d'établir une distribution auxiliaire de courant à fréquence relativement élevée, par exemple 1 000 p : s. On utilisera à cet effet un alternateur auxiliaire, un « alternateur-chef », dont le courant, transmis aux réseaux en question, serait, le cas échéant, amplifié. La distribution serait effectuée suivant une modalité analogue à celle employée pour la signalisation sur les réseaux à courant continu ou alternatif, signalisation qui comporte l'emploi d'un alternateur à fréquence élevée débitant sur le réseau lui-même sans adjonction d'aucune distribution auxiliaire. Cette méthode a été préconisée ici même par M. Bethenod (2).

Grâce à cette méthode, les abonnés disposent donc sur tous les réseaux, quelle que soit la nature ou la fréquence du courant principal, d'un courant alternatif de fréquence uniforme susceptible de commander de petits moteurs ou vibrateurs synchrones entraînant l'un des appareils décrits ci-dessus. Sur tout réseau, la réception de certaines émissions radioélectriques peut ainsi être réservée aux seuls abonnés, à l'exclusion des tiers. Chaque poste émetteur aurait la propriété d'une came ou armature spéciale de condensateur ou d'électroaimant, de nature à faire varier l'accord suivant un rythme particulier. D'autre part, l'abonné aurait la faculté d'acheter la came ou l'armature des stations avec lesquelles il désirerait être en communication et de mettre en circuit l'appareil correspondant à l'émission qu'il voudrait entendre. — M. A.

Dispositifs permettant l'alimentation des postes récepteurs de téléphonie sans fil sur un réseau de distribution d'énergie électrique (3).

Le fonctionnement des lampes à trois électrodes demande trois sources d'énergie distinctes : une source à tension relativement élevée pour la plaque, une source à basse tension pour le chauffage du filament et une troisième pour le circuit de grille. Les auteurs se proposent dans l'article d'examiner les conditions principales à remplir par les dispositifs

(1) *Brevet français* demandé le 16 septembre 1927 par M.-J. Royer, à Grenoble, sous le procès-verbal de dépôt n° 1839.

(2) J.-J. Bethenod : Dispositif permettant à une usine de commander à distance, par le réseau lui-même, les appareils d'utilisation du courant. *Revue générale de l'Électricité*, 13 octobre 1923, t. xiv, p. 531-533.

(3) P. Coursey et H. Andrewes. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, juillet 1927, t. lxv, p. 705-726, 20 000 mots, 16 figures.

permettant de prendre pour ces sources les réseaux de distributions d'énergie, de montrer les résultats qu'on peut en tirer et dans quel sens doivent se porter les recherches.

1. Alimentation du circuit de plaque. — Pour la haute tension, le premier point à considérer est la nature du courant, continu ou alternatif, disponible. Dans le deuxième cas, il faut avant tout le redresser. Mais le courant continu industriel présente toujours une courbe de tension plus ou moins ondulée. On atténue ces ondulations au moyen de filtres. Dans le système fournissant la haute tension, ces filtres sont combinés avec un potentiomètre, ou tout autre dispositif équivalent, permettant de subdiviser la tension fournie suivant les besoins. Il est bon de brancher un condensateur d'au moins 1 microfarad entre les bornes des prises de tension intermédiaires, surtout pour éviter qu'il ne se produise un couplage entre les lampes lorsque plusieurs sont alimentées par une même prise.

Au point de vue de la capacité des condensateurs d'entrée et de sortie du ou de l'ensemble des filtres, les auteurs montrent que celle du condensateur de sortie doit être d'au moins 2 microfarads. Pour le condensateur d'entrée, elle doit être élevée si le système est alimenté en courant alternatif avec un redresseur; mais dans le cas du courant continu on peut même le supprimer. Ils estiment qu'en dehors des considérations économiques, l'établissement d'un filtre est soumis aux trois facteurs suivants :

1° Résistance intérieure des bobines de self-inductance (au point de vue de son action sur le réglage du système en charge);

2° La fréquence de résonance du système;

3° L'impédance de sortie du système aux fréquences audibles.

Ils donnent une série de courbes montrant l'effet de la valeur de la capacité du condensateur de sortie, de la résistance de la bobine de self-inductance, de la résistance du circuit d'utilisation, de l'inductance de la bobine du filtre.

Ces dispositifs de filtres, comme il est dit, ont pour but d'adoucir les ondulations de la courbe de tension du courant industriel disponible, après redressement s'il y a lieu. Les auteurs estiment à ce point de vue qu'on peut considérer comme un bon résultat celui obtenu lorsque l'amplitude de ces ondulations est réduite à 0,1 v, bien que certains expérimentateurs admettent jusqu'à 1 v. Ils suggèrent ensuite une méthode pour définir, au moyen de deux ou trois caractéristiques, la valeur d'un dispositif formant source à haute tension, et indiquent rapidement un moyen de relever la courbe de l'intensité du courant fourni en fonction de la tension. Des courbes relevées sur différents appareils du commerce montrent une très grande diversité, ce qui indique qu'on n'a pas encore atteint dans l'établissement de ces dispositifs des conditions bien établies.

2. Alimentation du circuit de grille. — Pour le potentiel de grille, les auteurs proposent d'utiliser le dispositif fournissant la haute tension en branchant en série dans le fil négatif de retour une résistance à prise réglable, qui doit être shuntée par des condensateurs d'au moins 1 microfarad chacun.

Ils exposent ensuite quelques considérations sur les lampes employées comme redresseur de courant et donnent des courbes caractéristiques relatives soit à des triodes ordinaires soit à des lampes spécialement établies dans ce but.

3. Alimentation du circuit de Chauffage. — Lorsqu'on dispose de courant continu, il suffit d'une simple résistance pour obtenir la tension voulue, mais le rendement devient très mauvais (2,5 pour 100, par exemple, dans le cas d'un secteur à 250 v). Il faut encore prévoir dans ce cas un filtre; mais, comme le débit est assez fort, le filtre devient assez encombrant et coûteux. Lorsque le courant dont on dispose est alternatif, il faut d'abord le redresser. Mais ici, vu le débit nécessaire il faut utiliser des soupapes électrolytiques, des tubes à décharge gazeuse, etc. En réalité il n'existe pas encore de dispositif économique pratique et efficace pour fournir la basse tension. La plupart du temps on utilise une ou deux batteries d'accumulateurs de 4 à 6 v dont la charge se fait automatiquement par le secteur. Il faut signaler de nouvelles lampes où le chauffage du filament se fait indirectement par un élément établi pour être alimenté directement par la tension de la distribution d'énergie, ce qui permet de supprimer la source à basse tension.

4. Discussion. — L'exposé de ce mémoire a été suivi d'une discussion animée portant sur presque tous ses points. Cependant la question de la détermination des constantes caractéristiques de ces dispositifs a été parmi les plus discutées, les différents interlocuteurs n'étant pas sur ce sujet entièrement d'accord avec les auteurs. L'instabilité de ces dispositifs a fait aussi l'objet de nombreuses remarques, l'instabilité se traduisant par la production d'oscillations agissant sur le récepteur. D'après M. Watson, l'instabilité dépendrait du poste récepteur ou amplificateur. S'il présente une caractéristique de résistance négative, il y a de grandes chances pour que le dispositif d'alimentation soit instable, alors qu'il est stable dans le cas contraire. Il pense qu'à ce point de vue il faut établir une coopération entre les constructeurs d'appareils récepteurs et ceux de dispositifs d'alimentation afin que les premiers présentent une caractéristique permettant l'emploi des seconds sans danger d'instabilité. Dans le même ordre d'idées, M. B. Binyon estime que le dispositif d'alimentation devrait être étudié pour le récepteur auquel il est destiné et ne faire qu'un tout avec lui. On a vu que les auteurs admettent une amplitude de 0,1 v pour les ondulations de la tension fournie par le système d'alimentation. Plusieurs interlocuteurs estiment ce chiffre trop élevé et citent 0,01 v ou 0,02 v. De même, ils indiquent comme résistance normale des bobines de self-inductance des filtres, 1 000 ohms au moins, afin d'obtenir une inductance convenable. Plusieurs interlocuteurs font remarquer qu'on trouve dès à présent dans le commerce des bobines de self-inductance de 40 à 50 henrys dont la résistance est de l'ordre de 400 ohms. — J. S.

Groupe générateur de 15 000 chevaux avec moteur Diesel de la Hamburgischen Electricitäts Werke (1).

1. Description du moteur. — Le moteur de ce nouveau groupe générateur de 15 000 ch installé par la Hamburgischen Electricitäts Werke a été construit par la Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg. Il comporte 9 cylindres et est à deux temps et à double effet. Les dimensions et les caractéristiques principales sont les suivantes : Alésage, 860 mm ; course, 1 500 mm ; vitesse au régime de 15 000 ch, 94 t : mn ; longueur jusqu'à l'accouplement, 23,4 m ; largeur maximum, 4,3 m ; hauteur de la machine comprise entre les soupapes de la culasse du cylindre supérieur et l'axe, 10 m ; et entre ces mêmes soupapes et le robinet inférieur de vidange du carter, 11,8 m.

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 5 mai 1927, t. XLVIII, p. 606-612, 4400 mots, 9 figures.

La figure 1 donne une coupe du moteur suivant un cylindre. Les 9 cylindres sont disposés en ligne et agissent chacun sur une manivelle. D'un côté de l'arbre est placée la pompe à deux manivelles et à trois étages, qui fournit l'air comprimé pour le démarrage et pour l'injection d'huile. De l'autre côté est monté l'alternateur. Les deux pompes de balayage sont indépendantes du moteur et entraînées électriquement. L'air de balayage rentre dans les cylindres par des lumières que découvrent des pistons.

Elles sont disposées suivant le procédé breveté de la Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg de telle manière que le courant d'air frappe d'abord les fonds de cylindre et balaye toute la cylindrée. Ce système a fait ses preuves et dans les moteurs qui en sont munis, on ne constata jamais, après balayage, la présence de gaz de combustion qui détermine une réduction de puissance, cause principale du discrédit des moteurs à deux temps. Dans les détails de construction décrits dans l'article qui nous occupe nous relevons les remarques suivantes : L'arbre à neuf manivelles, en acier coulé, est composé de trois pièces assemblées par des flasques forgées et boulonnées; les deux manivelles du compresseur de soufflage sont supportées par une quatrième partie prolongeant l'arbre. Les manivelles des pistons sont décalées de 40° l'une par rapport à l'autre. Les cylindres sont fermés à chaque extrémité par des culasses en acier fondu, non fixées rigidement, la fermeture étant à baïonnette et disposée entre les cylindres et les pièces de charpente, tandis que les culasses sont elles-mêmes boulonnées légèrement sur cette fermeture. Ce serrage assure l'étanchéité, toutes les forces d'extension étant transmises par la fermeture à baïonnette aux pièces de charpente et aux pièces d'ancrage.

La disposition des soupapes est la suivante : Dans la partie supérieure de la culasse se trouvent une soupape d'admission de combustible à axe vertical et une soupape de sûreté à axe horizontal. Dans la partie inférieure sont disposées quatre soupapes d'admission de combustible, une soupape de sûreté, une soupape de démarrage, toutes à axe horizontal. L'air de démarrage est ainsi amené au cylindre inférieur, tandis que l'injection d'huile s'effectue au cylindre supérieur. L'expérience a montré que cette disposition simplifiait le démarrage.

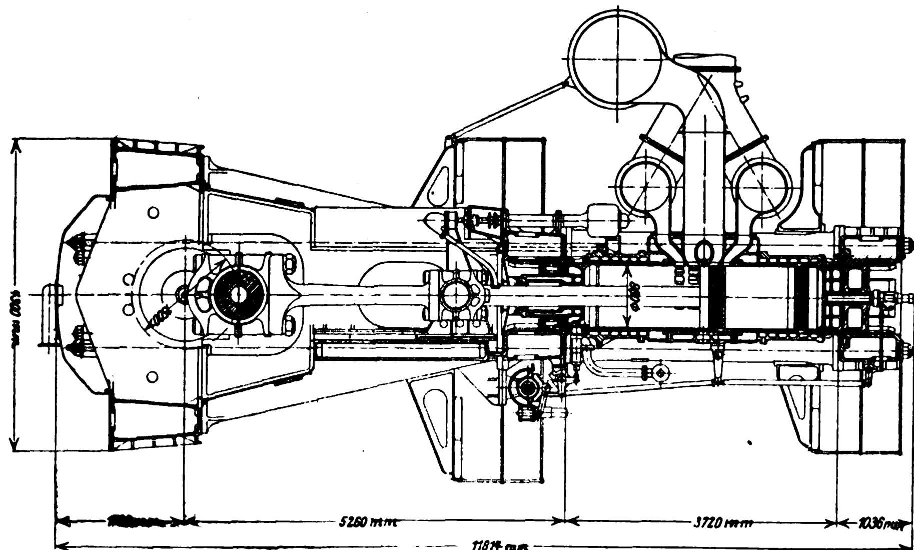


Fig. 1. — Coupe du moteur Diesel de 15000 ch (les cotes s'entendent en millimètres).

Le régulateur fournit la quantité d'huile nécessaire à chaque charge en agissant sur la soupape d'échappement de la pompe à combustible. Le réglage du régulateur peut s'effectuer soit à la main, soit avec un servomoteur électrique.

2. Description de l'alternateur. — L'alternateur triphasé du type volant est le plus puissant qui ait été construit pour être accouplé avec un moteur Diesel. Il fournit, à la vitesse de 94 t : mn, 13000 kv-A pour cos $\varphi = 0,8$. La tension varie de 6000 v à 6300 v et la fréquence est de 50 p : s. Fonctionnant comme générateur d'énergie réactive, il peut donner 12000 kv-A avec cos φ voisin du zéro. Le diamètre du stator atteint 8,2 m et la largeur, 2,5 m. La longueur totale, y compris l'excitatrice est de 6,5 m. Le stator a été construit en quatre parties. Le circuit magnétique est composé de segments de tôles isolées au papier et comporte des canaux de ventilation.

Le rotor a 64 pôles et sa construction mécanique est telle qu'il peut résister sans danger à une augmentation de vitesse de 20 pour 100. L'enroulement en rubans de cuivre très plats a ses couches séparées par du papier imprégné.

L'excitatrice peut fournir 151 kw à la tension de 440 v. Son induit est monté en porte-à-faux sur l'arbre. Le poids du rotor de l'alternateur, rotor y compris l'arbre, est de 110 t, et son moment d'inertie, de 2200 t-m².

Le débit de l'air nécessaire au refroidissement est de 11 m³ : s et la ventilation indispensable est assurée par un appareil centrifuge. La circulation de l'air est fermée. L'air sortant de la machine à la température de 52°C est envoyé dans un réfrigérant contenant de l'eau à une température maximum de 20°C pour en sortir à 28°C. Il est ensuite repris par le ventilateur. Un dispositif de thermomètre à distance permet de contrôler les températures du fer du stator, de l'air avant et après son passage, de l'eau chaude, et de l'eau froide; un contact à maximum de température actionne un signal d'alarme quand le refroidissement est insuffisant. — B. H.

SECTION DE LÉGISLATION

La valeur locative des immeubles industriels et sa déduction du chiffre des bénéfices soumis à l'impôt cédulaire

Différents contrôleurs ou inspecteurs ont élevé des prétentions réellement étranges en matière d'impôt cédulaire, lorsqu'une industrie est exploitée par le propriétaire même des immeubles qui y sont consacrés. D'autre part, n'étant pas documentés sur les textes récents, les contribuables ont fait des observations mal fondées. Une mise au point paraît nécessaire et, en tout cas, sera utile.

I. **Définition de la valeur locative.** — On appelle « valeur locative » la somme que tout propriétaire exige de ses locataires, pour avoir un loyer dans lequel il retrouvera les frais qu'il est obligé de supporter, les impôts, les grosses réparations et aussi « l'usure » que toute location entraine avec elle : alors même que le locataire s'astreindrait à un entretien minutieux, il n'empêcherait pas que le temps fera toujours son œuvre; lorsqu'un bâtiment est en cours d'existence, on peut dire qu'il « meurt tous les jours un peu »; ce qui est vrai pour les personnes est vrai aussi pour les immeubles, qui perdent de leur valeur, d'après le cours des années. Pour couvrir cette déperdition, il faut, chaque année, prélever une certaine somme sur les revenus de la chose louée, en un mot « amortir ».

La valeur locative correspond donc à un ensemble qui comprend : le revenu net (celui que le propriétaire aurait obtenu s'il avait placé en rente sur l'Etat son prix d'acquisition) les charges annuelles du propriétaire, et l'amortissement.

Lorsque le législateur a fait la loi sur les bénéfices industriels et commerciaux, il a déclaré (et évidemment il est certain qu'il ne pouvait pas procéder autrement) que l'impôt serait perçu sur le « bénéfice net », c'est-à-dire sur la somme restant acquise à l'exploitant lorsqu'il aurait payé tous les frais généraux.

Immédiatement, le législateur a pensé que tous les commerçants, pour pouvoir créer un poste au passif dans le compte de profits et pertes, s'empresseraient de ne plus travailler dans des locaux leur appartenant, mais s'ingénieraient à devenir locataires, et par ce moyen, à porter en dépenses le prix d'un loyer. Cela n'aurait jamais été très difficile, chaque commerçant aurait pu créer, par exemple, une société civile immobilière, dont il serait l'associé principal, prenant presque tous les bénéfices et par laquelle il se ferait consentir un bail moyennant un prix très élevé, de façon à avoir un poste débiteur.

Aussi, l'article 4 de la loi du 31 juillet 1917, est ainsi conçu : « sont imposés sur leur bénéfice net, après déduction de toutes charges, *y compris la valeur locative* des immeubles affectés à l'exploitation..., etc., etc. ». Ce texte signifie très clairement que le législateur a admis ce qu'il ne pouvait empêcher : il a été obligé, pour éviter une supercherie, d'accorder à l'industriel, propriétaire de ses immeubles, le droit de retrancher de ses bénéfices une valeur représentant la « jouissance de ses propres immeubles ».

La loi était à peine promulguée que le fisc s'apercevait que les mots « valeur locative » avaient dépassé sa pensée et qu'il autorisait ainsi une déduction plus forte que celle qu'il avait prévue. Il est très facile de s'en rendre compte.

En effet, si nous lisons complètement l'article 4 de la loi du 31 juillet 1917, nous verrons ce qui suit : « Sont imposés sur leur bénéfice net, après déduction de *toutes* charges, y compris la valeur locative des immeubles affectés à l'exploitation et *les amortissements* généralement admis, d'après les usages de chaque nature d'industrie et de commerce, les commerçants, etc. » [1].

Donc, le propriétaire a le droit de faire supporter à son bénéfice deux déductions : d'abord, le chiffre de sa « valeur locative »; ensuite, le chiffre des amortissements normaux des postes de l'actif de son bilan.

Mais, par hypothèse, comme il vient d'être dit, la valeur locative comprend déjà une part d'amortissement; il y a, par conséquent, un chevauchement d'une déduction sur l'autre, et la déduction de la valeur locative fait, pour partie, double emploi avec la déduction des charges et des amortissements.

Aussi le fisc s'est-il ingénié à n'autoriser que la déduction de ce que l'on appelle « le revenu net des immeubles », c'est-à-dire le revenu sur lequel est établie la contribution foncière; personne n'ignore que, pour l'établissement de l'impôt foncier, l'immeuble est taxé d'après une déduction forfaitaire qui est de 40 pour 100 pour les usines (loi du 13 juillet 1910), ladite déduction représentant précisément la part d'amortissement beaucoup plus considérable pour les

[1] Nous oublions volontairement que l'article 4 de la loi du 31 juillet 1917 a été modifié par les lois des 25 juin 1920, 30 juin 1923, 16 avril 1924, car ces modifications n'ont aucune importance en ce qui concerne la question qui nous occupe. (Voir ces indications dans le *Traité pratique des impôts cédulaires*, par BESSON, 4e édition, page 356.)

usines que pour les maisons d'habitation. En d'autres termes, la taxation à l'impôt foncier est faite sur les 60 pour 100 de l'immeuble industriel.

Le fisc déclare que la loi du 31 juillet 1917, contenait une « erreur » de terme, et que, quand son rédacteur avait écrit : « déduction de la valeur locative », il avait dans l'idée, pour éviter le double emploi précité, d'écrire « revenu net ».

On a répondu au fisc que, quand les erreurs de mots sont à son avantage, il se refuse à les reconnaître et que les contribuables ont le droit de se conduire de même à son égard. Il n'a pas osé insister, dans certains cas; dans d'autres, il a simplement rectifié la déclaration du contribuable.

II. Régularisation de cette situation. — Le fisc a saisi la première occasion de régulariser la situation; elle lui a été offerte par les décrets qui peuvent être pris par le gouvernement, depuis la loi du 3 août 1926; celui qui règle la question de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux, porte la date du 15 octobre 1926; il a tranché la difficulté en employant une formule dont l'habileté fait sourire, mais qui n'en est pas moins absolument légale tant que le décret ne sera pas annulé par une loi postérieure (hypothèse qui ne se réalisera certainement pas).

Ce décret, dans son article 4, paraît tout d'abord reprendre les termes de la loi du 31 juillet 1917 : « le bénéfice imposable, dit cet article 4, est le bénéfice net, après déduction de toutes charges y compris la *valeur locative* des immeubles affectés à l'exploitation et les amortissements généralement admis d'après les usages de chaque nature d'industrie ou de commerce ».

Ensuite, très habilement, l'article 5 du décret ajoute : « Pour l'application de la déduction prévue à l'article précédent, la valeur locative des immeubles affectés à l'exploitation doit s'entendre de la valeur locative retenue pour l'assiette de la contribution foncière ».

Elle donne en réalité, pour ce cas particulier, une définition nouvelle de la valeur locative; il sera entendu que, dans l'hypothèse considérée, elle deviendra synonyme de « revenu net ». Et c'est ce qui sera déduit des bénéfices.

Pratiquement, l'exploitant n'aura qu'à prendre et à lire l'avertissement qui lui aura été envoyé pour le paiement de son impôt foncier. Il verra, en toutes lettres, que la « taxation foncière est faite sur un revenu net de X francs » : c'est ce revenu qu'il déduira du chiffre de ses bénéfices commerciaux; tandis que si le décret du 15 octobre 1926 n'était pas intervenu, il aurait eu la chance, en se plaçant strictement en conformité du texte de la loi du 31 juillet 1917, de déduire « la valeur locative » qui est plus forte : car les lois sur la contribution foncière des usines, pour arriver au revenu net de l'immeuble, ordonnent de prendre la valeur locative, c'est-à-dire le prix du loyer total qui serait exigé en cas de location par le propriétaire, diminué de 40 pour 100. En d'autres termes, si un immeuble industriel est loué 100 000 fr, on dit que la valeur locative est de 100 000 fr et que le revenu net est de 60 000 fr. Nous savons donc, par le nouveau texte, que nous ne déduirons pas 100 000 fr, mais seulement revenu net 60 000 fr.

III. Réflexions au sujet des charges à déduire — On remarquera que le décret du 15 octobre 1926 précité ne contient qu'une modification à la loi du 31 juillet 1917, modification qui substitue habilement la déduction du revenu net, à la déduction de la valeur locative : mais en ce qui concerne les autres déductions elles sont et doivent être d'autant plus maintenues, que, grâce à la modification qui vient d'être expliquée, on ne peut plus redouter un double emploi, même partiel dans les déductions. Relisons donc l'article 4 de la loi du 31 juillet 1917, en y incorporant la modification apportée par le décret du 13 octobre 1926.

Nous aurons le texte suivant : « Article 4 : Sont imposés sur leur bénéfice net après déduction de toutes charges, y compris *le revenu net* des immeubles affectés à l'exploitation et les amortissements généralement admis d'après les usages de chaque nature d'industrie ou de commerce etc. »

Donc, les déductions comportent : *les charges*; en première ligne, se trouvent les frais généraux du commerce ou de l'industrie, dans lesquels entrent les impôts de toute nature, et, par conséquent, la contribution foncière; ensuite *le revenu net*, sur lequel nous nous sommes expliqué, et enfin *les amortissements* de toute nature, par conséquent ceux relatifs aux immeubles. Il ne saurait donc y avoir de difficulté et il est étrange que quelques contrôleurs aient discuté le bien fondé de la déduction des impôts prétendant qu'elle était incompatible avec la déduction du revenu net; qu'elle soit incompatible avec la déduction de la « valeur locative », cela est certain puisque ladite valeur est fixée en tenant compte de la sujétion du propriétaire à l'impôt foncier; mais, du moment que l'on déduit seulement le revenu net, l'impôt foncier à titre *de charge* trouve normalement sa place dans les déductions permises et absolument logiques.

C'est l'avis des auteurs compétents, notamment du plus autorisé de tous, M. Emmanuel Besson qui, dans son « Traité pratique des impôts cédulaires et de l'impôt général sur le revenu » (édition 1927, p. 142, n° 386) écrit ce qui suit : « L'Administration reconnaît que, du moment où un immeuble est affecté à l'entreprise, les charges qui le grèvent, et, en particulier, la contribution foncière, sont susceptibles d'être déduites du bénéfice servant de base à l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux bien que l'intéressé ait déjà retranché de son bénéfice le revenu net sur lequel est assis l'impôt foncier ». Enfin le même auteur fait remarquer que tel est l'avis du ministre des Finances, et il cite la réponse faite à M. le député Joly en 1924, réponse figurant au recueil des questions fiscales, année 1924, p. 227, n° 1118.

Paul Bougault,
avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

// REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916



LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 18. 5 NOVEMBRE 1927.

Le Centenaire de Marcellin Berthelot et le Centenaire d'Augustin Fresnel. — Pendant la semaine du 23 au 30 octobre 1927, deux centenaires ont été célébrés : celui de la naissance du fondateur de la thermochimie, le chimiste Marcellin Berthelot (1), et celui de la mort de l'ingénieur des Ponts et Chaussées, Augustin Fresnel qui parvint, en quelques années seulement, à étayer sur des bases solides la théorie ondulatoire de la lumière et à la faire adopter par l'universalité des physiciens.

Aux diverses cérémonies de l'un et l'autre centenaire, nombreux étaient les électriciens venus se joindre aux chimistes ou aux physiciens pour apporter leur hommage à la mémoire des deux grands savants français. Ils exprimaient ainsi le sentiment que les hommes de génie n'appartiennent pas seulement au domaine des connaissances humaines dans lequel leur génie s'est révélé. Il est, en effet, démontré par de multiples exemples que tout progrès réalisé dans une quelconque des diverses branches de ces connaissances a, tôt ou tard, directement ou indirectement, une répercussion sur les progrès de quelque autre branche. D'ailleurs, Fresnel n'a-t-il pas, en démontrant que la lumière se propage par ondes à vibrations transversales, ouvert la voie qui a conduit Maxwell à la théorie électromagnétique de la lumière et guidé Hertz dans l'étude expérimentale des ondes électriques ; en créant ses phares lenticulaires de grande portée n'a-t-il pas incité les électriciens à apporter un nouveau perfectionnement à cette création en substituant l'arc électrique aux sources de lumière employées jusque là et à réaliser dans ce but les premières machines dynamo-électriques de construction industrielle ? Ne peut-on pas dire que les travaux de Berthelot sur la production de l'ozone par l'effluve électrique ont été l'origine d'une application nouvelle de l'énergie électrique ? Ses recherches sur la fixation de l'azote par les plantes soumises à l'influence d'un champ électrique ne sont-elles pas les bases des expériences faites actuellement en divers pays en vue d'accélérer la croissance des plantes au moyen de l'électricité ? Sa synthèse de l'acétylène par la combinaison de l'hydrogène et du carbone dans l'arc électrique n'a-t-elle pas montré tout le parti que l'on pouvait tirer de la haute température développée dans l'arc électrique pour l'obtention de certains composés chimiques ? On voit donc que si les travaux de Fresnel et de Berthelot n'appartiennent pas au domaine de l'électricité, ils ne l'ont pas moins fécondé.

Les cérémonies du Centenaire de la naissance de Berthelot se sont déroulées suivant le programme que nous

(1) Les programmes et les notices imprimés à l'occasion de ce centenaire portent tous Marcelin Berthelot. En fait, le prénom de notre grand chimiste s'écrivait Marcellin. C'est d'ailleurs ainsi que s'écrit le nom du saint qui fut pape de 296 à 304 sous l'empereur Dioclétien ; c'est également l'orthographe de la ville de Saint-Marcellin, dans l'Isère ; c'est aussi celle que l'on trouve sur la plaque indicatrice de la place Marcellin-Berthelot située devant le Collège de France ; enfin, c'est celle qu'a adoptée M. A. Boutaric dans le volume qu'il a consacré à la biographie de Berthelot, ouvrage dont le compte rendu a été publié dans le numéro de cette revue, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 90.

avons signalé (1). Elles ont débuté, le dimanche 23 octobre, par une séance solennelle, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, qui réunissait plus de 1 500 délégués venus de tous les points de l'Europe. Le lundi dans la matinée eut lieu l'inauguration, à la Faculté de Pharmacie, de l'exposition des souvenirs de Marcellin Berthelot, puis celle d'une plaque commémorative sur la façade de la maison de la rue Saint-Martin qu'il habita de nombreuses années. Le mardi matin, cérémonie au Panthéon, présidée par M. Raymond Poincaré, puis banquet de 1 200 couverts servi au Palais de Versailles dans la galerie des Batailles et à la fin duquel un discours fut prononcé par M. Herriot. Le mercredi, pose de la première pierre de la Maison de la Chimie dans un terrain dépendant du Service des Phares et Balises, avenue d'Iéna, emplacement où, d'après un projet aujourd'hui abandonné, on avait prévu l'édification de cette maison; dans l'après-midi, excursion à Chantilly.

Les cérémonies commémorant la mort d'Augustin Fresnel, organisées par la Société française de Physique (2), occupèrent les derniers jours de la semaine. Dans la soirée du jeudi eut lieu dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne une séance solennelle présidée par M. Herriot, dans laquelle M. Lumière, président de la Société française de Physique, M. Picard, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, M. Eydoux, directeur des études à l'Ecole polytechnique, M. Babin, directeur des Phares et Balises, M. Zeeman, professeur à l'Université d'Amsterdam et correspondant de l'Institut de France, M. Fabry, membre de l'Institut et directeur de l'Institut d'Optique, rappelèrent l'œuvre scientifique et la vie de Fresnel. Le lendemain matin les membres du conseil de la Société française de Physique, accompagnés des délégués étrangers, se rendirent sur la tombe de Fresnel; un déjeuner intime, au Cercle de la Renaissance, réunissait ensuite physiciens étrangers et physiciens français; puis ce fut la visite du musée du Service des Phares et Balises où sont conservés les appareils lenticulaires inventés par le célèbre ingénieur; dans la soirée, le professeur Zeeman fit, dans l'amphithéâtre de physique de la Sorbonne, une conférence sur « Augustin Fresnel et son influence sur la physique moderne ». Enfin, le samedi, dans une seconde conférence, M. Louis de Broglie exposait « L'œuvre de Fresnel et l'évolution actuelle de la physique ».

Bibliographie : Traité de physique. La physique de 1914 à 1926, par O.-D. Chwolson, professeur ordinaire à l'Université de Pétrograd, traduite du russe par A. Corvisy (3). — Cet important volume contient une compilation méritoire des travaux effectués, de 1914 à 1925, dans le domaine de la physique moléculaire. En fait, la documentation s'arrête à l'année 1924 : c'est dire que l'aspect général de l'ouvrage ne diffère pas sensiblement, au point de vue des conceptions proprement dites, de celui que nous avons aperçu déjà dans de nombreuses publications relatives aux idées de Planck et de Bohr.

C'est, en quelque sorte, la description de l'étape intermédiaire franchie par la science moderne, avant d'accéder à *l'explication* des apparences physiques, explication sans laquelle toute connaissance demeure incertaine, imprégnée d'empirisme et ne présente qu'une médiocre commodité pratique. Cette période ingrate, durant laquelle (si l'on s'en rapporte à l'abondante bibliographie fournie par l'auteur) le génie latin a sans doute dédaigné de paraître, laissera cependant une contribution importante, sinon définitive, dans l'ensemble de la recherche expérimentale.

Il convient donc d'avoir un tel recueil sous la main, ne serait-ce que pour apprécier justement les efforts de construction logique qui sont tentés maintenant, suivant les deux plans inégaux qu'ont dessinés successivement la Mécanique relativiste et l'Electrodynamique autonome. Ce débat théorique (qui n'est, au fond, que la suite de la grande querelle philosophique sur la réalité du monde) ne saurait être suivi avec profit par ceux qui n'auront pas pris soin de rassembler, si l'on peut dire, les pièces du dossier. L'ouvrage de Chwolson reste, à cet égard, une des meilleures sources de renseignements. — T. P.

Bibliographie : Annuaire 1927 de la Confédération générale de la Production française (Répertoire des syndicats patronaux français) (1). — Cet annuaire, qui paraît pour la première fois, a été conçu par la Confédération générale de la Production française pour donner l'équivalent de l' « Annuaire des Organisations professionnelles » dont la publication entreprise autrefois par le Ministère du Travail a dû être abandonnée depuis la guerre.

Les quarante pages de la première partie sont consacrées à des indications sur le but, l'organisation et l'action de la Confédération générale de la Production française; on y trouve également les statuts, la composition du conseil central, et le compte rendu de la dernière assemblée générale du 18 mars 1927. Cette première partie est complétée par des renseignements sur les comités et commissions en relations étroites avec la Confédération, et qui sont : le Comité national français de la Chambre de Commerce internationale, le Comité central interprofessionnel de l'Apprentissage, et la Commission générale d'Organisation scientifique du Travail.

Le reste de l'ouvrage est consacré au répertoire des 1 500 syndicats patronaux affiliés répartis en 26 groupements, ainsi que des syndicats non affiliés à ces groupements. Ce répertoire embrasse l'ensemble de l'industrie et du commerce.

Le répertoire est complété par un index alphabétique qui facilite les recherches.

Dans l'avertissement qui figure en tête de l'ouvrage, la Confédération générale de la Production française a pris le soin de prévenir le lecteur que les délais très courts de réalisation ne lui ont permis de ne donner que le cadre de ce que sera par la suite le répertoire complet des syndicats et groupements professionnels patronaux. Il n'en est pas moins vrai que dans sa forme actuelle cet annuaire constitue une source précieuse de renseignements que nul n'était plus à même que la Confédération générale de la Production française de fournir avec une garantie d'exactitude suffisante. — F. P.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 105 B.
(2) *Revue générale de l'Electricité*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 113 B.
(3) Un volume, format 25 cm × 17 cm, de 340 pages, avec 54 figures dans le texte, édité par la librairie J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne, à Paris (5e). Prix : broché, 63 fr.

(1) Un volume, format 27 cm × 22 cm, de 207 pages, édité par la Confédération générale de la Production française, 6, rue de Messine, Paris (8e). Prix : broché, 25 fr.

Congrès international des Physiciens (Côme 1927) *(Suite)* (*)

Nouveaux développements de la théorie électronique des métaux, par le professeur J. Frenkel (Russie). — Conductibilité électrique. *a*) Au lieu d'assimiler les électrons libres aux molécules gazeuses, il faut les considérer comme étroitement liés à l'ensemble des atomes du métal et se déplaçant sur des orbites quantiques mutilées, d'un atome à l'autre, avec une vitesse pratiquement indépendante de la température. Dans l'hypothèse d'un mouvement désordonné thermique des atomes (ions) voisins, on obtient par l'application de la formule d'Einstein (relative à la théorie du mouvement brownien) pour le pouvoir conducteur, une expression qui est en accord numérique approché avec les données expérimentales pour les températures élevées ; *b*) en se plaçant au point de vue de la mécanique ondulatoire, il faut envisager, au lieu du mouvement des particules électrisées (électrons libres), la propagation dans un métal d'une onde de phase dans un hyperespace convenablement choisi. Il est possible, en première approximation, de remplacer cette onde par un système d'ondes de phase se propageant dans l'espace ordinaire et traduisant d'une manière statistique le mouvement des électrons individuels. Dans un corps parfaitement homogène, au zéro absolu, ces ondes (si elles sont assez longues) doivent se propager sans diffusion, ainsi que les ondes lumineuses. Les fluctuations désordonnées des densités, dues à l'agitation thermique, provoquent une diffusion des ondes de phase, qui correspond à l'effet Tyndall pour les ondes lumineuses et qui peut être considérée comme la cause immédiate de la résistance électrique (et thermique) du métal. On obtient ainsi des résultats en accord qualitatif avec l'expérience ainsi que l'explication de l'influence des impuretés et de la fusion.

M. Frenkel traite, en terminant, des effets superficiels et de la cohésion.

Conductivité électrique et thermique dans les métaux, par M. E. Grüneisen (Allemagne). — En collaboration avec M. Goes, l'auteur a mesuré la résistance électrique et thermique de l'or, du platine, de l'osmium, du ruthénium, de l'aluminium en échantillons non et polycristallins, aux basses températures (jusqu'à — 252° C).

Il est facile de distinguer une partie métallique et une non métallique dans la résistance thermique, et d'établir la loi des températures pour les deux termes.

De ces deux termes, le premier, la résistance métallique, est proportionnel à la résistance électrique tandis que l'autre, la résistance « non métallique » est constante, et, par conséquent, indépendante de celle-ci.

(*) *Revue générale de l'Électricité*, 8, 15, 22 et 29 octobre 1927, t. XXII, p. 531-532, 571-572, 613-614 et 661-662.

L'étude de la variation de la résistance thermique avec la température montre que la partie métallique de cette résistance obéit d'autant mieux à la loi de Wiedemann-Franz-Lorenz, que la température est plus basse ; elle augmente donc avec la température et comme la résistance électrique, par rapport à la température absolue, ou comme la chaleur atomique. La partie non métallique croît au contraire avec la température absolue d'une façon analogue à celle de la chaleur atomique. Il arrive ainsi qu'aux hautes températures, la partie métallique se réduit à une petite fraction, tandis qu'à —252° C elle constitue plus de la moitié de la résistance totale dans un métal pur. Ce qui montre encore, que pour la résistance totale d'un métal, la loi de Wiedemann-Franz-Lorenz vaut d'autant moins que la température est plus basse. L'auteur examine ensuite le cas d'un minéral impur.

Ces règles permettent d'éclaircir le comportement fort compliqué de la conductivité thermique aux basses températures.

Sur la physique de la matière submicroscopique, par le professeur Ehrenhaft (Autriche). — Le condensateur électrique, construit tout d'abord par Volta, modifié pour quelques applications spéciales, nous permet d'étudier le mouvement de petites particules submicroscopiques, sous l'influence des forces gravifiques, magnétiques et électriques.

Les petites plaques du condensateur servent en même temps comme pôles d'un aimant. En observant le mouvement d'une particule de grandeur à peine visible au microscope dans le champ magnétique non homogène, nous pouvons constater ses propriétés magnétiques spécifiques et, par ce procédé, identifier sa matière. De plus, l'observation de la même particule dans le gaz, sous plusieurs pressions, nous permet des conclusions concernant la forme et la densité de la particule. De ces recherches résulte une loi simple, prouvant que les petites gouttes d'huile d'une solution de Thoulet, d'une solution de Rohrbach, les particules de sélénium d'argent et d'or, sont de petites sphères de densité normale.

Les charges électriques de ces petites sphères varient de 1×10^{-10} à 4×10^{-10} unités électrostatiques. Ce résultat n'est pas explicable par l'hypothèse de l'électron, non plus qu'en supposant une forme un peu modifiée à la loi de résistance et en considérant les erreurs d'observation, qui ont été déterminées exactement par les calculs de M. O.-E. Wasser.

A propos de l'effet Volta, par le professeur E.-H. Hall (États-Unis). — Volta a découvert que le contact de deux métaux différents engendre une différence apparente de potentiel électrique dans ces métaux ; c'est ce

qu'on appelle l'effet Volta. Il pensait que cette différence apparente d'état était réelle, et due à des forces d'attraction et de répulsion inhérentes aux métaux, et agissant aux points de contact de ceux-ci sur le fluide électrique contenu dans chacun d'eux.

Après la mort de Volta, cette théorie, et l'idée qu'elle implique de l'existence d'un fluide électrique, tombèrent en disgrâce auprès des savants. Lord Kelvin lui donna son appui, mais la grande autorité de Clerk Maxwell était contre elle. Maxwell soutenait en effet que la vraie différence de potentiel entre deux métaux en contact est donnée par l'effet Peltier au point de jonction : mais l'effet Peltier est en général beaucoup plus petit et quelquefois de signe contraire à l'effet Volta.

La théorie dualiste de la conduction électrique dans les métaux, basée tant sur l'hypothèse d'électrons libres que sur celle d'ions positifs existant dans le métal, donne une explication de l'effet Volta en concordance complète avec celle que donnait Volta lui-même; elle donne aussi une explication de l'effet Peltier qui met en lumière la relation, ou la non-relation, des deux effets. Ainsi disparaissent les objections de Maxwell aux idées de Volta.

Effet triboélectrique et effet Volta, par M. E. Perucca (Italie). — Volta, peu de mois après ses expériences sur les grenouilles, émit l'idée que l'électricité de contact et l'électricité de frottement étaient deux formes du même phénomène.

Aujourd'hui, cette opinion est confirmée :

1° Aucun fait expérimental ne nous oblige à donner au frottement une fonction autre que celle de multiplier les points de contact ;

2° Il paraît bien qu'il existe une série triboélectrique quantitative. Les propriétés triboélectriques et voltaïques sont comparables dans le cas des métaux et se sont montrées parallèles. Elles sont certainement superficielles; on peut bien souligner les résultats négatifs des nombreux essais exécutés dans le but de relier les propriétés triboélectriques aux propriétés de volume. M. Perucca considère les deux effets comme différents, mais gouvernés par une même propriété superficielle : la valeur des potentiels des deux corps en contact.

Sur la théorie électrique de la vision, par le professeur P. Lazareff (Russie). — La théorie de la vision incolore est fondée sur l'idée que la lumière produit la décomposition du pourpre rétinien, ce qui donne naissance à des ions qui vont impressionner le nerf optique. De cette manière, le problème de la vision est transformé en une question photochimique parfaitement résoluble. La théorie a été comparée avec plus de 1000 expériences, et on a constaté l'accord parfait avec l'observation. Une conséquence importante consiste en ce que le changement de sensibilité de l'œil peut être représenté par les réactions à la périphérie. Les centres de la vision restent intacts pendant les changements et ne peuvent être fatigués.

Rayons cosmiques, par le professeur R.-A. Millikan (États-Unis). — Les rayons cosmiques sont définis ici comme la portion — qu'on sait être petite — de la « radiation pénétrante » et qui est d'origine cosmique.

Le but des expériences du docteur Cameron et du professeur Millikan était :

1° De déterminer avec précision l'intensité de cette radiation en ions par centimètre carré par seconde au niveau de la mer. Jusqu'ici, les opinions diffèrent de 1 à 10 ;

2° D'obtenir des données sur la distribution spectroscopique des rayons cosmiques et, en particulier, de vérifier l'existence de rayons plus durs que n'importe quel rayon connu jusqu'ici ;

3° De rechercher la direction, et peut-être aussi l'origine de ces rayons.

Les instruments employés pour les études des questions 1° et 2° sont huit fois plus sensibles que les meilleurs instruments employés jusqu'ici. Les résultats obtenus sont les suivants :

La quantité de paires d'ions d'origine cosmique par centimètre carré et par seconde qu'on peut fixer à 1,5, est d'accord avec les mesures précédentes.

En outre, il apparaît qu'il existe une distribution spectrale sur une longueur de presque deux octaves, double de ce qu'on avait pensé jusqu'ici, et comprenant des rayons deux fois plus durs que ceux que nous avions trouvés jusqu'ici, les plus durs pouvant pénétrer jusqu'à une profondeur de 45 m d'eau et de 4 m de plomb. La longueur d'onde de ces rayons extrêmes, calculée tant selon la formule de Compton que selon celle de Dyrac, est plus courte que celle correspondant à l'énergie d'union de 4 atomes d'hydrogène en un atome d'hélium. Ce n'est pourtant encore que 1/15 de la fréquence (calculée d'après ces formules) correspondant à l'assimilation de la matière par l'union d'un ion positif et d'un électron négatif, et on ne perçoit pas encore le mécanisme qui permettrait l'amollissement d'une telle radiation jusqu'à la fréquence observée.

Il semble donc que celle-ci ait son origine en des changements moléculaires fort variés qui ont lieu dans tout l'espace.

On n'a trouvé aucune direction privilégiée indiquant qu'une partie du ciel plutôt qu'une autre, a une action spéciale; en l'espèce, la voie lactée ne paraît pas jouer un rôle marqué. Il est donc vraisemblable que la source se trouve ailleurs, et très probablement, dans les nébuleuses spirales. — A. T.

(A suivre.)

Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927) *(Suite)* (*)

V. Stations radiotélégraphiques et radiotéléphoniques.

Station radiotélégraphique moderne à ondes longues, de grande puissance, pour télégraphie et téléphonie, employant des lampes thermoioniques, par M. R.-V. Hansford (Grande-Bretagne). — Le but de cette étude est de fournir un exposé général des installations techniques de la station radiotélégraphique à haute puissance construite dans le voisinage de la ville de Rugby, en Angleterre, par les soins du service technique du Post Office britannique. La communication se divise en six parties :

La première partie contient un exposé, bref et général, de la méthode de construction des pylônes avec indication des mesures adoptées pour assurer leur isolement. On discute ensuite les avantages qui résultent de l'emploi de pylônes isolés, quant au fonctionnement d'une telle station. Grâce à un bon isolement, un accroissement de 8 pour 100 dans la puissance de signaux est obtenu.

La seconde partie indique les détails du système des antennes avec prises de terre. On y décrit : la disposition, en forme de « saucisse », des antennes utilisées avec le genre de pylônes adopté ; les détails des méthodes appliquées à l'isolement entre antenne et pylône ; ceux concernant l'entrée des conducteurs dans le bâtiment de manière à supporter la tension très élevée de 165 000 v.

On examine, dans la troisième partie, les besoins en puissance d'une station émettrice dans laquelle on utilise des lampes à vide et on explique le système adopté dans le but de faire face à ces besoins en se servant d'une alimentation en courant alternatif à 50 p : s d'un réseau de distribution.

La quatrième partie s'occupe du projet d'une installation génératrice à haute fréquence adaptée à un poste de télégraphie sans fil de grande puissance. On y explique le système adopté à Rugby, dans lequel plusieurs unités de génératrices fonctionnent en parallèle d'après le principe même utilisé habituellement pour grouper les machines dans la pratique générale des usines génératrices. On donne ensuite un aperçu des dispositions générales du transmetteur dans lequel on utilise un diapason comme source première des oscillations ; on choisit un harmonique de la fréquence du diapason pour régler le transmetteur principal.

La cinquième partie résume la disposition générale du transmetteur téléphonique ; le système de transmission utilise une frange modulée unique, sans ondes porteuses.

On discute enfin dans la dernière partie, le projet d'un circuit d'antenne faiblement accouplé destinée à un transmetteur à lampes ; on y montre que certains circuits présentent une supériorité sur d'autres circuits en ce qui concerne la suppression des harmoniques. On y décrit en même temps les détails de bobines d'inductance de grandes dimensions, destinées à un poste transmetteur de grande puissance émettant des ondes de très grande longueur.

Les progrès réalisés dans la radiotélégraphie avec des ondes courtes, par le professeur Rukop (Allemagne). — Depuis la révélation de l'efficacité étonnante des ondes courtes dans le domaine radiotélégraphique, des progrès remarquables ont été réalisés, non seulement dans la théorie de leur propagation, mais aussi en ce qui concerne les heures et les longueurs d'onde les plus favorables à la transmission. On a également réussi à construire des antennes efficaces tant de transmission que de réception et, enfin, des transmetteurs d'une puissance élevée et constante.

Par une déduction théorique qui repose sur la théorie de Maxwell, tout en tenant compte des constantes électriques probables de la haute atmosphère et en se basant sur les résultats obtenus au cours des essais réalisés, on peut donner une description de la propagation totale qui s'accorde parfaitement avec les faits constatés statistiquement.

Le résultat de ces calculs est le suivant :

L'indice de réfraction de l'air qui varie au fur et à mesure de l'ionisation se produisant dans les hautes couches de l'atmosphère, détermine en tous les cas les longueurs d'onde et les angles de rayonnement les plus favorables pour l'émetteur. Les ondes les plus courtes doivent être rayonnées dans l'angle le plus aigu, et les ondes plus longues dans un angle plus obtus. En ce qui concerne les portées obtenues, les ondes les plus longues sont évidemment plus désavantageuses que les ondes courtes, puisqu'elles retournent trop tôt à la terre. Il y a, pour chaque état d'ionisation, une onde plus courte que toute autre qui puisse encore retourner à la terre. Elle se montre de plus en plus courte au fur et à mesure que l'ionisation augmente. Puisque, pendant la nuit, l'ionisation est réduite environ au quart de celle existant pendant le jour, la limite de la longueur d'onde pendant la nuit est environ le double de celle du jour. En outre, pendant la nuit, les zones mortes doivent être deux et trois fois plus grandes que pendant le jour ; elles sont plus étendues en hiver qu'en été.

Un phénomène intéressant se présente : l'observation au récepteur de « signaux multiples ». Il consiste en ce que « le recorder », recevant des ondes de jour,

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 8, 15, 22 et 29 octobre 1927, t. XXII, p. 533-536, 573-574, 615-616 et 663-664.

reproduit souvent à plusieurs reprises les signaux transmis, et ceci dans des intervalles de temps qui résultent des différences de chemin parcouru par les ondes. A Geltow, près de Nauen, on a même constaté une réception *quadruple* de signaux transmis sur l'onde de 15 m, soit : 1° le signal direct; 2° le signal ayant fait le tour du monde en sens opposé; 3° le signal direct ayant effectué une fois le tour entier de la terre; 4° le même signal direct ayant effectué deux fois le tour entier de la terre.

En ce qui concerne la question de savoir comment le signal qui fait le tour de la terre peut traverser les zones de nuit, alors que seules les ondes de longueur supérieure à 20 m peuvent être reçues pendant la nuit, le calcul montre que la propagation des ondes de 15 m s'effectue également sans difficulté parce que l'ionisation n'y est pas suffisante pour que ces ondes puissent retourner à la terre.

L'influence du champ magnétique de la terre sur la propagation devrait se manifester par une déformation des zones mortes, sans prendre en considération d'autres détails dont l'examen est plus difficile. La confirmation expérimentale de ce fait ne pourra être obtenue qu'à l'aide de nombreuses observations réunies pendant plusieurs années.

Pour répondre aux exigences actuelles en ce qui concerne les portées et les heures de fonctionnement des transmetteurs, on a mis au point des types puissants d'appareils rayonnant une puissance en haute fréquence allant jusqu'à 20 kw. Ces dispositifs ont permis d'effectuer des communications radiotéléphoniques irréprochables entre Nauen et Buenos-Ayres, distance qui, comme on sait, représente un espace particulièrement difficile pour les radiocommunications.

M. le professeur Turpain (Poitiers) demande à M. le professeur Rukop, quel intervalle de temps s'est écoulé entre le passage au même récepteur du même signal ayant effectué un tour complet du globe. M. Rukop indique que cet intervalle de temps est de l'ordre du septième de seconde, ce qui est en accord avec la vitesse admise pour les ondes électriques dans le vide laquelle est identique à la vitesse de la lumière. Pour expliquer le retour de l'onde courte au même récepteur après un ou même deux tours du globe M. Rukop invoque la couche d'Heaviside sur la surface de laquelle l'onde éprouverait soit une seule, soit plusieurs réflexions totales. Cette explication apparaît des plus hasardées à M. Turpain; elle implique en effet soit que l'unique réflexion totale ait exactement lieu en un point de la couche d'Heaviside qui coïncide bien avec l'antipode du milieu de l'arc de grand cercle séparant les deux stations : A, émettrice; B, réceptrice; soit encore que les réflexions totales successives supposées sur la couche d'Heaviside se produisent de telle sorte que le chemin de l'onde courte autour du globe ait exactement la forme d'un contour polygonal dont un côté passe exactement sur l'antenne du poste de réception. Ces heureuses dispositions respectives des points de réflexion totale par rapport au lieu de réception sont vraiment chanceuses et il apparaît à M. Turpain que les très intéressants résultats expérimentalement enregistrés par M. Rukop, sans avoir nullement besoin pour être interprétés d'invoquer l'existence d'une couche d'Heaviside fort hypothétique, apportent une preuve expérimentale nouvelle au fait que la propagation des ondes courtes n'est nullement entravée par un amortissement élevé, fait que vérifient d'ailleurs et les expériences de multicommunications de M. Turpain communiquées à une séance antérieure du même congrès et le succès des radiophonies par ondes courtes entre l'Europe et l'Australie (radiocommunications réalisées par les amateurs). Les ondes courtes de M. Rukop se propagent à la surface même de la haute atmosphère comme à la surface interne d'un conducteur sphérique creux.

Le fait que le récepteur B enregistre une fois et même deux fois le passage de l'onde ayant effectué un, puis deux tours du monde, montre, à nouveau, que l'onde courte n'est point affectée en sa propagation par un amortissement rédhibitoire.

Les progrès dans la technique des stations de grande puissance à grandes longueurs d'ondes employant des alternateurs de haute fréquence, par R. Hirsch (Allemagne). — Bien que l'attention des techniciens se concentre actuellement sur les ondes courtes et sur la radiodiffusion, le développement des stations à grandes longueurs d'ondes n'a subi aucun arrêt. Les exigences réclamées pour les nouvelles stations à ondes longues sont devenues de plus en plus rigoureuses. C'est surtout l'encombrement de la bande d'ondes utilisée par les stations de grande puissance, qui implique, dans la plus large mesure, la faculté d'ajustement avec la longueur d'onde utilisée, de manière à éviter l'interférence avec les stations de grande puissance déjà existantes. On réclame également une notable amélioration des dispositifs qui maintiennent la constance de la fréquence nécessaire à l'augmentation de la sélectivité. En outre, il faut ajouter les exigences suivantes : précision maximum des signaux afin d'augmenter la vitesse de transmission; réduction des harmoniques afin d'éliminer les perturbations causées aux récepteurs voisins surtout à ceux de la radiodiffusion; simplification des installations, surtout des antennes, dans le but de réduire les frais de montage; enfin, amélioration de l'efficacité du transmetteur, ce qui diminuera les frais d'exploitation. La station à grande puissance de Rome, qui est la plus nouvelle des stations récemment mises en service, montre jusqu'à quel point il a été possible de réaliser toutes les exigences ci-dessus énumérées. — A. T.

(A suivre.)

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Note sur le champ magnétique d'un courant circulaire

L'objet de cette note est de donner, dans le cadre des notions mathématiques habituelles, des formules exactes et pratiques, c'est-à-dire facilement utilisables pour l'étude numérique du champ et du flux magnétiques produits par un courant circulaire. En partant de certaines équations fondamentales d'électrodynamique, déduites ici de façon élémentaire et convenablement transformées, on atteint ce but au moyen d'un artifice mathématique nouveau, visant à rendre utilisables par « amélioration de convergence » certains développements en série, trop lentement convergents pour servir directement. La nature des formules obtenues ainsi, permet d'en déduire une méthode exacte pour le tracé des lignes de force du champ en question. La généralisation de la méthode conduit ensuite à une expression pratique du flux et finalement à une expression générale exacte pour le coefficient de self-induction du solénoïde, dont, jusqu'ici, on n'envisageait en théorie que les cas extrêmes (*).

I. Cas d'un courant circulaire infiniment délié.

— 1. ÉQUATIONS FONDAMENTALES D'ÉLECTRODYNAMIQUE. — Le problème fondamental du champ magnétique d'un courant circulaire isolé est bien connu en physique ; on en trouve l'étude, sous les différents aspects qu'il présente, dans tous les cours de quelque étendue. Il est en effet très aisé de se procurer bon nombre de résultats intéressants et, par là, une connaissance suffisante du sujet.

Une lacune subsiste toutefois que j'oserai qualifier de grave : nous demeurons dans l'ignorance en ce qui concerne la valeur numérique absolue du champ en question. En cette affaire, le mathématicien est quitte depuis longtemps : il a donné du problème une solution complète, malheureusement aussi élégante que peu utilisable pour l'étude numérique.

L'ingénieur a dû s'en passer une fois de plus et se contenter des données atteintes à peu de prix, faisant pour le reste la plus large confiance à la continuité de la nature.

(*) Nous avons le regret de devoir enregistrer le récent décès de l'auteur du présent article. M. Vincenzo Gianella, né à Comprovasco, dans le canton du Tessin (Suisse), le 10 juillet 1894, ingénieur diplômé de l'École polytechnique fédérale à Zurich, y fut adjoint pendant un an, comme assistant, à la chaire d'Électrotechnique théorique. De 1920 à 1923, ingénieur à la Société Brown, Boveri et Cie, il contribua à la mise au point des redresseurs à vapeur de mercure construits par cette société ; c'est en 1923 que la maladie l'obligea à abandonner toute activité industrielle, continue et régulière ; il entreprit alors l'étude de questions d'ordre théorique, notamment de celle qui fait l'objet de la présente note où sont mis au point les résultats de ses recherches. En dédiant le premier manuscrit de cette étude à M. Appell, M. Gianella lui écrivait : « Étant de langue italienne et connaissant par mes études le français et l'allemand, j'avais à choisir entre ces trois langues pour la rédaction de ma note. Si j'ai adopté le français, c'est surtout pour témoigner de ma sympathie et de mon admiration pour votre pays ».

Inspirée des maîtres de la pensée française, cette étude méritait d'être publiée dans cette revue. (N. D. L. R.)

Tel est bien, par exemple, le cas pour ce qui regarde nos connaissances du solénoïde en général : forme du champ, répartition du flux, coefficient de self-induction, etc.

Je rappelle pour mémoire l'analogie hydrodynamique de notre problème, fournie par le champ de vitesse d'un anneau de tourbillon circulaire, bien connu sous la forme quelque peu grossière que nous en donnent les anneaux de fumée. On ne voudra pas prendre trop au « symbolique » cette parenté de la présente note.

Je m'excuse d'avoir renoncé, dans les développements qui vont suivre, aux scrupules de la rigueur mathématique, partout où j'ai cru pouvoir faire appel à la simple intuition pour des questions de continuité, convergence, existence de solution, etc. J'établirai d'abord la solution citée plus haut ([1]).

Le seul procédé vraiment correct est celui qu'on emploie en physique mathématique, en partant des équations différentielles du champ magnétique :

$$\operatorname{div} H = 0, \qquad \operatorname{rot} \vec{H} = 4\pi \vec{i}. \tag{1}$$

On remonte par une intégration aux composantes de H. Nous parviendrons au même but en partant de la première loi de Laplace sur le champ magnétique d'un élément de courant ; cela nous dispensera de certains emprunts à la théorie du potentiel, qui est moins familière.

La loi de Laplace, loi expérimentale en son essence et qui n'a guère droit de cité en électrodynamique, n'est au point de vue mathématique qu'une manière d'interprétation, parmi une infinité d'autres possibles, de l'intégrale générale des équations (1). Il doit donc être possible de retrouver cette dernière en partant de la première.

([1]) Pour plus de détails je renverrai au *Traité de Mécanique rationnelle*, de M. P. APPELL, t. III, 1921, p. 521 et suivantes. Je suis heureux d'ajouter que je dois l'inspiration de ce travail à l'exposé magistral du problème qui y est fait.

Soient maintenant X, Y, Z les composantes en unités électromagnétiques C. G. S. du champ magnétique H au point P (r, s, t) suivant les axes Or, Os, Ot; R, le rayon, en centimètres, du cadre que nous supposerons infiniment délié, ce cas idéal étant, pour l'instant, seul accessible au calcul (fig. 1); I, l'intensité du courant en unités électromagnétiques C. G. S. [1]. Je remarque d'abord que le système du cadre et de son

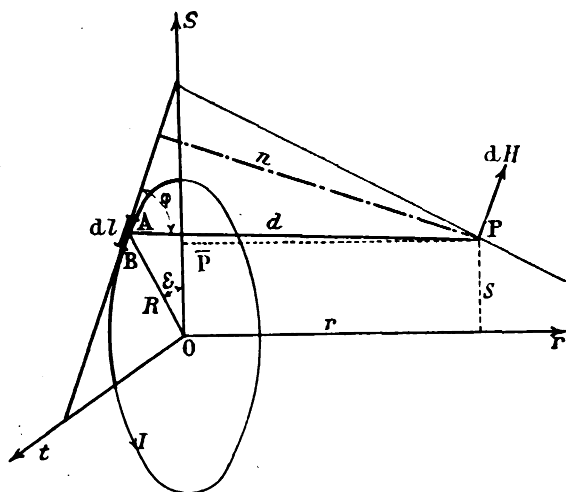


Fig. 1. — Champ produit en un point P de l'espace par un courant électrique circulaire.

champ présente une symétrie du type cylindrique [2]; parmi les éléments de symétrie figure l'axe du cadre, qui est d'ordre infini, c'est-à-dire de révolution. Le système demeure donc identique à lui-même, si on le fait tourner d'un angle quelconque autour de cet axe : autrement dit, il suffit, pour la connaissance du phénomène, de savoir ce qui se passe dans un plan passant par l'axe du cadre.

Choisissons comme tel le plan $t = 0$ en y plaçant le point P (r, s).

Nous placerons, en outre, le circuit dans le plan $r = 0$ de façon que son axe coïncide avec Or et son centre, avec l'origine. Conformément au choix de Maxwell, nous nous servirons d'un système d'axes « à droite », ou dextrogyre, dans lequel la coordination entre le sens positif de rotation dans le plan sOt et la direction positive de Or, est la même qu'entre le sens de circulation de I et le champ à l'intérieur.

Prenons maintenant un élément quelconque du circuit, de longueur dl et de coordonnées

$$s' = R\cos\varepsilon \qquad t' = R\sin\varepsilon.$$

La part contributive de cet élément au champ en P est représentée, d'après Laplace, par un vecteur de longueur

$$\mathrm{d}H = \frac{I\mathrm{d}l}{d^2}\sin\varphi \tag{2}$$

appliqué en P et dirigé suivant la normale au plan PAB vers le haut, d'après notre choix du sens du courant.

En introduisant la longueur n la normale de P sur la direction AB de l'élément dl, nous pouvons écrire

$$\mathrm{d}H = \frac{Id\sin\varphi\,\mathrm{d}l}{d^3} = \frac{In\mathrm{d}l}{d^3} = \frac{I\,\mathrm{d}F}{d^3},$$

où dF représente le double de l'aire du triangle ayant dl pour base et P pour sommet. La part contributive aux composantes X, Y, Z s'obtient en multipliant la différentielle du champ par les cosinus directeurs α, β, γ de la normale au plan PAB, puisque telle est la direction du vecteur dH,

$$\mathrm{d}X = \frac{I\,\mathrm{d}F}{d^3}\alpha, \qquad \mathrm{d}Y = \frac{I\,\mathrm{d}F}{d^3}\beta \ \ldots. \tag{3}$$

Or d$F\alpha$ représente le double de l'aire de la projection de notre triangle PAB sur le plan $r = 0$, c'est-à-dire, par suite de la disposition choisie, le double de l'aire d'un triangle ayant encore dl pour base et la projection $\overline{\mathrm{P}}$ de P sur l'axe Os pour sommet. Supposons un instant l'origine O en $\overline{\mathrm{P}}$; les coordonnées relatives des deux autres sommets sont $(s' - s, t')$ et $(s' - s + \mathrm{d}s', t' + \mathrm{d}t')$, d$s'$ et dt' étant les projections du vecteur $\overleftarrow{\mathrm{AB}}$. D'après une formule élémentaire donnant l'aire d'un triangle dont un sommet est à l'origine, on a en grandeur et en signe,

$$\alpha\mathrm{d}F = (x_1y_2 - x_2y_1) = (s' - s)(t' + \mathrm{d}t') - (s' - s + \mathrm{d}s')t'$$
$$= (s' - s)\,\mathrm{d}t' - t'\,\mathrm{d}s'.$$

On tire de même directement de notre figure

$$\beta\mathrm{d}F = +\,r\,\mathrm{d}t'$$
$$\gamma\mathrm{d}F = -\,r\,\mathrm{d}s'.$$

La dernière relation nous montre que la part contributive dZ de notre élément dl est égale et de signe contraire à celle de l'élément symétrique par rapport au plan $t = 0$; comme c'était à prévoir, nous n'aurons pas de composante Z.

Les relations (3) deviennent

$$\mathrm{d}X = I\frac{(s - s')\,\mathrm{d}t' - t'\,\mathrm{d}s'}{d^3}, \qquad \mathrm{d}Y = I\frac{r\,\mathrm{d}t'}{d^3}. \tag{4}$$

Considérons maintenant l'expression générale de la distance d en fonction des coordonnées des extrémités P et A,

$$d = \sqrt{(r - r')^2 + (s - s')^2 + (t - t')^2}.$$

(1) Rappelons que 1 unité électromagnétique C. G. S. est égale à 10 A.

(2) Plus exactement une symétrie parahémiédrique. Voir à ce sujet Ollivier, *Physique générale*, t. 1, 1921, p. 730.

Nous pouvons en déduire les dérivées de

$$\frac{1}{d} = [(r-r')^2 + (s-s')^2 + t - t')^2]^{-\frac{1}{2}}$$

par rapport aux variables r, s, t et revenir ensuite à notre choix : $r' = 0$; $t = 0$ (voir au dernier membre).

$$\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{1}{d}\right) = \frac{-(r-r')}{d^3} = -\frac{r}{d^3}$$

$$\frac{\partial}{\partial s}\left(\frac{1}{d}\right) = \frac{-(s-s')}{d^3} = \frac{s'-s}{d^3}$$

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{1}{d}\right) = \frac{-(t-t')}{d^3} = \frac{t'}{d^3}.$$

En intégrant les équations (4) le long du circuit C on obtient, d'après les relations précédentes,

$$X = \int_C I \frac{\partial}{\partial s}\left(\frac{1}{d}\right) dt' - \int_C I \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{1}{d}\right) ds',$$

$$Y = -\int_C I \frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{1}{d}\right) dt'$$

ou encore, en vertu du théorème sur la différenciation sous le signe,

$$\left.\begin{aligned} X &= \frac{\partial}{\partial s}\int_C \frac{I\,dt'}{d} - \frac{\partial}{\partial t}\int_C \frac{I\,ds'}{d} = \frac{\partial}{\partial s} T - \frac{\partial}{\partial t} S \\ Y &= \qquad\qquad - \frac{\partial}{\partial r}\int_C \frac{I\,dt'}{d} = \qquad - \frac{\partial}{\partial r} T \\ Z &= 0 \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

Ces formules représentent la solution cherchée. L'avantage que nous poursuivons réside dans le fait que X, Y dépendent, par dérivation partielle, de certaines fonctions auxiliaires T, S; nous cherchons, en d'autres termes, à profiter de la perméabilité du signe intégral à la différenciation pour réduire d'une unité le degré de différenciation de la fonction à intégrer.

L'analogie avec le potentiel newtonien est évidente.

Si nous avions choisi, pour le cadre, une position quelconque par rapport aux axes, nous aurions obtenu, d'une façon plus symétrique

$$\left.\begin{aligned} X &= \frac{\partial}{\partial s} T - \frac{\partial}{\partial t} S, & R &= \int_C \frac{I\,dr'}{d} \\ Y &= \frac{\partial}{\partial t} R - \frac{\partial}{\partial r} T, & S &= \int_C \frac{I\,ds'}{d} \\ Z &= \frac{\partial}{\partial r} S - \frac{\partial}{\partial s} R, & T &= \int_C \frac{I\,dt'}{d} \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

Ces relations, fondamentales en électrodynamique, restent valables pour un système de courants de forme quelconque. Les fonctions R, S, T, dont nous faisons dériver les composantes du champ sont elles-mêmes les composantes d'un vecteur A introduit par Maxwell sous le nom de « potentiel vecteur (¹) ». En notation vectorielle on écrira

$$\vec{H} = \text{rot}\,\vec{A}, \qquad \vec{A} = \int \frac{I\,\vec{dl}}{d} \qquad (6')$$

Par suite de notre choix particulier des axes Or, Os, Ot, le potentiel vecteur n'a pas de composante R dans tout l'espace ($dr' = 0$), ni de composante S dans le plan $t = 0$ de P. En effet, les éléments de l'intégrale S dans l'expression (6), qui se correspondent par rapport à notre plan, sont égaux et de signes contraires.

Le vecteur $\vec{A}$ est donc, en tout point P du plan que nous étudions, perpendiculaire à ce plan et, comme on le voit aisément, dirigé suivant $+Ot$ au-dessus, $-Ot$ au-dessous de l'axe Or et nul sur cet axe.

Pour évaluer le deuxième terme de X dans l'expression (5) faisons tourner de l'angle $+d\varepsilon$ le plan de P; P coïncide après cela avec le point P′ $r, s, dt, = s\,d\varepsilon$ dont le potentiel vecteur $\vec{A'}$ sera identique (pour les raisons de symétrie) au vecteur $\vec{A}$ que nous avons entraîné dans la rotation $d\varepsilon$.

En passant de P au point infiniment voisin P′, il apparaît donc une composante verticale élémentaire dS

$$dS = d\int \frac{I\,ds'}{d} = -T \sin(d\varepsilon) = -T\,d\varepsilon,$$

et puisque $\partial t = s\,d\varepsilon$, il en résulte pour notre terme

$$\frac{\partial}{\partial t} S = -\frac{T\,d\varepsilon}{s\,d\varepsilon} = -\frac{T}{s}$$

et, en définitive, pour les équations (5) la transformation

$$\left.\begin{aligned} X &= \frac{\partial}{\partial s} T + \frac{T}{s} \\ Y &= \qquad -\frac{\partial}{\partial r} T \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

Posons

$$\Psi(r, s) = s\,T = s\int \frac{I\,dt'}{d}; \qquad (8)$$

nos formules donnent

$$\left.\begin{aligned} X &= -\frac{1}{s}\,\partial\Psi \\ Y &= \frac{1}{s}\,\partial\Psi \end{aligned}\right\} \quad (9)$$

Les composantes du champ dépendent donc d'une seule fonction $\Psi(r, s)$. Elle représente, à une constante

(¹) H. Poincaré. *Électricité et optique*, p. 249.

2π près, le flux d'induction Φ à travers l'aire du cercle déterminé par le point P et l'axe Or. En effet, ce flux est égal à l'intégrale double de la composante du champ normale à ce cercle, c'est-à-dire de X, étendue à l'aire du cercle. Par suite de la symétrie, nous pouvons prendre pour l'élément de surface $d\sigma$, une bande circulaire de rayon s et de largeur ds,

$$d\sigma = 2\pi s\, ds;$$

nous aurons, d'après la formule (9),

$$\Phi = \int\int X\, d\sigma = \int_0^s \frac{1}{s}\frac{\partial \Psi}{\partial s} 2\pi s ds$$
$$= 2\pi\, [\Psi(r, s)]_{r,0}^{r,s} = 2\pi\Psi(r, s) \quad (10)$$

puisque Ψ est nul sur l'axe Or, d'après l'expression (8).

Il s'ensuit que les lignes de force sont définies par l'équation

$$\Psi(r, s) = \text{constante}. \quad (11)$$

Ces relations nous seront d'une grande utilité plus tard.

Poursuivant l'étude de Ψ, nous allons montrer qu'elle s'exprime par une intégrale elliptique. Remplaçons d'abord, dans le plan du cadre, s', t' par les coordonnées polaires R, ε

$$s' = R\cos\varepsilon \qquad t' = R\sin\varepsilon$$
$$dt' = R\cos\varepsilon\, d\varepsilon$$
$$d^2 = r^2 + R^2 + s^2 - 2Rs\cos\varepsilon.$$

(voir le triangle $\overline{\text{P}}$PA de la figure 1).

La formule (8) devient

$$\Psi(r, s) = \Psi Is \int_0^{2\pi} \frac{R\cos\varepsilon\, d\varepsilon}{\sqrt{r^2 + R^2 + s^2 - 2Rs\cos\varepsilon}}. \quad (12)$$

Nous pouvons intégrer seulement de 0 à π et doubler le résultat; posons encore

$$\varepsilon = 2\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right), \quad d\varepsilon = -2\,d\varphi, \quad \cos\varepsilon = 2\sin^2\varphi - 1$$

$$K^2 = \frac{4Rs}{r^2 + (R+s)^2}; \quad (13)$$

on aura

$$\Psi(r,s) = -2IsR\int_{\frac{\pi}{2}}^{0} \frac{(2\sin^2\varphi - 1)\,2\,d\varphi}{\sqrt{r^2 + R^2 + s^2 - 4Rs\sin^2\varphi + 2Rs}},$$

$$\Psi(r, s) = +2I\sqrt{sR}\,K\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{(2\sin^2\varphi - 1)\,d\varphi}{\sqrt{1 - K^2\sin^2\varphi}}. \quad (14)$$

On reconnaît le type elliptique de cette intégrale; le module K^2 est en effet positif et moindre que 1 quand r et s ont des valeurs quelconques ($s > 0$) et devient égal à 1 lorsque $s = R$, $r = 0$, c'est-à-dire lorsque le point P vient au point d'intersection du cadre avec le plan $t = 0$.

Les relations (9) et (14) constituent la solution de notre problème : la difficulté se concentre dans l'intégrale de (14).

2. Réduction du cadre général au cadre étalon. — Avant d'en entreprendre la discussion au point de vue de l'utilisation pour le calcul numérique, nous allons faire un changement de variables qui nous permettra de condenser en un seul problème la simple variété de problèmes représentée par la suite des valeurs possibles de R, et de faire de la variation de R une simple question d'échelle.

Considérons la définition de K^2 d'après (13); nous pouvons la mettre sous la forme

$$K^2 = \frac{4\left(\frac{s}{R}\right)}{\left(\frac{r}{R}\right)^2 + \left(1 + \frac{s}{R}\right)^2} = \frac{4y}{x^2 + (1+y)^2} \quad (15)$$

en posant

$$x = \frac{r}{R}, \qquad y = \frac{s}{R}. \quad (16)$$

En attribuant au point P (r, s) ces nouvelles coordonnées x, y, que j'appellerai *coordonnées relatives*, nous voyons d'abord que le module K^2 et, par conséquent, l'intégrale intervenant dans (14) ne change pas.

Toutes nos formules peuvent être ramenées aux nouvelles variables; il suffit de remplacer r par xR, s par yR et de tenir compte des relations

$$\frac{\partial}{\partial r}f(r) = \frac{\partial}{\partial(xR)}f(xR) = \frac{1}{R}\frac{\partial}{\partial x}f(xR), \text{ etc.}$$

Nous trouvons

$$\Psi(r, s) = \Psi(x, y)$$
$$= 2IR\sqrt{y}K\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{(2\sin^2\varphi - 1)\,d\varphi}{\sqrt{1 - K^2\sin^2\varphi}}$$
$$= 2IR\sqrt{y}\,\text{A}(K) \quad (17)$$

où nous avons posé

$$\text{A}(K) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{K(2\sin^2\varphi - 1)}{\sqrt{1 - K^2\sin^2\varphi}}\,d\varphi \quad (18)$$

$$\left.\begin{aligned} X &= \frac{1}{R^2 y}\frac{\partial}{\partial y}\left[2IR\sqrt{y}\,\text{A}(K)\right] \\ &= \frac{2I}{Ry}\left(\frac{1}{2\sqrt{y}}\text{A}(K) + \sqrt{y}\frac{\partial}{\partial y}\text{A}(K)\right), \\ Y &= -\frac{1}{R^2 y}\frac{\partial}{\partial x}\left[2IR\sqrt{y}\,\text{A}(K)\right] = -\frac{2I}{R\sqrt{y}}\frac{\partial}{\partial x}\text{A}(K) \end{aligned}\right\} \quad (19)$$

Les composantes X, Y pour un cadre quelconque se déduisent de la façon la plus simple $\left(\text{multiplication par } \frac{I}{R}\right)$ de celles du cadre étalon : $R = 1$, $I = 1$. Il y a donc tout avantage à adopter la transformation (16), qui revient évidemment à prendre, dans chaque cas, le rayon du cadre pour unité de longueur.

L'intégrale A (K) dont les dérivées partielles figurent dans (19) n'est fonction de x, y que par l'intermédiaire de K, c'est-à-dire que nous aurons

$$\frac{\partial}{\partial x} \mathrm{A}(K) = \frac{\partial}{\partial K} \mathrm{A}(K) \frac{\partial K}{\partial x},$$
$$\frac{\partial}{\partial y} \mathrm{A}(K) = \frac{\partial}{\partial K} \mathrm{A}(K) \frac{\partial K}{\partial y}.$$

Des deux dérivations successives, nous faisons rentrer celle par rapport à K sous le signe somme (cette disjonction est permise, x et y n'étant pas variables au cours de l'intégration).

On trouve par un calcul très simple

$$\frac{\partial}{\partial K} \mathrm{A}(K) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} (2 \sin^2 \varphi - 1) \frac{\partial}{\partial K} \frac{K}{\sqrt{1 - K^2 \sin^2 \varphi}} \, d\varphi$$
$$= \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{(2 \sin^2 \varphi - 1) \, d\varphi}{(1 - K^2 \sin^2 \varphi)^{3/2}}.$$

Pour les dérivées partielles de K, nous adopterons la forme

$$\frac{\partial K}{\partial x} = \frac{\partial \sqrt{K^2}}{\partial x} = \frac{1}{2K} \frac{-4y.2x}{[x^2 + (1+y)^2]^2} = -\frac{4xy}{K} \frac{K^4}{16 y^2}$$
$$= -\frac{K^3}{4} \frac{x}{y},$$

$$\frac{\partial K}{\partial y} = \frac{2}{K} \frac{x^2 + (1+y)^2 - 2y(1+y)}{[x^2 + (1+y^2]^2}$$
$$= \frac{K^3}{8y^2}(x^2 - y^2 + 1).$$

En portant ces résultats dans les expressions (19), on obtient comme la plus simple expression de nos composantes X, Y :

$$\left.\begin{aligned}
X &= \frac{I}{R} \frac{1}{y\sqrt{y}} \left[\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{K(2\sin^2\varphi - 1)\, d\varphi}{\sqrt{1 - K^2 \sin^2 \varphi}} \right. \\
&\quad \left. + \frac{x^2 - y^2 + 1}{4y} K^3 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{(2\sin^2\varphi - 1)\, d\varphi}{(1 - K^2 \sin^2 \varphi)^{3/2}} \right], \\
&= \frac{I}{R} \frac{1}{y\sqrt{y}} \left[\mathrm{A}(K) + \frac{x^2 - y^2 + 1}{4y} K^3 \mathrm{B}(K) \right] \\
Y &= \frac{I}{R} \frac{x}{2y\sqrt{y}} K^3 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{(2\sin^2\varphi - 1)}{(1 - K^2 \sin^2 \varphi)^{3/2}} d\varphi \\
&= \frac{I}{R} \frac{x}{2y\sqrt{y}} K^3 \mathrm{B}(K)
\end{aligned}\right\} \quad (20)$$

où nous avons posé

$$\mathrm{B}(K) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{(2\sin^2\varphi - 1)}{(1 - K^2 \sin^2 \varphi)^{3/2}} d\varphi.$$

Il nous sera très utile, pour la suite, de voir de quelle façon est réparti le paramètre K^2 dans le plan x, y.

Pour cela, nous cherchons les courbes

$$K^2 = \frac{4y}{x^2 + (1+y)^2} = \text{constante};$$

ce sont des courbes de second degré, déterminées par l'équation

$$x^2 + \left[y - \left(\frac{2}{K^2} - 1 \right) \right]^2 + \frac{4}{K^2} \left(1 - \frac{1}{K^2} \right) = 0,$$

c'est-à-dire des cercles ayant le centre sur l'axe Oy à la distance définie ci-dessous ainsi que le rayon ρ :

$$\left.\begin{aligned}
y_c &= \left(\frac{2}{K^2} - 1 \right) \\
\rho &= \frac{2}{K^2} \sqrt{1 - K^2}.
\end{aligned}\right\} \quad (21)$$

Sur la figure 2, on a tracé quelques-uns de ces « cercles K » ; la croissance de K suivant l'axe Oy,

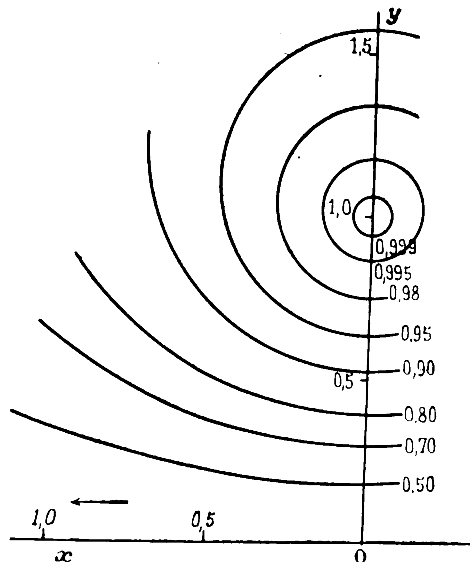


Fig. 2. — Famille des cercles correspondant aux différentes valeurs du paramètre K, fonction des coordonnées relatives de la spire.

d'abord rapide, devient très lente à mesure que l'on approche du cadre ($y = 1$) ; ainsi, par exemple, pour $K^2 = 0{,}999$, on n'atteint que le point $y = 0{,}939$. Il est intéressant de remarquer que ce réseau paramétrique

est identique au champ magnétique de deux courants rectilignes $+i$ et $-i$, traversant le plan xy aux mêmes points que notre cadre.

3. Transformation des intégrales A (K) et B (K). — Les deux intégrales qui figurent en définitive dans les expressions de X et Y sont, comme on l'a déjà reconnu, des intégrales elliptiques, c'est-à-dire des fonctions transcendantes qui ne peuvent s'exprimer par une combinaison en nombre fini de symboles élémentaires. J'ai affirmé plus haut que ces formules sont, de ce fait, à peu près inutilisables pour les applications ; en effet, si l'on écarte les méthodes d'approximation, il nous reste dans les cas comme celui-ci à choisir entre deux méthodes : recours aux tables d'intégrales elliptiques, intégration par série.

1° *Recours aux tables d'intégrales elliptiques.* — Le recours aux tables est, en principe, possible : c'est même le seul chemin vraiment pratiquable. Il prête toutefois aux objections suivantes :

Il exige l'emploi de tables qui sont très peu répandues et assez difficiles à se procurer ;

Il est malaisé et imprécis, par suite de la variation de K^2 aux environs de $y=1$, ce qui nécessite des tables très étendues et de larges interpolations ;

Il conduit à un surcroît de complication par la nécessité de réduire les intégrales obtenues aux trois types fondamentaux de Legendre ou Jacobi, donnés par les tables ;

Il exclut toute opération ultérieure (en particulier l'intégration) sur X et Y.

2° *Intégration par série.* — Nous verrons tout à l'heure qu'elle est possible. Les deux séries que l'on obtient sont divergentes pour $K^2=1$, donc inutilisables pour le voisinage du cadre.

Pratiquement, elles le sont déjà pour $K^2 \leq 0{,}9$ et l'on voit (fig. 2) que la moitié la plus intéressante du champ nous échappe.

Je crois avoir réussi, par un artifice que je vais expliquer, à tourner ces difficultés et à obtenir une solution qui tient compte des particularités du problème et même, en une certaine mesure, les exploite.

Prenons d'abord l'intégrale

$$A(K) = K\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{(2\sin^2\varphi - 1)\,d\varphi}{\sqrt{1-K^2\sin^2\varphi}}.$$

Il est aisé d'en donner un développement en série valable pour toute valeur de K^2 comprise entre 0 et 1. En développant le facteur sous le radical d'après la formule du binôme

$$(1-x)^{-\frac{1}{2}} = 1 + \frac{1}{2}x + \frac{1.3}{2.4}x^2 + \ldots \frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots 2n}x^n + \ldots$$

et en multipliant chaque terme de cette série par le facteur du numérateur on trouve

$$A(K) = K\int_0^{\frac{\pi}{2}}\Big[(2\sin^2\varphi - 1) + \frac{1}{2}K^2(2\sin^4\varphi - \sin^2\varphi) + \ldots \frac{1.3\ldots(2n-1)}{2.4\ldots 2n}(2\sin^{2n+2}\varphi - \sin^{2n}\varphi) + \ldots\Big]d\varphi$$

d'où, en intégrant terme à terme et en observant la formule bien connue,

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2n}\varphi\, d\varphi = \frac{1.3.5\ldots 2n-1}{2.4.6\ldots 2n}\cdot\frac{\pi}{2}, \qquad (22)$$

$$A(K) = K\Big[0 + K^2\frac{\pi}{16} + K^4\frac{3\pi}{64} + \ldots K^{2n}\frac{\pi}{2}\Big(\frac{1.3\ldots 2n-1}{2.4\ldots 2n}\Big)^2\Big(\frac{2(2n+1)}{2n+2} - 1\Big) + \ldots\Big]$$
$$= K(0{,}19635\,K^2 + 0{,}14726\,K^4 + 0{,}11505\,K^6 + 0{,}09396\,K^8 + \ldots). \qquad (23)$$

Pour $2n = 40$ (20e terme), le coefficient est supérieur à 1/43, ce qui confirme ce que nous avons dit de cette série : sa convergence est très mauvaise. La difficulté tient évidemment à ce que le point $K^2=1$ est un point singulier de la fonction de K définie par notre intégrale A (K) ou, ce qui revient au même, que notre série est divergente pour cette même valeur de K.

Nous allons d'abord mettre en évidence la *partie principale* de A (K), c'est-à-dire la partie croissant à l'infini pour les valeurs de K^2 voisines de 1. J'emprunte à M. Appell [1] le procédé élémentaire suivant.

Comparons notre intégrale A (K) à l'intégrale élémentaire

$$\lambda = K\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin\varphi\, d\varphi}{\sqrt{1-K^2\sin^2\varphi}}; \qquad (24)$$

la différence des deux intégrales s'écrit

$$A - \lambda = K\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{2\sin^2\varphi - \sin\varphi - 1}{\sqrt{1-K^2\sin^2\varphi}}\,d\varphi$$

et l'on vérifie immédiatement qu'elle prend pour $K=1$, la valeur finie

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{2\sin^2\varphi - \sin\varphi - 1}{\cos\varphi} = -2.$$

Nous avons donc en $\lambda(K)$ une fonction qui tend vers l'infini pour $K=1$ de la même façon que notre intégrale A (K). Étant par sa nature facilement intégrable,

[1] *Loc. cit.*

elle nous permet d'évaluer la partie principale de $A(K)$. En posant $K\cos\varphi = x$, on trouve

$$\lambda = + \int_0^K \frac{dx}{\sqrt{(1-K^2)+x^2}}$$
$$= \left[\log_e\left(x+\sqrt{1-K^2+x^2}\right)\right]_0^K$$
$$= \log_e(1+K) - \log_e\sqrt{1-K^2}. \qquad (24')$$

Le terme $\log_e(1+K)$ reste fini pour $K=1$; la fonction $A(K)$ devient donc infiniment grande comme

$$-\log_e\sqrt{1-K^2} = -\frac{1}{2}\log_e(1-K^2)$$

et nous pouvons écrire au voisinage du point $K=1$,

$$A(K) = -\frac{1}{2}\log_e(1-K^2)+\ldots \qquad (25)$$

les termes non écrits restant finis. Nous avons ainsi extrait de $A(K)$ la partie principale au voisinage du point singulier; allant plus loin, nous nous demandons s'il ne serait pas possible d'extraire de même du développement (23) de $A(K)$ cette partie principale, ou une fonction qui la contienne, de façon à ne plus avoir, sous forme de série, qu'un reste fini dans tout l'intervalle $K^2(0,1)$, aussi petit que possible.

Cela deviendra possible s'il existe une fonction $\sigma(K)$ — nous l'appellerons *fonction auxiliaire* de $A(K)$ — satisfaisant aux conditions suivantes. La fonction $\sigma(K)$ doit :

1° Etre continue et finie dans l'intervalle $K^2(0,1)$, excepté pour le point $K^2=1$, et s'exprimer simplement par symboles élémentaires;

2° Avoir au point $K^2=1$ même partie principale que $A(K)$;

3° Admettre dans tout l'intervalle $(0,1)$ un développement en série de même nature que celui de $A(K)$ défini par (23), c'est-à-dire à termes de signe constant et procédant suivant les puissances entières, positives de K^2, ayant de plus K en facteur général. Rappelons la série fondamentale de la fonction logarithmique :

$$\log_e(1\pm x) = \pm x - \frac{x^2}{2} \pm \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} \pm \ldots \quad 0<x\leqq 1. \qquad (26)$$

Le premier choix qui se présente pour $\sigma(K)$ consisterait à prendre dans (25) le seul premier terme renfermant la partie principale. Il est facile de voir que ce choix est conforme à nos trois conditions, si l'on ajoute auparavant au terme le facteur K, ce qui n'altère pas la partie principale pour $K=1$.

Cette hypothèse est bien la plus simple que nous pouvons faire; elle est loin d'être la meilleure, comme nous le démontrerons plus tard. Le terme général serait dans ce cas $\frac{K^{2n}}{2n}$.

La fonction $\lambda(K)$ employée tout à l'heure fournit une autre possibilité de fonction auxiliaire, préférable à la première au point de vue de l'amélioration de la convergence de la série (23). On en obtient le développement soit par le procédé employé pour $A(K)$, soit en développant les deux termes de (24') d'après (26) et en ajoutant les séries obtenues; il vient

$$\lambda(K) = K\left(1+\frac{K^2}{3}+\frac{K^4}{5}+\ldots\frac{K^{2n}}{2n+1}+\ \ldots\right)$$
$$= \frac{1}{2}\log_e\left(\frac{1+K}{1-K}\right).$$

Après avoir, avec ce choix, effectué tous les calculs, je m'aperçus, presque au cours de cette rédaction, de l'existence d'une fonction auxiliaire beaucoup plus intéressante et qui satisfait de façon remarquable à toutes nos conditions. Nous l'adopterons sous la forme

$$\sigma(K) = -K\left(\frac{1}{2K^2}\log_e(1-K^2)\right), \qquad (27)$$

indiquant que nous aurons comme dans (23), un facteur K et une série qui sera le développement de la parenthèse. On trouve immédiatement, d'après (26)

$$\sigma(K) = -\frac{1}{2K}\log_e(1-K^2)$$
$$= K\left(\frac{1}{2}+\frac{K^2}{4}+\frac{K^4}{6}+\ldots\frac{K^{2n}}{2n+2}+\ldots\right). \qquad (28)$$

En faisant $K=0$, on voit que $\sigma(0)=0$, ce qui enlève le doute qui pourrait subsister, d'après (27), sur la continuité de σ pour $K=0$. En retranchant membre à membre les relations (23) et (28), nous trouvons enfin

$$A(K) = -\frac{1}{2K}\log_e(1-K^2) - K\Sigma_1, \qquad (29)$$

Σ_1 désignant la série

$$\Sigma_1 = \frac{1}{2} + K^2\left(\frac{1}{4}-\frac{\pi}{16}\right) + K^4\left(\frac{1}{6}-\frac{3\pi}{64}\right)$$
$$+\ldots K^{2n}\left[\frac{1}{2n+2}-\frac{\pi}{2}\left(\frac{1.3\ldots(2n-1)}{2.4\ldots 2n}\right)^2\frac{2n}{2n+2}\right]+\ldots (30)$$

$$\Sigma_1 = 0{,}5 + 0{,}0536\,K^2 + 0{,}0194\,K^4 + 0{,}0100\,K^6$$
$$+ 0{,}0060\,K^8 + \ldots. \qquad (30')$$

Telle est l'expression que je propose pour le calcul numérique de l'intégrale $A(K)$. En comparant quelques coefficients on voit le progrès réalisé sur (23). Je ne crois pas qu'il soit possible de trouver mieux. On trouvera plus loin un tableau des coefficients.

La deuxième intégrale de nos formules (20)

$$B(K) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{(2\sin^2\varphi - 1)}{(1-K^2\sin^2\varphi)^{3/2}}\cdot d\varphi \qquad (31)$$

peut être transformée de façon analogue ; on établit d'abord la partie principale, qui est ici

$$P = \frac{3}{4} \log_e (1 - K^2) + \frac{1}{1 - K^2} \text{ [1]},$$

et on en déduit, à l'aide de nos trois conditions, une fonction auxiliaire, $\tau_1 + \tau_2$, que l'on extrait ensuite du développement de $B(K)$. On trouve (annexe I)

$$\left.\begin{array}{l} B(K) = \dfrac{1}{1 - K^2} + \dfrac{3}{4 . K^2} \log_e (1 - K^2) - \Sigma_2 \\ \Sigma_2 \text{ désignant la série} \\ \quad \Sigma_2 = 0{,}25 + 0{,}03595\, K^2 + 0{,}01370\, K^4 \\ \quad\quad + 0{,}00716\, K^6 + 0{,}00440\, K^8 + \ldots . \end{array}\right\} \quad (32)$$

On voit immédiatement que cette série converge très rapidement ; elle est même sensiblement meilleure que Σ_1. Avec cette formule notre but est atteint ; l'aptitude au calcul numérique des nouvelles séries « à convergence améliorée » saute aux yeux, surtout si on les compare avec celles qu'elles sont appelées à remplacer.

La discussion du terme général de ces séries (voir annexe II) nous fournira encore quelques résultats intéressants qui éclairciront complètement tous les côtés du problème.

4. Formules pratiques. Discussion. Tableaux. — En résumant, nous obtenons les formules suivantes pour les composantes du champ du cadre circulaire infiniment délié, définies par les expressions (20), (29) et (32) :

$$\left.\begin{array}{l} X = \dfrac{I}{R} \dfrac{1}{y\sqrt{y}} \left[A(K) + \dfrac{x^2 - y^2 + 1}{4y} C(K) \right] \\ Y = \dfrac{I}{R} \dfrac{x}{2y\sqrt{y}} C(K) \end{array}\right\} \quad (33)$$

où nous avons posé :

$$\left.\begin{array}{l} C(K) = K^3 B(K). \\ A(K) = -\dfrac{1}{2K} \log_e (1 - K^2) - K(0{,}5 + 0{,}0536 K^2 \\ \quad + 0{,}0194\, K^4 + 0{,}0100\, K^6 + \ldots A_n K^{2n} \ldots) \\ C(K) = \dfrac{K^3}{1 - K^2} + 1{,}5 K^2 \left(\dfrac{1}{2K}\right) \log_e (1 - K^2) \\ \quad - K^3 (0{,}25 + 0{,}0360\, K^2 + 0{,}0137\, K^4 \\ \quad + \ldots B_n K^{2n} + \ldots) \\ K^2 = \dfrac{4Rs}{r^2 + (R + s)^2} = \dfrac{4y}{x^2 + (1 + y)^2} \end{array}\right\} \quad (34)$$

[1] Voir à l'annexe I un essai de méthode pour sa détermination.

Rappelons brièvement la signification des notations : r, s sont les coordonnées ; R, le rayon du cadre en centimètres ; $x = \frac{r}{R}$, $y = \frac{s}{R}$, les coordonnées relatives.

Il est préférable de conserver les facteurs K et éventuellement K^3 dans les séries Σ_1 et Σ_2 afin de faire apparaître dans ces séries les puissances paires de K qu'on obtient plus directement. Les valeurs des coefficients des séries Σ_1 et Σ_2 sont indiquées dans le tableau I.

Tableau I.

Coefficients des séries $\Sigma_1 = \Sigma_0^\infty A_n n^{2n}$, $\Sigma_2 = \Sigma K B_n K^{2n}$.

n	A_n	B_n	n	A_n	B_n
0	0.5	0.25	8	0,001708	0,001259
1	0,05365	0,03595	9	0,001369	0,001011
2	0,01940	0,01369	10	0,001121	0,000825
3	0,00995	0,00716	11	0,000936	0,000688
4	0,006044	0,004396	12	0,000792	0,000583
5	0,004057	0,002964	13	0,000680	0,000511
6	0,002912	0,002137	14	0,000590	0,000439
7	0,002191	0,001615	15	0.000516	0,000371

Dans les formules (33) entrent, avec les coordonnées relatives x, y, deux fonctions $A(K)$, $C(K)$ du paramètre K, donc de x, y. Ces fonctions auront évidemment même valeur pour tous les points d'un des cercles K (K^2 est constant). On réduira donc les calculs numériques pour l'étude du champ dans son ensemble, en choisissant les points à étudier sur un nombre restreint de cercles K.

On vérifie par des opérations simples (passages à la limite, etc.), que notre solution satisfait à toutes les conditions du problème :

X, Y nuls à l'infini ; $Y = 0$ en tous les points des axes Ox, Oy

$$X = \frac{2IR^2}{d^3} = \frac{2I}{R(x^2 + 1)^{3/2}}$$

sur l'axe Ox du cadre, en particulier ; $X = \frac{2I}{R}$ au centre, conformément à un résultat bien connu ; X et Y égaux et de signes contraires pour deux points symétriques par rapport à Oy.

Nos formules permettent de calculer les composantes X, Y, au voisinage du cadre ($x = 0, y = 1, K^2 = 1$) avec toute la précision que l'on voudra.

A cet effet on remarquera que, dans une région assez étendue autour du cadre, c'est-à-dire pour tous les points situés approximativement à moins de $0{,}1\,R$ ou $0{,}2\,R$ du centre, les séries Σ_1 et Σ_2 peuvent être remplacées par leur valeur au centre même

$$\Sigma_{1(K=1)} = 0{,}6137 \qquad \Sigma_{2(K=1)} = 0{,}3293.$$

Ce fait heureux est dû à la répartition du paramètre K^2 ; on jugera de la légitimité de cette remarque

en observant que sur le cercle $K^2 = 0,995$ dont le rayon ρ est de $0,14\ R$ en moyenne (tableau II), on obtient, d'après (30'), (32) et le tableau I les valeurs

$$\Sigma_1 = 0,610 \text{ environ},$$
$$\Sigma_2 = 0,327 \text{ environ}$$

qui sont très proches de la valeur au centre et qui, d'après (34) interviennent dans une faible mesure dans les valeurs de

$$A(0,995) = 2,0458,$$
$$B(0,995) = 194,22$$

données par le tableau II.

Tableau II. — *Valeurs numériques, en fonction de K_2, des variables figurant dans les expressions de X et Y.*

y_c = ordonnée du centre de cercle K (K^2 = constante (21))
ρ = rayon du cercle K.
y_i = ordonnée du point inférieur (entre l'axe Ox et le cadre) où Oy rencontre le cercle K.

K^2	y_c	ρ	y_i	A (K)	C (K)
0,1	19,0	18.9736	0.0264	0,00672	0,00212
0.2	9.0	8.9443	0,0557	0.02072	0,01390
0.3	5.666	5,5777	0,0889	0,04179	0.04512
0,4	4.0	3,8730	0.1270	0.07155	0,11174
0,5	3.0	2,8284	0.1716	0,11288	0,24307
0,6	2.333	2,1082	0.2251	0,17111	0.4999
0.7	1.8571	1,5649	0.2922	0.2566	1.0289
0,8	1,50	1,1180	0.3820	0,3931	2.2866
0,85	1.3529	0,9113	0.4416	0,4993	3.6776
0,90	1,2222	0.7027	0.5195	0.6603	6.6373
0.93	1.1505	0,5690	0.5815	0.8090	10.610
0,95	1.1053	0.4708	0,6345	0,9571	16.036
0.97	1.0619	0.3571	0.7047	1,1883	28.948
0.98	1.0408	0.2886	0,7522	1,3777	45.291
0.99	1.0202	0.2020	0.8182	1.7087	94.748
0.995	1.01005	0.1421	0.8679	2.0458	194.22
0,998	1,00401	0.0896	0.9144	2,4983	493.52
0,999	1.00200	0.0633	0.9387	2.843-	993.00
0,999768	1.000464	0.03046	0.97	3.571	4302.24

Pour l'étude systématique du champ, on introduira outre le réseau de cercles K, choisi de finesse convenable parmi les valeurs les plus simples de K^2, un réseau d'horizontales y = constante, choisi de la même façon.

Le calcul du champ en un quelconque des points d'intersection de ce double réseau sera des plus simples. On connait y et K^2 ; on calcule A(K), C(K) d'après (34) (on peut aussi les tirer directement ou par interpolation du tableau II), x par la formule $x^2 = \frac{4y}{K^2} - (1+y)^2$ et l'on aura tous les éléments pour l'application des expressions (33).

On prendra avantageusement tous les points du même cercle K ensemble dans un tableau où l'on effectuera d'une façon méthodique les calculs nécessaires, en utilisant pour X la forme

$$X = \frac{I}{R} \frac{1}{y\sqrt{y}} \left[A(K) + \frac{C(K)}{2}\left(\frac{2}{K^2} - 1\right) - y\frac{C(K)}{2} \right], \quad (35)$$

déduite de (33) en transformant le facteur du second terme.

Sur chaque cercle K, la composante X devient nulle en deux points symétriques par rapport à Oy; le champ y est dirigé verticalement. En résolvant la parenthèse de (35) par rapport à y, on trouve l'ordonnée y de ces points.

Dans le tableau II, j'ai réuni quelques résultats numériques utiles pour les applications.

J'ai calculé de la sorte environ 150 points du quadrant du champ entre les directions positives Ox, Oy. Cela permettrait à la rigueur de tracer les lignes de force. Il ne faut pourtant pas oublier que la connaissance de X, Y ne donne que la tangente à ces lignes en un nombre de points répartis de façon arbitraire ; le tracé n'est donc défini que de façon très vague et n'excluant pas des écarts très sensibles.

L'étude du flux magnétique nous fournira une méthode bien plus exacte et rapide pour cette construction.

A mesure que l'on s'éloigne du cadre, les lignes de force s'écartent de plus en plus des cercles K. Au voisinage du centre, au contraire, elles se confondent jusqu'à devenir identiques pour les valeurs de K très voisines de 1. On peut le démontrer en partant de l'équation Ψ = constante dans les expressions (11) et (17). $\sqrt{y}$ est approximativement égale à $\sqrt{1}$, c'est-à-dire constant; par conséquent A (K) = constante, ou encore K^2 = constante.

5. Introduction du flux d'induction $\Phi\ (r, s)$. — La notion de flux est étroitement liée à celle de champ de vecteurs. Dans le cas du champ magnétique, on peut dire qu'elle est, pratiquement, plus importante que celle du champ lui-même. On sait aussi quel rôle elle joue en électrodynamique.

Le cas le plus intéressant est celui du flux d'induction $\Phi\ (r,s)$ issu du cadre considéré à travers un autre cadre circulaire de même axe rencontrant le plan au point (r, s) représenté par (x, y).

En appelant M le coefficient d'induction mutuelle des deux circuits, on a d'abord

$$\Phi\ (r, s) = MI.$$

Nous avons rencontré cette quantité Φ tout naturellement au cours de la déduction des équations fondamentales ; nous avions d'abord (10)

$$\Phi\ (r, s) = 2\pi\ \Psi\ (r, s)$$

et, après le changement de variables (17 et 18)

$$\Phi\ (r, s) = 4\pi IR\sqrt{y}\,A\ (K) = IR\Phi\ (x, y), \quad (36)$$

$\Phi\ (x, y)$ étant le flux du cadre-étalon, pour lequel $I = 1$ et $R = 1$ en unités électromagnétiques C. G. S.

En réduisant l'intégrale A (K) aux types fondamentaux de Legendre (on obtient une combinaison des

intégrales complètes de première et de seconde espèces), on trouve une formule pour M déjà donnée par Maxwell. Nous adopterons pour A (K) la forme de série à convergence améliorée introduite plus haut dans l'expression (34) et dans le tableau II.

$$\Phi(r, s) = MI = 4\pi IR\sqrt{y}\left[-\frac{1}{2K}\log_e(1-K^2) - K(0,5+0,0536K^2+0,0194K^4+\ldots)\right] \quad (37)$$

Cette relation contient une nouvelle formule pour le calcul du coefficient M.

Je vais montrer dans les paragraphes suivants le parti qu'on peut tirer du fait que nous avons pour $\Phi(r,s)$ une expression faisant intervenir le paramètre K, pour l'étude et le dessin des champs les plus variés.

1° *Cas idéal d'un courant infiniment délié* ($I = 1$, $R = 1$). — Supposons que l'on ait tracé le double réseau de cercles K — tel que le donne, par exemple, le tableau II — et d'horizontales et que l'on ait inscrit sur chaque cercle la valeur correspondante de A (K). Ayant choisi une ligne de force $\Phi(r, s) = \Phi_1 =$ constante, on peut immédiatement en indiquer des points : d'abord les points d'intersection avec les cercles K, par exemple $K = K_1$. Connaissant Φ_1 et A (K_1), nous calculons l'ordonnée y d'après (37)

$$y_1 = \left(\frac{\Phi_1}{4\pi A(K_1)}\right)^2$$

et nous trouvons facilement ce point sur le cercle K_1. Ces points ne sont pas très nombreux, par suite de la marche presque concordante des cercles K et des lignes de force; on en prendra d'autres sur les horizontales, par exemple $y = y_1$. Connaissant Φ_1 et y_1, nous pouvons calculer A (K) d'après l'expression (36); en partant des valeurs de A (K) sur les cercles voisins, il sera facile d'indiquer par interpolation graphique le point cherché sur l'ordonnée y_1.

2° *Cas d'un système quelconque de courants circulaires de même axe.* — Tant que le fer est absent du champ, on peut, par simple superposition, obtenir l'image du champ d'un système quelconque de courants de même axe. Comme pour un seul courant il y a proportionnalité entre systèmes semblables, c'est-à-dire ne différant que par l'échelle; on pourra donc ramener par la transformation $x = \frac{r}{R_1}$, $y = \frac{s}{R_1}$, un des circuits ($R = R_1$) au centre, les autres à leur position relative et chercher le flux pour cette configuration. En multipliant le flux $\Phi(x, y)$ par R_1, on reviendra au cas général.

Il faudra ici renoncer à obtenir successivement les points d'une ligne donnée $\Phi =$ constante; on inscrira en un nombre convenable de points le flux résultant, somme algébrique des flux envoyés par les différents circuits et on les utilisera ensuite comme les cotes d'un plan coté pour le tracé des lignes de force.

(*A suivre.*)

† Vincenzo GIANELLA,
Ingénieur à Comprovasco (Suisse)

Annexe I. — Transformation de la série B (K)

Pour la transformation de B (K), nous n'avons pas de terme de comparaison dans le genre de λ (K), qui nous permette d'obtenir directement la partie principale pour les valeurs de K^2 voisines de 1. La théorie des fonctions elliptiques, à laquelle ce problème se rattache, nous permettrait sans doute d'y parvenir; nous suivrons une autre voie plus directe, ne sortant pas du cadre habituel de notions mathématiques.

En considérant l'ensemble des opérations qui définissent B (K), on voit que la partie principale, qui est la valeur infinie que prend B (K) lorsque K^2 tend vers la valeur critique 1 (j'écrirai $K^2 \to 1$), est engendrée de la façon suivante :

La fonction sous le signe somme f (φ, K^2) dépend de la variable d'intégration φ et du paramètre variable K^2; soit J (φ, K^2) une fonction primitive de f (φ, K^2), c'est-à-dire une fonction ayant f (φ, K^2) pour dérivée.

Nous pouvons écrire

$$B(K) = J\left(\frac{\pi}{2}, K^2\right) - J(0, K^2).$$

En faisant tendre K^2 vers l'unité ($K^2 \to 1$), nous trouvons la partie principale

$$P = J\left(\frac{\pi}{2}, K^2 \to 1\right) - J(0, K^2 \to 1).$$

Puisque cette valeur de K^2 nous conduit à une discontinuité de seconde espèce, on sait, d'après la notion classique de discontinuité, que l'opération n'aurait plus aucun sens si l'on voulait donner effectivement cette valeur à K^2. La différence suivante est à retenir : φ prend réellement la valeur $\frac{\pi}{2}$ (c'est à la limite supérieure qu'apparaît la discontinuité); K^2 sera aussi près de l'unité que l'on voudra, sans jamais l'atteindre.

Nous allons prendre pour point de départ de notre intégration le point de discontinuité ainsi défini : $\varphi = \frac{\pi}{2}$, $K^2 \to 1$.

Il suffit pour cela de remplacer

$$\varphi \text{ par } \psi = \frac{\pi}{2} - \varphi, \qquad \sin\varphi \text{ par } \cos\psi,$$

$$K^2 \text{ par } 1 - \varepsilon^2, \qquad \varepsilon^2 \to 0.$$

En partant ainsi de la discontinuité elle-même, la partie principale doit apparaître tout de suite, dès que l'intégration atteint les valeurs de ψ finies, que l'on pourra d'ailleurs supposer encore très petites. Nous bornerons donc l'intégration à un petit domaine dans lequel nous remplacerons $\cos\psi$ par son développement en série

$$\cos\psi = 1 - \frac{\psi^2}{2} + \frac{\psi^4}{24} - \ldots$$

En multipliant terme à terme, on obtient

$$\sin^2\varphi = \cos^2\psi = 1 + \frac{\psi^4}{4} + \ldots - \psi^2 + \frac{\psi^4}{12} + \ldots = 1 - \psi^2 + \frac{\psi^4}{3}\ldots$$

$$K^2\sin^2\varphi = (1-\varepsilon^2)\cos^2\psi = 1 - \psi^2 - \varepsilon^2 + \frac{\psi^4}{3} + \varepsilon^2\psi^2 - \varepsilon^2\frac{\psi^4}{3} + \ldots$$

les termes non écrits contenant les puissances de ψ supérieures à 4. D'après ce que nous venons de dire, la partie principale sera égale à l'intégrale (31) exprimée dans les nouvelles variables ψ et ε et prise entre les limites $\psi = 0$ et $\psi = \Delta\psi$, $\Delta\psi$ étant quelconque et fini

$$P = \int_0^{\Delta\psi} \frac{\left(1 - 2\psi^2 + \frac{2}{3}\psi^4 + \ldots\right) d\psi}{\left[\psi^2 + \varepsilon^2 - \left(\frac{\psi^4}{3} + \varepsilon^2\psi^2 - \varepsilon^2\frac{\psi^4}{3}\right)\right]^{3/2}}.$$

Il est facile de voir que, dans tout l'intervalle $(0, \Delta\psi)$, l'expression entre parenthèses au dénominateur est, à la quatrième puissance de ψ près, égale ou supérieure à ψ^2 et par conséquent le dénominateur, égal ou supérieur à ψ^3. Il s'ensuit que les intégrales relatives au terme en ψ^4 et les puissances supérieures du numérateur ne contiennent pas d'éléments infinis; elles sont donc finies elles-mêmes et ne nous intéressent pas au point de vue de la partie principale.

Dans le même intervalle, la somme des termes qui suivent les deux premiers est constamment inférieure à $(\psi^2 + \varepsilon^2)$; on pourra donc écrire

$$\left[\psi^2 + \varepsilon^2 - \left(\frac{\psi^4}{3} + \psi^2\varepsilon^2 + \ldots\right)\right]^{3/2}$$
$$= (\psi^2 + \varepsilon^2)^{3/2}\left[1 - \frac{\left(\frac{\psi^4}{3} + \psi^2\varepsilon^2 - \frac{\psi^4}{3}\varepsilon^2\right)}{\psi^2 + \varepsilon^2}\right]^{3/2}$$

et appliquer au dernier facteur la formule du binôme. Il vient

$$P = \int_0^{\Delta\psi} \frac{(1 - 2\psi^2)}{(\psi^2 + \varepsilon^2)^{3/2}}\left[1 + \frac{3}{2}\left(\frac{\frac{\psi^4}{3} + \psi^2\varepsilon^2 - \frac{\psi^4}{3}\varepsilon^2 + \ldots}{\psi^2 + \varepsilon^2}\right) + \frac{3.5}{2.4}\left(\frac{\ldots}{\psi^2 + \varepsilon^2}\right)^2 + \ldots\right] d\psi. \quad (38)$$

Au premier terme du développement correspond l'intégrale

$$P_1 = \int_0^{\Delta\psi} \frac{(-2\psi^2 + 1)\, d\psi}{(\psi^2 + \varepsilon^2)\sqrt{\psi^2 + \varepsilon^2}}$$
$$= \int_0^{\Delta\psi}\left(-2 + \frac{1 + 2\varepsilon^2}{\psi^2 + \varepsilon^2}\right)\frac{d\psi}{\sqrt{\psi^2 + \varepsilon^2}},$$

qui peut être calculée par les méthodes élémentaires (vérifier en différentiant)

$$P_1 = \left[-2\log_e\left(\psi + \sqrt{\psi^2 + \varepsilon^2}\right) + \frac{1 + 2\varepsilon^2}{\varepsilon^2}\frac{\psi}{\sqrt{\psi^2 + \varepsilon^2}}\right]_0^{\Delta\psi}.$$

D'après les précautions prises sur la signification exacte des symboles (on voit ici qu'elles n'étaient pas superflues), nous aurons : ε^2 infiniment petit et tendant vers zéro sans l'atteindre; limite supérieure de $\Delta\psi$, nombre fini quelconque pourvu que $\frac{\Delta\psi}{\varepsilon^n} = 0$ (n, entier positif); limite inférieure, $\psi_i = 0$, prenant la valeur zéro et étant donc infiniment petite, même par rapport à toute puissance positive de ε, autrement dit $\frac{\psi_i}{\varepsilon^n} = 0$. On en déduit pour l'intégrale qui précède

$$P_1 = \left[-2\log_e 2\Delta\psi + 2\log_e\varepsilon + \frac{1 + 2\varepsilon^2}{\varepsilon^2}\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\varepsilon^2}{\Delta\psi^2}}}\right].$$

Le radical du dernier terme peut être remplacé par $1 - \frac{1}{2}\frac{\varepsilon^2}{\Delta\psi^2} + \ldots$; en ne retenant que les termes croissant indéfiniment lorsque ε tend vers zéro, il reste

$$P_1 = 2\log_e\varepsilon + \frac{1}{\varepsilon^2}. \quad (39)$$

Le second terme de (38) donne

$$P_2 = \frac{3}{2}\int_0^{\Delta\psi} \frac{\left(\frac{\psi^4}{3} + \psi^2\varepsilon^2 - \frac{\psi^4}{3}\varepsilon^2 - 2\psi^4\varepsilon^2 + \ldots\right)}{(\psi^2 + \varepsilon^2)^{5/2}} d\psi.$$

En raisonnant comme tout à l'heure, on voit que le dénominateur est supérieur ou égal à ψ^5; tous les termes non écrits (en ψ^6) ne donnent pas d'éléments et, à fortiori, pas d'intégrales infinies.

Le premier terme donne, après deux intégrations par parties,

$$\frac{1}{2}\int_0^{\Delta\psi}\frac{\psi^4\, d\psi}{(\psi^2 + \varepsilon^2)^{5/2}} = \frac{1}{2}\left[-\frac{\psi^3}{3(\psi^2 + \varepsilon^2)^{3/2}} + \int\frac{\psi^2\, d\psi}{(\psi^2 + \varepsilon^2)^{3/2}}\right]_0^{\Delta\psi}$$
$$= \frac{1}{2}\left[-\frac{\psi^3}{3(\psi^2 + \varepsilon^2)^{3/2}} - \frac{\psi}{(\psi^2 + \varepsilon^2)^{1/2}} + \int\frac{d\psi}{(\psi^2 + \varepsilon^2)^{1/2}}\right]_0^{\Delta\psi}$$

Les termes intégrés restent finis aux limites; l'intégrale est celle rencontrée dans P_1 avec un facteur -2 au lieu de $\frac{1}{2}$; nous aurons de sa part un terme infini

$$P_2 = -\frac{1}{2}\log_e\varepsilon. \quad (39')$$

Le second terme de P_2, $\varepsilon^2\psi^2$, donne de même

$$\frac{3}{2}\int\frac{\varepsilon^2\psi^2\, d\psi}{(\psi^2 + \varepsilon^2)^{5/2}} = \frac{3}{2}\left[-\frac{\varepsilon^2\psi}{3(\psi^2 + \varepsilon^2)^{3/2}} + \frac{\varepsilon^2}{3}\int\frac{d\psi}{(\psi^2 + \varepsilon^2)^{3/2}}\right]_0^{\Delta\psi}.$$

Le premier terme reste fini, l'intégrale est celle qui nous a conduit dans P_1 au terme en $\frac{1}{\varepsilon^2}$ indiqué dans la formule (39); la présence du facteur $\frac{\varepsilon^2}{3}$ la fait rentrer parmi les termes finis.

A fortiori, ne donneront rien pour la partie principale, les termes qui dans P_2 suivent $\varepsilon^2\psi^2$, ni tous ceux qui correspondent aux puissances 2, 3... du développement de (38). Un simple coup d'œil le fait voir. En réunissant les contributions trouvées, nous aurons une partie principale

$$P = \log_e\varepsilon\left(2 - \frac{1}{2}\right) + \frac{1}{\varepsilon^2} = \frac{3}{2}\log_e\varepsilon + \frac{1}{\varepsilon^2} \text{ avec } \varepsilon^2 = 1 - K^2$$

$$P = \frac{3}{4}\log_e(1 - K^2) + \frac{1}{1 - K^2}. \quad (40)$$

Nous sommes maintenant à même d'essayer la constitution de notre fonction auxiliaire.

Nous donnerons d'abord le développement de l'intégrale B (K); en procédant comme pour A (K) d'après l'expression (23), nous obtenons successivement

$$\mathrm{B}(K)=\int_0^{\frac{\pi}{2}}(2\sin^2\varphi-1)\left(1+\frac{3}{2}K^2\sin^2\varphi+\frac{3.5}{2.4}K^4\sin^4\varphi+\ldots+\frac{3.5\ldots 2n+1}{2.4\ldots 2n}K^{2n}\sin^{2n}\varphi+\ldots\right)d\varphi\,.$$

$$\mathrm{B}(K)=0+\frac{3\pi}{16}K^2+\frac{15\pi}{64}K^4+\ldots\left(\frac{3.5\ldots 2n+1}{2.4\ldots 2n}\right)^2\left(\frac{2}{2n+2}-\frac{1}{2n+1}\right)\frac{\pi}{2}K^{2n}+\ldots \quad (41)$$

Le terme rationnel de la partie principale P donne lieu sans ambiguïté à une série élémentaire (progression géométrique) qui répond en tout à nos conditions; nous aurons donc une première partie de la fonction auxiliaire τ,

$$\tau_1=\frac{1}{1-K^2}=1+K^2+K^4+\ldots K^{2n}+\ldots . \quad (42)$$

Le terme logarithmique est identique, au facteur près, à celui rencontré dans la partie principale de A (K) (25); nous aurons la même variété de choix qui s'est présentée alors après avoir posé (26). Comme pour A (K), je me bornerai à prendre, parmi les formes équivalentes, la plus avantageuse, qui est encore comme indiquée en (27), sauf le facteur général K qui manque ici,

$$\tau_2=\frac{3}{4K^2}\log_e(1-K^2)=-\frac{3}{2}\left(\frac{1}{2}+\frac{K^2}{4}+\frac{K^4}{6}+\ldots\frac{K^{2n}}{2n+2}+\ldots\right) \quad (42')$$

en me réservant de légitimer ce choix au cours de la discussion. En extrayant, conformément à la figure, la fonction auxiliaire $\tau_1+\tau_2$ de B (K), il vient

$$\mathrm{B}(K)=\frac{1}{1-K^2}+\frac{3}{4K^2}\log_e(1-K^2)-\Sigma_2 \quad (43)$$

$$\Sigma_2=+\frac{1}{4}+K^2\left(1-\frac{3\pi}{16}-\frac{3}{8}\right)+\ldots K^{2n}\left[1-\frac{3}{2(2n+2)}-\frac{\pi}{2}\left(\frac{3.5\ldots 2n+1}{2.4\ldots 2n}\right)^2\frac{2n}{(2n+1)(2n+2)}\right]+\ldots \quad (44)$$

$$\Sigma_2=0{,}25+0{,}03593\,K^2+0{,}01370\,K^4+0{,}00716\,K^6+0{,}00440\,K^8+\ldots \quad (44')$$

Annexe II. — Discussion du terme général des séries A (K) et B (K).

1. Calcul du degré d'approximation ε_n. — Rappelons d'abord la formule de Wallis, bien connue en algèbre dans la théorie des produits infinis

$$\frac{2}{\pi}=\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{2}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{5}{4}\cdot\frac{5}{6}\ldots\frac{2n-1}{2n}\cdot\frac{2n+1}{2n}\ldots \quad (45)$$

Comme pour les séries élémentaires, l'approximation se fait plus grande à mesure que l'on prend un plus grand nombre de facteurs. En multipliant les deux membres de cette formule par $\frac{\pi}{2}$ il vient

$$1=\frac{\pi}{2}\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{2}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{5}{4}\cdot\frac{5}{6}\ldots\frac{2n-1}{2n}\cdot\frac{2n+1}{2n}\ldots .$$

En y regardant de plus près, on voit que l'approximation se fait en oscillant : le produit est inférieur à l'unité si on l'arrête après un facteur de forme $\frac{2n-1}{2n}$, supérieur après un facteur $\frac{2n+1}{2n}$. En appelant P_n la valeur du produit arrêté de la première façon, on aura

$$P_n=\frac{\pi}{2}\,\frac{1.3.3.5.5}{2.2.4.4.6}\ldots\frac{2n-1}{2n}=1-\varepsilon_n \ (\varepsilon_n \text{ positif}). \quad (45')$$

Le coefficient A_n du terme général de Σ_1 indiqué en (30) contient un produit de cette forme; en effet nous pouvons écrire

$$A_n=\frac{1}{2n+2}-\frac{\pi}{2}\,\frac{1.3.3.5.5..(2n-1)(2n-1)}{2.2.4\ 4.6..\ (2n-2)\ 2n}\cdot\frac{1}{2n+2}$$

$$=\frac{1}{2n+2}-\frac{1-\varepsilon_n}{2n+2},$$

$$A_n=\frac{\varepsilon_n}{2n+2}. \quad (40)$$

Nous verrons tout à l'heure que ε_n est de l'ordre $\frac{1}{4n}$ ainsi que cela ressort de (48); on voit ici la raison qui a déterminé notre choix du terme logarithmique dans les fonctions auxiliaires de A (K) et B (K). En adoptant les hypothèses que nous avons écartées après (26), on aurait pour le premier terme de A_n, $\frac{1}{2n}$ ou $\frac{1}{2n+1}$, au lieu de $\frac{1}{2n+2}$; il est facile de voir qu'il en serait résulté un coefficient A_n environ quintuple ou triple.

On trouve de même pour le coefficient B_n de Σ_2 indiqué en (44)

$$B_n=1-\frac{3}{2(2n+2)}-(1-\varepsilon_n)\frac{2n+1}{2n+2}$$

$$=1-\frac{2n+1}{2n+2}-\frac{3}{2(2n+2)}+\varepsilon_n\frac{2n+1}{2n+2}$$

$$B_n=\varepsilon_n\frac{2n+1}{2n+2}-\frac{1}{2(2n+2)}. \quad (47)$$

Pour évaluer ε_n, imaginons que l'on ajoute successivement à P_n (45') les facteurs suivants dans l'ordre prescrit; soit

$$Q_{n+1}=P_n\frac{2n+1}{2n}>1$$

$$P_{n+1}=Q_{n+1}\frac{2n+1}{2n+2}=P_n\frac{(2n+1)^2}{2n(2n+2)}=P_n\left(1+\frac{1}{2n(2n+2)}\right)<1$$

$$Q_{n+2}=P_{n+1}.\frac{2n+3}{2n+2}>1,\text{etc.}$$

Nous traçons sur l'horizontale $y=1$ (fig. 3) les verticales aux points n, $n+1$, $n+2$,... et nous représentons la suite des produits P, Q de la façon suivante. Sur la verticale n

nous reportons l'ordonnée de P_n (< 1) et nous reportons ce point sur $n+1$ en l'appelant H_{n+1}; sur cette même verticale, nous marquons Q_{n+1} (> 1 comme on l'a déjà vu) et P_{n+1} qui sera de nouveau au-dessous, un peu au-dessus de H_{n+1}; avec P_{n+1} nous recommençons de même, etc. Nous obtenons ainsi trois suites de points H, P, Q qui, par suite, de la façon absolument régulière et uniforme dont ils sont définis, se disposent sur trois branches de courbes continues et monotones (au sens analytique!) Nous pouvons calculer

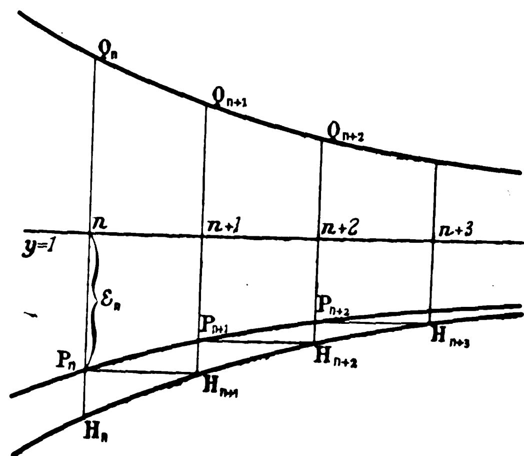


Fig. 3. — Graphiques indiquant en fonction de n la variation de H, P et Q par rapport à $y = 1$.

les échelons de ces trois courbes entre deux ordonnées successives n et $n+1$ par exemple; nous trouvons

$$\Delta H = H_{n+1} - H_n = P_n\left[1 - \frac{2n(2n-2)}{(2n-1)^2}\right] = P_n \cdot \frac{1}{(2n-1)^2}$$

$$Q_n - Q_{n+1} = \Delta Q = P_n \cdot \frac{1}{2n(2n-1)}, \qquad \Delta P = \frac{1}{2n(2n+2)}$$

Ces échelons vérifient l'inégalité

$$\Delta P < \Delta Q < \Delta H.$$

Comme les trois courbes convergent, d'après Wallis, pour $n = \infty$ vers la même horizontale $y = 1$, on en déduit que la même inégalité subsiste entre les distances des trois points P, Q, H d'une même verticale à l'horizontale $y = 1$.

Sur la verticale $n+1$ nous aurons

$$Q_{n+1} - 1 < 1 - H_{n+1} = 1 - P_n$$

et sur la verticale n.

$$1 - P_n < Q_n - 1.$$

En combinant ces inégalités, il vient

$$Q_{n+1} - 1 < 1 - P_n < Q_n - 1$$

ou, en ajoutant partout $1 - P_n = \varepsilon_n$

$$Q_{n+1} - P_n < 2\varepsilon_n < Q_n - P_n,$$

ce qui peut s'écrire, d'après la définition des produits P_n, Q_n,

$$\frac{P_n}{2n} < 2\varepsilon_n < \frac{P_n}{2n-1},$$

En combinant ce résultat avec la relation évidente

$$\frac{2n}{2n+1} < P_n < 1$$

on obtient enfin

$$\frac{1}{2(2n+1)} < \varepsilon_n < \frac{1}{2(2n-1)}. \qquad (48)$$

Connaissant une valeur approchée de ε_n, les expressions (46) et (47) nous permettent d'évaluer le coefficient du terme général de nos séries Σ_1 et Σ_2. En particulier, il serait possible d'en tirer une valeur approchée du reste de nos deux séries à partir d'un terme quelconque, au moins pour la valeur limite $K^2 = 1$.

On n'aurait qu'à suivre la méthode de comparaison avec une intégrale définie de Cauchy, en adoptant pour ε_n successivement les limites inférieure et supérieure données par (48).

Je ne reproduirai pas ces calculs; la convergence rapide de nos séries les rend presque inutiles.

Je me bornerai à citer un résultat qui permet de pousser l'approximation bien plus loin. En reprenant notre raisonnement de tout à l'heure pour un nombre n très élevé et en tenant exactement compte de la façon dont nous avons gagné nos deux limites pour ε_n, on peut démontrer que ε_n tend, pour n très grand, vers

$$\varepsilon_n = \frac{1}{2(2n+1)} + 0{,}375\,\Delta_n,$$

$$\Delta_n = \frac{1}{2(2n-1)} - \frac{1}{2(2n+1)} \qquad (49)$$

étant l'écart entre les deux limites. Or, pour $n = 15$, on a

$$\varepsilon_{15} = 1 - P_{15} = 0{,}016525 = \frac{1}{2(2-n1)} + 0{,}356\left(\frac{1}{58} - \frac{1}{62}\right).$$

En admettant que la position de la valeur de ε_n entre les deux limites varie de façon uniforme avec n — nous avons toutes raisons de le faire — on voit que cette relation permet de calculer ε_n, à partir de $n = 15$, avec toute la précision désirable.

Pour les coefficients A_n et B_n de rang inférieur, on se servira directement de la définition contenue dans le terme général de Σ_1 et Σ_2. On voit aisément de quelle façon on peut réduire les calculs au minimum, en opérant d'abord de proche en proche pour A_n et en passant ensuite de A_n à B_n.

2. Applications de notre méthode d'amélioration de convergence en analyse. — Je ne sache pas que l'on ait déjà envisagé en analyse ou dans les applications l'artifice étudié ici pour rendre utilisables les développements en série de certaines intégrales définies et, en particulier, que l'on y ait recouru pour le calcul des intégrales elliptiques complètes de Legendre.

Je citerai comme exemple l'intégrale complète de première espèce de Legendre, bien connue dans les applications (formule du pendule simple).

$$K = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - K^2 \sin^2\varphi}}$$

$$= \frac{\pi}{2}\left[1 + \frac{K^2}{4} + \frac{9}{64}K^4 + \ldots \left(\frac{1.3.5\ldots 2n-1}{2.4.6\ldots 2n}\right)^2 K^{2n} + \ldots\right]$$

Il est aisé de voir qu'elle a la même partie principale que l'intégrale A (K) considée plus haut; elle admet donc les mêmes fonctions auxiliaires rencontrées pour A (K) (après division par le facteur général K qui manque ici) ; ainsi l'on pourra écrire

$$K = -\frac{1}{2}\log_e(1-K^2) + \left(\frac{\pi}{2} - 0{,}1073\,K^2 - 0{,}0291\,K^4 - 0{,}0133\,K^6 \ldots\right)$$

$$K = \frac{1}{2K}\log_e\frac{(1+K)}{(1-K)} + (0{,}5708 + 0{,}0594\,K^2 + 0{,}0209\,K^4 + 0{,}0105\,K^6 + \ldots$$

. . . .

En arrêtant les développements après quelques termes, on voit qu'il est possible d'imiter de façon remarquable la fonction transcendante K avec une combinaison d'une fonction logarithmique et d'un polynôme en K^2. — V. G.

Revues, analyses et informations

Les rayons alpha et la structure atomique (1).

1. Généralités sur les rayons α, β et γ. — Dans cette conférence, le professeur Rutherford traite plus spécialement des atomes chargés d'hélium. Ces rayons α ont un parcours dans l'air extrêmement petit malgré la vitesse considérable dont ils sont animés; cette vitesse est complètement annulée en un ou deux cent millionièmes de seconde. Chacun de ces rayons possède cependant une énergie cinétique très élevée; la plus grande concentration d'énergie que nous connaissions. Les premières recherches sur ce sujet ont été entreprises par Becquerel qui montra que l'uranium était radioactif ; Mme Curie poursuivit ces travaux. L'auteur rappelle également ses recherches anciennes, entreprises dans le but de savoir si les rayons nouveaux se comportaient comme les rayons X. Il découvrit alors une grande analogie avec ces derniers, mais constata, entre tous les rayons émis, de grandes différences de vitesses et de puissances d'ionisation. Les rayons α sont ceux qui possèdent au maximum cette dernière qualité ; les rayons β sont plus pénétrants, mais ont une puissance d'ionisation moins grande ; après élimination de ces deux catégories de rayons, il reste des rayons désignés sous le nom de rayons γ. Mme Curie a montré que les rayons β étaient de simples particules cathodiques ou électrons animées de vitesses extrêmement grandes. On trouva ensuite que les rayons α étaient également des particules matérielles se déplaçant à une vitesse considérable et que chacune de ces masses était un atome d'hélium portant deux charges positives.

D'après les recherches de Rutherford, les rayons α paraissent être de quatre sortes différentes, le radium C, le radium A, l'émanation et le radium proprement dit.

2. Les rayons α et les taches du mica. — Les travaux du professeur Joly, à Dublin, ont porté sur les taches du mica considérées comme ayant une origine radioactive ; ce physicien supposait que le centre d'une tache était, à l'origine, une inclusion d'une très petite particule d'uranium pur ; dans le cours des siècles, le métal produit la famille complète de ses descendants radioactifs, l'uranium, l'ionium, le radium, le radium F, l'émanation et le polonium, le dernier de la liste.

La portée des rayons α émis, augmente régulièrement avec l'ordre de désintégration jusqu'au radium C, le polonium venant ensuite avec une portée inférieure. Joly suppose que ces différents rayons ont pu produire une coloration particulière ; si cette supposition est exacte, la coloration doit être plus intense sur les cercles qui correspondent à l'extrémité de chacune des portées des différents rayons, car c'est là que l'ionisation est le plus intense. Ces hypothèses ont été confirmées par l'observation et le professeur Joly a pu dire que le caractère de radioactivité du groupe uranium n'avait pas changé dans le cours de 100 millions ou même de 1 000 millions d'années.

3. Quelques propriétés des rayons α. — Le professeur Rutherford traite ensuite des recherches faites en vue de mesurer les vitesses des différents rayons et discute le caractère de l'ionisation produite par le passage des rayons à travers la matière ; cette ionisation varie suivant le point de leur course, elle est d'autant plus faible que la vitesse est plus grande. L'auteur montre ensuite que les particules α dissipent leur énergie en produisant une ionisation, laquelle est différente dans les divers gaz, le potentiel d'ionisation variant, en effet, d'un gaz à un autre : 24 v pour l'hélium, 16 pour l'oxygène et 12 pour la molécule de mercure. Dans le cas de mélanges de gaz et de vapeurs, les phénomènes sont plus compliqués. Un tableau d'après Gurney montre que l'énergie moyenne demandée pour la production d'un couple d'électrons n'est, en aucune façon, directement proportionnelle au potentiel d'ionisation. En effet, dans le cas de l'hélium, la dépense d'énergie est à peine supérieure au potentiel d'ionisation ; dans le cas de l'hydrogène, au contraire, cette dépense est à peu près double du potentiel d'ionisation ; l'excédent d'énergie est utilisé à communiquer aux électrons une très grande vitesse. Il résulte de ces observations que, quand les particules α traversent un gaz, l'énergie est dissipée suivant des processus différents et que l'ionisation des molécules n'est qu'un de ces derniers. — E. B.

(1) *Engineering*, 1, 8 et 15 avril 1927, t. cxxiii, p. 375-376, 409-410 et 460-462, 6 400 mots, 22 figures.

SECTION INDUSTRIELLE

Sur l'étude des moteurs asynchrones polyphasés à plusieurs vitesses

La présente étude est consacrée aux bobinages de moteurs asynchrones polyphasés qui, par des couplages convenables des mêmes bobines, permettent la réalisation de plusieurs nombres de pôles. Des progrès considérables ont été faits depuis quelques années dans ce genre de bobinage. Ces progrès n'ont fait l'objet que d'un très petit nombre de publications techniques et sont, par suite, peu connus. Aussi a-t-il paru utile de faire un examen d'ensemble des bobinages de ce genre.

I. **Introduction**. — Les possibilités de réalisation de nombres de pôles différents et, par suite, de vitesses diverses avec un même moteur asynchrone sont, à quelques exceptions près, généralement peu connues des ingénieurs.

Parmi ces exceptions figure le montage en cascade qui permet d'obtenir trois vitesses avec deux moteurs. La nécessité d'employer deux machines limite l'utilisation de ce procédé à un petit nombre d'applications.

On a également souvent employé des moteurs à deux vitesses comportant deux bobinages distincts, l'un pour un nombre de pôles, l'autre pour l'autre. Il est évident qu'un tel procédé, perdant une place considérable dans les encoches, est coûteux et conduit à une très médiocre utilisation de la matière. Il ne peut, en outre, être étendu raisonnablement à plus de deux vitesses, nombre souvent insuffisant.

Les procédés que nous nous proposons d'étudier sont ceux qui, utilisant un seul moteur, permettent d'obtenir avec un même bobinage plusieurs vitesses différentes.

Les conditions auxquelles doit répondre un moteur à vitesses multiples sont généralement les suivantes : à part quelques applications où deux vitesses suffisent, il faut, en général, 3 à 6 vitesses, le rapport des vitesses extrêmes étant compris entre 2 et 3, et le rapport des vitesses consécutives ne dépassant pas 3/2 ou même 4/3. En général, le passage d'une vitesse à l'autre doit pouvoir être effectué en pleine charge ; le couple de démarrage doit être souvent énergique. Le rendement et le facteur de puissance doivent être acceptables à toutes les vitesses.

Des moteurs répondant à ces diverses conditions peuvent être obtenues par les méthodes que nous étudierons ; leur seul défaut est de conduire, le plus souvent, à un appareil de manœuvre un peu compliqué. Cependant, dans beaucoup de cas, surtout quand le démarrage en court-circuit est acceptable, celui-ci ne comporte qu'un nombre de touches assez limité, de l'ordre de 3 par vitesse obtenue.

Il convient de remarquer à ce sujet que le moteur en court-circuit à polarités multiples sera admissible dans beaucoup de cas où le moteur en court-circuit à une seule vitesse ne l'est pas : considérons, en effet, un moteur en court-circuit ayant, par exemple, 4 vitesses correspondant à 6, 8, 12 et 16 pôles. La puissance du moteur étant en général à peu près proportionnelle à la vitesse, la puissance, au couplage 16 pôles, ne sera que les 3/8 de la puissance au couplage 6 pôles. Si le moteur a, au couplage 16 pôles, un courant de démarrage égal à 4 fois son courant normal à la vitesse correspondante — souvent on sera au-dessous de ce chiffre — l'appel de courant à la fermeture de l'interrupteur ne dépassera pas une fois et demie le courant de pleine charge à 6 pôles. Toute l'installation étant forcément prévue en vue du fonctionnement à la plus grande puissance et à la plus grande vitesse, c'est-à dire à 6 pôles, on voit que cet appel de courant ne dépassera pas la limite des surcharges normales.

Au passage d'une vitesse à la suivante, les vitesses n'étant pas très éloignées les unes des autres, les pointes de courant seront également modérées, et, en tout cas, de très courtes durées. La plus forte se produira au passage de l'avant-dernière à la dernière vitesse ; en général, même pour de gros moteurs, elle ne dépassera pas le double du courant normal.

Beaucoup de moteurs à bagues donnent au passage d'un plot du rhéostat au suivant, des pointes d'intensité de courant atteignant 1,5 fois le courant normal ; le moteur en court-circuit ne leur sera donc que de peu inférieur. Le rotor à double cage, système Boucherot, pourra d'ailleurs être d'un secours précieux pour atténuer les pointes de courant tout en fournissant un bon couple.

Dans certains cas où, pour des raisons de robustesse mécanique on tient à conserver le rotor à cage d'écureuil — par exemple pour des moteurs de pompes à grande vitesse — le couplage à polarités multiples est utilisé quelquefois pour réduire l'appel de courant au démarrage ; en général le nombre de pôles au démarrage est alors double de ce qu'il est en marche normale.

Pour certaines applications spéciales, telles que traction électrique, propulsion électrique des navires, extrac-

tion électrique, commande de laminoirs, l'économie d'exploitation oblige à avoir plusieurs vitesses, et cette considération prime souvent celle du prix d'achat d'un appareillage un peu plus compliqué. Ainsi, pour certaines machines de grande puissance, à démarrages très fréquents et pénibles, telles que des moteurs d'extraction de mines, la réalisation de plusieurs vitesses de marche économique permet une réduction importante de la consommation d'énergie dans chaque période de démarrage, réduction analogue à celle obtenue avec le couplage série parallèle de deux moteurs à courant continu. On a même, pour des applications de ce genre, réalisé à l'étranger le démarrage automatique en passant successivement par toutes les polarités intermédiaires. Pour ces applications spéciales, la sécurité de marche est, le plus souvent, une condition primordiale, et. dans le cas où le démarrage doit se faire sur résistances, on cherchera avant tout à réduire le nombre de bagues du rotor : le moteur en cascade interne sera alors précieux, comme nous le verrons, malgré la complication assez grande de l'appareillage correspondant.

Dans certains cas, une machine marchera plusieurs mois de suite à une seule vitesse, puis devra être portée à une vitesse différente pour une autre période de longue durée; ceci sera le cas, par exemple, pour certains ventilateurs de mines. On pourra alors admettre que le changement de connexions pour passer d'une polarité à l'autre, dure quelques heures, de sorte que l'appareillage du moteur à plusieurs vitesses sera le même que celui du moteur à une seule vitesse, et la différence de prix des deux machines sera très réduite.

On voit donc que le domaine des applications possibles des moteurs asynchrones à polarités multiples est assez vaste.

II. **Division de cette étude.** — Nous diviserons la question en quatre parties qui feront chacune le sujet d'un article :

1° Nous passerons en revue les méthodes auxquelles se rattachent plus ou moins directement la plupart des couplages connus, en laissant toutefois de côté deux méthodes très spéciales qui feront l'objet des troisième et quatrième articles.

2° Nous ferons l'application des méthodes étudiées dans le premier aux combinaisons de polarités les plus courantes.

3° Nous étudierons une méthode de couplage due à M. Creedy, basée sur l'alimentation des bobinages par phases multiples, méthode absolument générale qui permet la réalisation de polarités quelconques, en nombre quelconque. Pour les moteurs à secondaire en court-circuit, ayant plus de quatre vitesses, cette méthode est généralement celle qui donne le nombre minimum de bornes; nous trouverons ainsi des moteurs à cinq vitesses avec douze bornes, et à six vitesses avec dix-huit bornes.

4° Nous traiterons des moteurs en cascade interne de MM. Hunt et Creedy où les deux moteurs des montages en cascade classiques sont combinés en un seul, tant comme circuit magnétique que comme bobinages. Nous constaterons que pour les rotors de moteurs devant démarrer sur résistances à plusieurs polarités, ce procédé conduit au nombre minimum de bagues; on réalise ainsi des moteurs à quatre vitesses avec cinq bagues, et à six vitesses avec sept bagues. Par contre, ce procédé a l'inconvénient d'exiger des bobinages statoriques assez compliqués.

Ce type de moteur présente, dans certains cas, de l'intérêt même comme moteur à vitesse unique. Aussi insisterons-nous assez longuement sur ce sujet généralement peu connu.

5° Enfin, nous dirons quelques mots, dans une annexe, des moteurs à rotor intermédiaire qui donnent une solution excellente, mais fort compliquée, du problème, et qui se sont, jusqu'à présent, très peu développés.

Pour les moteurs de faible ou de moyenne puissance, les solutions indiquées dans les deux premières parties seront, en général, les plus recommandables.

Pour les moteurs de grande puissance, on aura, au contraire, avantage à recourir aux méthodes de MM. Hunt et Creedy indiquées dans les deux dernières parties.

III. **Mode de recherche des combinaisons relatives à un rapport de vitesses donné.** — Pour faciliter au lecteur la recherche et la comparaison des différentes combinaisons concernant un rapport de polarités donné, nous avons réuni dans la seconde partie l'indication de toutes les combinaisons concernant un même rapport de polarités, même si le détail correspondant ne se trouve que dans la troisième on la quatrième partie. Ainsi, à la suite de l'étude des différents systèmes permettant de réaliser le rapport de polarités 3/4, c'est-à-dire des moteurs à six et huit pôles, nous avons mentionné qu'une telle combinaison se trouverait traitée dans la quatrième partie où le lecteur pourra facilement la retrouver.

Nous avons, en outre, à la fin de la seconde partie, réuni sous le titre « Moteurs à rapports de polarités divers » les indications bibliographiques ou autres concernant un grand nombre de combinaisons qui ne sont pas étudiées en détail dans la seconde partie.

PREMIÈRE PARTIE : **Etude générale des bobinages à polarités multiples**

I. **Observations préliminaires sur les bobinages à polarités multiples.** — A. Emploi de bobinages en anneau. — Une première solution du problème du moteur asynchrone à polarités multiples utilisée dès 1893 par les Ateliers Œrlikon, consiste à employer un bobinage en anneau; l'anneau n'a pas, en effet, de polarité propre, et il suffit de faire des prises en des points convenables pour obtenir telle polarité

que l'on désire. Les inconvénients de l'anneau sont tels, surtout pour des moteurs asynchrones, que cette solution n'a aucun intérêt pratique.

B. **Mode de groupement des bobines.** — Considérons un moteur diphasé à deux polarités dont les nombres de pôles soient dans un rapport quelconque; supposons d'abord le bobinage fait en anneau et développons la périphérie d'un double pas polaire à l'une des polarités (fig. 1); figurons la répartition du bobinage entre les phases aux deux polarités. Nous appellerons p_{p_1} et

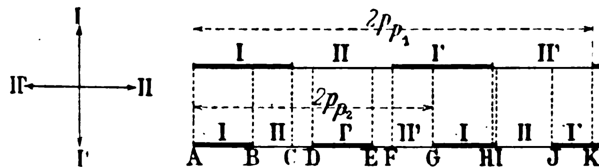


Fig. 1. — Schéma de répartition entre les différentes phases d'un élément de périphérie de l'entrefer d'une machine à courant diphasé en anneau à deux polarités correspondant à un pas polaire double à l'une des polarités.

p_{p_2} les deux pas polaires, I et II les deux phases, I' et II' les retours de ces deux phases. On voit que la partie AB du bobinage appartient à la phase I aux deux polarités; la partie BC à la phase I à l'une des polarités, à la phase II à l'autre; la partie CD à la phase II aux deux polarités, etc.

Dans le cas le plus général, on voit que les conducteurs de la phase I à la première polarité pourront être partagés en quatre groupes appartenant respectivement pour la deuxième polarité aux quatre phases I, II, I', II'. De même, les conducteurs de la phase II à la première polarité pourront appartenir à chacune des quatre phases à la deuxième polarité, d'où quatre nouveaux groupes, et ainsi de suite, ce qui fait au total $4 \times 4 = 16$ groupes. Pour simplifier le langage, nous désignerons un groupe par l'indication des phases auxquelles il appartient aux deux polarités : ainsi le groupe I-I appartient à la phase I aux deux polarités, le groupe I-II appartient à la phase I à la première polarité et à la phase II à la deuxième, et ainsi de suite.

Ceci posé, nous pouvons remarquer immédiatement que les conducteurs du groupe I'-I', par exemple, sont parcourus aux deux polarités par des courants de mêmes phases et de sens contraires à ceux qui parcourent les conducteurs du groupe I-I; il est donc possible de monter de façon permanente ces deux groupes en série et en opposition.

Il en sera de même des groupes I-II et I'-II', et ainsi de suite, de sorte que tous les groupes peuvent être à demeure réunis deux par deux : le nombre des groupes indépendants est donc en réalité de 8.

Si les conducteurs du groupe I'-I' sont en nombre égal à celui des conducteurs du groupe I-I, ils peuvent leur servir de retour, et on peut alors former avec les conducteurs de ces deux groupes, des bobines du type habituel pour les machines à courant alternatif, c'est-à-dire avec une seule section par entaille. Si au contraire, ce qui sera le cas général, les conducteurs des groupes montés deux à deux en opposition ne sont pas en nombre égal, on est obligé pour faire le retour des conducteurs, ou bien d'avoir recours à un bobinage en anneau, ou bien d'adopter un bobinage à deux sections par entaille du genre des bobinages de machines à courant continu, ce qui sera la solution toujours adoptée en pratique; la figure 1 est alors remplacée par la figure 2.

Si au lieu d'avoir un bobinage diphasé, on a un bobinage triphasé ordinaire, qui est en réalité un bobinage hexaphasé (puisque chaque phase occupe sur chaque pôle un tiers du pas polaire) le nombre des groupes sera $\frac{6 \times 6}{2} = 18$ groupes.

Si, au contraire, on a un bobinage triphasé proprement dit, chaque phase occupant deux tiers de pas

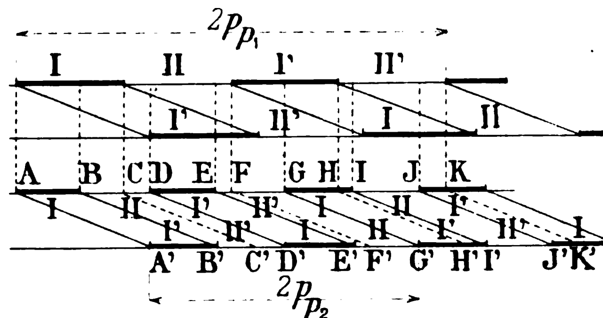


Fig. 2. — Schéma correspondant à celui de la figure 1 dans le cas d'une machine à bobinage en tambour, à deux faisceaux par encoche.

polaire consécutivement, comme c'est le cas sur une commutatrice triphasée, le nombre des groupes est $3 \times 3 = 9$, sans réduction, car il n'y a pas possibilité de trouver pour chaque groupe un autre groupe parcouru par un courant égal et de sens contraire.

On pourra encore adopter d'autres combinaisons : par exemple, faire un bobinage triphasé à l'une des polarités, hexaphasé à l'autre; ici encore il n'y aura pas de réduction du nombre de groupes qui sera égal à $3 \times 6 = 18$.

Plus rarement, on pourra être amené à employer les combinaisons diphasé-triphasé avec $4 \times 3 = 12$ groupes et diphasé-hexaphasé avec $\frac{4 \times 6}{2} = 12$ groupes aussi.

Réduction du nombre des groupes et des bornes. — Dans certains cas particuliers, il se produira des réductions de ces nombres théoriques de groupes : si telle phase de l'une des polarités n'a jamais de conducteurs communs avec telle autre phase de l'autre polarité, le groupe correspondant disparaît.

Quant au nombre de points de connexion, il est, en principe, de deux par groupe. Toutefois, quand à l'une des polarités, on a un nombre pair de phases (diphasé

ou hexaphasé) à moins que certains groupes ne disparaissent, on peut réunir les groupes deux par deux de la manière suivante :

I — I, I' — I' avec I — I', I' — I,

I — II, I' — II' id I — II', I' — II, etc.,

et se contenter de trois bornes pour les deux groupes en alimentant l'ensemble en série à l'une des polarités, en parallèle à l'autre (fig. 3). Dans ce schéma, nous avons figuré les bobines par une flèche terminée par

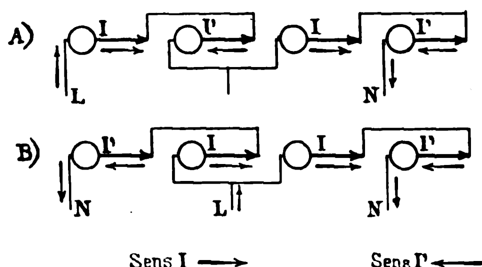


Fig. 3. — Schéma de couplage des différents groupes de bobines permettant de réduire le nombre des bornes : A, première polarité; B, deuxième polarité; L, ligne; N, point neutre.

un cercle à la place de queue. Nous observerons en général le même mode de représentation dans toute la suite de cette étude; dans les schémas correspondant à un cas concret, le cercle contiendra un nombre indiquant le numéro de la bobine à la périphérie de l'entrefer; la flèche indiquera l'entrée et le cercle, la sortie de la bobine. Les chiffres, accentués ou non, arabes ou romains, placés auprès de la flèche indiquent les phases auxquelles appartient la bobine correspondante aux différentes polarités. Si le point neutre de la droite de la figure peut être formé de façon permanente, on n'aura même que deux bornes pour deux groupes. Pour que la mise en parallèle soit possible, il faut, bien entendu, que les nombres de conducteurs des groupes à mettre en parallèle soient les mêmes et que les inductions résultant du couplage série-parallèle soient acceptables. Sous ces réserves, on pourra n'avoir, en général, que 8 ou 12 bornes pour un montage diphasé-diphasé, 12 ou 18 bornes pour un montage diphasé-triphasé ou diphasé-hexaphasé, 18 ou 27 bornes pour un montage triphasé-hexaphasé ou hexaphasé-hexaphasé.

C. **Comparaison du courant diphasé et du courant triphasé.** — Dans le cas général où il n'y a pas réduction du nombre de groupes, nous avons vu que pour un montage diphasé-diphasé, il y a 8 groupes, et que pour un montage triphasé-hexaphasé ou hexaphasé-hexaphasé il y en a 18. Il résulte de là immédiatement que les connexions et l'appareillage de couplage seront, en général, incomparablement plus simples pour des moteurs diphasés que pour des moteurs triphasés. Il y aura donc souvent un gros avantage à alimenter en diphasé les moteurs à deux polarités. Cet avantage se fera également sentir sur le nombre des bagues du rotor quand celui-ci n'est pas en cage d'écureuil suivant qu'on le bobine en diphasé ou en triphasé.

D. **Coefficients de bobinage.** — Pour des machines à bobinage en deux couches, le coefficient de bobinage q_h de l'harmonique de rang h est le produit de deux facteurs, l'un q'_h tient compte de la répartition des conducteurs d'une même couche ; l'autre q''_h dépend du pas des bobines, c'est-à-dire du décalage des points analogues des deux couches.

Le premier coefficient q'_h est le coefficient de bobinage habituel des machines à courant alternatif à bobinage en une seule couche, ou en deux couches à pas diamétral. On sait que, pour des bobinages uniformément répartis, ces coefficients sont donnés dans le tableau I.

Tableau I. — *Valeurs des coefficients de bobinage, pour les bobinages uniformément répartis.*

Rang de l'harmonique	Diphasé	Hexaphasé	
1	0,901	0,956	Pour les bobinages triphasés proprement dits, où chaque phase couvre une zone ininterrompue de 2/3 de pas polaire par champ double, les valeurs des coefficients de bobinage seront donnés plus loin.
3	0,301	0,000	
5	0,183	0,191	
7	0,129	0,137	

Le second coefficient provient du pas de la section. Nous appellerons α le rapport du pas adopté au pas diamétral. Pour l'harmonique de rang h le coefficient de bobinage q''_h a pour valeur

$$q''_h = \sin h\alpha\frac{\pi}{2}.$$

Le coefficient de bobinage résultant est :

$$q_h = q'_h q''_h.$$

E. **Emploi des bobinages à courants triphasés proprement dits.** — Le bobinage à courant triphasé proprement dit, où chaque phase couvre une zone ininterrompue de 2/3 de pas polaire par champ double produit une dispersion importante quand il n'est pas exécuté à pas diamétral ainsi que nous allons l'expliquer. Cette dispersion est due aux harmoniques pairs produits par ce bobinage. Considérons d'abord un anneau alimenté en trois points seulement. A l'instant où le courant est nul dans l'une des phases, la courbe de la force magnétomotrice d'un tel bobinage est celle de la figure 4; les deux demi-ondes de cette courbe étant dyssymétriques, il y a forcément des harmoniques de rang pair. L'équation d'une telle courbe peut se mettre sous la forme :

$$f(x) = A\left(q_1\cos x + \frac{1}{2}q_2\cos 2x + \frac{1}{3}q_3\cos 3x + \dots\right).$$

On démontre que les coefficients de bobinage q_1, q_2, q_3 ont pour valeurs :

$$q_1 = 0{,}826,\quad q_2 = 0{,}413,\quad q_3 = 0,\quad q_4 = 0{,}206,\quad q_5 = 0{,}165,$$

$$q_6 = 0,\qquad q_7 = 0{,}119\ \ldots\ q_h = \frac{0{,}826}{h},$$

si h n'est pas multiple de 3 ; $q_h = 0$ si h est multiple de 3.

On voit que l'harmonique 2 a une grande amplitude et pourra être fort nuisible. Il est évident que, dans un tambour en deux couches à pas diamétral on a comme courbe de force magnétomotrice la superposition de la courbe de la figure 4 et d'une courbe symétrique par

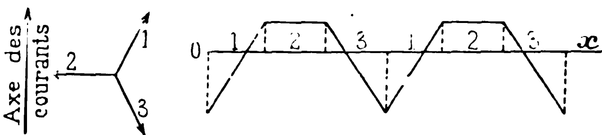


Fig. 4. — Courbe de la force magnétomotrice d'un bobinage à courant triphasé en anneau au moment où le courant est nul dans l'une des phases.

rapport à l'axe des abscisses et décalée de π (fig. 5) de sorte que la courbe résultante devient régulière. Pour un pas non diamétral, il subsiste des harmoniques pairs dont le facteur de bobinage sera d'autant plus élevé que le pas sera plus éloigné du diamètre. Par conséquent, pour obtenir des bobinages satisfaisants ne donnant pas lieu à une dispersion trop forte, on ne devra, autant que possible, employer le montage triphasé qu'avec pas diamétral.

Moteurs à cage d'écureuil. — Toutefois, pour les moteurs à cage d'écureuil, cette considération du pas des bobinages triphasés proprement dits, perd beaucoup de son importance : les champs harmoniques, aussi bien pairs qu'impairs tournent en effet, à une vitesse

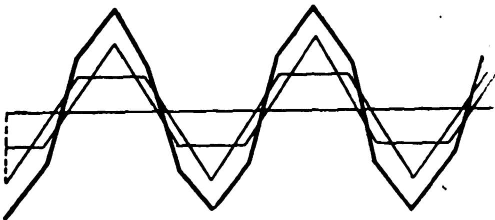


Fig. 5. — Courbe de la force magnétomotrice d'un bobinage à courant triphasé en tambour, à deux faisceaux par encoche, à pas diamétral, au moment où le courant est nul dans l'une des phases.

très éloignée du synchronisme du moteur ; ils induisent par conséquent des forces électromotrices assez élevées dans le bobinage du rotor. Or, la cage d'écureuil n'a pas de polarité propre, et est en court-circuit pour les flux de toutes les polarités, du moins pour les champs de toutes les polarités telles que le pas polaire de ces champs soit très supérieur à l'écartement de 2 barres consécutives de la cage. Par suite, ces forces électromotrices induites dans la cage sont court-circuitées et les flux correspondants se trouvent étouffés par la réaction démagnétisante des courants induits dans la cage.

Coefficients de bobinage. — Les valeurs des coefficients de bobinage des premiers harmoniques pour différentes valeurs du pas des bobinages triphasés sont données par le tableau II.

On remarquera que pour un raccourcissement ou un allongement du pas de 1/3, les coefficients de bobinage sont ceux du bobinage en anneau multipliés par $\frac{\sqrt{3}}{2}$; les rapports des amplitudes des champs harmoniques à celle du champ fondamental sont donc bien les mêmes que dans le cas de l'anneau ; la courbe des champs est identique dans les deux cas. Nous expliquerons plus loin pourquoi il doit en être ainsi.

Tableau II. — *Valeurs des coefficients de bobinage des premiers harmoniques pour différentes valeurs du pas d'enroulement, en système triphasé.*

Rang de l'harmonique	Rapport du pas au pas diamétral					Bobinage en anneau
	1	0,83 ou 1,17	0,67 ou 1,33	0,5 ou 1,5	0,33 ou 1,67	
1	0,826	0,810	0,718	0,586	0,415	0,826
2	0	0,205	0,355	0,413	0,366	0,413
4	0	0,177	0,177	0	0,177	0,205
5	0,165	0,043	0,143	0,117	0,083	0,165
7	0,119	0,037	0,103	0,084	0,060	0,119

F. Choix du pas. Considérations générales. — Les bobinages que nous étudierons seront, en général, comme nous l'avons indiqué précédemment, des bobinages en deux couches. On adopte le plus souvent pour le pas une valeur intermédiaire entre les pas diamétraux des polarités à réaliser, de façon à obtenir des coefficients de bobinage de l'onde fondamentale et une utilisation de la matière aussi satisfaisants que possible à toutes les polarités. On est quelquefois conduit à s'écarter de cette règle ; ainsi, pour un moteur à 2 et à 6 pôles, il sera avantageux d'adopter un pas diamétral à 2 pôles, qui est égal au triple du pas polaire à 6 pôles ; un pas triple du pas polaire est, en effet, au

point de vue magnétique, équivalent à un pas diamétral, de sorte que le pas choisi sera, en définitive, magnétiquement équivalent à un pas diamétral aux deux polarités à la fois. Si, au contraire, on avait choisi un pas égal à la moyenne des deux pas diamétraux, le pas aurait été égal aux deux tiers du pas polaire à deux pôles, et au double du pas polaire à 6 pôles ; aucune force électromotrice n'aurait pu être induite évidemment dans ce bobinage à 6 pôles, puisque chaque spire aurait embrassé exactement une demi-onde positive et une demi-onde négative du flux.

On voit d'après cet exemple que l'on devra, dans chaque cas, calculer les coefficients de bobinage aux différentes polarités pour vérifier si le pas choisi est satisfaisant. La variation du pas permet de régler à volonté, dans certaines limites, le rapport des inductions, des courants magnétisants et des puissances aux différentes polarités.

1. Cas où les quotients de tous les nombres de paires de pôles par leur plus grand commun diviseur sont impairs. — Supposons que les quotients de tous les nombres de paires de pôles par leur plus grand commun diviseur soient impairs et admettons d'abord que ce plus grand commun diviseur soit égal à l'unité.

Soit par exemple à réaliser une machine à 6 et 10 pôles ; adoptons un pas de bobinage qui soit égal à un diamètre géométrique de la machine ; un tel pas est égal à un pas diamétral à deux pôles, au triple du pas diamétral à 6 pôles, au quintuple du pas diamétral à 10 pôles. Un pas triple ou quintuple du pas diamétral a même coefficient de bobinage qu'un pas diamétral. Le bobinage devra donc être considéré comme étant à pas diamétral à toutes les polarités ($q'' = 1$), ce qui est excellent.

Si le plus grand commun diviseur de tous les nombres de pôles est n, et si les quotients de tous ces

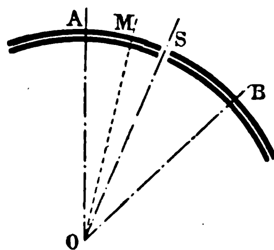


Fig. 6. — Schéma montrant la disposition au bord de l'entrefer d'un bobinage à deux couches, sans chevauchement des bobines des deux couches.

nombres par n sont impairs, on adoptera un pas égal à $\frac{1}{n}$ de la circonférence et le résultat sera le même.

2. Influence du pas sur la valeur des harmoniques. — Il est généralement avantageux de choisir un pas qui ne soit pas égal à la largeur d'un nombre entier de phases. Supposons d'abord que le pas soit égal à la largeur d'un nombre entier de phases. Les bobines des deux couches de bobinage se recouvrent alors exactement deux à deux. Soit OA et OB (fig. 6) les axes de deux bobines consécutives. Si p est le nombre de paires de pôles du bobinage, l'angle $\widehat{aOb}$ des deux vecteurs $\overline{Oa}$ et $\overline{Ob}$ représentant les forces magnétomotrices de ces deux bobines (fig. 7) est $\gamma = p \times \widehat{AOB}$. Pour obtenir un

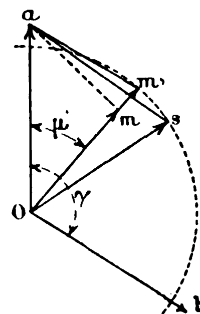


Fig. 7. — Diagramme permettant d'évaluer les forces magnétomotrices parasites d'un bobinage à deux couches, sans chevauchement des bobines des deux couches.

champ tournant régulier sans harmoniques, la phase de la force magnétomotrice en chaque point M de la périphérie devrait être représentée par un vecteur $\overline{Om}$ faisant avec $\overline{Oa}$ un angle μ égal à p fois l'angle de OM avec OA. Or la force magnétomotrice du bobinage est constante et égale à $\overline{Oa}$ dans toute la zone couverte par la bobine A. Cette force magnétomotrice peut se décomposer en une force magnétomotrice $\overline{Om}$ ayant la phase désirée et en une autre force magnétomotrice $\overline{ma}$. La valeur moyenne de la force magnétomotrice utile $\overline{Om}$, est

$$\frac{2}{\gamma}\int_{\mu=0}^{\mu=\frac{\gamma}{2}} \overline{Oa} \times \cos\mu \, d\mu = Oa \times \frac{\sin\frac{\gamma}{2}}{\frac{\gamma}{2}}.$$

Cette expression représente l'amplitude de l'onde fondamentale de la force magnétomotrice du bobinage. Le vecteur représentant la force magnétomotrice que l'on devrait avoir en M pour obtenir un champ tournant régulier, est donc

$$\overline{Om'} = \overline{Oa}\,\frac{\sin\frac{\gamma}{2}}{\frac{\gamma}{2}}.$$

Le vecteur $\overline{am'}$ représente la force magnétomotrice parasite. Le maximum de celle-ci est obtenu pour le

point S de séparation des deux bobines contiguës $\left(\mu = \frac{\gamma}{2}\right)$ et le rapport

$$\frac{as}{Os} = \frac{as}{Oa \dfrac{\sin \frac{\gamma}{2}}{\frac{\gamma}{2}}}$$

donne une mesure approximative de la valeur globale des champs harmoniques parasites.

Dans les bobinages diphasés à pas diamétral, qui, parmi les bobinages usuels, sont ceux qui ont les plus forts harmoniques, on a

$$\gamma = \frac{\pi}{2}, \quad \frac{as}{Os} = 0{,}84.$$

Pour des bobinages triphasés en anneau, qui ont, comme nous le savons, de forts harmoniques pairs, on a

$$\gamma = \frac{2}{3}\pi, \quad \frac{as}{Os} = 1{,}12.$$

La limite admissible est donc voisine de l'unité.

Cette manière d'envisager les choses permet de se rendre compte immédiatement de l'influence d'un chevauchement des bobines des deux couches du bobinage. Supposons (fig. 8) que les deux couches soient

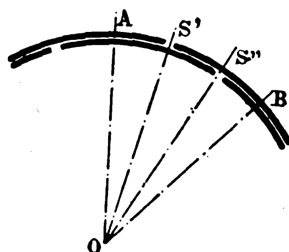


Fig. 8. — Schéma montrant la disposition au bord de l'entrefer d'un bobinage à deux couches, avec chevauchement des bobines des deux couches.

décalées l'une par rapport à l'autre d'un angle $\widehat{S'OS''}$, par exemple, par raccourcissement du pas. Dans les zones AS' et S"B où nous retrouvons les mêmes bobines qu'avant chevauchement, la force magnétomotrice résultante n'a pas changé et est représentée par Oa ou par Ob (fig. 9). Dans la zone du chevauchement elle est représentée par un vecteur $\overline{Og}$ dirigé suivant la bissectrice de l'angle $\widehat{aOb}$. La force magnétomotrice moyenne est modifiée : si dans le cas où il n'y a pas de chevauchement le pas était diamétral, nous savons qu'en appelant δ (1) l'angle électrique $\widehat{s'Os''} = p \times \widehat{S'OS''}$, l'onde fondamentale de la force magnétomotrice résultante est affectée d'un coefficient de réduction $\sin \frac{\pi - \delta}{2}$ et devient

$$Os' = Os'' = Oa \frac{\sin \frac{\gamma}{2}}{\frac{\gamma}{2}} \sin \frac{\pi - \delta}{2}.$$

Dans ce même cas où sans chevauchement le pas était diamétral, les forces magnétomotrices des deux

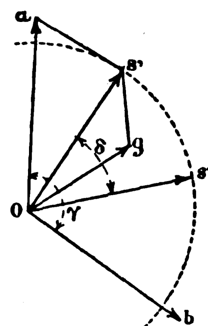


Fig. 9. — Diagramme permettant d'évaluer les forces magnétomotrices parasites d'un bobinage à deux couches, avec chevauchement des bobines des deux couches.

couches du bobinage étaient partout en phase entre elles et, par conséquent, égales à $\frac{1}{2}$ Oa ; Og a donc pour valeur

$$Og = Oa \cos \frac{\gamma}{2}.$$

Quoi qu'il en soit de la valeur exacte de Os et de Og, l'importance des harmoniques sera caractérisée par le plus grand des deux rapports

$$\frac{as'}{Os'} \quad \text{ou} \quad \frac{gs'}{Os'}.$$

Il est évident que ces rapports seront inférieurs au rapport $\frac{as}{OS}$ du cas de la figure 7 et que, par conséquent, l'importance des harmoniques sera diminuée.

3. Application aux bobinages triphasés. — On doit observer que les bobinages triphasés proprement dits, en tambour, à pas diamétral donnent lieu précisément à un chevauchement à moitié des bobines des deux couches. On obtient ainsi, pour un double pas polaire, six zones différentes où les forces magnétomotrices sont égales et décalées de 60° les unes par rapport aux autres. Les forces magnétomotrices résultantes sont donc, en ce cas, exactement hexaphasées. Ceci se vérifie par l'examen des coefficients de bobinage : ceux du bobinage triphasé à pas diamétral sont, en

(1) Cet angle était appelé $\pi(1-\alpha)$ au paragraphe des coefficients de bobinage.

effet, égaux aux produits de ceux du bobinage hexaphasé par $\frac{\sqrt{3}}{2}$; ce coefficient provient de la répartition différente des conducteurs à la périphérie, répartition moins favorable dans le cas du montage triphasé que dans celui du montage hexaphasé.

Dans le cas de bobinages triphasés à pas raccourci ou allongé d'un tiers, le chevauchement des bobines des deux couches disparaît et l'on se trouve, au point de vue des harmoniques, dans des conditions identiques à celles du bobinage en anneau.

G. Utilisation de bobinages à trous partiels. — On est souvent conduit à un très grand nombre d'encoches pour les moteurs à polarités multiples, car ce nombre doit être multiple à la fois des produits des différents nombres de paires de pôles par le nombre de phases du bobinage. Pour les petites puissances, cette condition conduit souvent à des impossibilités. On est alors amené (¹) à adopter un poinçonnage qui, à certaines polarités, ne donne pas un nombre entier d'encoches par pôle et phase; ces bobinages sont généralement appelés bobinages à trous partiels (²). En ce cas, il faut avoir soin que les forces électromotrices induites par un champ tournant régulier dans chacun des groupes de bobines qui peuvent être appelés à fonctionner en parallèle à certaines polarités, soient bien égales et en phase entre elles.

En général, les bobinages à trous partiels du type dit « symétrique » sont seuls admissibles dans le cas des moteurs à polarités multiples.

H. Précautions à prendre au moment des changements de polarités. — Quel que soit le système adopté pour obtenir des nombres de pôles différents, des précautions doivent être prises au moment du passage d'une polarité à une autre.

On sait que la pointe d'intensité de courant, à la fermeture de l'interrupteur sur le stator d'un moteur asynchrone à rotor à bagues, celui-ci étant ouvert, dépasse généralement la valeur du courant magnétisant de régime permanent, à cause de la présence du terme transitoire dans la formule d'établissement du courant; la différence varie d'ailleurs d'une phase à l'autre, suivant l'instant de sa période où chaque phase s'est trouvée fermée. Dans les moteurs à changement de polarité, le phénomène se trouve amplifié par la présence du flux rémanent dû au nombre de pôles que l'on vient de supprimer, flux rémanent qui, dans certaines parties du moteur, se trouve forcément de signe contraire à celui que l'on veut établir.

Il est donc utile, toutes les fois que la puissance du moteur est un peu importante, de prendre des précautions pour réduire la pointe d'intensité d'établissement du courant de la nouvelle polarité. Ces précautions peuvent consister, soit à établir la nouvelle polarité par le moyen d'un interrupteur à deux temps, insérant une résistance dans le circuit au premier temps, soit en appliquant d'abord au bobinage une tension réduite, avant de le brancher sur la pleine tension.

Cette question étant indépendante du mode de bobinage proprement dit, sort du cadre de cette étude et nous nous contentons de la signaler ici.

II. Bobinages en étoiles multiples pour moteurs à deux polarités. — Ce mode de bobinage est applicable soit aux stators, soit aux rotors. Appliqué aux stators, il a l'inconvénient de conduire à des nombres de phases différents, et souvent incommodes, aux deux polarités. Pour les rotors, il permet le contrôle rhéostatique aux deux polarités.

A. Les deux nombres de paires de pôles sont premiers entre eux. — 1. Cas général. — Nous examinerons d'abord le cas où les deux nombres de paires de pôles sont premiers entre eux. Nous appellerons p_1 et p_2 ces deux nombres, p_2 étant plus grand que p_1. Nous adopterons pour l'ensemble du bobinage un nombre de bobines qui soit le plus petit commun multiple de p_1 et de p_2, c'est-à-dire, puisque p_1 et p_2 sont premiers entre eux, $p_1\,p_2$ bobines. De la sorte, nous aurons, à la polarité p_1, p_2 bobines par champ double et, par conséquent, p_2 phases, et à la polarité p_2 nous aurons p_1 phases.

A la polarité p_1, les bobines de chaque phase seront les suivantes (en les numérotant de 1 à $p_1 p_2$ à la suite les unes des autres)

1re phase : $1 \quad 1+p_2 \quad 1+2p_2 \ldots \quad 1+(p_1-1)p_2$

2e id : $2 \quad 2+p_2 \quad 2+2p_2 \ldots \quad 2+(p_2-1)p_2$

. . . .

p_2e phase : $p_2 \quad 2p_2 \quad 3p_2 \ldots p_2+(p_1-1)p_2=p_1p_2$

p_1 et p_2 étant premiers entre eux, les p_1 bobines appartenant à une même phase à la polarité p_1 appartiendront toutes à des phases différentes à la deuxième

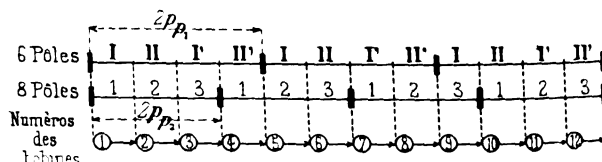


Fig. 10. — Diagramme de répartition des phases entre les bobines d'un bobinage à 6 et 8 pôles en étoiles multiples.

polarité. En raison de cette circonstance, nous pourrons faire le montage de la façon indiquée par les figures 10 et 11 (ces figures ont été établies en prenant $p_1 = 3$, $p_2 = 4$). La figure 10 indique la répartition entre les différentes phases de la périphérie développée d'une des deux couches du bobinage aux deux polarités. Comme les nombres de phases sont 3 et 4 dans le cas

(¹) *Brevet allemand n° 330.853* du 14 avril 1918 des Siemens-Schuckert Werke.

(²) H. de Pistoye : Bobinages à courant alternatif à trous partiels *Revue générale de l'Électricité*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 798-809.

de la figure 10, nous nous trouvons en présence d'un bobinage triphasé à 8 pôles et diphasé à 6 pôles. Nous désignerons les trois phases triphasées par 1, 2, 3, et les quatre phases diphasées par I, II, I', II'; nous conserverons ces notations dans toute la suite de cette étude. La figure 11 montre les connexions des bobines entre elles et aux bagues, chaque bobine étant désignée par les deux chiffres qui indiquent sa phase aux deux polarités; nous conserverons également ce mode de notation ultérieurement.

A la polarité p_1 (6 pôles) nous réunirons en parallèle à une même bague toutes les bobines (3) de même phase à cette polarité; le nombre des phases à la

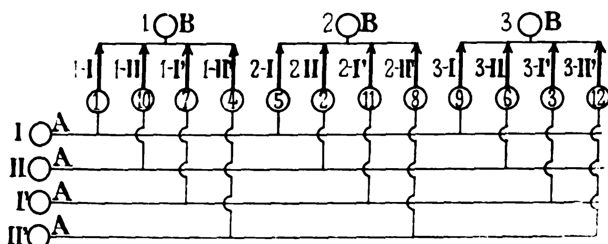


Fig. 11. — Schéma de connexions d'un bobinage à 6 et 8 pôles, en étoiles multiples, à 7 bagues : A, 4 bagues diphasées à 6 pôles; B, 3 bagues triphasées à 8 pôles.

polarité p_1 étant égal à p_2, il y aura donc en circuit à cette polarité p_2 (4) bagues à chacune desquelles aboutiront p_1 (3) bobines. Les secondes extrémités des p_1 (3) bobines aboutissant à une même bague, bobines qui à la polarité p_2 (8 pôles) appartiennent à p_1 (3) phases différentes, ne seront pas réunies en parallèle entre elles mais seront connectées à un deuxième jeu de p_1 (3) bagues. A l'une quelconque de ces p_1 bagues seront réunies toutes les secondes extrémités des p_2 (4) bobines qui ont une même phase à la polarité p_2 (8 pôles), bobines qui à la polarité p_2 (6 pôles), ont toutes des phases différentes.

On voit qu'à la polarité p_1 (6 pôles) on a ainsi p_1 (3) points neutres à chacun desquels aboutissent p_2 (4) bobines de phases différentes (une par phase), et qu'à la polarité p_2 (8 pôles) on a p_2 (4) points neutres à chacun desquels aboutissent p_1 (3) bobines de phases différentes.

Le nombre des bagues de prise de courant est $p_1 + p_2 (3 + 4 = 7)$; p_2 (4) bagues sont en circuit à la polarité p_1 (6 pôles); p_1 (3) bagues sont en circuit à la polarité p_2 (8 pôles). A chaque polarité, les bagues de l'autre polarité constituant des points neutres sont équipotentielles entre elles et inactives. Cette propriété permet, comme nous le verrons, d'employer ce genre d'enroulements pour constituer des bobinages statoriques, et quelquefois rotoriques, de moteurs à cascade interne.

2. Variante de ce montage. — Quand l'une des polarités est paire, le montage peut être fait autrement. Supposons, par exemple, que la polarité paire soit la polarité p_2 ($p_2 = 4$) dans l'exemple précédent. Dans ce cas, à la polarité p_1 (6 pôles), les bobines sont deux à deux de phases opposées et peuvent être couplées en parallèle à condition de croiser leurs connexions (fig. 12), ce qui réduit de moitié le nombre des bagues à cette polarité; mais alors à la polarité p_2 (8 pôles) les p_2 (4)

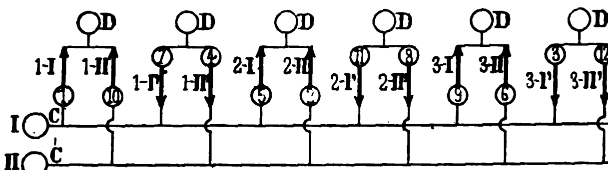


Fig. 12. — Schéma de connexions d'un bobinage à 6 et 8 pôles, en étoiles multiples, à 8 bagues : C, 2 bagues diphasées à 6 pôles; D, 6 bagues hexaphasées à 8 pôles formant fil commun à 6 pôles.

bobines d'une même phase ne peuvent plus être couplées en parallèle puisque pour $\frac{p_2}{2}$ (2) d'entre elles, les connexions ont été faites à l'envers pour les bagues de l'autre polarité, de sorte qu'il reste disponibles $\frac{p_2}{2}$ (2) connexions d'entrée et le même nombre de connexions de sortie; il faudra donc dédoubler les p_1 (3) bagues de cette phase. Le nombre total des bagues sera ainsi $\frac{p_2}{2} + 2p_1 \left(\frac{4}{2} + 2 \times 3 = 8\right)$ qui sera inférieur à $p_2 + p_1$ dans le cas où p_2 sera supérieur à $2p_1$.

On vérifie aisément que si $\frac{p_2}{2}$ est pair, ce qui est le cas de la figure 12, les $\frac{p_2}{2}$ (2) phases qui subsistent à la polarité p_1 (6 pôles) ne forment pas une étoile régulière de sorte que le rhéostat de démarrage devra, à cette polarité, avoir son point neutre connecté à l'ensemble des $2p_1$ ($2 \times 3 = 6$) bagues de l'autre polarité.

3. Doublement du nombre des bobines. — Dans le cas où p_1 et p_2 sont tous deux impairs, on peut, sans augmenter le nombre des bagues, doubler le nombre des bobines qui devient $2p_1 p_2$. Ce nombre étant pair, les bobines sont deux à deux diamétralement opposées dans la machine; deux bobines diamétralement opposées ont même phase, à π près, quand le nombre de paires de pôles est impair. Les deux nombres de paires de pôles étant impairs par hypothèse, les bobines pourront être groupées deux à deux en série et en opposition, puisque, aux deux polarités, elles seront toujours de phases exactement opposées. Ainsi, pour $p_1 = 3$ et $p_2 = 5$ (6 et 10 pôles), on peut exécuter le bobinage avec $2p_1 p_2 = 30$ bobines tout en conservant $p_1 + p_2 = 8$ bagues. Ceci a l'avantage d'améliorer les coefficients de bobinage; à 10 pôles on aura, en effet, avec 30 bobines, 6 bobines par paire de pôles, et le coefficient de bobinage (abstraction faite de l'influence éventuelle du raccourcissement ou de l'allongement du

pas) sera celui des montages hexaphasés, soit 0,956, au lieu de 0,826 dans le cas du montage triphasé correspondant à 15 bobines.

4. Cas ou l'un des nombres de paires de pôles est égal a 1 ou 2. — Dans le cas où p_1 est égal à 1 ou 2, cette méthode n'est pas applicable telle quelle, car elle donnerait pour la polarité p_1 un rotor avec une ou deux bobines par paire de pôles, c'est-à-dire monophasé, ce qui est inadmissible. Il faut, dans le cas de $p_1 = 2$, doubler le nombre des bobines, ce qui donne un bobinage diphasé, avec 4 bagues à la grande polarité ; à 4 pôles, le nombre des phases étant pair, les bobines de phases opposées peuvent être couplées en parallèle et en opposition, de sorte que le nombre de bagues total est $p_2 + 4$. Nous en verrons un exemple dans le cas des machines à 4 et 6 pôles. La méthode n'est pas applicable dans le cas de $p_1 = 1$, p_2 étant alors forcément multiple de p_1.

B. Les deux nombres de paires de pôles ne sont pas premiers entre eux. — Quand les deux nombres de paires de pôles p'_1 et p'_2 ne sont pas premiers entre eux, d étant leur plus grand commun diviseur, on peut diviser le bobinage en d parties qui seront identiques entre elles aux deux polarités. On pourra alors grouper les bobines d à d en réunissant celles qui ont les mêmes phases aux deux polarités, et, en posant $p_1 = \frac{p'_1}{d}$, $p_2 = \frac{p'_2}{d}$, traiter le bobinage comme un bobinage à p_1 et p_2 paires de pôles, p_1 et p_2 étant premiers entre eux ; le rotor aura donc $p_1 + p_2$ ou

$$\left(\frac{p_2}{2} + 2p_1\right) \text{ bagues.}$$

III. Bobinages diphasés à deux polarités. — Les établissements Siemens-Schuckert ont breveté [1] un système applicable d'une façon générale toutes les fois que les deux polarités répondent à la condition suivante : on divise les deux nombres de paires de pôles par leur plus grand commun diviseur ; soient p_1 et p_2 les deux nombres, premiers entre eux, ainsi obtenus ; si p_1 et p_2 sont l'un pair et l'autre impair, ce qui est toujours le cas, par exemple, pour deux polarités consécutives, le système est applicable ; si p_1 et p_2 sont tous deux impairs, il ne l'est pas.

Toutes les fois que p_1 et p_2 sont l'un pair et l'autre impair, les huit groupes de bobines, que nous avons définis au début de cette étude pour le cas de deux polarités diphasées, ont tous le même nombre de spires. En effet, supposons, par exemple, que p_1 soit un nombre pair égal à un multiple de 4 ± 2 (par exemple $p_1 = 2$ ou $p_2 = 6$) et que p_2 soit un nombre impair égal à un multiple de $4 - 1$ (par exemple, $p_2 = 3$).

[1] *Brevet français n° 512 979*, du 7 avril 1920. Voir aussi M. Liwschitz. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 20 mai 1926, t. XLVII, p. 585-590. Cet article a été analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 31 juillet 1926, t. XX, p. 39 D.

Si nous portons sur un diagramme (fig. 13) à l'extérieur et à l'intérieur d'un cercle, la répartition des phases à la polarité paire et à la polarité impaire pour un groupe de $2p_1$ ou de $2p_2$ pôles, on constate, en plaçant l'origine d'une paire de pôles aux deux polarités à l'extrémité du diamètre supérieur du cercle, que l'on trouve des points de séparation entre phases voisines aux extrémités des quatre quadrants ; les phases que

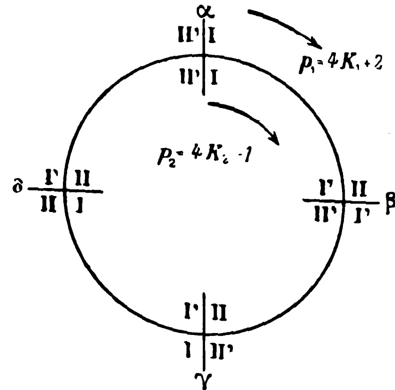


Fig. 13. — Diagramme de répartition des phases aux quatre extrémités de deux diamètres rectangulaires pour deux polarités diphasées, l'une paire ($p_1 = 4K_1 + 2$), l'autre impaire ($p_2 = 4K_2 - 1$), K_1 et K_2 étant des entiers.

l'on trouve en ces points sont indiquées sur le diagramme.

En tournant dans le sens des flèches et en partant de α, nous trouvons une bobine du groupe I — I et I' — I' ;

De γ, nous trouvons une bobine du groupe I — I' et I' — I ;

De β, nous trouvons une bobine du groupe I' — II' et I — II ;

De δ, nous trouvons une bobine du groupe I' — II et I — II'.

En tournant en sens inverse des flèches, et en partant de α, nous trouvons une bobine du groupe II' — II' et II — II ;

De γ, nous trouvons une bobine du groupe II' — II et II — II'.

De β, nous trouvons une bobine du groupe II — I' et II' — I.

De δ, nous trouvons une bobine du groupe II — I et II' — I'.

Nous voyons donc que nous trouvons des bobines des huit groupes disposées de façon absolument symétrique, aux quatre points de séparation des quatre quadrants. Il est évident que la répartition des bobines étant régulière à la périphérie, en partant de l'un quelconque des quatre points de division du cercle, dans un sens quelconque, nous devons rencontrer les bobines et les groupes dans des ordres qui se déduiront les uns des autres par de simples permutations circulaires ; par conséquent, les nombres de bobines et de spires des huit groupes seront les mêmes.

Le même raisonnement, avec des diagrammes analogues, donnerait le même résultat :

Pour $p_1 =$ multiple de 4 ± 2 et $p_2 =$ multiple de $4 + 1$;

Pour $p_1 =$ multiple de 4 et $p_2 =$ multiple de $4 - 1$.

Pour $p_1 =$ multiple de 4 et $p_2 =$ multiple de $4 + 1$.

Les huit groupes ont donc toujours le même nombre de bobines et de spires toutes les fois que p_1 est pair et p_2 impair. Au contraire, si p_1 et p_2 sont tous deux impairs, on ne trouve plus les huit groupes également répartis aux quatre points de division du diagramme, et l'on vérifie aisément sur des exemples que les huit groupes ne comportent pas le même nombre de bobines. Cependant, quand les deux nombres de pôles sont assez grands, la différence entre les nombres de spires est quelquefois assez faible pour être négligeable, mais il faut, en ce cas, vérifier non seulement la valeur absolue des forces électromotrices induites dans les différents groupes, mais aussi leurs phases respectives, car elles peuvent n'être pas rigoureusement à 90° les unes des autres (¹).

Ceci posé, le plus simple des couplages indiqués dans le brevet Siemens-Schuckert est le suivant : on adopte un montage polygonal (carré) à la grande polarité et en parallèle en étoile à la petite polarité (fig. 14).

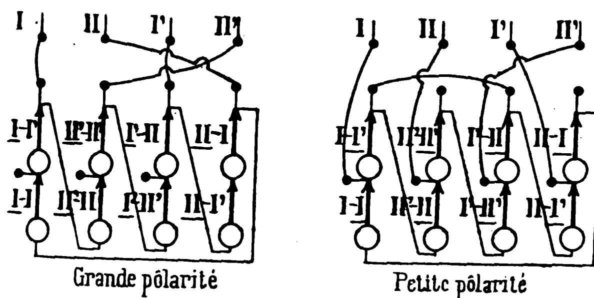


Fig. 14. — Schéma des connexions pour bobinage diphasé à deux polarités, montage Siemens-Schuckert.

Ce montage ne comporte que huit bornes, indépendamment des quatre bornes de ligne. L'appareil de manœuvre (fig. 15) peut être réduit à un simple inverseur à cinq directions.

D'après ce que nous avons dit, ce montage est applicable en particulier aux moteurs diphasés dont les polarités sont dans les rapports 2/1, 3/2, 4/3, 5/4 ... Il est intéressant, même sur des réseaux triphasés, pour de gros moteurs, quand, pour des rapports de polarités tels que 5/4, 6/5 ..., les bobinages triphasés donnent un grand nombre de groupes et conduisent à des appareils de manœuvre compliqués et coûteux. On adopte alors pour le transformateur abaisseur, généralement nécessaire pour ces moteurs, le montage Scott ou un montage similaire.

Le nombre de spires actif par phase est divisé par $\sqrt{2}$ en passant de la grande à la petite polarité, puisque l'on passe du montage carré à un montage en étoile double; le bobinage étant toujours fait en deux couches, on peut adopter tel pas que l'on désire pour obtenir une induction convenable aux deux polarités; en général, on choisit un pas intermédiaire entre le pas polaire de la grande et de la petite polarité.

(¹) Voir sur ce sujet le *Brevet français n° 521 684* du 31 juillet 1920 de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.

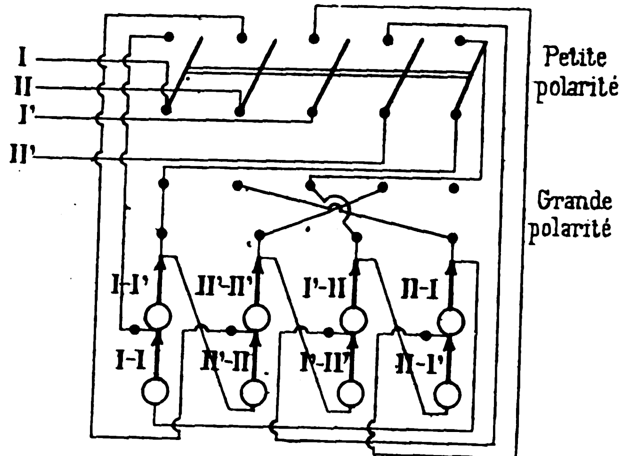


Fig. 15. — Schéma des connexions de l'appareil de manœuvre pour bobinage diphasé à deux polarités, montage Siemens-Schuckert.

IV. Utilisation de plusieurs bobinages pour courants monophasés à polarités multiples.

— On a proposé quelquefois (¹) de réaliser des moteurs à deux polarités de la manière suivante : en triphasé, on emploie trois bobinages monophasés dont chacun peut être couplé aux polarités demandées ; en diphasé on n'en emploie que deux. Chacun de ces bobinages est logé dans toutes les encoches dont il occupe, bien entendu, seulement le tiers (ou la moitié) de la hauteur. Les couplages de bobinages monophasés à polarités multiples sont généralement beaucoup plus simples que ceux des bobinages polyphasés, ce qui rend ce système très séduisant en principe, mais il présente les graves inconvénients suivants :

1° En courant triphasé — cas où l'on se trouve généralement — on a les trois phases dans chaque entaille, ce qui complique beaucoup les isolements;

2° Chaque phase n'étant constituée que par une seule couche de fils, le pas n'est pas arbitraire, ce qui rend très difficile le réglage de l'induction à une valeur convenable aux différentes polarités. Si, pour remédier à cet inconvénient, on voulait employer des bobinages monophasés en deux couches, on aurait, au total, en triphasé, six faisceaux de conducteurs à isoler soigneusement les uns des autres dans l'entaille, ce qui serait inextricable;

(¹) *Brevet français 356 149* du 13 juillet 1905 de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.

Voir aussi G.-M. Pestarini. *L'Elettrotecnica*, 5, 15 et 25 janvier 1922, t. xi, p. 8-17, 27-37 et 49-52. Analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 24 juin 1922, t. xi, p. 196 D-197 D.

3° Pour que les inductances de fuites des trois phases soient égales, il faut que chaque phase occupe successivement les trois positions dans les entailles successives, ce qui complique l'exécution des têtes de bobines;

4° Le coefficient de bobinage d'un bobinage monophasé uniformément réparti est égal à $\frac{2}{\pi} = 0{,}636$, ce qui est très bas. L'utilisation du cuivre de chaque bobinage est donc médiocre.

Pour ces différentes raisons, ce procédé n'a donné lieu, croyons-nous, qu'à un très petit nombre d'applications, et nous n'en parlerons plus dans la suite de cette étude.

V. **Bobinages en étoile simple** [1]. — 1. Cas général. — Ce système convient particulièrement pour les rotors. Nous en verrons une application aux stators dans la troisième partie de cette étude. Dans le cas où l'on a à réaliser plus de deux polarités, la manière de procéder la plus simple est souvent la suivante pour les rotors : on divise tous les nombres de paires de pôles par leur plus grand commun diviseur, puis, pour ces nombres de pôles réduits on établit un bobinage comportant trois bobines par paire de pôles à la plus grande polarité et on monte toutes les bobines ainsi obtenues en étoile avec une bague par bobine. Pour les autres nombres de pôles, on a souvent un nombre de bobines fractionnaire par pôle, mais ceci ne présente pas d'inconvénient appréciable.

Si l'on appelle $p_1, p_2 \ldots\ldots p_n$ les nombres des paires de pôles divisés par leur plus grand commun diviseur, et si $p_1 < p_2 < \ldots\ldots < p_n$, on aura donc $3\,p_n$ bobines et $3\,p_n$ bagues. A la polarité p_1 on aura $3\frac{p_n}{p_1}$ bobines par paires de pôles, à la polarité p_2 on en aura $3\frac{p_n}{p_2}$, etc.

Ce système a l'avantage que toutes les bagues sont utilisées à toutes les polarités.

Ainsi, soit à exécuter un bobinage pour $p_1 = 1$ et $p_2 = 3$ qui ne peut pas être réalisé en étoiles multiples comme nous l'avons dit. On adoptera $3 \times 3 = 9$ bobines avec 9 bagues. Les bagues auront trois par trois la même polarité à six pôles et constitueront, par conséquent, un ensemble triphasé à la grande polarité. A deux pôles, les bobines appartiendront à 9 phases différentes, et le rhéostat de démarrage devra être à 9 phases pour cette polarité

Remarque. — On pourrait, bien entendu, grouper toutes les bobines en polygone au lieu de les coupler en étoile, mais à certaines polarités, le polygone des vecteurs des forces électromotrices induites serait un polygone étoilé, de sorte que les différences de potentiel entre bagues seraient plus faibles qu'avec le couplage étoile ; les courants à recueillir aux bagues augmenteraient donc à ces polarités; ce couplage n'est donc généralement pas à recommander.

2. Cas ou toutes les polarités sont impaires. — Quand toutes les polarités sont impaires, on peut réduire le nombre des bagues : on choisit alors quatre phases à la grande polarité ; le nombre des bobines devient $4\,p_n$. Comme toutes les polarités sont impaires les bobines diamétralement opposées sont, à toutes les polarités, de phases opposées et peuvent être montées en permanence en série; le montage devient alors diphasé à trois fils à la grande polarité; il y a p_n groupes de deux bobines de même phase à cette polarité, aboutissant à p_n bagues, soit $2\,p_n$ bagues pour les $2\,p_n$ groupes de deux bobines. En outre, le montage étant diphasé à trois fils à la grande polarité, il faut une bague de point neutre, soit en tout $2\,p_n + 1$ bagues. Les figures 16 et 17 correspondent à ce montage pour $p_1 = 1, p_2 = p_n = 3$; le nombre de bagues est alors réduit à 7. A deux pôles les six phases sont inégalement espacées (fig. 18), et

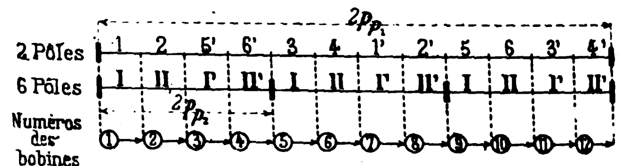


Fig. 16. — Diagramme de répartition des phases entre les bobines d'un bobinage à 2 et 6 pôles, en étoile simple, pour courant diphasé à 6 pôles.

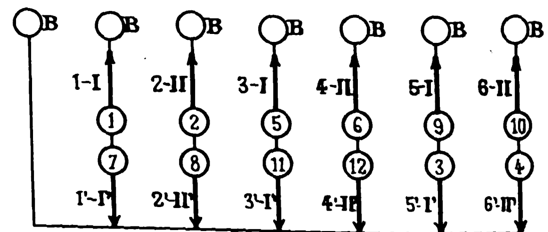


Fig. 17. — Schéma de connexions d'un bobinage à 2 et 6 pôles, en étoile simple, pour courant diphasé à 6 pôles : B, bagues.

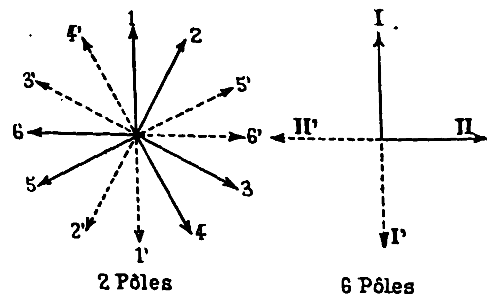


Fig. 18. — Diagrammes vectoriels d'un bobinage à 2 et 6 pôles, en étoile simple, pour courant diphasé à 6 pôles.

(1) Ce bobinage est appelé bobinage en éventail par M. Pestarini (*L'Elettrotecnica*, 15 janvier 1922, t. IX, p. 27-32). Il est indiqué dans le brevet anglais n° 18887 de 1914, (Creedy), p. 5.

constituent deux systèmes triphasés décalés de $\frac{\pi}{6}$ l'un par rapport à l'autre.

Dans le cas où toutes les polarités sont impaires, on peut aussi choisir un nombre de bobines $2N$ tel que N soit un nombre impair voisin de $1,5\,p_n$. En effet, considérons encore le cas de $p_1 = 1$, $p_2 = 3$; $1,5\,p_2 = 4,5$. Prenons un rotor à $N = 5$ phases, avec dix bobines, les bobines diamétralement opposées étant deux à deux montées en série et en opposition ; le nombre des bagues sera réduit à 5. Nous aurons $\frac{10}{3} = 3,33$ bobines pour deux pôles à la grande polarité, ce qui est suffisant pour permettre un fonctionnement satisfaisant. La figure 19 correspond à ce cas. Les forces électromotrices induites dans les cinq phases étant, aux deux

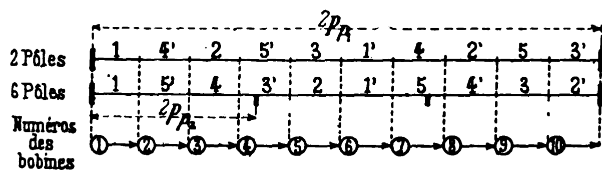


Fig. 19. — Diagramme de répartition des phases entre les bobines d'un bobinage à 2 et 6 pôles, en étoile simple, à 5 phases.

polarités, déphasées les unes par rapport aux autres de quantités égales, il n'y a pas besoin ici de bague de point neutre.

VI. Méthode générale de bobinage des rotors ne permettant le contrôle rhéostatique qu'à une seule polarité. — A. Principe de la méthode. — Soit, par exemple, à construire un moteur 8-10 pôles. Très souvent, il sera utile de pouvoir démarrer avec résistances sur la polarité 10 pôles ; mais on pourra sans inconvénients admettre le passage avec rotor en court-circuit de la vitesse de marche à 10 pôles à celle de marche à 8 pôles. Dans d'autres cas, on pourra accepter de démarrer avec résistances sur 8 pôles, et de coupler le moteur sur 10 pôles au passage de la vitesse correspondante, le rotor pouvant alors, à cette polarité, se comporter comme un rotor en cage d'écureuil. Nous allons donc examiner des bobinages de rotors se comportant en rotors bobinés à bagues normaux à l'une des polarités, et en rotors en court-circuit à l'autre polarité. Il est évidemment toujours relativement facile de mettre en court-circuit des points donnés du rotor par un appareil analogue aux dispositifs usuels de mise en court-circuit. Mais les moteurs à plusieurs polarités étant le plus souvent des moteurs à changements de vitesse très fréquents, des dispositifs de ce genre ne sont souvent pas acceptés. Nous chercherons donc à réaliser des bobinages qui se trouvent, par leur constitution même, en court-circuit à certaines polarités, sans intervention d'appareil auxiliaire [1].

B. Les deux nombres de paires de pôles divisés par leur plus grand commun diviseur sont l'un pair, l'autre impair. — Dans le cas considéré de 8 à 10 pôles, on procédera comme suit : proposons-nous d'obtenir un rotor bobiné à 10 pôles, et en court-circuit et 8 pôles. Nous ferons un bobinage rotorique normal à 10 pôles, hexaphasé, comportant, par suite, trois bobines par pôle ; il y aura donc 10 bobines de chacune des trois phases. Nous connecterons en parallèle les bobines diamétralement opposées, et en série les cinq groupes de bobines ainsi obtenus pour chaque phase. Enfin, les trois phases seront montées en triangle ou en étoile et réunies aux bagues. A un instant quelconque du fonctionnement à 10 pôles, les deux bobines diamétralement opposées de chaque groupe se trouvent placées devant des pôles de noms contraires ; les forces électromotrices qui y sont induites sont égales et de signes contraires, et, pour les mettre en parallèle, on devra croiser les connexions. Dans le fonctionnement à 8 pôles, ces deux bobines se trouveront devant des pôles de même nom ; les forces électromotrices induites seront égales et de même signe, et comme les connexions de mise en parallèle sont croisées, elles seront mises en court-circuit franc. Toutes les bobines du rotor seront ainsi, deux à deux, mises en court-circuit franc l'une sur l'autre, et le rotor fonctionnera à 8 pôles comme rotor en court-circuit. A cette polarité, les courants rotoriques seront polyphasés à 15 phases, puisqu'il y a 15 groupes de deux bobines mises en parallèle, groupes qui sont tous deux dans une position différente vis-à-vis des pôles statoriques, comme il est aisé de s'en rendre compte. Le coefficient de bobinage à l'une ou à l'autre polarité résultera principalement du pas choisi pour la bobine et pourra être réglé à volonté par modification de ce pas.

Si, au contraire, nous voulons avoir un rotor bobiné à 8 pôles, et en court-circuit à 10 pôles, nous ferons un bobinage normal hexaphasé à 8 pôles, comportant, par suite, 8 bobines de chacune des trois phases. Nous mettrons encore en parallèle les bobines diamétralement opposées. Comme elles se trouvent devant des pôles de même nom, les forces électromotrices induites seront de même signe ; nous n'aurons pas à croiser les connexions de mise en parallèle. A 10 pôles, les forces électromotrices induites seront de signes contraires et seront mises en court-circuit franc.

Le même système de mise en parallèle des bobines

[1] La possibilité d'exécuter des bobinages de ce genre est depuis longtemps connue. On en trouve un exemple dans l'addition n° 11 616 du 14 octobre 1909 au brevet n° 390 897 pris par Stern pour un moteur à 6 et 8 pôles. Plus récemment le brevet n° 521 664 du 31 juillet 1920 de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston concerne en partie des bobinages de ce genre. Voir également le brevet anglais n° 143 600 du 20 février 1919 de Creedy. Les moteurs d'hélice du cuirassé américain Tennessee ont des rotors de ce type fonctionnant en rotor à bagues à grande vitesse (24 pôles) et en rotor en court-circuit à petite vitesse (36 pôles). On peut consulter pour la description de ces derniers moteurs le *Journal of the american Institute of electrical Engineers* d'août 1921, t. XL, p. 629-639 (analysé dans la *Revue générale de l'Electricité* du 24 décembre 1921, t. X, p. 926-928).

deux à deux est applicable toutes les fois que l'un des nombres de pôles est pair et l'autre impair.

Quand les deux nombres de paires de pôles ne sont pas premiers entre eux, mais ont un plus grand commun diviseur *d*, on divise le bobinage en *d* parties dont chacune est traitée comme il vient d'être expliqué, les bobines homologues des *d* parties étant montées en série.

Par exemple, pour exécuter un rotor bobiné à 8 pôles, et en court-circuit à 4 pôles, les nombres de paires de pôles 4 et 2 étant l'un et l'autre pairs, nous diviserons ces deux nombres par 2, et nous considérerons une moitié du moteur comportant 4 pôles à la grande polarité, et 2 à la petite. Nous mettrons en parallèle (fig. 20) les deux bobines d'une même phase situées devant les pôles de même nom à la grande

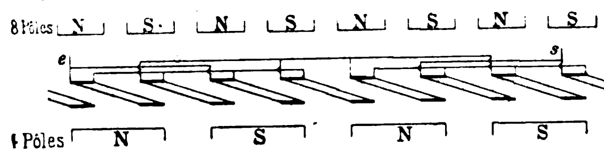


Fig. 20. — Schéma des connexions d'un bobinage à 8 pôles, en court-circuit à 4 pôles : e, entrée de la phase; s, sortie de la phase.

polarité ; ces bobines seront à la petite polarité devant des pôles de noms contraires, et, par suite, en court-circuit. Comme chaque phase comporte 8 bobines, il y aura par phase quatre groupes de deux bobines que l'on montera en série.

C. **Les deux nombres de paires de pôles divisés par leur plus grand commun diviseur sont tous les deux impairs différents de l'unité.** — Supposons maintenant que ces deux nombres soient l'un et l'autre impairs et premiers entre eux; la mise en parallèle des bobines opposées deux à deux ne donnerait rien, puisque les forces électromotrices induites seraient de signes contraires à l'une et à l'autre polarités. On laissera au contraire ces bobines deux à deux en série, et on mettra en parallèle tous les groupes de même phase ainsi

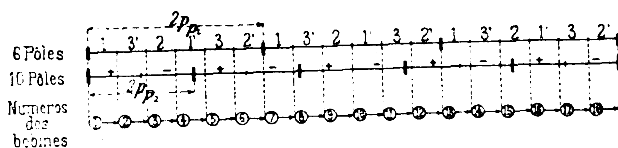


Fig. 21. — Diagramme de répartition des phases d'un bobinage à 6 pôles, en court-circuit à 10 pôles.

formés. Si, par exemple, nous voulons réaliser un moteur bobiné à 6 pôles, et en court-circuit à 10 pôles, nous ferons un rotor hexaphasé normal à 6 pôles, comportant 6 bobines par phase (fig. 21 et 22) ; nous mettrons les bobines diamétralement opposées deux par deux en série, et les 3 groupes ainsi formés en parallèle. 3 et 5 étant premiers entre eux, il est facile de voir, qu'à 10 pôles les 3 groupes ainsi formés occuperont dans le champ des positions espacées de $\frac{2\pi}{3}$; les courants induits seront triphasés, et leur somme sera nulle dans les connexions de mise en parallèle fonctionnant en connexion de point neutre.

Dans le cas où les deux nombres de paires de pôles ont un plus grand commun diviseur *d*, on couple, bien entendu, les bobines homologues *d* par *d* en série.

Remarque. — Ce système ne serait pas applicable dans le cas d'un rotor bobiné à 2 pôles, qui devrait être

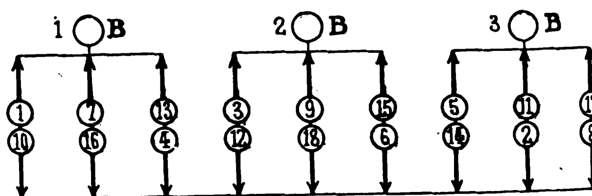


Fig. 22. — Schéma des connexions d'un bobinage à 6 pôles, en court-circuit à 10 pôles : B, trois bagues triphasées à 6 pôles.

en court-circuit à 6, 10, 14... pôles, car les seules bobines que l'on puisse mettre en parallèle à 2 pôles sont les bobines diamétralement opposées qui sont également équipotentielles à 6, 10 ou 14 pôles. Nous examinerons plus loin ce cas particulier.

D. **Le rotor doit être en court-circuit pour plusieurs polarités.** — Quand le rotor doit être en court-circuit pour plus de deux polarités, on est généralement amené à augmenter le nombre des bobines couplées en parallèle. L'étude se fait dans chaque cas sur les mêmes bases que précédemment.

Il est bien évident que l'on pourrait, quels que soient les nombres de pôles, coupler en parallèle toutes les bobines de même phase ; le bobinage serait alors en court-circuit pour tout nombre de pôles différent de celui pour lequel il a été étudié en bobinage normal à bagues (sauf dans les cas de 2-6 pôles, 2-10 pôles, etc.)

Les solutions que nous avons indiquées sont celles qui donnent le nombre minimum de mises en parallèle, ce qui est, en général, désirable, pour éviter au rotor la perte de place due à l'emploi de conducteurs de trop faible section.

Pour faciliter la recherche du nombre minimum de bobines à mettre en parallèle pour réaliser un bobinage fonctionnant à bagues à une polarité p_b donnée et en court-circuit à plusieurs autres polarités p_{cc}, p'_{cc}..., on peut se servir des tableaux III et IV, dont la première colonne indique le nombre n de bobines mises en parallèle, la seconde les polarités p_b et la troisième les polarités p_{cc}.

Un bobinage établi pour une polarité p_b donnée avec ses bobines en parallèle n par n est en court-circuit pour toutes les polarités p_{cc} de la troisième colonne correspondant à p_b et à n.

Dans le cas où toutes les bobines doivent être mises en parallèle, le plus simple est souvent d'exécuter un

TABLEAU III. — *Nombre n de bobines à mettre en parallèle dans un fonctionnement à bagues pour les polarités p_b et en court-circuit pour les polarités p_{cc} : les connexions entre bobines en parallèle ne sont pas croisées.*

n	p_b	p_{cc}
2	2, 4, 6, 8, 10, 12 ... (tous les multiples de 2).	1, 3, 5, 7, 9, ... (tous les nombres non multiples de 2).
3	3, 6, 9, 12, 15, 18 ... (id 3).	1, 2, 4, 5, 7, 8, ... (id 3).
4	4, 8, 12, 16, 20, 24 ... (id 4).	1, 2, 3, 5, 6, 7, 9 ... (id 4).
5	5, 10, 15, 20, 25, 30 ... (id 5).	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 ... (id 5).
6	6, 12, 18, 24, 30, 36 ... (id 6).	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 ... (id 6)

TABLEAU IV. — *Nombre n de bobines à mettre en parallèle dans un fonctionnement à bagues pour les polarités p_b et en court-circuit pour les polarités p_{cc} :* **les connexions entre bobines en parallèle sont croisées pour la moitié des bobines.**

n	p_b	p_{cc}
2	1, 3, 5, 7, 9, ... (tous les nombres impairs)...	2, 4, 6, 8, ... (tous les nombres pairs)...........
4	2, 6, 10, 14, ... (tous les nombres multiples impairs de 2)...........	1, 3, 4, 5, 7, 8, ... (tous les nombres non multiples impairs de 2).................
6	3, 9, 15, 21, ... (tous les nombres multiples impairs de 3).............	1, 2, 4, 5, 6, 7, ... (tous les nombres non multiples impairs de 3)............... ....

bobinage imbriqué en parallèle à connexions équipotentielles, du type usuel pour les machines à courant continu.

NOMBRE MINIMUM DE BOBINES. — Quand le rotor doit fonctionner en rotor à bagues à la petite polarité et en rotor en court-circuit à la grande polarité, il peut arriver que le nombre de bobines nécessaire à la petite polarité soit insuffisant pour établir des courts-circuits polyphasés à la grande polarité. Pour réaliser cette condition il faut que le nombre des bobines soit au moins égal aux 3/2 du nombre des pôles à la grande polarité; on aura alors, en effet, un fonctionnement en rotor triphasé à cette polarité. Pour parer à cette difficulté, on peut d'abord remarquer que si le nombre de phases est impair à la petite polarité (polarité à bagues) on peut toujours doubler ce nombre sans augmenter le nombre des bagues ; c'est ainsi qu'un rotor à montage

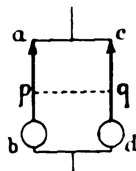


Fig. 23. — Schéma de bobines en parallèle comportant un court-circuit supplémentaire pour augmenter le nombre des phases à la grande polarité.

triphasé et un rotor à montage hexaphasé exigent le même nombre de bagues, bien que le second ait deux fois plus de bobines que le premier.

Courts-circuits supplémentaires. — Dans certains cas, on peut remédier à l'insuffisance du nombre des bobines en créant des courts-circuits supplémentaires de la manière suivante : soient (fig. 23) deux bobines ab et cd mises en parallèle, et supposons que chacune d'elles couvre à peu près la largeur d'un pas polaire à la grande polarité ; le court-circuit sera presque monophasé. Supposons maintenant que nous réunissions les milieux p et q des deux bobines mises en parallèle par une connexion supplémentaire. A la polarité p_b, cette connexion ne sera parcourue par aucun courant puisque les deux bobines ab et cd sont disposées de la même façon dans des champs identiques. Mais à la grande polarité, grâce à cette connexion, on a environ deux bobines en court-circuit par pôle, et, par conséquent, un court-circuit diphasé. Cette augmentation du nombre des connexions de mise en parallèle se réalise sans aucune difficulté dans le cas du bobinage imbriqué en parallèle.

E. Les quotients des deux nombres de paires de pôles par leur plus grand commun diviseur sont impairs, l'un d'eux étant égal à l'unité. — 1. CAS GÉNÉRAL. — Les procédés précédents sont en défaut quand, les deux nombres de paires de pôles étant impairs, l'un d'eux est égal à l'unité. Soit, par exemple, un moteur bobiné à deux pôles, devant fonctionner en court-circuit à six pôles.

Dans un moteur bipolaire, on ne peut mettre en court-circuit que deux bobines diamétralement opposées; les forces électromotrices induites dans ces deux bobines sont aux deux polarités égales et de sens contraires; la mise en parallèle de ces deux bobines ne donnerait donc lieu à aucun courant de court-circuit à six pôles. Il en serait de même si la deuxième polarité était 10 pôles, 14 pôles, etc.

Une solution est cependant possible, même dans ce cas. Considérons en effet un bobinage bipolaire devant être en court-circuit à 6 pôles. Supposons que le bobi-

nage bipolaire soit hexaphasé et monté en triangle ; le pas sera diamétral à 2 pôles et, par conséquent, triple du pas diamétral à 6 pôles, ce qui, au point de vue magnétique, est encore équivalent à un pas diamétral à 6 pôles. Si le bobinage est en deux couches, les deux bobines de chaque phase seront à volonté montées en série ou en parallèle, puisque cela n'a aucune influence sur le fonctionnement à 6 pôles ; mais le bobinage pourra être aussi un bobinage à un seul faisceau par entaille.

Sur le schéma de la figure 24, on a représenté la répartition du bobinage entre les six phases à la petite

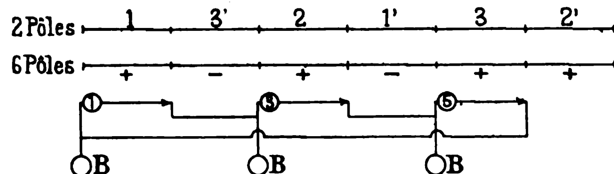


Fig. 24. — Diagramme de répartition des phases d'un bobinage à courant triphasé bipolaire en triangle dans un champ hexapolaire : B, bagues du rotor.

polarité et la division entre les six pôles (désignés par des signes + et —) à la grande polarité. On voit que les forces électromotrices induites à 6 pôles dans trois bobines décalées de $\frac{2\pi}{3}$ à 2 pôles et montées en triangle sont de même phase et s'ajoutent arithmétiquement, de sorte que la mise en triangle constitue une mise en court-circuit franc. (Pour ne pas compliquer la figure, on n'a pas représenté les conducteurs correspondant aux phases 1', 2' et 3'.)

Mais, comme le nombre des bobines est juste égal au nombre de pôles, ce court-circuit est monophasé et ne peut donner satisfaction.

Disposons alors sur le rotor, au lieu d'un seul bobinage en triangle, deux bobinages en triangle, les côtés de ces bobinages étant, dans le fonctionnement à deux pôles, décalés respectivement de 30° l'un par rapport à l'autre. Soient A B C, A' B' C' (fig. 25) les deux trian-

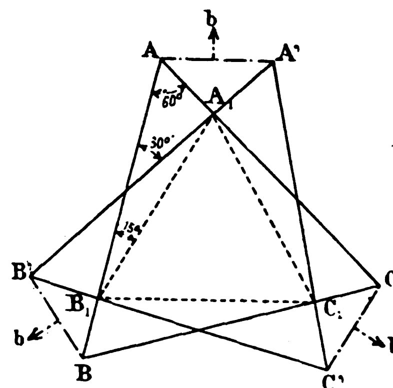


Fig. 25. — Diagramme vectoriel d'un bobinage bipolaire à douze phases groupées en double triangle : b, bague.

gles qui représentent vectoriellement les forces électromotrices induites dans ces deux bobinages. A 6 pôles, le déphasage des forces électromotrices induites dans les deux bobinages passera de 30° à $3 \times 30° = 90°$; on aura créé une mise en court-circuit diphasée du rotor.

La difficulté réside dans le fonctionnement à deux pôles, le rotor étant maintenant dodécaphasé à cette polarité ; on devrait, en principe, pourvoir le rotor de six bagues branchées aux six sommets des deux triangles ; mais, si l'on cherche à constituer un rotor en court-circuit à une polarité, c'est précisément pour réduire le nombre de bagues ; 6 bagues ne sont donc pas acceptables. Pour ramener ce nombre à trois, on connectera (fig. 26) les deux bobinages entre eux et aux bagues, aux points qui correspondent aux points de

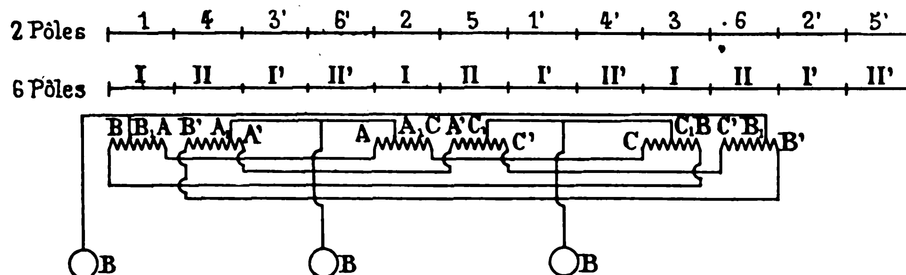


Fig. 26. — Diagramme de répartition des phases et schéma des connexions d'un bobinage bipolaire en court-circuit pour 6 pôles : B, bague de prise de courant.

rencontre A_1 B_1 C_1 des deux triangles (faire abstraction des jonctions AA', BB', CC' de la figure dont la signification sera expliquée ultérieurement).

Parmi les conducteurs d'un côté AB de l'un des triangles, les uns, correspondant à AB_1 seront parcourus par un courant A_1 B_1 (si l'on suppose le courant rotorique en phase avec la tension qui lui donne naissance); les autres, correspondant à B_1 B seront parcourus par un courant B_1 C_1. La force magnétomotrice des conducteurs de la phase sera la résultante des deux forces magnétomotrices correspondantes. Bien entendu, pour avoir, lors de la marche à deux pôles,

une répartition régulière des forces magnétomotrices, chaque encoche devra contenir des conducteurs de AB_1 et de B_1B en nombres proportionnels à ces deux longueurs. L'angle AB_1A_1 étant égal à 15°, on a

$$\frac{AB_1}{\sin 105°} = \frac{A_1B_1}{\sin 60°} = \frac{AA_1}{\sin 15°}, \quad \frac{AB_1}{0{,}966} = \frac{A_1B_1}{0{,}866} = \frac{AA_1}{0{,}259}$$

$$\frac{AB_1}{B_1B} = \frac{0{,}966}{0{,}259} = \text{sensiblement } \frac{15}{4}$$ ou encore, avec une approximation un peu plus faible, $\frac{11}{3}$.

Calculons la force magnétomotrice résultante d'une encoche ; elle est la résultante d'un vecteur $\overline{ba}$ (fig. 27) en phase avec $\overline{B_1A_1}$ et d'un vecteur $\overline{ac}$ en phase $\overline{C_1B_1}$ (et non avec $\overline{B_1C_1}$ à cause du sens inverse d'enroulement du bobinage de B_1 vers A et de B_1 vers B), ces

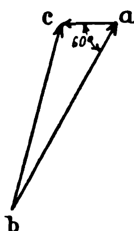


Fig. 27. — Diagramme des forces magnétomotrices d'un bobinage bipolaire en court-circuit pour 6 pôles.

deux vecteurs étant respectivement proportionnels aux nombres de spires correspondants, c'est-à-dire à 0,966 et à 0,259 ; l'angle en a est de 60°. Le triangle acb de la figure 27 est donc semblable au triangle AA_1B_1 de la figure 25 et l'on a

$$\frac{bc}{ac + ab} = \frac{A_1B_1}{B_1A + AA_1} = \frac{0{,}866}{0{,}966 + 0{,}259} = 0{,}707 \text{ (1)}.$$

La force magnétomotrice résultante n'est donc que 0,707 de la somme des forces magnétomotrices composantes. La figure 27 montre que pour le côté AB du triangle, la force magnétomotrice résultante $\overline{bc}$ est en phase avec la force électromotrice induite AB, de sorte que, dans le fonctionnement à deux pôles, la répartition des forces magnétomotrices du rotor est exactement dodécaphasée. Le coefficient de bobinage applicable, dans la marche à deux pôles, sera le produit de 0,707 par le coefficient de bobinage habituel des bobinages à 12 phases qui est 0,991, soit

$$0{,}707 \times 0{,}991 = 0{,}7$$

A 6 pôles, le coefficient de bobinage sera celui qui est habituel en diphasé, soit 0,901.

L'inconvénient du faible coefficient de bobinage à deux pôles disparaîtrait si l'on munissait le rotor d'un dispositif spécial de mise en court-circuit réunissant, à la fin du démarrage, les six sommets des deux triangles ABC, A'B'C', mais en général, comme nous l'avons dit, un tel dispositif ne sera pas acceptable. D'ailleurs, dans le cas d'adoption d'un dispositif spécial de mise en court-circuit, bien d'autres solutions seraient possibles.

2. Première variante de cette solution. — On pourrait aussi (1) prévoir trois bobinages auxiliaires AA', BB', CC' (en traits mixtes sur la figure 25) reliés aux trois bagues en leurs milieux. Les deux moitiés de chacun de ces bobinages seraient à deux pôles, parcourues par deux courants égaux mais qui ne seraient pas de signes contraires à cause du décalage de 30° des deux triangles ABC, A'B'C' ; le déphasage des courants dans les deux moitiés du bobinage auxiliaire serait de 150°. Calculons la force magnétomotrice de ce bobinage auxiliaire ; on a

$$AA' = AA_1\sqrt{2} = AB \times \frac{0{,}259\sqrt{2}}{0{,}966 + 0{,}259} = 0{,}3 \text{ AB}.$$

L'ensemble des trois bobinages auxiliaires comprend $\frac{3 \times 0{,}3}{6} = 0{,}15$ du nombre de spires total des deux triangles. Le courant dans le bobinage auxiliaire est $\sqrt{3}$ fois celui qui parcourt les côtés des triangles. Le rapport de la force magnétomotrice des bobinages auxiliaires à celle des triangles sera donc

$$0{,}15 \times \sqrt{3} \sin \frac{30°}{2} = 0{,}067.$$

La section de cuivre totale de ces bobinages auxiliaires est à celle des bobinages principaux dans le rapport

$$0{,}15\sqrt{3} = 0{,}259.$$

La diminution de l'utilisation de la place de l'encoche sera donc en définitive

$$\frac{1{,}067}{1{,}259} = 0{,}85,$$

résultat meilleur que celui fourni par la précédente solution.

On vérifierait aisément qu'à 6 pôles, ces bobinages constituent un court-circuit supplémentaire, car le triangle des trois forces électromotrices $\overline{AA_1}$, $\overline{A_1A'}$, $\overline{A'A}$ (fig. 28 a) se transforme à 6 pôles de la manière suivante : $\overline{AA_1}$ devient $\overline{DD_1}$ (fig. 28 b), $\overline{A_1A'}$ devient $\overline{D_1D'}$ et $\overline{A'A}$ devient $\overline{D'D_2}$. Comme D_2 et D sont réunis, il en résulte un court-circuit supplémentaire.

Le cuivre de l'encoche est donc complètement utilisé à 6 pôles.

(1) On vérifie aisément que ce rapport est égal à $\sqrt{2}$.

(1) Voir : Creedy. *Brevet anglais n° 175 306* du 5 août 1920, pages 12 et 25.

En résumé, l'utilisation du cuivre est, à 6 pôles, la même que dans la première solution ; elle est meilleure à 2 pôles, mais la première solution a le gros avantage de ne pas comporter de bobinage auxiliaire, dont la

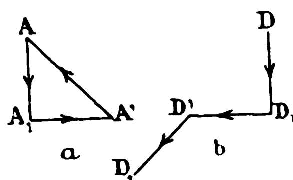


Fig. 28. — Diagramme des forces électromotrices induites dans le bobinage auxiliaire d'un bobinage bipolaire en court-circuit pour 6 pôles.

présence constitue une assez notable difficulté sur une partie tournante.

3. Deuxième variante de cette solution. — Enfin, la solution la meilleure consistera souvent à faire le sacrifice d'augmenter d'une unité le nombre des bagues et à faire sur le rotor un bobinage mixte triangle-étoile à deux pôles (fig. 29) avec quatre bagues connectées respectivement aux sommets du triangle et au centre de l'étoile. La répartition des phases à la périphérie demeure celle de la figure 26 ; le rapport des nombres de spires des deux bobinages est égal à $\sqrt{3}$. Le bobinage en triangle est par lui-même en court-circuit à 6 pôles ; pour court-circuiter le bobinage en étoile, on doit réunir en court-circuit les balais des quatre bagues. L'utilisation du cuivre est intégrale aux deux polarités (dodécaphasée à 2 pôles, diphasée à 6 pôles).

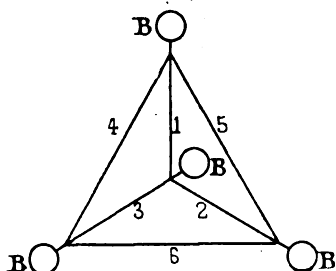


Fig. 29. — Diagramme des forces électromotrices induites dans un bobinage bipolaire en court-circuit pour 6 pôles, en triangle-étoile mixte : B, bagues.

Si l'on avait à construire un rotor bobiné à 2 pôles, en court-circuit pour 10 pôles, on exécuterait un bobinage à cinq phases montées en polygone qui seraient en court-circuit à 10 pôles comme le triangle à 6 pôles. Pour rendre ce court-circuit polyphasé, on devrait encore prévoir deux bobinages décalés l'un par rapport à l'autre de $\frac{90^\circ}{5} = 10^\circ$ à deux pôles. De même dans le cas de 2-14 pôles, il faudrait 7 phases et 7 bagues, etc. Il paraît impossible de réaliser un bobinage de ce genre avec trois bagues seulement pour 2 et 10 ou 14 pôles.

F. Exécution de rotors à bagues à une polarité, en court-circuit à une autre polarité, et présentant à cette dernière polarité, les caractéristiques des moteurs à double cage d'écureuil, système Boucherot. — 1. Cas général. — Il peut être intéressant, dans bien des cas, d'obtenir les caractéristiques des moteurs à double cage de M. Boucherot, aux polarités où le moteur démarre en court-circuit.

Ceci est possible dans certains cas ; ces bobinages comportent souvent des connexions de mise en parallèle de bobines qui ne sont parcourues par aucun courant dans la marche en moteur à bagues, et qui servent à établir le court-circuit dans la marche en moteur en court-circuit. Quand des connexions de ce genre existent, on peut les constituer par une résistance et une inductance en parallèle, de façon à obtenir la caractéristique de démarrage des moteurs à double cage. On peut réaliser la chose de la façon suivante : augmentons la hauteur radiale des tôles du rotor, de façon à pouvoir y poinçonner, suffisamment loin de l'entrefer pour ne pas gêner le passage du flux principal, des encoches doubles composées de deux encoches demi-fermées ordinaires reliées par une fente, comme l'indique la figure 30. La connexion inductive sera formée d'un certain nombre de spires (2 sur la figure 30), logées

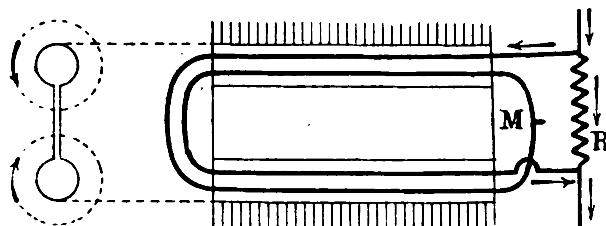


Fig. 30. — Connexion inductive permettant d'obtenir la caractéristique de démarrage des moteurs à double cage d'écureuil : R, résistance.

dans ces encoches. Une résistance est branchée entre les extrémités. Le trajet du flux est indiqué en pointillé ; il traverse la fente qui sépare les deux moitiés de l'encoche contenant les conducteurs parcourus par le courant en sens contraires. On peut donner à l'inductance telle valeur que l'on désire en agissant sur les dimensions de la fente.

2. Cas où les deux nombres de paires de pôles divisés par leur plus grand commun diviseur sont l'un pair, l'autre impair. — Les bobines sont, comme nous l'avons vu précédemment, groupées deux à deux en parallèle comme le montre la figure 31, où les lettres a et a', b et b', c et c', etc..., désignent les bobines mises en parallèle.

On a donc deux circuits, a b c d, a' b' c' d' qui sont parcourus en parallèle par le courant quand le fonctionnement est celui d'un moteur à bagues, de sorte qu'à

cette polarité il ne passe pas de courant dans les connexions de mise en parallèle, sauf les connexions extrêmes. A la deuxième polarité, ce sont au contraire ces connexions qui assurent la mise en court-circuit; elles peuvent donc être exécutées du type Boucherot. Pour les connexions extrêmes, la réunion à la bague ou au point neutre se fera au milieu M (fig. 30 et 31) de la partie inductive, de sorte que celle-ci étant parcourue

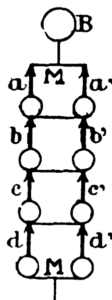


Fig. 31. — Montage des connexions inductives dans le cas où l'une des polarités est paire et l'autre impaire : B, bague.

moitié dans un sens, moitié dans l'autre par le courant allant à la bague ou au point neutre, aura une inductance nulle pour ce courant.

3. Cas où les deux nombres de paires de pôles divisés par leur plus grand commun diviseur sont tous les deux impairs. — On exécute un rotor du type en étoiles multiples étudié précédemment en remplaçant, pour la polarité où le démarrage doit se faire en court-circuit, les bagues et le rhéostat par des connexions inductives. En désignant comme précédemment les deux polarités par p_b et p_{cc}, le nombre des bagues est égal à p_{cc}.

Ceci n'est pas applicable dans le cas où p_b est égal à l'unité (moteur bipolaire).

Remarque. — Ces connexions seront, en général, d'une exécution assez difficile, et ne pourront être employées que pour de gros moteurs.

G. Bobinages en court-circuit de résistances différentes aux deux polarités. — On peut, dans certains cas, être amené à exécuter des bobinages en court-circuit qui soient peu résistants pour une polarité et très résistants pour une autre polarité. Ceci peut être intéressant, en particulier, pour obtenir le démarrage de moteurs en court-circuit avec un appel de courant aussi réduit que possible : on démarre par exemple avec un nombre de pôles double du nombre de pôles de marche normale et une cage résistante; puis, quand la demi-vitesse est atteinte, on passe au couplage normal pour lequel le rotor est peu résistant (1).

(1) Consulter sur ce sujet : Pestarini. *L'Elettrotecnica*, 25 janvier 1922, t. IX, p. 49-51. *Brevet français n° 490 893* du 19 juillet 1918 et *Brevet suisse n° 80 285* du 13 juillet 1918 de Brown, Boveri et Cie (Aichele), résumé dans la *Revue générale de l'Electricité*, du 6 octobre 1923, t. XIV, p. 509 (fig. 5). *Brevet anglais n° 223 332* du 28 juillet 1923, Parkinson. *Brevet anglais 237 168* du 11 août 1924 de Creedy.

VII. — **Utilisation, comme primaire, tantôt du stator, tantôt du rotor** (1). — Un procédé commode d'exécution de moteurs à polarités multiples avec secondaire en court-circuit à toutes les polarités consiste à utiliser comme primaire tantôt le stator, tantôt le rotor.

Si l'on a à exécuter un moteur à deux polarités seulement p_1 et p_2 ($p_2 > p_1$), on alimentera, par exemple, le stator par la ligne à la polarité p_1, ce stator étant bobiné de façon à être en court-circuit à la polarité p_2, et on alimentera le rotor par la ligne à la polarité p_2 pour laquelle il fonctionnera alors en primaire, le bobinage étant effectué de façon à être en court-circuit à la polarité p_1, où le rotor forme secondaire.

Dans le cas de trois polarités, on bobinera le stator pour être alimenté par la ligne à deux de ces polarités, suivant les schémas que nous décrirons plus loin, tout en étant en court-circuit à la troisième, le rotor servant de primaire à cette troisième polarité, et étant en court-circuit pour les deux autres.

Enfin, dans le cas de quatre polarités, le stator pourra servir de primaire à deux polarités, et le rotor, aux deux autres.

En général, quand il y a plus de deux polarités, deux au moins de ces polarités sont dans le rapport 2 (4/8 pôles, 6/12 pôles, etc.). Comme il est très facile, ainsi que nous le verrons, d'exécuter des bobinages triphasés à deux polarités doubles l'une de l'autre, un tel bobinage ne demandant que six bornes, on aura soin de grouper ensemble les polarités doubles l'une de l'autre. Ainsi, pour exécuter un moteur triphasé à 4, 6 et 12 pôles, on fera, par exemple, un stator bobiné pour 6 et 12 pôles, en court-circuit pour 4 pôles, et un rotor bobiné pour 4 pôles, et en court-circuit pour 6 et 12 pôles ; un tel rotor n'aura que 3 bagues, et le stator que 6 bornes, soit 9 points (non compris les bornes de ligne) dont les connexions devront être effectuées par l'appareil de manœuvre. Une des bagues du rotor peut être, en général, réunie en permanence à l'une des bornes du stator, ce qui réduit encore d'une unité le nombre des touches de l'appareil de manœuvre.

De même, pour exécuter un moteur triphasé à 4, 6, 8 et 12 pôles, on pourra construire le rotor avec six bagues pour alimentation directe à 6 et à 12 pôles et fonctionnement en court-circuit à 4 et à 8 pôles, et le stator pour alimentation directe à 4 et à 8 pôles et fonctionnement en court-circuit à 6 et à 12 pôles. Dans ce dernier cas, une difficulté se produira pour la marche en court-circuit à 12 pôles, car un bobinage ordinaire à 4-8 pôles donnerait un court-circuit monophasé à 12 pôles ; le bobinage spécial à 2 pôles, en court-circuit pour 6 pôles (ou à 4 pôles en court-circuit pour 12 pôles) que nous avons étudié, ne convient pas ici à cause du fonctionnement à 8 pôles. Ceci oblige à augmenter le nombre des bornes du stator pour mettre en court-circuit des points supplémentaires.

Souvent, il est intéressant d'alimenter le rotor par la

(1) *Brevet anglais n° 143 600* du 20 février 1919 de Creedy et *Brevet français n° 543 879* du 24 novembre 1921 de Ernstein.

ligne même dans le cas de démarrage à bagues ; il arrive, en effet, que des couplages de bobines donnant les phases voulues aux différentes polarités, soient réalisables avec un nombre de bornes limité, mais que ces couplages conduisent à des inductions extrêmement variables dans l'entrefer. Comme, en pratique, pour avoir un fonctionnement satisfaisant, on est obligé de conserver une induction à peu près constante dans l'entrefer à toutes les polarités, on est amené à adopter des couplages différents conduisant souvent à un bien plus grand nombre de bornes. Si, au contraire, on alimente le stator à une polarité et le rotor à l'autre, on bobinera l'un et l'autre suivant le mode de couplage le plus simple, et on choisira le nombre de spires du stator de façon à avoir une induction satisfaisante à la polarité où le stator est alimenté par la ligne, et de même, le nombre de spires du rotor de façon à avoir l'induction voulue à l'autre polarité où la ligne alimente le rotor.

Les tensions appliquées anx rhéostats de démarrage seront alors très différentes dans les deux cas, mais ceci ne sera qu'un assez minime inconvénient.

Très souvent il est difficile, même en employant des bobinages séparés aux différentes polarités, de trouver un nombre d'encoches qui s'accorde avec les nombres de pôles requis, à moins d'adopter un nombre d'encoches très élevé. L'alimentation comme primaire, soit du stator, soit du rotor, facilite considérablement la solution du problème, car on choisit alors pour le stator et le rotor des nombres d'encoches correspondant aux polarités où ils doivent respectivement fonctionner comme primaire, la marche comme secondaire en court-circuit n'imposant sous ce rapport aucune obligation spéciale

Quelquefois aussi, le nombre d'encoches choisi pour exécuter un bobinage primaire à une polarité pourra convenir pour un secondaire bobiné à la deuxième polarité, à condition de choisir un nombre de phases différent de celui de la ligne, et, par conséquent, inadmissible comme primaire. Ou bien encore, le bobinage primaire pourra facilement se transformer à la seconde polarité en un bobinage de nombre de phases différent, et, par suite, difficilement admissible comme primaire.

Bien entendu, l'alimentation du rotor par la ligne ne sera jamais admissible dans le cas de moteurs à haute tension.

VIII. **Utilisation de deux bobinages statoriques donnant chacun plusieurs vitesses.** — Pour les moteurs à polarités nombreuses (5 ou 6 polarités), on est généralement amené à combiner le système précédent avec l'utilisation de deux bobinages sur le stator. Si l'on a à construire un moteur à 6 polarités p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, on se servira, par exemple, d'un premier bobinage statorique S_1 comme primaire pour les polarités p_1 et p_2, d'un deuxième bobinage statorique S_2 pour les polarités p_3 et p_4 et du bobinage rotorique pour les polarités p_5 et p_6. Le bobinage rotorique servira de secondaire en court-circuit pour les polarités p_1 à p_4, et, par exemple, S_1 pour p_5 et S_2 pour p_6. Les bobinages S_1 et S_2 destinés à servir chacun de primaire à deux polarités et de secondaire en court-circuit à une autre polarité, comportent forcément des circuits fermés ; il faut alors veiller à ce que les circuits fermés de S_2 ne donnent pas lieu à des courants de court-circuit gênants aux polarités où S_1 agit comme primaire, et réciproquement. Plusieurs procédés peuvent être employés pour éviter cette induction mutuelle nuisible : on peut, par exemple, donner à S_2 un pas qui soit égal au double pas polaire de certaines des polarités où S_1 agit comme primaire ; la force électromotrice induite dans chaque spire de S_2 par le flux excité par S_1 sera alors nulle. On peut aussi, si p_1 et p_2 (S_1 primaire) sont pairs et p_3 et p_4 (S_2 primaire) impairs, monter les bobines diamétralement opposées de S_1 en série ; dans ces conditions, les forces électromotrices induites dans ces deux bobines aux polarités p_1 et p_2 s'ajouteront et s'annuleront au contraire l'une l'autre pour p_3 et p_4. Inversement, pour S_2, on montera les bobines diamétralement opposées en série et en opposition.

Souvent, la puissance requise croît plus vite que la vitesse (commande des hélices de navires, de pompes centrifuges, de ventilateurs, etc.), de sorte que la puissance est relativement très réduite aux vitesses autres que la grande vitesse. On peut alors [1] établir un stator à deux bobinages S_1 et S_2 qui fonctionnent en parallèle à la grande vitesse (polarité p_1), de sorte que tout le cuivre est utilisé à cette vitesse, et qui donnent chacun une autre vitesse, S_1 donnant la polarité p_2 ($p_2 > p_1$) et S_2 la polarité p_3 ($p_3 > p_1$) ; à ces deux dernières vitesses, la puissance demandée étant beaucoup plus réduite, on peut sans inconvénient n'utiliser qu'une partie du cuivre du stator. Quelquefois, il sera préférable de coupler les deux bobinages en parallèle à la petite vitesse, si le couple maximum doit être fourni aux allures lentes.

On devra veiller à ce que les fuites des deux bobinages soient égales entre elles [2] pour obtenir une égale répartition du courant entre eux à la polarité où ils sont couplés en parallèle On peut aussi, dans certains cas, coupler en parallèle entre elles les bobines de chacun des deux bobinages, et coupler les deux bobinages en série à la polarité où ils doivent tous deux être en circuit.

IX. **Utilisation du fonctionnement en moteur synchrone à champ double.** — Bien que cette utilisation ne rentre pas exactement dans le cadre de cette étude, et soit d'ailleurs d'une application peu fréquente, il paraît utile de signaler ici la possibilité d'utilisation du fonctionnement en moteur synchrone à champ double pour augmenter d'une unité le nombre des vitesses de fonctionnement et quelquefois pour

[1] *Brevet allemand n° 338 550* du 1er juillet 1917 des Siemens-Schuckert Werke.

[2] Voir le brevet Siemens-Schuckert.

obtenir des vitesses qui ne pourraient pas être réalisées autrement.

On connaît le principe du moteur synchrone à champ double dû à M. Boucherot [1] : considérons un moteur asynchrone à champ tournant, à rotor bobiné pour une tension égale à celle du stator. Entraînons par un procédé quelconque ce moteur à une vitesse double de celle du synchronisme et, à ce moment, appliquons la tension de la ligne aux bornes du stator et aux bagues du rotor, en ayant soin que le champ tournant du stator tourne dans le sens du mouvement, et que celui du rotor tourne par rapport au rotor en sens inverse du mouvement. Les deux champs tourneront alors dans l'espace exactement à la même vitesse absolue et le moteur s'accrochera comme un moteur synchrone ordinaire. La théorie de ce moteur est bien connue [2] et nous ne la reprendrons pas ici. L'inconvénient de ce moteur est la difficulté de l'amener à sa vitesse de régime. Sa capacité de surcharge en couple est excellente, à peu près double de celle du moteur asynchrone correspondant.

L'utilisation de ce principe peut être effectuée de la façon suivante : soit, par exemple, à exécuter un moteur ayant trois vitesses : 1 500, 1 000, 500 t : mn, avec du courant à 50 p : s. Nous construirons un moteur ayant au stator et au rotor un bobinage à 4 et à 12 pôles; ce moteur aura, en fonctionnement en moteur asynchrone ordinaire, les deux vitesses de 500 et de 1 500 t : mn au glissement près. Si pendant le démarrage sur le couplage à 4 pôles au moment où le moteur passe à la vitesse de 1 000 t : mn, nous revenons au couplage à 12 pôles, en alimentant par la ligne, avec le sens convenable des connexions, le rotor en même temps que le stator, nous accrocherons le moteur en moteur synchrone à champ double à 1 000 t : mn et nous aurons ainsi réalisé la troisième vitesse demandée.

On pourrait, avec un champ à 10 pôles et du courant à 50 p : s, réaliser la vitesse de 1 200 t : mn intermédiaire entre les vitesses normales des moteurs asynchrones à 4 et à 6 pôles.

On voit que, pour les applications faisant l'objet de cette étude, on rendra le démarrage possible en construisant le moteur en moteur asynchrone à deux vitesses dont l'une sera la moitié de celle en moteur synchrone, et dont l'autre sera supérieure à la vitesse en moteur synchrone.

X. **Utilisation du phénomène de Görges.** — Tous les électriciens savent qu'un moteur asynchrone ayant un secondaire bobiné peu résistant, dont une phase est coupée — de sorte que ce secondaire devienne monophasé — n'atteint pas la vitesse du synchronisme, et n'accélère que jusqu'à la demi-vitesse; celle-ci constitue pour lui un pseudo-synchronisme.

Toutes les fois que parmi les vitesses demandées à un moteur à polarités multiples, il s'en trouve deux doubles l'une de l'autre, si le secondaire doit être bobiné pour démarrage sur résistances, on peut obtenir la plus petite de ces deux vitesses en couplant le primaire du moteur pour la plus grande des deux et en coupant une ou plusieurs phases au secondaire de façon à le rendre monophasé.

Ceci n'a, en réalité, qu'un intérêt purement théorique, car on sait que le primaire renvoie alors sur la ligne des courants de basse fréquence, fréquence qui correspond au glissement par rapport au pseudo-synchronisme. Ceci est évidemment toujours inadmissible et enlève tout intérêt pratique à cette méthode.

(A suivre.)

H. DE PISTOYE.

Revues, analyses et informations

Les lampes en silice pour la radiotélégraphie [3].

La silice présente pour son emploi dans la constitution des lampes les propriétés suivantes :

1° Point de ramollissement élevé (de 1500° à 1700°C) ;

2° Faible coefficient de dilatation ;

3° Facilité de fabrication de formes assez compliquées ;

4° Facilité d'ouverture de l'ampoule pour les réparations ;

5° Bon isolement ;

6° Diathermanéité élevée ;

7° Faibles pertes diélectriques aux hautes fréquences.

Un point important dans la construction de ces lampes est l'entrée des conducteurs. Le joint est formé d'un bouchon de plomb fondu dans le vide, dans un tube de silice à parois épaisses. Dans ces conditions le plomb adhère à la silice et forme un joint étanche. Ce joint doit être constamment refroidi pour ne pas se détériorer à l'usage. Les électrodes sont en tungstène ou en molybdène et le filament, toujours en tungstène. La grille est constituée, en général, d'un cadre en molybdène avec une spirale ou un grillage en tungstène ou en molybdène. L'anode, lorqu'elle est du type à radiation, est cylindrique; elle est formée d'un fil de molybdène tressé à la façon d'un fond de panier. Pour réparer ces lampes, on sépare du corps de l'ampoule une des calottes terminales au moyen d'une meule en carborundum. Pour faire le vide dans la lampe on commence par faire passer un courant d'hydrogène tandis qu'elle est portée à 750° C, ce

(1) P. BOUCHEROT; Moteurs à courants polyphasés, à induits fermés sur eux-mêmes, *Bulletin de la Société française des Electriciens*, février 1898. t. XV, p. 68-79.

(2) Voir par exemple ARNOLD. *Machines d'induction*, p. 555 de la traduction française.

(3) H. MORRIS AIREY, G. SHEARING, et H.-G. HUGHES, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, août 1927, t. LXV, p. 786-790, 3 500 mots, 7 figures.

qui assure le nettoyage de toutes les parties, après assemblage. Ensuite, le vide est fait et la lampe subit le chauffage ordinaire. La fermeture de la lampe est faite à l'arc électrique.

Pour les lampes d'une puissance de plus de 15 kw, la dissipation d'énergie par radiation n'est plus suffisante. On refroidit alors la lampe soit extérieurement soit intérieurement, par un procédé artificiel tel que le refroidissement dans un bain d'huile ou par circulation d'eau et d'huile dans un serpentin entourant l'anode.

La tension du circuit de plaque de ces lampes varie de 8000 à 11 000 v pour une puissance de 2 à 5 kw et de 12 000 à 14 000 v pour les puissances supérieures. La plupart des mises hors service sont dues à un filament brûlé; il y a très peu de cas de vide devenant imparfait et la cause en est généralement due à une mauvaise extraction des gaz, en cours de fabrication.

Cette communication a été suivie d'une discussion relative à la puissance qui peut être mise en jeu dans ces lampes en silice; les auteurs ont ensuite insisté sur l'avantage qu'elles présentent du fait qu'elles peuvent être réparées quatre à six fois pour une dépense égale à 20 ou 25 pour 100 du prix d'achat. En outre, ce type de lampe est loin d'en être à son développement final.

M. Gossling a mis en parallèle les lampes en silice et les lampes de grande puissance en métal et verre. Enfin, M. L.-C. Grant signale l'emploi de lampes en silice pour produire commercialement du courant alternatif à 50000 p : s pour des fours électriques.

Plusieurs interlocuteurs ont aussi agité la question de la transparence des ampoules de silice aux rayons X. Mais il semble résulter de cette discussion qu'il n'y aurait pas à craindre d'accidents de ce côté, les radiations émises étant très faibles. — J. S.

Les essais de réception des matériaux isolants (1).

L'auteur ayant eu l'occasion au cours de recherches sur les matériaux isolants d'utiliser les méthodes d'essai préconisées par différents expérimentateurs expose, dans cet article, quelques observations sur ces méthodes. Il estime qu'en général la durée d'essais de réception de matériaux isolants ne devrait pas excéder 24 heures.

Dans la question des essais des huiles minérales, dont les conditions sont définies par la British Standard Spécification n° 148, la pierre d'achoppement est l'essai de formation de dépôts. Comme il est rien moins que certain qu'un tel essai d'une durée de 24 heures seulement puisse renseigner exactement sur la façon dont se comportera l'huile en service prolongé à une température moindre que celle de l'essai, il serait préférable, dans les conditions actuelles, de ne pas procéder à cet essai. Pour ce qui est de la tension de perforation, d'après les expériences de l'auteur, la tension minimum de 22 000 v pour un éclateur normalisé pourrait être portée à 30 000 v, ce qui entraînerait des économies dans la construction de l'appareillage pour haute tension dans l'huile par la diminution des longueurs de lignes de fuite. D'autre part il y a lieu de signaler une omission importante dans la spécification citée, à savoir l'absence de toute indication relative aux méthodes de détection ou de mesure de l'humidité d'une huile.

La deuxième catégorie de matériaux isolants examinés par l'auteur dans l'article est celle des compounds bitumineux pour lesquels il n'existe pas encore de spécification normalisée. Les caractéristiques principales de ces matériaux à déterminer par essais sont la température de fluidité, la contraction, l'adhérence et la souplesse, la rigidité diélectrique, l'absence d'acides organiques, la résistance à l'attaque par les acides, les bases, les huiles et l'eau. Enfin on doit déterminer leur densité par une méthode de « perte de poids par immersion ».

On désigne par température de fluidité d'un compound la température à laquelle sa viscosité est de 240 secondes à travers un ajutage de 3,96 mm de diamètre. La longueur de l'ajutage a un effet sur la mesure et l'auteur recommande d'adopter une longueur de 3,17 mm.

Pour la détermination de la contraction il propose une méthode destinée à remplacer celle du « récipient de ferblanc » actuellement en usage et qui a l'inconvénient de procéder par mesures de volumes, toujours délicates à effectuer et dans lesquelles les erreurs peuvent s'ajouter. Dans sa méthode l'auteur procède comme il suit : déterminer le poids, au point de ramollissement, de 50 cm³ du compound essayé et calculer le volume occupé par ce poids à la température normale d'après la densité. Un simple calcul permet alors de determiner la contraction. Cet essai ne demande que quelques minutes et peut même être fait parallèlement avec celui de détermination du point de ramollissement.

Au point de vue de l'adhérence et de la souplesse, ce sont deux qualités en général intimement liées entre elles. La souplesse pourrait être exprimée en fonction de l'angle suivant lequel peut être pliée une même plaque du produit sans cassure, les dimensions de la plaque et la vitesse de pliure étant normalisées.

Pour ce qui est de la rigidité diélectrique, l'auteur estime qu'aucune des méthodes actuelles n'est bonne. Il propose l'emploi d'un appareil constitué d'une électrode hémisphérique de 5 cm de diamètre, montée sur un micromètre à rochet isolé dans un support qui porte une petite enclume plate de 1 cm de diamètre formant l'électrode mise à la terre. La pièce essayée se compose d'une feuille de ferblanc de 150 mm × 75 mm et de 0,39 mm d'épaisseur, mesurée en 10 points distants de 25,4 mm du bord et repérés sur une des faces. On verse sur l'autre face du compound chaud, de façon à former une pellicule de 0,127 mm d'épaisseur. Après refroidissement et durcissement du compound on place successivement chaque point repéré sur l'électrode de terre, on amène l'électrode hémisphérique au contact (jusqu'à glissement du rochet), et on lit au moyen du micromètre l'épaisseur totale de la plaque et de la couche de compound. On applique alors la tension jusqu'à perforation de la couche de compound et on calcule la rigidité diélectrique, en volts par millième de pouce (0,0254 mm), comme entre deux électrodes plates, vu que l'épaisseur de la couche de compound n'est qu'une très petite fraction du diamètre de l'électrode hémisphérique.

Pour la détermination de l'acidité, l'auteur pense qu'une méthode utilisant un volume défini d'un indicateur chimique déterminé par unité de poids de compound et spécifiant que cet indicateur ne devrait pas changer de couleur pendant l'essai, serait préférable à celle comportant la dissolution du compound dans l'alcool et la détermination du degré d'acide par une liqueur titrée de potasse.

Enfin, pour l'effet des acides, bases, etc., elle est mesurée en plongeant dans une solution d'acide borique, etc. de concentration donnée, une baguette de cuivre recouverte d'une mince couche de compound et une plaque de zinc on note alors la déviation produite dans un millivoltmètre de résistance connue au début et à la fin d'une période d'immersion de 24 heures. — J. S.

(1) Lionel-G. Hill. *The Electrician*, 22 juillet 1927, t. xcix, p. 100-102, 3 500 mots, 2 figures.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Electricité de Strasbourg.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 27 MAI 1927.

D'après le rapport de la direction concernant l'exercice 1926 de cette société au capital de 70 millions de francs, et dont le siège est à Strasbourg, 1, rue du 22-Novembre, l'année 1926 a marqué un nouveau développement de l'entreprise, tant par suite de l'augmentation de ses moyens de production que par suite de nouvelles installations et de la progression de la vente d'énergie.

La nouvelle usine génératrice du port du Rhin, qui doit doter la région d'un outil moderne pour la production thermique de l'énergie électrique, a été construite et actuellement elle peut fournir du courant. La première pierre de l'usine a été posée le 6 septembre 1925 et les constructions pour la première étape étaient pour ainsi dire achevées en décembre 1926 : la première chaudière a pu être allumée le 23 décembre et la turbine n° 1, de 16 000 kw, a fonctionné pour la première fois le 25 décembre. Pour achever la première étape de cette usine, il ne restait plus qu'à terminer le canal d'amenée d'eau de réfrigération, le montage de la turbine n° 2, de 25 000 kw, et quelques installations accessoires. C'est aujourd'hui chose faite et l'inauguration de la première étape d'aménagement de l'usine a eu lieu dernièrement, le 1[er] octobre 1927 (1).

D'autres travaux ont été aussi exécutés sur les installations déjà existantes :

A l'usine de la rue de Molsheim, on a remplacé au tableau 13 000 v toute une série de disjoncteurs, afin d'augmenter leur puissance par suite des nécessités inhérentes à la marche en parallèle des deux usines et on a installé et mis en route un groupe synchrone de 7 500 kv-A pour la compensation de phase.

Des travaux importants de pose de câbles ont eu lieu pour relier les deux usines ainsi que pour les joindre au poste de la Holzmatt.

Les travaux dans le réseau de la ville de Strasbourg ont consisté principalement dans l'achèvement du poste souterrain de la place de la Gare et dans la pose d'une série de câbles à la périphérie de la ville pour satisfaire aux raccordements industriels ou aux raccordements de quartiers et de maisons récemment construits. On a également commencé la construction du poste Fustel-de-Coulanges sur la place de la Bourse, poste devenu nécessaire par l'augmentation sensible de la vente d'énergie dans cette région : il constituera un des centres de distribution les plus importants du réseau de la ville.

Il a été, en outre, établi une artère principale entre l'usine du port du Rhin et le bassin de l'industrie ainsi qu'un nouveau poste au bassin des remparts, poste qui est raccordé sur la boucle à 13 000 v autour de la ville. La construction de ces différents postes et de ces diverses jonctions était indispensable pour assurer la fourniture d'énergie qui est demandée de façon toujours croissante dans le réseau de la ville.

Dans le réseau extérieur, les postes de Fegersheim, Merkwiller et Wissembourg, qui facilitent l'exploitation et contribuent à la bonne marche du réseau, ont été terminés.

Le programme d'électrification de communes a été continué. Dans le courant de 1926 on a raccordé au réseau général 36 communes ou annexes de communes, de sorte que, par suite de ces raccordements, la société desservait, au 31 décembre 1926, 383 communes; dans ce total sont comprises la ville de Strasbourg et 14 communes en territoire badois.

Outre les raccordements de nouvelles communes, la société a appliqué ses efforts au développement de plus en plus intensif de l'utilisation de l'électricité; elle a fait des campagnes particulières pour le développement des applications domestiques de l'électricité. C'est ainsi qu'elle a pu placer, dans le courant de l'année, 311 chauffe-eau d'une contenance de 43 987 litres, correspondant à une puissance de 666 kw, ce qui porte le nombre des chauffe-eau à accumulation actuellement installés dans le réseau à 917, d'une capacité totale de 124 540 litres et d'une puissance totale de 1 470 kw. Ce résultat a été obtenu après cinq ans de propagande et a occasionné, pour 1926, une vente spéciale d'énergie de 1 646 478 kw-h.

Une campagne spéciale a été commencée pour la cuisson électrique, dont le résultat a été l'installation, au cours de l'année, de 403 réchauds et cuisinières avec une puissance raccordée de 1 110 kw. Cette propagande s'est surtout développée dans les campagnes où le gaz n'est pas encore introduit, ce qui a permis de vendre, en 1926, une énergie de 477 967 kw-h pour la cuisson.

Une autre application de l'électricité qui retient l'attention est celle de l'utilisation du courant de nuit et du courant d'été pour les machines frigorifiques; l'énergie vendue en 1926 pour ces machines a été de 460 358 kw-h. Les efforts de la société tendent surtout actuellement à obtenir des constructeurs la mise au point d'un matériel d'une sécurité absolue, d'un emploi et d'un entretien faciles et économiques.

Enfin, un service qui étudie particulièrement l'emploi rationnel de l'éclairage dans les magasins, bureaux, salles de cours, de réunions, etc., a été organisé.

La vente totale de l'énergie en 1926 a été de 109 920 627 kw-h contre 101 026 840 kw-h en 1925, soit une augmentation de 9 pour 100.

Les tarifs de vente de l'énergie électrique ont subi les variations suivantes, du fait des variations des prix de charbon et de la variation du salaire horaire moyen par

(1) Voir dans ce numéro, page 137 du « Bulletin R. G. E », la note concernant cette inauguration.

agent de l'entreprise, cette dernière réglée d'après les chiffres indices de la ville de Strasbourg :

1er trimestre....	lumière :	1,35 fr,	énergie, basse tension :	0,71 fr
2e Id.	Id.	1,40	Id.	0,75
3e Id.	Id.	1,45	Id.	0,77
octobre.........	Id.	1,55	Id.	0,83
novembre et décembre.......	Id.	1,65	Id.	0,88

La majoration intervenue à partir du 1er novembre est le résultat d'un accord spécial avec la ville de Strasbourg, approuvé par l'autorité supérieure.

Pour satisfaire aux besoins de la trésorerie, mise à l'épreuve par la construction de l'usine du port du Rhin, la société a dû, dans le courant de l'exercice 1926, procéder à plusieurs opérations financières.

L'augmentation de capital de 50 à 70 millions de francs, décidée par l'assemblée générale du 30 avril 1926, a été réalisée avec un plein succès.

Une émission de bons à 8 pour 100 d'une valeur nominale totale de 35 millions de francs a été effectuée en juillet 1926 au taux de 440 fr pour une valeur nominale de 500 fr. Cette émission a pu être réalisée grâce au concours de la Société générale alsacienne de Banque avec la collaboration des principales banques locales, ainsi que celle de la Société générale.

Enfin il a été émis en octobre 1926, en Suisse, pour 5 millions de francs suisses d'obligations à 7 pour 100 au taux de 95 pour 100. Cette émission a été largement couverte grâce au concours du Crédit suisse.

Au point de vue exploitation, la société dispose actuellement d'une puissance de 55 380 kw.

Le réseau de distribution comprend le réseau de ville, avec 772 km de lignes et le réseau extérieur, avec 2 283 km de lignes.

Le nombre de villes et communes desservies est de 384, pour une population de 521 790 habitants, y compris la ville de Strasbourg.

La consommation en 1926 a été de 6 561 454 kw-h pour la lumière et de 57 515 307 kw-h pour la force motrice.

La puissance maximum demandée par le réseau a été de 37 500 kw, à la date du 6 janvier 1926.

Au point de vue financier, l'examen du compte de profits et pertes montre que le bénéfice net pour l'exercice s'élève à 6 115 908,65 fr.

Après répartition d'un premier dividende de 4 pour 100 aux actions, soit 2 000 000 fr, il est prélevé 7,5 pour 100 sur le solde de 4 115 908,65 fr, soit 308 963,15 fr qui sont attribués au conseil.

Le reste, soit 3 807 215,50 fr, permet de distribuer un premier dividende supplémentaire de 4 pour 100 aux actions, soit 2 000 000 fr, de prendre à la charge de la société l'impôt correspondant à 8 pour 100 net d'impôt sur le revenu, soit 878 048,78 fr et de doter le fonds de stabilisation du dividende d'une somme de 500 000 fr.

Sur le solde, soit 429 166,72 fr, moitié de cette somme est versée à la ville de Strasbourg et le reste, auquel s'ajoute le report de l'exercice 1925, soit au total 235 618,86 fr, permet de répartir un second dividende supplémentaire de 2 pour 100, soit 1 000 000 fr. Après déduction de 878 048,78 fr d'impôts, il reste une somme de 113 667,64 fr qui est reportée à nouveau.

L'attribution ci-dessus n'est calculée que pour un capital de 50 millions de francs. Le capital correspondant aux 20 millions de francs souscrits en 1926 n'est pas rémunéré sur les résultats de l'exercice, mais il a droit pour cet exercice entier à un intérêt égal à celui de l'ancien capital. Cet intérêt est pris sur le compte provision pour dividende intercalaire qui a été ouvert à cet effet.

Le dividende proposé est donc de 10 pour 100 pour chaque action de 1 250 fr, payable sous déduction des impôts, soit à raison de 102,50 fr par action nominative et 89,60 fr par action au porteur, le 1er juillet 1927, contre remise du coupon n° 27.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif.

	fr
Bâtiment d'administration moins amortissements	723 174,77
Maisons ouvrières	1 323 227,17
Terrains	953 518,17
Usines rue de Molsheim et Port du Rhin	73 072 952,44
Réseau ville	42 172 955,07
Réseau extérieur	61 783 752,95
Réseau badois	3 346 055,12
Mobilier moins amortissements	375 721,68
Matériel d'éclairage public	1 »
Automobiles moins amortissements	130 280,91
Ateliers et outillage moins amortissements	395 453,31
Matériel d'exploitation et marchandises	9 096 259,97
Stock de combustibles	446 683,35
Installations en location	20 829,50
Cautions	60 762 »
Titres et participations	7 943 163 »
Assurances	141 098,20
Caisse	18 324,32
Débiteurs :	
Banques	37 106 100,05
Divers	17 466 049,65
Cautionnements	pour mémoire.
	256 576 362,63

Passif.

	fr
Capital-actions au 1er janvier 1926	50 000 000 »
Emission 1926	20 000 000 »
Obligations :	
à 4,50 pour 100, année 1901	1 200 000 »
à 4 pour 100, année 1910	2 853 750 »
à 4,50 pour 100, année 1912	4 767 500 »
à 4,50 pour 100, année 1914	3 822 500 »
à 5 pour 100, année 1920	12 670 000 »
Bons à 8 pour 100, année 1926	35 000 000 »
Emprunt suisse à 7 pour 100 1926	30 669 533,80
Fonds de réserve légale	10 531 846,44
Fonds de renouvellement	8 219 434,33
Fonds de réserve spéciale	100 000 »
Fonds de stabilisation du dividende	1 154 380,85
Réserve spéciale pour dépréciation du stock de matériel	653 138,25
Amortissement. Immobilisations	24 210 448,17
Obligations sorties au tirage et non remboursés	1 220 250 »
Coupons d'obligations restant à payer	539 199,60
Dividendes non réclamés	35 229,70
Provision pour dividende intercalaire sur actions nos 40 001 à 56 000	2 000 000 »
Cautions des abonnés	734 142,25
Créditeurs	34 736 360,04
Provision pour affaires litigieuses	480 464,43
Fonds de la caisse de pensions	4 841 240,62
Cautionnements	pour mémoire.
Profits et pertes :	
Report de 1925	21 035,50
Bénéfice net de 1926	6 115 908,65
	256 576 362,63

SECTION DE LÉGISLATION

Chute d'un fil dépendant d'une concession de distribution d'énergie électrique

Accident. Question de compétence (Jugement du Tribunal civil du Havre du 11 mars 1927)

L'auteur profite de l'occasion qui lui est donnée de reproduire une décision récente (*) pour préciser, dans une vue d'ensemble, les difficultés d'ailleurs fréquentes que présente relativement à un accident survenu dans une exploitation concédée, la question de compétence.

I. Faits ayant donné lieu au procès. Principes à appliquer. — Un ballon, lancé par un enfant dans un jeu de foot-ball, rencontre un isolateur soutenant un fil électrique qui tombe par terre et, quelques minutes après, le contact électrocute un cheval : le procès en réparation du préjudice est intenté contre la compagnie par le propriétaire de l'animal, à raison de ce qu'ayant les fils sous sa garde, elle est responsable des accidents en vertu de l'article 1384 du Code civil. L'instance est portée devant le tribunal civil. Cette juridiction est-elle compétente? Un accident banal engendre ainsi un procès compliqué, et tout distributeur menacé d'avoir à subir le même sort a intérêt à connaitre les détours de la procédure; les réflexions suivantes paraissent s'imposer :

1° Tout d'abord, il semble étrange que la compagnie ait été assignée et non pas le père de l'enfant : elle n'a aucune faute à se reprocher ; c'est la balle lancée par le jeune B... qui a brisé le potelet en le rencontrant dans une trajectoire regrettable ; c'est donc le père du mineur qui aurait dû être assigné en réparation du préjudice, car les parents sont responsables des dégâts causés par leurs enfants (article 1384) : mais on hésite à intenter une instance contre une personne dont la solvabilité peut être sujette à caution; de plus, c'est faire acte de bonne camaraderie entre particuliers, que de considérer, de prime abord, les compagnies comme seules responsables.

2° Mais quand les demandeurs ont fait leur choix et décidé qu'ils attaqueront la compagnie qui occupe la voie publique au moyen d'un ouvrage dont l'exploitation lui a été concédée, ils doivent se décider entre le tribunal civil et le conseil de préfecture. Généralement, ils ont une préférence marquée, et quelquefois irraisonnée, pour la juridiction de droit commun ; il faut y voir un souvenir de la défiance que la juridiction administrative a inspirée aux plaideurs pendant le cours du XIXe siècle, alors que l'organisation d'une responsabilité pécuniaire à la charge, soit des fonctionnaires, soit de l'Etat ou des départements et communes, apparaissait comme une sorte de lèse-majesté. Aujourd'hui, la jurisprudence s'est profondément modifiée, et on peut dire que, même devant la juridiction administrative, les victimes d'un accident ou d'un dommage trouvent une protection salutaire et efficace (1).

Mais, en pareille matière, il ne s'agit pas de consulter simplement les préférences que l'on peut avoir; il faut suivre les règles qui sont fixées par la jurisprudence et que l'on peut résumer comme il suit.

a) Si l'accident provient d'un vice dans l'établissement ou d'une négligence dans l'entretien de l'ouvrage

(*) Le texte de cette décision du Tribunal civil du Havre, du 11 mars 1927, a été reproduit par la *Semaine juridique*, nos 33-34 du 25 août 1927; affaire contre Société L'Energie électrique Lebon et Cie; MM. Berriaud, président, Ledoux, substitut, Lenglet et Le Henaff, avocats.

(1) Consulter sur ce point, le *Traité du Contentieux administratif* (édition de 1927) de Jean Appleton, notamment dans le n° 236 (cumul de la responsabilité du fonctionnaire et de celle de l'Administration) où il cite l'arrêt bien connu du 26 juillet 1918 (*Recueil mensuel de Dalloz*, 1918, troisième partie, p. 9, affaire Lemonnier contre commune de Roquecourbe) qui évite à la victime le danger de l'insolvabilité de l'auteur de l'accident ; dans le n° 238, où il démontre qu'en matière d'actes de gestion proprement dits la responsabilité de l'Etat et de ses succédanés est engagée par toute faute du service, de quelle gravité qu'elle soit ; dans le n° 239, où il démontre que la responsabilité de l'Administration à raison des fautes du service ne suffit pas toujours pour satisfaire l'équité et que l'on est obligé de faire dépendre cette responsabilité du fait qu'un risque trop grand a été créé (arrêt Regnault-Desrosiers, Conseil d'Etat, 28 mars 1919, *Recueil mensuel de Dalloz*, 1920, troisième partie, p. 1); enfin, dans le n° 240, relatif à la responsabilité de l'Etat, en matière de transport et de circulation automobiles, où il démontre qu'en cette matière, le Conseil d'Etat n'emploie pas la théorie du risque créé, quand il considère que l'Administration accomplit un acte de même ordre que ceux qu'accomplirait un entrepreneur particulier se livrant à l'opération du roulage par voitures automobiles.

occupant la voie publique, le concessionnaire ne peut être assigné que devant la juridiction administrative, c'est-à-dire, en première instance, devant le conseil de préfecture interdépartemental, et, sur pourvoi, devant le Conseil d'Etat. La jurisprudence, soit de la Cour de Cassation, soit du Conseil d'Etat, soit du Tribunal des Conflits, sur ce point est certaine; elle s'explique même assez facilement. En ce qui concerne l'occupation, par un ouvrage public, d'un sol qui ne lui appartient pas, le concessionnaire est essentiellement substitué à l'Administration elle-même ; il remplit le rôle qui, normalement. devrait être attribué à celle-ci ; il doit donc être jugé par le même tribunal ; or, quand une autorité *publique* exploite elle-même un service *public*, elle ne connaît pas d'autre juridiction que le tribunal administratif ([1]).

Il est donc parfaitement normal que l'on invoque l'article 4 de la loi du 28 pluviôse, an VIII.

b) Au contraire, quand un exploitant commet une faute dans l'exploitation, l'idée essentielle de cette substitution n'aurait aucune raison d'être ; on ne considère plus, en effet, l'état des ouvrages, mais les défaillances, les imprudences, les oublis d'un homme chargé d'un service ; il s'agit de juger les conséquences qu'a pu avoir le fait d'un agent et non pas l'état d'un ouvrage ; les tribunaux civils sont consacrés à ce rôle; ils ne sortent pas de leurs attributions quand ils statuent sur des actes ou des omissions reprochés à une personne ; ils ne s'immiscent pas dans le contrôle des ouvrages réglementés par un contrat administratif.

Comme exemple d'un défaut d'entretien ayant entraîné un accident, pour lequel la juridiction administrative a été déclarée seule compétente, on doit citer la saillie que fait le rail d'un tramway sur le sol public, et qui est génératrice d'un accident (renversement d'un camion, décision du Tribunal des Conflits du 13 janvier 1917 ([2]) et décision de la Cour de Cassation du 27 janvier 1925 ([3])).

([1]) Voir l'ouvrage précité n° 219 dans lequel il est fait remarquer que la jurisprudence applique ce principe malgré le texte de l'article 4 de la loi du 28 pluviôse, an VIII, texte qui est le résultat d'une véritable erreur matérielle ; il y est dit que le conseil de préfecture prononcera sur les réclamations des particuliers qui se plaindront de torts et dommages procédant du fait personnel des entrepreneurs et non du *fait de l'Administration* ; ces derniers mots ont été copiés en l'an VIII par erreur dans le texte de la loi des 7 et 11 septembre 1790 qui avait soustrait à la compétence des directoires de district toutes les questions pouvant engager la responsabilité du Trésor public pour les remettre au pouvoir central : on comptait peu sur l'impartialité à l'égard de l'Etat des corps électifs locaux. Mais cette crainte n'était plus à redouter en l'an VIII puisque les conseils de préfecture, non électifs, représentants du pouvoir central, étaient nommés par lui et relevaient du Conseil d'Etat.

([2]) Voir cet arrêt rendu dans l'affaire Guieu contre Compagnie générale des Tramways. *Recueil du Conseil d'Etat*, année 1917, p. 48.

([3]) Voir cet arrêt (affaire Sagne contre Chambre de Commerce d'Alger et Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. *Recueil hebdomadaire de Dalloz*, 1925, p. 177).

Comme exemple d'une faute d'un agent ayant amené un concessionnaire devant le tribunal civil, on peut citer la négligence imputable à la Société des Tramways nogentais qui a donné lieu à un arrêt de la Chambre des Requêtes du 3 décembre 1918. Le poteau supportant la ligne aérienne et placé sur un refuge que la compagnie avait été autorisée à construire au milieu de la chaussée, ne portait pas de lumière quand la voiture appartenant à un sieur Kermina était venue se heurter contre lui : la Cour de Cassation décida que ce fait ne se rattache en aucune façon à l'exécution ou à l'entretien d'un service public et qu'il est susceptible d'être apprécié au point de vue de ses conséquences dommageables sans qu'il soit nécessaire, pour le juge du fond, de s'immiscer dans l'exécution d'un travail public ou de se livrer à l'examen et à l'interprétation du cahier des charges de l'exploitation.

Comme exemple d'une instance dans laquelle on peut trouver la réunion des deux causes (mauvaise disposition de la voie et imprudence de l'agent), on peut citer l'arrêt de la Cour de Cassation du 8 janvier 1923 ([1]). L'automobile du demandeur avait été bousculée à un passage à niveau ; la voie était disposée de telle façon que les maisons du village empêchent les passants de voir les trains qui s'approchent et la compagnie n'avait aménagé aucun signal spécial. La Cour de Cassation a considéré que la juridiction judiciaire était seule compétente car il s'agissait d'apprécier si la compagnie avait pris toutes les dispositions nécessaires pour signaler la présence des trains ; l'approbation par l'autorité compétente des conditions de l'établissement du passage à niveau ne dispensait pas la compagnie de tramways de l'obligation de prendre toute précaution qui aurait été commandée par la situation des lieux, telle qu'elle avait été créée par l'acte administratif ; il s'agissait là d'un fait d'exploitation susceptible d'être envisagé en lui-même, sans que les tribunaux de l'ordre judiciaire aient à s'immiscer dans l'exécution du travail public.

3° Enfin il est un cas où le doute n'est pas permis : si l'accident relève d'un fait qui ferait encourir à ses auteurs une sanction pénale, le tribunal judiciaire est toujours compétent, soit qu'il juge la réparation pécuniaire comme un accessoire de l'action répressive, soit qu'il statue seulement sur cette réparation comme tribunal civil.

L'exemple que l'on peut donner dans cette hypothèse est aujourd'hui classique et bien connu des électriciens. Il est contenu dans l'arrêt de la Cour d'Appel d'Alger du 30 décembre 1925 qui a triomphé dans le pourvoi dont il avait été l'objet à la Chambre des Requêtes, le 2 mai 1927 ([2]). Les époux Casanova avaient été gravement brûlés dans leur maison par des décharges électriques provenant des fils d'éclairage qui

([1]) Voir cet arrêt du 8 janvier 1923 dans *Recueil mensuel de Dalloz*, 1923, première partie, p. 35. Affaire de Champlouis contre Compagnie des Tramways du Loiret.

([2]) Voir l'arrêt de la Chambre des Requêtes du 2 mai 1927 dans *Recueil hebdomadaire de Dalloz*, 1927, n° 20, p. 301.

y étaient situés, car la chute d'un poteau renversé sur la route par une automobile avait amené le contact des fils de basse tension avec ceux de la haute tension. La Cour d'Alger a retenu comme éléments délictuels à la charge de la compagnie les faits suivants : d'abord la ligne avait été mise en service avant qu'ait été délivrée l'autorisation préfectorale de circulation de courant prévue par l'article 25 de la loi du 15 juin 1906. Ensuite, toutes les précautions que commandait le rapprochement des conducteurs de haute et de basse tension n'avaient point été prises. Il y avait donc infraction aux dispositions édictées dans l'intérêt de la sécurité des personnes: et cette infraction est susceptible d'être poursuivie devant les tribunaux correctionnels, d'après l'article 25 de la loi du 15 juin 1906. Sans doute, c'était le tribunal *civil* qui était saisi de l'affaire: mais la compétence judiciaire résultait de cette considération que les faits auraient pu être générateurs d'une *poursuite correctionnelle* : la juridiction civile était donc compétente pour statuer sur les conséquences pécuniaires qu'ils avaient pu avoir.

II. **Application des principes à l'hypothèse considérée.** — Etant donné que, dans l'affaire que nous étudions, le propriétaire du cheval actionnait devant le tribunal civil la compagnie dont les fils, en tombant avec le potelet cassé, avaient créé l'accident, il devait, avant tout, essayer de démontrer une faute commise par les exploitants de la distribution. Il a essayé de la trouver en prétendant que la compagnie n'avait pas mis en œuvre les dispositifs nécessaires pour que les fils, dans la traversée de l'agglomération, ne puissent pas traîner sur le sol, et qu'ainsi elle avait enfreint les règlements en vigueur au moment de l'accident.

Cette faute, si elle avait existé, aurait pu rendre le tribunal civil compétent (voir ci-dessus § 2°, a) et tout particulièrement si on l'avait assimilée à un fait répréhensible au point de vue pénal (voir ci-dessus § 3°,). Aussi, le tribunal se demande, en premier lieu, si l'infraction alléguée par le demandeur a été commise.

Il faut remarquer que la prétention du demandeur était assez générale et assez vague : il reprochait à la compagnie de n'avoir pas pris les précautions imposées par les règlements.

La compagnie répond, en présentant l'arrêté technique du 30 avril 1924 qui a été publié par le « Journal officiel » du 1er juillet 1924. Il est facile de se rendre compte que ce règlement prévoit deux sortes de tensions dans la distribution ; l'article premier est aussi explicite que possible : les ouvrages de distribution d'énergie électrique et d'alimentation doivent comporter des dispositifs de sécurité en rapport avec la plus grande tension de régime existant entre les conducteurs et la terre. D'après cette tension, les ouvrages de distribution sont divisés en deux catégories : la première catégorie comprend les ouvrages de distribution et d'alimentation dont la tension ne dépasse pas 600 v (courant continu) ou 250 v (courant alternatif) (1). La deuxième catégorie comprend toutes les tensions supérieures, avec une division spéciale H pour les courants dont la tension dépasse 60 000 v s'ils sont continus ou 33 000 v s'ils sont alternatifs.

Or, c'est seulement pour la seconde catégorie que l'article 5 du règlement comporte un paragraphe sixième dont il convient de citer le texte : « § 6. — Dans les distributions de deuxième catégorie, les mesures nécessaires sont prises, pour que, dans les traversées et sur les appuis d'angles, les conducteurs d'énergie électrique, au cas où ils viendraient à abandonner l'isolateur, soient encore retenus et ne risquent pas de traîner sur le sol ou de créer des contacts dangereux (2).

L'accident ayant été causé par un fil de la basse tension, le tribunal ne pouvait que constater l'absence de toute contravention et même de faute de la compagnie.

Cette constatation l'amenait à déclarer son incompétence puisque, ainsi qu'il a été dit, la juridiction n'est compétente qu'à raison d'une circonstance délictuelle ou d'une faute d'un agent.

III. **Texte de l'arrêt.** — Le Tribunal : attendu que le 27 janvier 1926, un groupe de jeunes gens jouait au football sur la place du village de V..., alors qu'un terrain spécial leur est réservé dans ce but, lorsque, vers 13 h 5, l'un d'eux, le jeune B.., âgé de 18 ans, lança avec force le ballon en l'air; que celui-ci ayant frappé au ras d'une « tasse » un des fils de distribution aérienne d'électricité de la commune, la tasse se brisa et le fil se rompit et tomba à terre; que presque aussitôt, deux ou trois minutes après, le sieur L... s'engagea sur la place conduisant sa voiture attelée d'un cheval, que celui-ci se prit les pieds dans le fil tombé et fut électrocuté;

Attendu que L... n'a pas cru devoir demander au sieur B... père, la réparation du préjudice que lui avait causé la maladresse de son fils, que pensant sans doute trouver en la personne de la Société d'Energie électrique Lebon et Cie un répondant plus solvable, il a assigné cette dernière, par application de l'article 1384 § 1 du Code civil en 5000 fr de dommages-intérêts pour réparation du dommage que lui a

(1) Pour le courant alternatif, on a même créé une subdivision, suivant que la tension ne dépasse pas 150 v ou est comprise entre 150 et 250 v : subdivision B1 et subdivision B2.

(2) Dans l'arrêté technique du 30 avril 1927, publié dans le *Journal officiel* du 23 juillet 1927, on ne trouve sur le point qui nous occupe aucun changement notable par rapport à l'arrêté technique du 30 avril 1924 qui est abrogé. Sans doute, la rédaction a été modifiée : les catégories sont au nombre de trois; mais la basse tension (600 v au maximum en courant continu et 250 v au maximum en courant alternatif) occupe toujours la première catégorie; et les dispositifs spéciaux ne sont prévus qu'à partir de la deuxième catégorie : l'article qui les mentionne est l'article 46 § 2, conçu exactement dans les mêmes termes que ceux empruntés à l'arrêté technique précédent et reproduit ci-dessus.

causé la mort de son cheval, entendant en rendre responsable cette société, qui était propriétaire du câble auteur de l'accident et en avait la surveillance ;

Attendu que la Société d'Energie électrique Lebon et Cie répond que son adversaire ne se préoccupe pas de la cause qui a provoqué la rupture du câble et n'allègue aucune faute à sa charge : qu'ainsi le réseau de distribution d'énergie électrique de la commune de V... présentant le caractère d'un ouvrage public, c'est le conseil de préfecture qui, aux termes de l'article 4 de la loi du 28 pluviôse, an VIII, se trouve seul compétent pour statuer sur la présente action, relative à un dommage causé par l'existence ou le fonctionnement d'un ouvrage public, sans qu'il y ait lieu de distinguer si cette action est dirigée contre la société elle-même ou contre ses entrepreneurs ou concessionnaires, ou si elle a pour objet la réparation d'un dommage à la personne ou, comme en l'espèce, à la propriété.

Attendu, tout d'abord, qu'il n'est pas douteux que l'installation d'un réseau de distribution d'énergie électrique par une société concessionnaire constitue un travail public, ainsi qu'en a décidé la Cour suprême, notamment par deux arrêts de la Chambre civile en date du 3 juillet 1918 (1) et du 3 décembre 1923 (2) ; qu'une fois installée et terminée, cette distribution d'énergie électrique devient par là même un service public ; que tel est bien le cas de la société défenderesse, concessionnaire pour quarante années, aux termes de son cahier des charges, de la distribution d'électricité dans la commune de V... ; qu'il s'ensuit que le dommage causé au sieur L... l'a été dans le fonctionnement ou à l'occasion du fonctionnement d'un service public, l'accident n'ayant pu se produire que parce qu'il y avait distribution d'énergie électrique.

Attendu que la question étant ainsi posée, il échet d'examiner quel est le tribunal compétent pour en connaître ;

Attendu que cette question de compétence a donné lieu à une jurisprudence abondante assez souvent contradictoire, à ses débuts, en raison de la divergence d'interprétation entre la Cour de Cassation et le Conseil d'Etat ; que c'est ainsi que plusieurs décisions ont, par application de l'article 4 de la loi de pluviôse susvisée, attribué compétence aux conseils de préfecture pour connaître des dommages survenus même aux personnes, au cours de l'exploitation de l'ouvrage public achevé, lorsque ces dommages proviennent des conditions mêmes d'exécution du travail, tandis que la Cour de Cassation (arrêt du 8 janvier 1923 rapporté dans le *Recueil mensuel de Dalloz*, année 1923, première partie, p. 33) accorde que l'action est dirigée non contre l'Administration, mais contre le concessionnaire, en maintenant toutefois le principe que le dommage ne doit pas résulter directement du travail public, mais d'une faute personnelle du concessionnaire ou de ses préposés ;

Attendu que, grâce au pouvoir régulateur du Tribunal des Conflits, la jurisprudence est aujourd'hui fixée, qu'elle a été l'objet, en son dernier état, d'un examen et d'une étude approfondie, dans le « Répertoire pratique de Dalloz », sous le mot « Travaux publics » ; que l'auteur de l'article établit une distinction entre le fait de l'existence même de l'ouvrage concédé, de la compétence exclusive du tribunal administratif, et le fait de l'exploitation par le concessionnaire, qui entraîne la compétence judiciaire, à condition toutefois que la faute commise par le concessionnaire ou par ses agents et se rattachant à l'exécution d'un travail public, constitue un délit ou un quasi délit :

Attendu qu'à la lumière de ce principe ainsi nettement dégagé, il importe de rechercher si la Société Lebon a commis une faute d'exploitation, qui puisse constituer un fait délictueux ou quasi délictueux ;

Attendu que la rupture du fil est due à la faute du jeune B..., donc au fait d'un tiers, responsable en premier lieu ; que, d'autre part, aucune négligence ne peut être reprochée à la société défenderesse, qui a fait interrompre le courant presque aussitôt après la chute du fil ; que L... se borne donc à soutenir que la Société Lebon, en contravention aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 1er juillet 1924, n'a pas pris la précaution d'utiliser les dispositifs nécessaires pour que les fils, dans la traversée de l'agglomération, ne puissent pas traîner sur le sol, ou créer des contacts dangereux ;

Mais, attendu que l'arrêté susvisé divise les courants d'énergie électrique en deux catégories : basse et haute tension ; que le courant amené par le fil rompu était un courant de basse tension, ainsi qu'il ressort du cahier des charges de la compagnie, et, au surplus, d'un constat d'huissier ; qu'aucun dispositif spécial n'est prévu par l'arrêté du premier juillet 1924 pour les lignes de basse tension, dans la traversée des agglomérations ; que, d'autre part, la Société Lebon n'est tenue à aucune obligation de ce chef par son cahier des charges, auquel elle s'est scrupuleusement conformée ; que les deux seules rectifications, à d'autres endroits d'ailleurs qu'à celui de l'accident, qui lui ont été demandées par l'autorité compétente, ont été exécutées aussitôt par elle avant la mise en service définitive de son exploitation ;

Attendu que, dans ces conditions, la Société Lebon n'a commis dans son exploitation aucune faute personnelle ; que la rupture du fil est le fait d'un tiers seul, et non pas son propre fait, ce qui écarte la compétence du tribunal civil ;

Par ces motifs : se déclare incompétent ; renvoie les parties à se pourvoir ainsi qu'elles aviseront ; condamne L... aux dépens.

Paul BOUGAULT,
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

(1) *Recueil mensuel de Dalloz*, 1922, première partie, p. 172.
(2) *Recueil mensuel de Dalloz*, 1924, première partie, p. 168.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 19. 12 NOVEMBRE 1927.

Nécrologie : Svante Arrhenius. — Le 2 octobre 1927 s'est éteint à l'âge de soixante-huit ans, le grand physicien suédois Svante Arrhenius dont les travaux dans le domaine de l'électrochimie sont bien connus des électriciens.

Né au château de Wijk, village voisin d'Upsala, en Suède, le 10 février 1859, Svante Arrhenius dont le père était ingénieur, manifesta de bonne heure un goût marqué pour les sciences naturelles. Après ses études de collège, il entra en 1881 à l'Université d'Upsala où il se distingua aussi bien en mathématique qu'en physique ou en biologie. C'est à cette époque qu'il conçut sa théorie des ions dont la fécondité des conséquences a eu pour résultat de changer l'aspect de l'électrochimie.

On sait que les hypothèses émises initialement dans le but de rendre compte des phénomènes dans les électrolytes liquides sont dues à Grotthus et à Clausius. Grotthus admettait une polarisation des ions dans un électrolyte sous l'influence du champ créé par les électrodes, tandis que Clausius supposait une dissociation par choc des molécules d'électrolyte animées d'un mouvement rapide et l'orientation de ces mouvements par le champ électrique. Mais ces hypothèses se révélaient insuffisantes pour rendre compte des anomalies présentées par les dissolutions des sels notamment au point de vue de l'abaissement du point de congélation des électrolytes en solutions étendues dont certains font exception à la loi de Raoult. Arrhenius expliqua ces anomalies par la dissociation spontanée des ions de l'électrolyte, dissociation d'autant plus importante que la solution est plus étendue. Le courant ne décompose pas l'électrolyte mais dirige le mouvement de convection des ions.

Ces idées exposées par Arrhenius, en 1884, dans sa thèse de doctorat, furent au début mal comprises et lui valurent même un échec. Ce n'est que grâce à l'appui des physiciens Ostwald et Van't Hoff qu'il parvint à faire triompher ses conceptions.

Après avoir surmonté les difficultés d'un moment et conquis le titre de docteur de l'Université d'Upsala, Arrhenius entreprend des voyages à l'étranger dans le but d'élargir le champ de ses connaissances scientifiques. C'est ainsi qu'il reçoit les leçons de Kohlrausch à Würtzburg et devient le collaborateur de Boltzmann, à Gratz.

En 1891, il fut nommé professeur de physique à l'Université de Stockholm où il enseigna jusqu'en 1905, époque à laquelle il était nommé directeur de l'Institut Nobel de Chimie physique de cette ville.

Svante Arrhenius n'a pas limité son activité intellectuelle au seul domaine de l'électronique pure. Ses nombreux travaux d'astrophysique, ses théories du rayonnement solaire et de la conductibilité électrique des couches supérieures de l'atmosphère terrestre font autorité. En plus de ses nombreux mémoires, il a publié en 1901 un précis de physique cosmique et un ouvrage sur l'évolution des mondes, traduit en français, où se révèle la profondeur et l'originalité de ses conceptions sur la solution des problèmes les plus complexes de la cosmogonie.

Arrhenius s'était vu décerner, en 1902, la Davy Medal de la Royal Society de Londres et, en 1903, il recevait la plus haute récompense que peut ambitionner un savant : le prix Nobel. Notre Académie des Sciences et la Royal Society de Londres le comptaient parmi leurs membres correspondants. Il était également docteur honoris causa de la plupart des universités d'Europe.

Index économique des matières déterminantes entrant dans la construction du matériel électrique. — Pour répondre à certaines observations qui avaient été faites au sujet de l'index économique publié chaque semaine dans le fascicule « Bulletin R. G. E. » de notre revue, le Syndicat général de la Construction électrique, par les soins duquel il est établi, a décidé d'y apporter certaines modifications et additions.

La double rubrique du cuivre rouge haute conductibilité en fils de 3 mm et du cuivre tréfilé 30/10 est désormais remplacée par une seule rubrique de *cuivre rouge en fils de 3 mm*, partant de nouvelles bases.

De même la rubrique de la fonte hématite de moulage, wagon départ, est supprimée et remplacée par les cotations de *fonte hématite de moulage pour les divers lieux de production en France*.

En outre, l'index comportera désormais le cours officiel, pris à la cote hebdomadaire des courtiers assermentés du *cuivre rouge en lingots propre au laiton*, ainsi que les cours commerciaux du *cuivre rouge en planches* et du *laiton en planches et en fils*.

Bibliographie : La chaleur et le froid, par A. Boutaric, professeur à la Faculté des Sciences de Dijon [1]. — « Le feu est la cause du premier mouvement ». M. Boutaric a placé en exergue de son intéressant ouvrage cet aphorisme de l'alchimiste grec Olympiodore, hypothèse simpliste mais dont on retrouve l'écho dans les conceptions de la physique moderne.

La chaleur est la cause de sensations de chaud et de froid. Nous ignorons sa vraie nature et nos connaissances à ce sujet n'ont acquis quelque précision qu'à partir du moment où l'on a substitué aux impressions sensorielles des notions accessibles à la mesure qui ont constitué la science de la thermométrie.

La chaleur apparait comme déchet dans les transformations de l'énergie, par contre les sources de chaleur utilisables par l'homme ne sont pas extrêmement nombreuses.

L'auteur expose les principes de la thermométrie et de la calorimétrie. Il envisage ensuite les manifestations produites par la chaleur sous forme des phénomènes de dilatation, de fusion, de solidification et de vaporisation. A propos de la dilatation des corps solides, il relate en des pages pleines d'humour, les conditions dans lesquelles M. Ch.-Ed. Guillaume découvrit l'invar, alliage de dilatabilité minimum dont l'emploi a ouvert une étape de progrès dans la métrologie et les sciences connexes.

L'auteur consacre ensuite deux chapitres aux basses températures et aux températures élevées, dans lesquels il décrit les propriétés les plus remarquables qu'acquiert la matière dans ces conditions.

En des pages d'un grand intérêt, l'auteur traite dans les trois derniers chapitres, de la chaleur considérée comme forme de l'énergie, de la nature de la chaleur, de l'énergétique et de l'atomistique. Signalons en particulier les points suivants : le déterminisme et le principe de Carnot, le principe de Carnot et les êtres vivants, la théorie cinétique des gaz, enfin, la valeur comparée des conceptions énergétique et atomistique.

Cet ouvrage, rédigé dans un style clair et attrayant, fait honneur à la Bibliothèque de philosophie scientifique. Il sera lu avec le plus vif intérêt par le grand public cultivé pour lequel il a été écrit. — L. V.

(1) Un volume, format 19 cm × 12 cm, de 283 pages, avec 68 figures dans le texte, édité par la librairie E. Flammarion, 26, rue Racine, à Paris (6e). Prix : broché, 12 fr.

Bibliographie : Pour éviter l'électrocution (haute et basse tension), par Maurice Roussel, ingénieur à la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité [1]. — Dans ce petit volume, l'auteur s'est proposé d'appeler l'attention des usagers de l'énergie électrique sur les dangers que celle-ci peut présenter lorsqu'on néglige les précautions élémentaires qui sont indispensables. Les statistiques de 1923 et 1924, celles des années suivantes n'étant pas encore publiées, montrent en effet un accroissement des accidents ayant eu pour suite tant la mort que des blessures. La proportion des accidents mortels dus au courant à basse tension (moins de 150 v) est de l'ordre de 15 pour 100. C'est en raison de ces résultats statistiques, d'ailleurs commentés dans l'ouvrage, que l'auteur a cru bon de rappeler d'abord aux électriciens des usines ou postes de distribution les conseils généraux, les précautions à prendre lors des manœuvres, de l'entretien, des réparations et les règles à suivre en cas d'accidents. Tel est l'objet de la première partie de l'ouvrage qui s'adresse surtout à ceux qui sont appelés à se servir d'installations à moyenne et haute tension.

Dans la seconde partie l'auteur traite des installations à basse tension qui sont dangereuses surtout par la négligence des monteurs électriciens et aussi par la mauvaise conception de certains appareillages bon marché ; on y trouve également quelques exemples typiques d'accidents dus à la négligence ou à l'ignorance des usagers.

L'ouvrage, après quelques données statistiques sur les accidents, leurs causes et leurs suites donne les règlements administratifs en vigueur pour l'apposition d'affiches concernant les soins à donner aux victimes d'accidents ; il se termine par un appel aux constructeurs, au personnel d'usine et aux usagers qui, chacun dans leur domaine, doivent se plier à l'observation de quelques précautions élémentaires pour éviter sans grand effort des accidents parfois graves.

Cet ouvrage, écrit simplement, sans considérations techniques, devrait être lu par tous et principalement par les usagers ruraux chez qui les manifestations dangereuses de l'électricité sont encore peu connues. — F. P.

(1) Un volume, format 18 cm × 12 cm, de 82 pages, avec 4 figures dans le texte, édité par la librairie Dunod, 92, rue Bonaparte, à Paris (6e). Prix : broché, 6.30 fr.

Congrès international des Physiciens (Côme 1927) *(Suite et fin)* (*)

Sur l'application du principe balistique à la vitesse de la lumière, par le professeur M. La Rosa (Italie). — On connaît la polémique qui a pour origine la tentative de l'auteur de prouver la validité du principe balistique à partir des phénomènes des étoiles variables, ce qui le porte à esquisser une nouvelle théorie de ces étoiles.

Sur le terrain théorique, la discussion s'est réduite à savoir si on peut concilier ce principe avec l'effet Döppler et il a été formellement reconnu par les adversaires que les difficultés commencent seulement si on veut faire rentrer, comme le fit Ritz, le principe balistique dans la théorie classique de l'éther élastique, tandis que l'application à la lumière du principe balistique, doit être considérée, d'après M. La Rosa, comme une nécessité expérimentale. D'où il résulte que l'on doit renoncer à toutes les conceptions antérieures, et entreprendre une revision radicale de la théorie de la lumière.

Cette revision a sa voie tracée par la théorie des quanta, à laquelle le principe balistique s'adapterait parfaitement, en s'accordant avec l'effet Döppler. Elle s'accorde aussi avec la « mécanique ondulatoire » qu'on a proposé récemment. Pour la théorie, il n'y a donc aucune difficulté. Quant à la pratique, on pense de plusieurs côtés qu'il en est autrement, en se fondant surtout sur certaines observations astronomiques qui semblent s'opposer nettement à la théorie balistique.

En effet, MM. Thirring et Bernheimer ont signalé l'existence d'étoiles variables dans lesquelles la grandeur, $a = \frac{T_0 v}{T_0 - c^2}$, qui joue un rôle essentiel dans la théorie de M. La Rosa, prend des valeurs voisines de 200, alors qu'elle devrait se maintenir toujours au-dessus de 5.

En reprenant sa théorie, M. La Rosa est arrivé, par correction d'un détail, à d'importants résultats, qui confirment la valeur du principe. Il a pu démontrer, en effet, que des $4a \pm 1$ images superposées qui forment l'image de l'étoile, la plus grande partie (pour a grand) présentent des intensités fort petites ; et que 2 ou 4 images « singulières » peuvent présenter une intensité plus grande que l'intensité « vraie » de l'étoile : c'est-à-dire celle qui serait vue dans l'hypothèse ordinaire de la vitesse constante de la lumière, ou bien dans le cas d'une étoile immobile.

Comme ces images exceptionnelles paraissent de temps en temps seulement, on a une variation importante et périodique de l'éclat observé. Les caractères présentés par les courbes de la lumière pour a grand sont les suivants : un long intervalle (grande fraction de la période) de variation lente et imperceptible, d'abord en un sens, puis dans l'autre; puis, on monte brusquement à un maximum très accentué, suivi d'un retour (moins rapide que la montée) à des valeurs peu différentes du maximum ; ensuite la variation lente, antérieure.

On retrouve donc les caractères des changements de lumière présentés par un groupe important de « variables » parmi celles dites à variation discontinue, et désignées par le nom d'« Antalgol » ou « Blinksterne » à cause de leur comportement.

Conclusion : Quand a augmente, la courbe des changements de lumière ne fait que passer du type des étoiles à variation continue à celui des étoiles à variation discontinue. Les objections de MM. Thirring et Bernheimer ont donné une excellente occasion de vérifier la parfaite correspondance entre les observations et les déductions très simples de la théorie balistique.

L'électrodynamique de W. Ritz et la théorie balistique de la lumière. Observations critiques, par Giovanni Giorgi (Italie). — W. Ritz a élevé des objections contre la théorie des actions électriques et lumineuses propagées par l'intermédiaire d'un milieu (éther) et a proposé l'hypothèse d'après laquelle toutes ces actions se propagent avec la même loi cinématique comme s'il s'agissait de projectiles lancés. Selon cette hypothèse, la vitesse de la lumière devrait se composer avec la vitesse de la source rayonnante et Ritz a développé une électrodynamique complète, en accord avec cette hypothèse.

Ainsi, nous avons aujourd'hui trois théories complètes qui donnent des lois différentes pour les phénomènes de l'espace vide (physique de l'éther) : la théorie relativiste de Fresnel-Maxwell-Lorentz, la théorie d'Einstein et la théorie de Ritz.

Décider entre ces théories est un problème qui intéresse les bases fondamentales de toute la physique.

M. G. Giorgi considère les données d'observation et d'expérience dont on peut disposer aujourd'hui (de Sitter, La Rosa, Zuhrhellen, Tolmann, Sagnac, Majorana, Michelson-Gale, Fabry et Buisson, Wataghin). Il les partage en quatre catégories. Il les étudie critiquement et il indique les voies selon lesquelles il faudrait poursuivre les recherches pour pouvoir arriver à une décision définitive.

Le spectre de l'aurore boréale, par le professeur J.-C. Mc Lennan (Canada). — L'auteur présente d'abord une courte notice historique. Ensuite, il décrit le spectre et les parties de celui-ci qui appartiennent à l'azote. Il donne les raisons qui ont porté à attribuer à l'oxygène la fameuse raie verte 5577,35 angstrom plutôt qu'à des nouvelles mesures de précision sur cette ligne et des expériences sur l'effet Zeeman.

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 8, 15, 22, 29 octobre et 5 novembre 1927, t. XXII, p. 531-532, 571-572, 613-614, 661-662 et 707-708.

Il démontre que la ligne 5577,35 angström est une ligne *défendue* pour l'oxygène et qu'elle est due à un des passages électroniques qui sont compris dans l'organisation des termes spectraux proposée par l'auteur et par ses collaborateurs.

Suivent des considérations sur le rôle joué par les gaz rares dans le renforcement de la raie, et qui, comme l'espère l'auteur, permettront d'éclaircir les problèmes relatifs à la dissociation de la molécule d'oxygène et à l'état initial des produits de cette dissociation.

Une discussion de nos connaissances sur la haute atmosphère termine cette communication.

Le spectre de bandes de l'hydrogène, par le professeur O.-W. Richardson (Grande-Bretagne). — Le spectre est du type à lignes nombreuses dans la partie visible et l'infrarouge et d'un type analogue dans l'ultraviolet extrême.

Son caractère dominant est une *famille de systèmes* de bandes qui va de l'infrarouge jusqu'au proche ultraviolet. Les lignes zéro de chaque système sont liées par une formule Rydberg-Ritz, et les différents systèmes naissent des passages électroniques de 3 — 2 à 6 — 2. C'est la famille la plus complète qu'on connaisse. Il y en a aussi une autre qui a son centre dans le violet. La structure de ces bandes est très semblable à celle des spectres de lignes et de l'hélium.

Il y a des combinaisons faibles entre certaines des bandes précédentes et les systèmes de l'extrême ultraviolet. Dans ces systèmes, le passage est 2 — 1, ce qui est normal avec la molécule normale d'hydrogène.

Au moyen de cette connexion on a pu effectuer le premier calcul exact du moment d'inertie de la molécule d'hydrogène. On a trouvé : $4,52 \times 10^{-41}$ g·cm², valeur supérieure à celles déduites de la variation de la chaleur spécifique de l'hydrogène avec la température. Cette différence a été expliquée par Dennison en se basant sur la mécanique ondulatoire.

Les sources lumineuses pour la spectroscopie, par M. F. Paschen. — Pour l'analyse d'un spectre, il est très important d'avoir des atomes dans des états quantiques les plus élevés ; et sans que la présence de champs électriques ou magnétiques produise des variations. On résout le problème avec une cathode cylindrique d'aluminium au moyen d'une atmosphère d'hélium et de néon qui portent, par l'intermédiaire du courant, l'énergie d'excitation aux substances qui se trouvent dans le tube, par des chocs de deuxième espèce.

On a, par ce moyen, une méthode d'excitation analogue à celle obtenue avec des électrons accélérés ; si l'intensité du courant de décharge n'augmente pas, on peut obtenir une accélération plus importante sans rien perdre dans la régularité de l'excitation et cela à cause de la valeur relativement basse du champ électrique dans le tube.

Les substances à examiner doivent se trouver dans l'atmosphère de gaz mobile, sans aucune trace de substances étrangères. Elles peuvent être introduites sous forme de dépôts cathodiques ou même simplement comme cathodes, ou encore elles peuvent être placées sous forme de poussière sur des cathodes de charbon de cornue.

Le caractère de la radiation générale, par le professeur William Duane (Etats-Unis). — Un électron qui frappe un atome peut produire deux espèces de radiations ; le spectre de raies et le spectre continu ou général. Celui-ci a une limite très définie du côté des ondes courtes. La théorie des quanta explique qualitativement et quantitativement la limite du côté des ondes courtes, car la valeur $h\nu$ des quanta ne peut pas être supérieure à l'énergie de l'électron qui frappe son but. L'auteur discute l'origine des longueurs d'onde qui s'étendent vers le rouge.

Il n'est pas expérimentalement démontré que le choc d'un électron contre un atome produise une lumière monochromatique et que, durant le choc, l'électron cède son énergie entière à la radiation. Ce sont les questions que l'auteur a étudiées.

On dirige un jet d'électrons, tous de même vitesse, sur de la vapeur de mercure ; la radiation est examinée et en mesurant son absorption par l'aluminium, on trouve que la radiation est absorbée comme le serait un rayon monochromatique de longueur d'onde supérieure à la limite, du côté des ondes courtes, correspondant à la tension appliquée. En d'autres termes, la longueur d'onde effective de la bande était de quelques centièmes plus longue que ladite limite.

Il est possible que l'énergie cinétique de quelques électrons ait été réduite par des chocs antérieurs et l'existence de chocs entre quelques photoélectrons et les atomes de mercure paraît probable.

Il en résulte qu'au moins dans un grand nombre de chocs, l'électron a transporté presque toute son énergie au quantum de radiation et la radiation produite était presque, sinon exactement, monochromatique.

L'explication des spectres compliqués, par le professeur Megh Nad Saha (Inde). — Analyse historique de la genèse de la grande systématisation de Hund qui a mis en ordre la masse énorme de documents spectroscopiques, en se servant de toutes les théories depuis celle de Balmer jusqu'à celle de Landé et Pauli.

L'auteur rend compte de son travail à l'aide d'une nouvelle exposition de la composition électronique de l'atome. Le diagramme est une modification de celui de Bohr-Stoner : les niveaux sont écrits en deux dimensions et les sous-niveaux (L_{21}, L_{22}) de Stoner sont considérés comme formant un niveau unique. Le diagramme sert à expliquer les propriétés périodiques des éléments (c'est seulement une répétition du travail de Bohr), l'origine des spectres de Röntgen, et la formation des spectres optiques. Dans la dernière partie, tous les niveaux sont décrits ainsi que le nombre des électrons au-dessus de chacun. Le dernier électron peut aller à travers tous les niveaux supérieurs incomplets. De cette façon naissent les termes spectroscopiques supérieurs.

Les termes provenant d'un déplacement diagonal forment une série de Rydberg. On a avec ce tableau, non seulement une représentation graphique des niveaux spectroscopiques, mais aussi une explication de la petite différence entre spectres d'éléments du même groupe ; il en résulte que les états supérieurs spectroscopiques sont simplement les états incomplets disposés selon la règle générale de la structure atomique.

Suit une courte discussion des conséquences qui en découlent pour la mécanique ondulatoire.

Atomes radiants dans un champ magnétique, par le professeur P. Zeeman (Hollande). — L'auteur se propose de donner un aperçu des résultats obtenus par les physiciens dans l'analyse empirique et théorique du phénomène de la séparation des raies spectrales.

Suivant la théorie de Rutherford-Bohr, l'atome comprend un noyau central très petit, entouré d'un essaim d'électrons négatifs qui se meuvent très rapidement sur des orbites définies par la théorie des quanta. La résolution magnétique du spectre de lignes est due à la résolution des orbites stables en plusieurs autres correspondant à différents niveaux d'énergie, que l'électron peut occuper pendant les divers stades d'excitation de l'atome.

En poursuivant une voie commencée par Sommerfeld, Landé a donné une formule remarquable qui résume nos connaissances pour une grande classe de raies. Pour l'interprétation des spectres des multiplets et leurs effets anormaux, Uhlenbeck et Godsmit ont formulé l'hypothèse de l'électron tournant sur lui-même comme une toupie.

Cette hypothèse jointe à la mécanique quantique obtient un grand succès dans l'explication de l'effet magnétique et donne la formule Landé. Parmi les travaux expérimentaux, il faut citer en première ligne les travaux de Bach et Tübingen.

Les champs magnétiques les plus intenses sont ceux obtenus par Kapitra, à Cambridge (Angleterre). Il a pu établir un champ de 320 000 gauss, mais seulement durant un centième de seconde. M. Zeeman donne des projections de résolutions magnétiques complexes prises au laboratoire d'Amsterdam.

En terminant, l'auteur résume un travail de Godsmit et Bach sur certaines raies du bismuth dans le champ magnétique. Chacune des composantes d'un sextet montre une structure fine de dix composantes. Ces structures fines sont dues à des variations d'orientation du noyau possédant un moment angulaire intrinsèque. Il semble donc que la résolution magnétique des lignes spectrales nous apporte, en dehors des résultats touchant les électrons externes, quelques éclaircissements sur le noyau des atomes. — A. T.

Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927) *(Suite)* (*)

VI. Problèmes divers concernant la transmission.

Quelques remarques sur la théorie générale des systèmes bipolaires et quadripolaires. Cas des courants continus et des courants alternatifs en régime permanent, par L.-J. Collet (France). — De même que les énoncés généraux de l'électrostatique se déduisent immédiatement de la théorie des fonctions harmoniques, les propriétés générales d'un système quelconque de conducteurs, parcourus par des courants continus, peuvent s'établir simplement lorsque l'on considère les équations aux dérivées partielles du champ électrique à l'intérieur de l'ensemble de ces conducteurs.

Pour illustrer ce fait, on rappelle quelques-unes des propositions qui conduisent à la définition classique de la résistance des corps de dimensions finies. Il est donné ensuite une démonstration du théorème de réciprocité d'où l'on déduit la relation fondamentale existant entre les constantes caractéristiques d'un quadripôle.

Le cas des systèmes parcourus par des courants alternatifs en régime permanent est ensuite examiné : en premier lieu se pose la question de savoir les conditions dans lesquelles on peut déduire des équations générales du champ électromagnétique (équations de Maxwell), une définition de coefficients d'impédance dont le caractère essentiel serait d'admettre, pour une pulsation donnée, une valeur unique quel que soit le mode d'association à d'autres systèmes, du système auquel ces coefficient sont attachés. Ce sont de tels coefficients d'impédance qui interviennent dans l'expression des lois dites lois d'Ohm et de Kirchhoff, généralisées au cas des courants alternatifs en régime permanent.

Il semble que pour pouvoir postuler l'existence de tels coefficients, sinon en toute rigueur, mais à titre d'approximation suffisante, on doive ne considérer que des systèmes auxquels pourrait être attachée en permanence une surface, dite surface limite du champ fini, qui s'appuierait sur le contour d'électrodes par lesquelles pourraient entrer et sortir les courants, et qui serait telle que, sur cette surface et à l'extérieur, le champ pourrait être identiquement nul ou infiniment petit en l'absence d'actions extérieures.

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 8, 15, 22, 29 octobre et 5 novembre 1927, t. XXII, p. 533-536, 573-574, 615-616, 663-664 et 709-710.

Pour un tel système, on peut, à partir des équations aux dérivées partielles du champ électromagnétique, démontrer encore le théorème de réciprocité et en déduire la relation fondamentale existant entre les constantes caractéristiques d'un quadripôle.

Sur la théorie des lignes homogènes parallèles, par le professeur H. Pleijel (Suède). — L'auteur expose les formules générales relatives au courant et à la tension d'un système de lignes parallèles homogènes et de même longueur reliées à leurs deux extrémités, à des réseaux électriques, à raison d'un réseau à chaque extrémité,

Si l'on suppose que les constantes kilométriques des lignes soient arbitrairement choisies, on trouve que les intensités et les tensions s'obtiennent comme la somme d'un nombre de systèmes partiels, chacun ayant sa constante de propagation. On obtient autant de systèmes partiels qu'on a de lignes parallèles.

Dans tout système partiel, les intensités des courants et les tensions sur les lignes se trouvent, les unes par rapport aux autres, dans une relation constante qui dépend seulement des constantes kilométriques des lignes et qui est, par conséquent, indépendante de leurs longueurs et des dispositifs reliant les lignes à leurs extrémités.

Dans chaque système partiel, on obtient, pour chaque ligne, une caractéristique. Le nombre des caractéristiques dans chaque système partiel est donc égal au nombre des lignes.

Pour un système partiel, la tension et l'intensité du courant sur une ligne sont liées l'une à l'autre de même que dans le cas d'une seule ligne homogène.

Les relations déterminant l'intensité du courant aux extrémités des lignes ont été formulées.

Une investigation détaillée a été effectuée sur la forme que prennent les solutions si l'on développe les courants et les tensions de manière qu'ils s'obtiennent comme la somme d'un système d'ondes directes et des systèmes d'ondes obtenus ensuite par des réflexions aux extrémités des lignes. On trouvera alors qu'un système d'ondes ayant une certaine constante de propagation se décompose, par réflexion, en autant de systèmes partiels qu'il existe de constantes de propagation ou de lignes.

Dans un système d'ondes se propageant vers les x croissant, le rapport entre le courant et la tension d'une ligne est exprimé pour toute ligne par la caractéristique. Pour une onde se propageant vers $x = o$ ce rapport est égal à la caractéristique avec signe négatif. Des formules de l'impédance du premier système d'ondes directes et du coefficient de réflexion aux extrémités des lignes ont été indiquées ainsi que les conditions à remplir pour que la réflexion d'un système partiel n'ait pas lieu.

Lorsque certaines conditions sont fixées, quant aux constantes kilométriques des lignes, la nature des solutions se transforme. La présente communication traite particulièrement du cas où toutes les lignes parallèles ont les mêmes constantes et où elles ont la même position les unes par rapport aux autres. Dans ce cas, on obtient deux constantes de propagation et, par suite, deux systèmes partiels. Pour l'un de ces deux systèmes, la somme des courants et des tensions de toutes les lignes est nulle à chaque instant. Les tensions et les courants ne sont pas liés dans ce système partiel comme dans le cas d'une ligne simple. Si l'on choisit les solutions sous la forme d'ondes, les tensions dans une telle onde sont linéairement liées aux courants de toutes les lignes. Les coefficients des courants dans ces égalités sont définis comme des caractéristiques du système. Pour des ondes se propageant vers le point $x = o$ on obtient les même relations entre tensions et courants que dans le cas d'ondes directes, avec cette seule différence que les caractéristiques changent de signes.

Dans l'autre système partiel, les tensions et les courants sont égaux à chaque instant sur toutes les lignes.

Un autre cas traité est celui où les pertes d'énergie sont négligées et où la terre est supposée être un conducteur parfait. Si toutes les lignes possèdent ces propriétés, on obtient une seule constante de propagation commune. Ici non plus la tension et le courant sur une ligne ne sont pas reliés entre eux de la même manière que dans le cas d'une ligne simple. Si les solutions sont représentées sous la forme d'ondes, on obtient, comme dans le cas particulier précédent, des égalités linéaires entre la tension de l'une des lignes et les courants de toutes les autres.

Enfin, on envisage le cas où les conditions susmentionnées sont réalisées pour une portion des lignes du faisceau. On obtient alors une constante de propagation commune γ qui correspond aux lignes satisfaisant aux conditions mentionnées ci-dessus, et d'autres, γ', γ'', . . . pour chacune des autres lignes. Ainsi le nombre des constantes de propagation dépasse d'une unité le nombre des lignes qu'on n'a pas supposées soumises à des conditions particulières.

Sur les lignes dont les constantes électriques ne remplissent pas les conditions ci-dessus, aucun courant partiel avec la constante de propagation γ n'est obtenu. D'autre part, sur les lignes qui satisfont à ces conditions, il n'y a pas de tension partielle correspondant aux systèmes γ', γ'', ... Tous les courants appartenant aux systèmes γ', γ'', . . . se répartissent sur les lignes dans des proportions indépendantes de la longueur des lignes et des dispositifs qui relient leurs extrémités. La même chose s'applique aux tensions appartenant aux systèmes γ', γ'', . . . Les tensions et les courants appartenant à ces systèmes sont ainsi reliés entre eux de même manière qu'au cas d'une ligne simple. Pour les tensions et les courants appartenant au système γ on obtient un système d'équations linéaires qui relie les coefficients des équations des tensions aux intensités des courants aux extrémités correspondantes des lignes.

Mesures logarithmiques de rapports entre quantités de la même nature et leur place dans le sys-

tème absolu de mesures, par le professeur B. Breisig (Allemagne). — Depuis longtemps, il existe, en physique, plusieurs mesures logarithmiques pour caractériser le rapport entre deux valeurs d'une quantité qui est fonction soit du temps soit du lieu. Des exemples de semblables mesures sont donnés par le décrément logarithmique pour la décroissance des amplitudes d'oscillations en fonction du temps, la constante de temps d'un circuit à courant variable, l'affaiblissement d'une oscillation électrique ou mécanique en fonction de la distance. Une définition commune de principe en est donnée en déduisant leur mesure m d'un rapport $\frac{A_1}{A_2}$, en principe par la formule $m = \log_e \frac{A_1}{A_2}$. Il est entendu que le calcul numérique est effectué normalement en utilisant les logarithmes décimaux.

Une proposition différente a été faite pour indiquer le rapport de puissances, courants et tensions dans des systèmes de transmission. Seulement, pour ce cas, la mesure logarithmique M d'un rapport $\frac{A_1}{A_2}$ est définie en principe par la formule $M = \log_{10} \frac{A_1}{A_2}$.

La raison pour faire une exception à la règle générale est que le calcul simplifié, en omettant le facteur $\log_{10}$, est plus commode pour la pratique.

L'auteur, en recommandant pour le cas indiqué, en dernier lieu, pour des raisons de symétrie, la mesure de la forme m, défend comme argument supplémentaire la thèse suivant laquelle cette forme est plus conforme aux principes du système absolu de mesures, que la forme M.

Le système absolu de mesures, en dehors du choix propre de ses unités fondamentales, est caractérisé par l'application découlant d'un principe général, d'ailleurs arbitraire, à savoir que chaque unité dérivée soit définie de telle manière qu'on évite des facteurs arbitraires d'une autre forme qu'une puissance de 10.

Une mesure logarithmique comme nombre pur n'a pas d'unité au sens propre ; elle en peut avoir, et ceux qui recommandent la forme M, parlent de l'unité de transmission, si l'on choisit d'une manière spéciale sa définition.

Entre toutes les manières possibles, celle qui sera la plus conforme au système absolu suit aussi le principe indiqué. Tous les cas dans lesquels on peut calculer la valeur du rapport sur la base des qualités caractéristiques du problème conduisent, d'après ce principe, à la forme m de la mesure logarithmique.

Un système de mesure est toujours le résultat d'une convention ; il ne peut pas conserver le titre de système au sens constructif opposé au sens collectif, sinon les principes une fois adoptés seront appliqués en conséquence, sans exception pour un cas particulier.

VII. Téléphotographie et télévision.

La téléphotographie et le problème de la télévision, par le professeur Arthur Korn (Allemagne). — En 1911, à l'occasion de l'Exposition universelle de Turin, M. Korn a présenté la première démonstration de son dispositif de téléphotographie. Il a pu, le premier, transmettre télégraphiquement à grandes distances des photographies en employant le sélénium au poste transmetteur et en créant les premiers récepteurs photographiques (tubes à vide et galvanomètres à corde adaptés à la téléphotographie). Des transmissions de ce genre entre Berlin-Paris-Londres-Manchester, Munich-Berlin-Copenhague-Stockholm ont servi, dès 1907, aux services des journaux illustrés et de la police. Cette première méthode utilisant le sélénium présentait deux défauts : la faible intensité des courants de ligne et l'inertie du sélénium. Bien que ce dernier défaut eut été partiellement annulé par la méthode de compensation de M. Korn, le temps de transmission pour des portraits ne pouvait être réduit au-dessous de 6 à 12 minutes.

Pour ces raisons, en particulier pour la transmission du noir et du blanc, M. Korn a établi en même temps que la méthode des cellules photoélectriques, la méthode télautographique basés sur l'ancien transmetteur des télégraphes copiants (Bakewell, Caselli, etc.) et perfectionnée pour la réception photographique. Une démonstration de ces nouveaux télautographes fut présentée à Rome en 1921 à l'occasion de quelques expériences de la Marine royale. En même temps, M. Korn démontrait deux méthodes différentes pour la téléphotographie sans fil : la méthode directe, dont le principe est très voisin de celui de la téléphotographie par lignes ; et la méthode indirecte à l'aide de télégrammes à lettres ou de bandes perforées. Il pouvait ainsi déjà faire prévoir le nouveau développement que les progrès des tubes électroniques allait donner à ses méthodes.

A l'occasion du Congrès de Côme, M. Korn résume ce nouveau développement en se bornant à ses propres méthodes qui utilisent toujours du galvanomètre à corde ou éventuellement des tubes à vide comme organes récepteurs, méthodes développées dernièrement en collaboration avec la Société C. Lorentz, de Berlin. Les progrès dus aux amplifications par les tubes électroniques sont multiples :

1° Emploi des cellules photoélectriques au potassium au lieu des cellules de sélénium. Déjà en 1908, à l'occasion des premières transmissions Munich-Berlin, M. Rosenthal, de Munich, a recommandé les cellules au potassium pour la téléphotographie, mais les effets étaient trop faibles pour que ces cellules fussent employées en pratique ; ce n'est que dans les dernières années, grâce aux amplifications par les tubes électroniques, que les cellules au potassium sont entrées triomphalement dans la technique téléphotographique ; leur inertie est négligeable, elles permettent l'exploration des images d'une manière très rapide non seulement par la méthode des transparents, mais aussi avec la lumière réfléchie ;

2° Perfectionnement des transmetteurs au sélénium. Grâce aux amplifications, on peut employer aujourd'hui des cellules de sélénium avec une couche sensible

très mince. Leur inertie est moins gênante, les courants photoélectriques très faibles à cause de la grande résistance de ces cellules peuvent être amplifiés suffisamment pour les besoins de la pratique;

3° Les transmissions téléphotographiques sans fil peuvent être réalisées avec une vitesse plus élevée que dans la télégraphie ordinaire sans fil;

4° Les transmissions par les câbles téléphoniques peuvent être réalisées à l'aide de courants alternés;

5° Perfectionnements des méthodes de synchronisation.

Pour la synchronisation, on emploie de plus en plus des moteurs synchrones réglés à des fréquences de 600 à 1 200 p : s au moyen d'horlogeries très précises. La fréquence est transmise en même temps que les signaux composant l'image. Les horlogeries sont accordées, avant les transmissions, par signaux sans fil et d'une manière extrêmement exacte. M. Korn voit l'avenir de la synchronisation dans une synchronisation universelle proposée par lui et qui sera discutée durant la Conférence internationale de Washington : un des grands postes radiotélégraphiques de haute puissance devrait envoyer chaque jour pendant un quart d'heure, par exemple, une fréquence très précise (600 à 1 200 par seconde) avec une longueur d'onde bien déterminée. D'après cette fréquence un certain nombre de postes centraux dans les différents pays régleraient des pendules de précision, et elles pourraient maintenir la fréquence donnée avec une précision suffisante au moins jusqu'au lendemain. De ces postes centraux les différents appareils téléphotographiques pourraient recevoir leur fréquence de synchronisme; si possible, par fil.

Quant au problème de la télévision, M. Korn ne croit à une solution qu'à l'aide d'un grand nombre de fils ou d'un grand nombre de longueurs d'ondes; il est presque impossible actuellement d'envoyer plus de 10 000 éléments par seconde, et pour un portrait que l'on voudrait reproduire avec quelque ressemblance, il faudrait déjà transmettre plus de 100 000 éléments par seconde; donc, pour un simple portrait reconnaissable, dix longueurs d'onde seraient nécessaires, et il en faudrait bien davantage pour des images détaillées comme nous les voyons dans les cinématographes. Les frais de tels arrangements ne permettront pas un usage pratique de la télévision, du moins pas dans un avenir très proche. La solution n'est pourtant pas impossible en principe, des personnes fortunées ou des sociétés disposant de moyens très puissants pourraient, de temps en temps, faire quelques essais de télévision, et peut-être un jour, de nouvelles inventions en télégraphie sans fil permettront-elles de faire baisser les frais et de mettre la télévision à la portée de tout le monde.

Les derniers progrès de la téléphotographie d'après le système Telefunken-Karolus-Siemens, par le docteur Fritz Schrœter (Allemagne). — L'exploitation de la transmission de fac-similés est réalisable, si les vitesses de transmission obtenues correspondent à celles de la télégraphie rapide. Cette exigence implique une vitesse très élevée pour transformer les dégradations de clarté en d'autres de courant, et inversement, ce que l'on ne peut atteindre qu'avec des organes exempts d'inertie. Le système Telefunken-Karolus-Siemens emploie, à cet effet, la cellule photoélectrique à potassium pour le transmetteur, et le relais à rayons lumineux Karolus pour le récepteur. La synchronisation des tambours d'images s'effectue au moyen de disques dentés et de diapasons accordés à la même fréquence. Afin d'éviter la fabrication de clichés spéciaux pour la transmission, c'est le document original lui-même qui est manipulé au moyen de lumière réfléchie. Les progrès réalisés entre temps, par suite d'essais ultérieurs, sont les suivants :

1° L'amplification des courants photoélectriques très faibles s'effectue d'après la méthode du courant porteur. La fréquence porteuse est produite dans la cellule photoélectrique elle-même, la lumière de manipulation étant interrompue pendant un nombre élevé de périodes, par un disque à couronne dentée;

2° L'image est reçue du côté récepteur, directement sur film ou sur papier photographique. Afin d'obtenir une image positive, il faut encore faire usage, du côté transmetteur, d'un dispositif de compensation, de telle sorte qu'une autre cellule photoélectrique expérimente un maximum d'exposition constante à la lumière, avec la fréquence du disque à couronne dentée; cette cellule est connecté électriquement par couplage en pont, avec la première cellule;

3° Comme il est le plus avantageux de travailler avec réception hétérodyne, l'effet produit par les images doit être nettement noir-blanc. Pour des images dégradées il faut donc faire choix d'une limite. Par la variation dans l'ordre de cette limite, il est aussi possible de reproduire, du côté récepteur, des demi-tons. Dans ce cas, il y a donc lieu à une manipulation réitérée et à l'intégration photographique dans le fac-similé;

4° Pour l'emploi d'ondes courtes, il sera avantageux d'utiliser, du côté récepteur, l'amplification de fréquence intermédiaire. La production d'un excédent d'intensité permet de régler quelque peu l'effet d'évanouissement, le cas échéant;

5° Il est utile de munir les amplificateurs de fréquence intermédiaire, côté transmetteur et côté récepteur, des transformateurs spéciaux amortis dans leur point de résonance, par des résistances ohmiques montées en parallèle, ce qui élimine les oscillations lors de la mise des transformateurs en circuit et, conséquemment, la production de contours doubles dans les images transmises. — A. T.

(A suivre).

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Note sur le champ magnétique d'un courant circulaire (*Suite et fin*) ( )

II. Etude du solénoïde idéal. — 1. DÉTERMINATION DU FLUX $\mathcal{F}(r, s)$. — Le système de courants le plus intéressant est sans nul doute le solénoïde. On sait qu'il est légitime d'assimiler les spires en hélice à des spires circulaires planes de même axe [1]. Nous étudierons le cas limite du solénoïde à spires très nombreuses et très rapprochées, pouvant être comparé à une couche cylindrique uniforme de courants ayant même étendue et même intensité par unité de longueur.

Soient R le rayon et L la longueur du solénoïde (fig. 4), en centimètres. Ces deux quantités peuvent varier de façon indépendante; l'ensemble de tous les solénoïdes

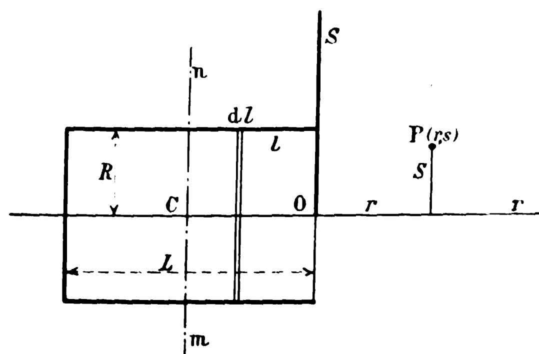


Fig. 4. — Représentation du solénoïde rapporté aux coordonnées r et s pour le calcul du champ qu'il produit au point P.

constitue une double variété que l'on peut représenter par (R, L). Nous pouvons la réduire à une simple variété (λ) en ramenant, à l'aide de notre transformation (16), l'étude du cas général (R, L) à celle du solénoïde-type $\left(\rho = 1, \lambda = \frac{L}{R}\right)$. Le cas de tous les solénoïdes de même type

$$\lambda = \frac{L}{R}, \tag{50}$$

correspond à un seul problème.

Il est aisé d'établir les propriétés de symétrie du problème, aussi bien par rapport à l'axe du solénoïde que par rapport au plan m n de la spire du milieu; nous pouvons borner notre étude à un seul quadrant du champ, par exemple à celui limité par Cn et Cr. Nous plaçons l'origine O des coordonnées r, s au centre de la spire extrême, à droite.

Soient $\mathcal{F}(r, s)$ le flux d'induction au point P (r, s), défini comme Φ plus haut, c'est-à-dire le flux issu du solénoïde à travers un cadre circulaire de même axe rencontrant le plan au point P (r, s); n, le nombre de spires par centimètre de longueur d'une génératrice; i, le courant d'une spire, en unités absolues; $j = ni$ le courant par centimètre d'une génératrice du solénoïde.

Considérons la tranche de notre solénoïde de largeur dl comprise entre deux plans parallèles aux spires. Nous pouvons l'assimiler à un courant circulaire infiniment délié

$$dI = j\,dl = ni\,dl.$$

La position de P (r, s) par rapport à ce cadre élémentaire est déterminée en coordonnées ordinaires par $(r + l, s)$ et en coordonnées relatives par

$$\left(x' = \frac{r + l}{R};\quad y = \frac{s}{R}\right).$$

La part contributive de l'élément dl au flux $\mathcal{F}(r, s)$ est, d'après l'expression (36),

$$d\mathcal{F}(r, s) = Rj\,dl\,4\pi\sqrt{y}\,\Lambda(K).$$

En parcourant successivement tous les éléments dl, la position de P varie entre les limites r et $r + L$; pour avoir le flux lui-même, il suffit donc de calculer l'intégrale

$$\mathcal{F}(r, s) = 4\pi Rj\sqrt{y}\int_{l=0}^{L}\Lambda(K)\,dl,$$

la valeur du paramètre K étant celle qui correspond à la position relative de P (r, s) par rapport au cadre dl.

En passant aux coordonnées relatives x, y, nous aurons

$$x = \frac{r}{R},\quad y = \frac{s}{R},\quad \lambda = \frac{L}{R},\quad x' = \frac{r + l}{R},\quad dl = R\,dx',$$

$$K^2 = \frac{4y}{x^2 + (1 + y)^2},$$

$$\mathcal{F}(r, s) = 4\pi R^2 j\sqrt{y}\int_{x}^{x+\lambda}\Lambda(K)\,dx, \tag{51}$$

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 5 novembre 1927, t. XXII, p. 711-724.

[1] OLLIVIER. *Physique générale*, t. I, édition de 1921, p. 330.

(nous écrivons dx au lieu de dx'; le sens de la formule reste le même)

2. DÉFINITION ET TRANSFORMATION DE G (x, y). — Nous introduisons avantageusement l'intégrale définie auxiliaire

$$G(x,y) = \int_x^\infty A(K)\,dx = \int_x^\infty dx \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{K(2\sin^2\varphi - 1)\,d\varphi}{\sqrt{1-K^2\sin^2\varphi}}; \quad (52)$$

l'intégrale (51) s'exprime simplement par cette nouvelle fonction

$$\int_x^{x+\lambda} A(K)\,dx = \int_x^\infty A(K)\,dx - \int_{x+\lambda}^\infty A(K)\,dx$$
$$= G(x, y) - G(x+\lambda, y).$$

Nous verrons plus loin que G (x, y) a une signification très simple; son produit par $4\pi R^2 j\sqrt{y}$ représente le flux de la plage magnétique circulaire homogène (simple couche) de densité j.

Le calcul de G (x, y), sous forme d'intégrale double, n'est pas possible; nous chercherons à effectuer l'intégration par série, ce qui est possible, si l'on prend pour A (K) son développement en série (23) et si l'on remplace la variable d'intégration x par K^2, d'après la formule du changement de variable

$$G(x,y) = \int_{K^2}^0 (a_1K^3 + a_2K^5 + a_3K^7 + \ldots)\frac{\partial x}{\partial K^2}\,dK^2. \quad (53)$$

$a_1, a_2, a_3 \ldots$ sont les coefficients de la série (23). Le facteur $\frac{\partial x}{\partial K^2}$ est aussi développable en série; la fonction sous le signe somme est le produit de deux séries, c'est-à-dire, d'après le théorème de Cauchy, une nouvelle série procédant suivant les puissances positives de K^2, qui s'intègre immédiatement. On trouvera à l'annexe III ces calculs in extenso.

En posant

$$Z = K^2, \quad \frac{\beta}{\alpha} = \frac{(1+y)^2}{4y}, \quad (54)$$

on parvient, d'après ces calculs, à l'expression

$$G(x,y) = \sqrt{y}(g_1Z + g_2Z^2 + g_3Z^3 + \ldots g_nZ^n + \ldots) \quad (55)$$

$$\left.\begin{aligned} g_1 &= a_1, \\ g_2 &= \frac{1}{2}\left(a_2 + \frac{\beta}{\alpha}\frac{a_1}{2}\right), \\ g_3 &= \frac{1}{3}\left(a_3 + \frac{\beta}{\alpha}\frac{a_2}{2} + \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^2\frac{3}{8}a_1\right), \\ g_4 &= \frac{1}{4}\left(a_4 + \frac{\beta}{\alpha}\frac{a_3}{2} + \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^2\frac{3}{8}a_2 + \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^3\frac{5}{16}a_1\right). \end{aligned}\right\} \quad (56)$$

Comme c'était à prévoir, les coefficients g sont fonction de $\frac{\beta}{\alpha}$, donc de y; on obtient, par conséquent, pour chaque horizontale (y = constante) une série distincte.

Pour $y = 1$, $\frac{\beta}{\alpha} = 1$ (horizontale des spires du solénoïde), on trouve

$$G(x, 1) = 0{,}19635\,Z + 0{,}12272\,Z^2 + 0{,}08744\,Z^3$$
$$+ 0{,}06702\,Z^4 + 0{,}0538\,Z^5 + \ldots\ldots \quad (57)$$

Les coefficients décroissent un peu plus rapidement que ceux de A (K) suivant l'expression (23); dans l'annexe IV, nous démontrons que cette série est convergente dans tout l'intervalle Z (0, 1), y compris la valeur limite $Z = 1$ (contrairement à la série A (K)). Nous verrons en même temps que cette série, et avec elle toutes les séries (55), n'est pas utilisable pour les valeurs de Z voisines de l'unité; pour $Z = 1$, nous trouverons G $(x, 1) = \frac{\pi}{2} = 1{,}571$ et l'on voit avec quelle lenteur la somme des coefficients de (57) se rapproche de cette valeur.

Par extension de la méthode déjà employée pour les séries A (K) et B (K), il nous est possible d'exprimer G (x, y) sous forme de série à convergence améliorée répondant aux besoins des applications.

On trouve suivant le calcul indiqué à l'annexe V [1]

$$G(x, y) = \sqrt{y}\sqrt{1 - \frac{\beta}{\alpha}Z}\,[\log_e(1-Z) - m]$$
$$+ \sqrt{y}\sum_0^\infty G_nZ^n, \quad (58)$$

$$\left.\begin{aligned} G_0 &= m, \\ G_1 &= g_1 + 1 - \frac{m}{2}\frac{\beta}{\alpha}, \\ G_2 &= g_2 - \left[-\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\frac{\beta}{\alpha} + \frac{m}{8}\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^2\right], \\ G_3 &= g_3 - \left[-\frac{1}{3} + \frac{1}{4}\left(\frac{\beta}{\alpha}\right) + \frac{1}{8}\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^2 + \frac{m}{16}\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^3\right]. \end{aligned}\right\} \quad (59)$$

Pour l'horizontale $y = 1$, on trouve

$$m = 0{,}7, \quad \frac{\beta}{\alpha} = 1,$$

$$G(x, 1) = \sqrt{1-Z}\,[\log_e(1-Z) - 0{,}7] + 0{,}7 + 0{,}84635\,Z$$
$$+ 0{,}03522\,Z^2 + 0{,}00202\,Z^3 - 0{,}00199\,Z^4$$
$$- 0{,}00230\,Z^5 - 0{,}00199\,Z^6 - 0{,}00163\,Z^7$$
$$- 0{,}00132\,Z^8 - 0{,}00107\,Z^9 \ldots\ldots \quad (60)$$

Pour $Z = 1$, le premier terme est nul et l'on voit facilement que pour cette valeur de Z, la somme $\left(\frac{\pi}{2}\right)$ de la série est en grande partie condensée dans les premiers termes.

[1] Voir les expressions (98) et (99).

3. Formule pratique du flux. Discussion. — Le flux au point P (r, s) s'exprime, d'après (51) et (52) par la formule

$$\mathcal{F}(r, s) = 4\pi R^2 n i \sqrt{y}\,[G(x, y) - G(x + \lambda, y)], \qquad (61)$$

$G(x, y)$ étant la valeur qui correspond au paramètre

$$Z = K^2 = \frac{4y}{x^2 + (1 + y)^2};$$

on prendra suivant les cas (Z petit ou Z voisin de 1) une des deux formes équivalentes (55) ou (58). L'équation (61) résout pratiquement le problème général du flux du solénoïde.

En effet, les formules données pour la fonction $G(x, y)$ permettent de dresser des tables ou de se procurer des graphiques donnant les valeurs numériques de cette fonction pour tout le plan des xy. On remplacera convenablement les variables x et y par y et K^2. A l'aide de pareilles tables ou graphiques l'étude et le dessin du champ d'un solénoïde quelconque sera des plus simples.

On pourra, par exemple, avec de légères modifications, appliquer le procédé de construction des lignes de force par points successifs, esquissé pour le cadre unique, comme on l'a indiqué précédemment pour le conducteur circulaire infiniment délié.

Le flux $\mathcal{F}(r, s)$ peut encore s'écrire

$$\mathcal{F}(r, s) = Mi,$$

M étant le coefficient d'induction mutuelle du solénoïde et du cadre traversé par le flux $\mathcal{F}(r, s)$; notre formule (61) permet donc de calculer ce coefficient M.

Si l'on utilise $G(x, y)$ sous la forme la plus pratique (58), on a, avec une notation évidente

$$\mathcal{F}(r, s) = 4\pi R^2 n i y \left[\sqrt{1 - \frac{\beta}{\alpha} Z}\,[\log_e 1 - Z) - 0{,}7] + \sum_0^{\infty} G_n Z^n\right]_{Z(x+\lambda, y)}^{Z(x, y)} \qquad (62)$$

$$\lambda = \frac{L}{R}, \quad x = \frac{r}{R}, \quad y = \frac{s}{R}.$$

Notre transformation de (r, s) en (x, y) change la figure 4 en la figure 5.

Tant que le point P (x, y) est à droite de l'axe Oy, il n'y a pas d'ambiguïté ; x et y varient de o à $+\infty$, Z de 1 à o. Pour les points P' à gauche de Oy, l'abscisse x devient négative, $x = -x'$ (x' étant positif). Les formules établies n'ont plus de sens, la fonction $G(x, y)$ n'étant définie que pour les valeurs de x de l'intervalle de o à $+\infty$. Soient P' $(-x', y)$ un tel point, représentatif de P' $(-r', s)$; nous partageons le solénoïde en deux portions a b à gauche, et a c à droite de P'. Pour a b, nos formules sont applicables et donnent une première partie correspondant au solénoïde partiel $(\lambda - x')$ dont le point P' est situé dans le plan de la spire extrême

$$\mathcal{F}'(-r', s) = 4\pi R^2 n i \sqrt{y}\,[G(0, y) - G(\lambda - x', y)].$$

Quant à la portion ac, on remarquera que, pour les raisons de symétrie déjà citées, son flux au point P'

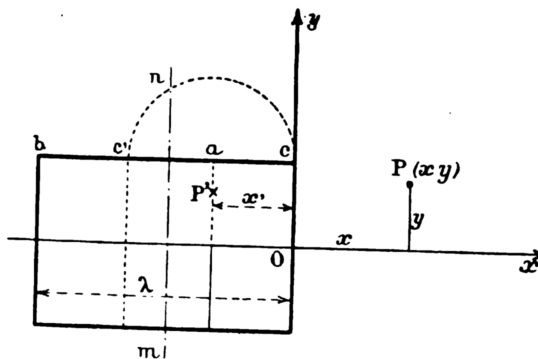


Fig. 5. — Représentation du solénoïde rapporté aux coordonnées relatives x et y.

est égal à celui de la portion symétrique a c' = ac par rapport au plan perpendiculaire à l'axe Ox contenant P' ; on aura donc de ce côté

$$\mathcal{F}''(-r', s) = 4\pi R^2 n i \sqrt{y}\,[G(0, y) - G(x', y)].$$

Il doit donc être convenu que, pour les valeurs négatives $x = -x'$ de x, la formule (61) doit être interprétée de la façon suivante

$$\mathcal{F}(-r', s) = 4\pi R^2 n i \sqrt{y}\,[2G(0, y) - G(x', y) - G(\lambda - x', y)]. \qquad (63)$$

Pour mettre en évidence la signification de $G(x, y)$, je rappelle d'abord quelques propriétés élémentaires du solénoïde [1].

a) Le champ uniforme à l'intérieur d'une bobine infiniment longue est

$$H = 4\pi n i = 4\pi j;$$

à l'extérieur $H = 0$;

b) L'action magnétique du solénoïde sur les points extérieurs est identique à celle de deux pôles magnétiques respectivement nord et sud de densité uniforme égale à $\pm ni = \pm j$, placés à ses extrémités ;

c) Le champ dans l'intérieur du solénoïde est la résultante du champ uniforme $4\pi j$ que l'on observerait s'il était infiniment long et du champ non uniforme produit par les deux plaques magnétiques terminales, $\pm j$, définies ci-dessus.

Les formules (61), (63) traduisent exactement ces faits.

[1] Ollivier. *Physique générale*, t. 1, édition de 1921, p. 330 et suivantes.

Considérons d'abord un solénoïde du type λ très grand ($\lambda = \infty$); la plage terminale gauche s'éloigne indéfiniment, son action est nulle. Dans la formule (61), le deuxième terme G ($x + \lambda$, y) devient

$$G(\infty, y) = \int_{\infty}^{\infty} A(K)\,dx = 0.$$

On en conclut, d'après le théorème *b* ci-dessus, et en se bornant d'abord aux points à droite de Oy, que la fonction

$$\mathcal{F}_x = 4\pi R^2 n i \sqrt{y}\, G(x, y), \qquad (64)$$

représente le flux issu d'une plage magnétique de rayon R, de densité $j = ni$ placée dans le plan $r = 0$, à travers un cadre circulaire d'axe Or rencontrant le plan au point (r, s) correspondant au rayon $s = Ry$.

En un point P' vers le milieu de ce même solénoïde ($\lambda = \infty$), on a

$$x' \cong \lambda - x' \cong \frac{\lambda}{2} = \infty\ ;$$

les deux derniers termes de (63) tendent vers

$$G(\infty, y) = 0;$$

étant donné que

$$r' = Rx' = \frac{L}{2},$$

il reste

$$\mathcal{F}\left(-\frac{L}{2}, s\right) = 4\pi R^2 n i \sqrt{y}\, 2\, G(0, y).$$

D'autre part, ce flux peut s'écrire, d'après le théorème *a*,

$$\mathcal{F}\left(-\frac{L}{2}, s\right)_i = (Ry)^2 \pi 4\pi j,$$

pour les points intérieurs ($y < 1$)

$$\mathcal{F}\left(-\frac{L}{2}, s\right)_e = R^2 \pi 4\pi j = \text{constante}$$

pour les points extérieurs.

On en déduit la curieuse propriété suivante de la fonction G (x, y)

$$G(0, y) = \int_0^{\infty} A(K)\,dx = \frac{\pi}{2}\, y \sqrt{y}$$

pour $y < 1$ (points intérieurs).

$$G(0, y) = \int_0^{\infty} A(K)\,dx = \frac{\pi}{2}\, \frac{1}{\sqrt{y}} \qquad (65)$$

pour $y > 1$ (points extérieurs).

Cette propriété nous fournit pour chaque horizontale la valeur de G la plus difficile à calculer, comme nous l'avons vu après (56), et, en même temps, un critérium pour légitimer définitivement la série à convergence améliorée (60) que nous avons indiquée pour le calcul de cette fonction.

Pour l'horizontale $y = 1$, on a $G(0,1) = \frac{\pi}{2} = 1{,}5708$ et, d'après la série (60)

$$G(0,1) = 0 + \sum_0^{\infty} G_n,$$

et, en se bornant aux 10 premiers termes

$$G(0,1) = 1{,}5733.$$

Les formules (65) seront très utiles pour la détermination de la constante m de (58) pour les autres horizontales, comme il est indiqué en (92) à l'annexe V.

On vérifie aisément d'après (64) et (65) les points suivants qui permettent d'achever l'interprétation des formules (61) et (63).

Si $y = 1$, $\mathcal{F}_x(0,1) = 4\pi R^2 ni G(0,1) = 2\pi^2 R^2 ni = \frac{1}{2}(R^2\pi 4\pi j$

est le flux total issu de l'une des faces de la plage magnétique ; c'est la moitié du flux (fictif) constant qui traverse, d'après le théorème *c*, le solénoïde.

Si $y < 1$, $\mathcal{F}_x(0, y) = 4\pi R^2 j \sqrt{y} \frac{\pi}{2} y \sqrt{y} = \frac{1}{2}(Ry)^2 \pi 4\pi j$

est le même flux pour une portion concentrique de rayon Ry de la plage ;

Si $y > 1$, $\mathcal{F}_x(0, y) = 2\pi^2 R^2 j = \text{constante}$

est le flux total d'une face.

On peut donc dire que le champ fictif $4\pi j$ transmet de la plage sud à la plage nord un flux $R^2\pi\, 4\pi j$ qui sort ensuite des deux faces de cette plage pour rejoindre de nouveau la plage sud.

Les fonctions Φ (r, s) et $\mathcal{F}$ (r, s) ou plus exactement

$$A(K) \quad \text{et} \quad G(x, y) = \int_x^{\infty} A(K)\,dx$$

introduites pour l'étude du cadre circulaire et du solénoïde sont étroitement liées à des types fondamentaux de potentiel newtonien.

A (K) est le cadre circulaire équivalent au feuillet magnétique (double couche circulaire plane homogène); G (xy) est la plage magnétique (simple couche circulaire plane homogène).

Tandis que le potentiel définit les courbes de niveau V = constante, ces fonctions définissent les lignes de force Φ = constante, etc., orthogonales aux premières.

Nous avons déjà vu par les expressions (9) et (10) de quelle façon très simple on passe du flux $\Phi = 2\pi\Psi$ aux composantes X, Y du champ lui-même; je me bornerai ici à quelques indications pour $\mathcal{F}_x$ (r, s) défini en (64) : plage magnétique homogène. Le cas du

solénoïde s'en déduit très simplement. Les relations entre le flux $\mathcal{F}_x$ (r, s) et les composantes X, Y sont les mêmes, conformément au raisonnement précédant l'expression (10)

$$X = \frac{1}{2\pi s}\frac{\partial \mathcal{F}_x}{\partial s},$$

$$Y = \frac{-1}{2\pi s}\frac{\partial \mathcal{F}_x}{\partial r}.$$

Or, d'après (64).

$$y = \frac{s}{R}, \quad \frac{\mathcal{F}_x}{2\pi} = 2R^2 j\sqrt{\frac{s}{R}}\,\mathrm{G}(x, y) = 2R^{\frac{3}{2}} j\sqrt{s}\int_x^\infty \mathrm{A}(K)\,\mathrm{d}x.$$

L'intégrale est fonction de s par l'intermédiaire de K; nous aurons

$$X = \frac{2}{s}R^{\frac{3}{2}} j\left[\frac{1}{2\sqrt{s}}\int_x^\infty \mathrm{A}(K)\,\mathrm{d}x + \sqrt{s}\int_x^\infty \frac{\partial K}{\partial s}\frac{\partial \mathrm{A}(K)}{\mathrm{d}K}\,\mathrm{d}x\right].$$

La première intégrale est G (x, y); la deuxième intégrale contient

$$\frac{\partial K}{\partial s} = \frac{1}{R}\frac{\partial K}{\partial y},$$

que l'on peut exprimer en fonction de K et de x, comme nous l'avons montré après (19), $\frac{\partial \mathrm{A}(K)}{\partial K}$ qui est la fonction B (K) ((19), (31) et suiv.) et, comme variable d'intégration, x. En passant de la variable x à K et en prenant B (K) sous l'une des formes que nous avons données, il doit être possible de mettre cette intégrale sous une forme accessible au calcul.

Pour la composante Y, on trouve la relation remarquable

$$\frac{\partial}{\partial r}\int_x^\infty \mathrm{A}(K)\,\mathrm{d}x = -\frac{\partial}{\partial(xR)}\int_\infty^x \mathrm{A}(K)\,\mathrm{d}x = -\frac{1}{R}\mathrm{A}(K),$$

$$Y = +\frac{1}{sR}\,2R^{\frac{3}{2}} j\sqrt{s}\,\mathrm{A}(K) = \frac{2j}{\sqrt{y}}\mathrm{A}(K). \qquad (66)$$

La composante Y nous est immédiatement donnée par le tableau II pour A (K).

4. Coefficient de self-induction S du solénoïde. — La formule (63) nous permet en particulier d'indiquer le flux qui traverse les spires du solénoïde elles-mêmes. En faisant $y = 1$, $(s = R)$ on trouve pour la spire à la distance $r' = x'R$ de l'extrémité droite, un flux.

$$\mathcal{F}(-r', R) = 4\pi R^2 j[2\mathrm{G}(0, 1) - \mathrm{G}(x', 1) - \mathrm{G}(\lambda - x', 1)]. \quad (67)$$

Le premier terme correspond au flux du champ (fictif) uniforme $4\pi j$ (théorème c), les deux autres aux flux des deux plages $\pm j$ à travers la spire considérée. Nous n'avons qu'un pas à faire pour obtenir le flux à travers la surface totale du solénoïde (somme des surfaces de toutes les spires) ou, ce qui revient au même, une formule générale pour le coefficient de self-induction S du solénoïde qui est numériquement égal au flux pour un courant $i = 1$ exprimé en unités électromagnétiques.

Considérons la tranche du solénoïde de largeur $\mathrm{d}l = R\mathrm{d}x'$; elle contient $n\mathrm{d}l$ spires dont chacune est traversée par un flux $\mathcal{F}(-r', R)$; nous aurons de sa part un flux

$$\mathrm{d}\varphi = n\mathrm{d}l\mathcal{F}(-r', R) = nR\mathrm{d}x'\mathcal{F}(-r', R).$$

Le flux φ lui-même s'obtient en intégrant de 0 à L par rapport à la variable r' ou de 0 à $\lambda = \frac{L}{R}$ par rapport à x'; en faisant $i = 1$ unité C. G. S. dans $j = ni$, on trouve, comme 2 G $(0, 1) = \pi$ d'après (65),

$$S = \varphi(i) = 4\pi R^3 n^2\int_0^\lambda [\pi - \mathrm{G}(x', 1) - \mathrm{G}(\lambda - x', 1)]\,\mathrm{d}x',$$

où $i = 1$.

Les deux derniers termes donnent lieu à la même intégrale

$$\int_0^\lambda \mathrm{G}(x, 1)\,\mathrm{d}x$$

en substituant dans le dernier terme

$$\lambda - x' = x, \quad \mathrm{d}x' = -\mathrm{d}x;$$

en définitive, on aura

$$S = 4\pi R^3 n^2\left[\lambda\pi - 2\int_0^\lambda \mathrm{G}(x, 1)\,\mathrm{d}x\right]. \qquad (68)$$

Si l'on se borne au premier terme, on retrouve une formule approximative bien connue pour les bobines très allongées

$$S = \frac{\Delta^2}{L} \text{ (Δ longueur totale du fil).}$$

Pour obtenir la formule exacte, nous devons nous procurer — sous une forme pratique — la valeur de l'intégrale qui figure au deuxième terme de (68). La fonction

$$\mathrm{G}(x, 1) = \int_x^\infty \mathrm{A}(K)\,\mathrm{d}x$$

nous est connue sous deux formes différentes : la série entière (57) et la série à convergence améliorée (60). En introduisant la nouvelle fonction

$$\mathrm{M}(x) = \int_x^\infty \mathrm{G}(x, 1)\,\mathrm{d}x = \int_x^\infty \mathrm{d}x\int_x^\infty \mathrm{d}x\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{K(2\sin^2\varphi - 1)\,\mathrm{d}\varphi}{\sqrt{1 - K^2\sin^2\varphi}}, \quad (69)$$

qui est conforme à la définition de G (x, y) donnée

en (52), l'intégrale en question peut s'écrire

$$\int_0^\lambda G(x, 1)\, dx = \int_0^\infty G(x, 1)\, dx$$

$$- \int_\lambda^\infty G(x, 1)\, dx = M(0) - M(\lambda). \qquad (70)$$

Si l'on se reporte aux formules (52) et suivantes, on voit que le problème actuel est identique à celui qu'avait posé le calcul de G (x, y). En remplaçant ici la variable x par K, en adoptant pour G $(x, 1)$ la forme (57), et en posant

$$y = 1, \quad K^2 = \frac{4}{x^2 + 4}, \quad x^2 = \frac{4}{K^2} - 4,$$

on trouve

$$M(x) = \int_K^0 G(x, 1) \frac{\partial x}{\partial K} dK = 2 \int_0^K \frac{dK}{\sqrt{1 - K^2}\, K^2} [0,19635\, K^2$$

$$+ 0,1227\, K^4 + 0,0874\, K^6 + \ldots]. \qquad (71)$$

Le développement de la fonction sous le signe d'intégration est le produit des deux séries entières

$$\frac{G(x, 1)}{K^2} = g_1 + g_2 K^2 + g_3 K^4 + g_4 K^6 + \ldots g_n K^{2n-2} + \ldots$$

$$(1 - K^2)^{-\frac{1}{2}} = 1 + \frac{1}{2} K^2 + \frac{3}{8} K^4 + \frac{5}{16} K^6$$

$$+ \ldots \frac{1.3.5 \ldots (2n-3)}{2.4.6 \ldots (2n-2)} K^{2n-2} + \ldots.$$

$$\frac{G(x, 1)}{K^2 \sqrt{1 - K^2}} = g_1 + K^2 \left(g_2 + \frac{g_1}{2}\right) + \ldots$$

$$+ K^{2n-2} \left[g_n + \frac{g_{n-1}}{2} + \ldots g_1 \frac{1.3 \ldots (2n-3)}{2.4 \ldots (2n-2)}\right] + \ldots.$$

Après l'intégration, le terme général

$$K^{2n-2} [g_n + \ldots] \quad \text{devient} \quad \frac{K^{2n-1}}{2n-1} [g_n + \ldots],$$

et nous obtenons pour M (x), la série

$$M(x) = 2 [m_1 K + m_2 K^3 + m_3 K^5 + \ldots m_n K^{2n-1} + \ldots] \qquad (72)$$

$$\left.\begin{aligned} m_1 &= g_1, \\ m_2 &= \frac{1}{3}\left(g_2 + \frac{g_1}{2}\right), \\ m_3 &= \frac{1}{5}\left(g_3 + \frac{g_2}{2} + \frac{3}{8} g_1\right), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \\ m_n &= \frac{1}{2n-1}\left[g_n + \frac{g_{n-1}}{2} + \ldots g_1 \frac{1.3 \ldots (2n-3)}{(2.4 \ldots (2n-2))}\right]. \end{aligned}\right\} \qquad (73)$$

Le calcul donne pour les premiers coefficients

$$M(x) = 2 [0,19635\, K + 0,073632\, K^3 + 0,04448\, K^5$$

$$+ 0,03116\, K^7 + 0,02357\, K^9 + \ldots]. \qquad (74)$$

Cette formule sera très utile pour les petites valeurs de K, K^2 par exemple, inférieur à 0,6, soit $\lambda > 1,6$; elle ne vaut rien pour les valeurs de K voisines de l'unité et elle est pratiquement incapable de nous fournir la valeur de M (0) correspondant à $K = 1$ dont nous avons besoin dans l'expression (70).

Suivant notre méthode, nous chercherons encore une fois à améliorer la convergence de cette série. A cet effet, nous essayons d'abord d'effectuer l'intégration qui lie M (x) et G $(x, 1)$ (voir 71) en prenant G $(x, 1)$ sous la forme (60). Par un hasard heureux, les premiers termes, dans lesquels est concentrée en grande partie la valeur de G $(x, 1)$, donnent tous des intégrales élémentaires. Le reste de la série peut être converti, par la méthode que nous venons d'appliquer, en une nouvelle série au moins aussi convergente. Nous avons d'après (60) et (71),

$$M(x) = 2 \int_0^K \frac{dK}{\sqrt{1 - K^2}} \frac{1}{K^2} \Big[\sqrt{1 - K^2}\,[\log_e(1 - K^2) - 0,7]$$

$$+ 0,7 + 0,84635\, K^2 + \sum_{n=2}^{\infty} G_n K^{2n}\Big].$$

Voici le détail de chacun des termes de cette expression.

Ier terme :

$$\int_0^K \frac{dK}{K^2} \log_e(1 - K^2) = \left[-\frac{1}{K}\log_e(1 - K^2) - \int \frac{2\, dK}{1 - K^2}\right]_0^K$$

$$= -\frac{1}{K} \log_e (1 - K^2) - \log_e \frac{1 + K}{1 - K}.$$

IIe et IIIe termes :

$$\int_0^K 0,7\, dK \left(-\frac{1}{K^2} + \frac{1}{K^2 \sqrt{1 - K^2}}\right)$$

$$= 0,7 \left[\left(\frac{1}{K} - \sqrt{\frac{1}{K^2} - 1}\right)\right]_0^K = \frac{0,7}{K} (1 - \sqrt{1 - K^2}).$$

IVe terme :

$$\int_0^K 0,84635 \frac{dK}{\sqrt{1 - K^2}} = 0,84635 \text{ arc sin } K.$$

Pour intégrer la série, nous multiplions les développements de

$$\frac{1}{K^2} \sum_2^\infty G_n K^{2n} = G_2 K^2 + G_3 K^4 + \ldots.$$

et de

$$(1 - K^2)^{-\frac{1}{2}} = 1 + \frac{K^2}{2} + \frac{3}{8} K^4 + \ldots.$$

et nous intégrons le produit terme à terme. On voit aisément qu'il suffit de remplacer dans (73) les coefficients g_n par les G_n de l'expression (60) et de poser $g_1 = 0$ pour avoir les nouveaux coefficients ; on obtient pour le Ve terme :

$$\int_0^K dK \frac{\sum_2^\infty G_n K^{2n-2}}{\sqrt{1-K^2}} = M_2K^3 + M_3K^5 + M_4K^7 + \ldots,$$

$$M_2 = \frac{1}{3} G_2,$$

$$M_3 = \frac{1}{5}\left(G_3 + \frac{G_2}{2}\right),$$

$$M_4 = \frac{1}{7}\left(G_4 + \frac{G_3}{2} + \frac{3}{8} G_2\right),$$

suivant les expressions de la formule (73).

En ajoutant les termes I, II, III, IV, V, nous trouvons pour $M(x)$ la formule suivante

$$M(x) = 2\left\{\frac{1}{K}\left[0{,}7\left(1-\sqrt{1-K^2}\right) - \log_e(1-K^2)\right]\right.$$
$$\left. -\log_e\frac{1+K}{1-K} + 0{,}84635 \arcsin K + \sum_2^\infty M_n K^{2n-1}\right\}. \quad (75)$$

La valeur pratique de cette formule apparaît avec évidence si on l'applique pour le calcul de $M(0)$ correspondant à $K = 1$; on trouve d'abord pour les deux termes logarithmiques

$$\left(-\frac{1}{K}\log_e(1-K^2) - \log_e\frac{1+K}{1-K}\right)_{K=1} =$$
$$\left(1-\frac{1}{K}\right)\log_e(1-K^2) - \log_e(1+K)^2 = -\log_e 4,$$

puisque le premier terme tend vers zéro lorsque K tend vers l'unité.

On aura donc

$$M(0) = 2\left[0{,}7 - \log_e 4 + 0{,}84635\frac{\pi}{2} + \sum_2^\infty M_n\right]$$
$$= 2\,[0{,}7 - 1{,}3863 + 1{,}3294 + 0{,}020] = 1{,}326. \quad (76)$$

L'erreur qui pourrait subsister par le fait de l'évaluation rapide de ΣM_n (j'ai mis $\Sigma M_n = 0{,}02$, en me basant sur le calcul des 6 premiers coefficients) ne dépasse guère 2 unités de la dernière décimale.

En récapitulant, nous avons pour le coefficient de self-induction du solénoïde de type $\lambda = \frac{L}{R}$, la formule suivante déduite de (68) et de (70)

$$S = 4\pi R^3 n^2\left[\frac{L}{R}\pi - 2{,}652 + 2M(\lambda)\right]. \quad (77)$$

où l'on a placé, d'après (74)

$$2M(\lambda) = 4K\,[0{,}19635 + 0{,}073632\,K^2 + 0{,}04448\,K^4$$
$$+ 0{,}03116\,K^6 + 0{,}02357\,K^8 + 0{,}01872\,K^{10} + \ldots];$$

pour $x = \lambda$ et $y = 1$, on a $K^2 = \frac{4}{\lambda^2 + 4}$.

Pour les bobines courtes, on utilisera avec avantage la forme

$$2M(\lambda) = 4\left[\frac{1}{K}\left\{0{,}7\left(1-\sqrt{1-K^2}\right) - \log_e(1-K^2)\right\}\right.$$
$$-\log_e\frac{1+K}{1-K} + 0{,}84635 \arcsin K + K(0{,}01174\,K^2$$
$$+ 0{,}003926\,K^4 + 0{,}001746\,K^6 + 0{,}000940\,K^8$$
$$\left. + 0{,}000579\,K^{10} + 0{,}000393\,K^{12} + \ldots)\right]. \quad (78)$$

De (77) on déduit immédiatement la formule exacte pour les bobines très longues

$$M = 0 \text{ si } \lambda = \infty ;$$
$$S = 4\pi R^3 n^2\left[\frac{L}{R}\pi - 2{,}652\right] \quad (79)$$

en admettant $\lambda > 20$ environ.

Le dernier terme de (77) indique la correction qu'il faut apporter à cette formule pour des bobines quelconques. Les formules précédentes permettent de calculer cette correction en fonction de λ.

Je me bornerai ici à préciser par un exemple le sens de ces formules. Prenons le cas des bobines de longueur égale au double du rayon : $L = 2R$.

$$\lambda = \frac{L}{R} = 2, \quad K^2 = \frac{4}{4+4} = \frac{1}{2}, \quad 4K = 4\sqrt{0{,}5} = \sqrt{8} = 2{,}8284,$$

$$2M(\lambda) = 2{,}8284\left[0{,}19635 + \frac{0{,}07363}{2} + \frac{0{,}04448}{4} + \frac{0{,}03116}{8}\right.$$
$$\left. + \frac{0{,}02357}{16} + \frac{0{,}01872}{32} + \ldots\right] = 0{,}7088,$$

$$S = 4\pi R^3 n^2[2\pi - 2{,}652 + 0{,}7088] = 4\pi R^3 n^2 4{,}34 \quad (L = 2R).$$

5. Conclusion des calculs précédents. — La forme que nous avons donnée au flux Φ (37) et le fait que la série qui y figure a une valeur pratiquement constante dans un entourage assez grand du cadre (ainsi qu'on s'en est rendu compte dans la discussion des formules pratiques données dans la première partie de cette étude, paragraphe 4), permettent d'étudier le cadre de section circulaire finie et, en particulier, le champ, ou le flux dans la section elle-même. Cela revient au calcul d'une certaine intégrale double étendue à l'aire de la section. Une nouvelle intégration de même nature donnerait le coefficient de self-induction du cadre pratique. Ces résultats

sont en partie déjà acquis par une autre voie ; je renonce, au moins pour l'instant, à faire ces calculs que l'on devine assez laborieux.

On a vu réussir au cours de trois intégrations successives et de moins en moins élémentaires l'artifice proposé dans cette note. En mathématique, il n'est guère permis de faire la part de la chance ; serait-ce présomption de voir dans ce fait, en somme assez heureux, un reflet de l'harmonie indubitablement inhérente au phénomène étudié ?

† Vincenzo GIANELLA,
Ingénieur à Comprovasco (Suisse).

Annexe III. Développement de G(x, y) en série.

Posons

$$\alpha = 4y, \quad \beta = (1 + y)^2, \quad Z = K^2 = \frac{\alpha}{x^2 + \beta};$$

rappelons l'expression (23)

$$A(K) = K(0{,}19635\, K^2 + 0{,}14726\, K^4 + 0{,}11505\, K^6 + \ldots)$$
$$= a_1K^3 + a_2K^5 + a_3K^7 + \ldots. \qquad (80)$$

De la définition de K^2, on tire

$$x = \sqrt{\frac{\alpha}{K^2} - \beta}, \quad \frac{\partial x}{\partial K^2} = \frac{-\alpha}{2\,K^4\sqrt{\frac{\alpha}{K^2} - \beta}}.$$

L'intégrale (53) devient

$$G(x, y) = -\int_{K^2}^{0} \ldots = +\frac{\alpha}{2}\int_0^{K^2} \frac{A(K)\, \mathrm{d}K^2}{\sqrt{\alpha - \beta K^2}\, K^3}$$

$$= \frac{\sqrt{\alpha}}{2}\int_0^{K^2} \frac{\mathrm{d}K^2}{\sqrt{1 - \frac{\beta}{\alpha} Z}} \left(\frac{a_1K^3 + a_2K^5 + a_3K^7 + \ldots}{K^3}\right). \qquad (81)$$

$$\left.\begin{aligned} G(x, y) &= \sqrt{y}\int_0^{Z} \frac{\mathrm{d}Z}{\sqrt{1 - \frac{\beta}{\alpha} Z}}(a_1 + a_2Z + a_3Z^2 + a_4Z^3 + \ldots) \\ &= \sqrt{y}\int_0^{Z} \mathrm{f}(Z)\, \mathrm{d}Z. \end{aligned}\right\} \qquad (82)$$

Il est facile de voir que le produit

$$\frac{\beta}{\alpha} Z = \frac{(1 + y)^2}{x^2 + (1 + y)^2}$$

est compris entre 0 et 1 dans tout le plan. D'autre part, le facteur

$$\frac{\beta}{\alpha} = \frac{(1 + y)^2}{4y} \geqq 1 ;$$

en effet, cette fonction a pour les valeurs positives de y un minimum égal à 1 pour $y = 1$. La valeur maximum de

$$Z = \frac{\alpha}{x^2 + \beta},$$

pour une horizontale donnée, est celle qui correspond à $x = 0$,

$$Z_{\max} = \frac{\alpha}{\beta} \leqq 1.$$

Pour obtenir G (x, y) sous forme de série entière de Z, on pourrait appliquer la formule de Maclaurin

$$\mathrm{f}(Z) = \mathrm{f}(0) + \frac{Z}{1}\mathrm{f}'(0) + \frac{Z^2}{2!}\mathrm{f}''(0) + \ldots.$$

La fonction sous le signe somme s'y prête de façon remarquable, mais la discussion du reste R_n présente de grandes difficultés.

Nous suivrons un autre chemin, plus simple et plus court. La fonction sous le signe somme est le produit d'une série entière,

$$a_1 + a_2Z + a_3Z^2 \ldots = \frac{A(K)}{K^3},$$

convergente dans l'intervalle (0, 1) excepté pour la limite supérieure, et d'un facteur qui est aussi la somme d'une série entière (formule du binôme) convergente dans l'intervalle

$$\left(0, Z_{\max} = \frac{\alpha}{\beta} \leqq 1\right).$$

excepté pour la limite $Z_{\max}$.

D'après un théorème de Cauchy, la série obtenue en multipliant de toutes les manières possibles un terme de la première par un terme de la seconde, ordonnée suivant les puissances croissantes de Z, est aussi convergente dans le plus petit des deux intervalles :

$$\left(0, Z_{\max} = \frac{\alpha}{\beta}\right)$$

et a pour somme le produit des sommes des deux premières. L'intégration de cette nouvelle série entière se fait immédiatement, terme à terme.

Nous avons à multiplier

$$\frac{A(K)}{K^3} = a_1 + a_2Z + a_3Z^2 + a_4Z^3 + \ldots a_nZ^{n-1} + \ldots$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\beta}{\alpha} Z}} = 1 + \frac{\beta}{\alpha}\frac{Z}{2} + \frac{3}{8}\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^2 Z^2 + \frac{5}{16}\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^3 Z^3$$
$$+ \ldots \frac{1.3\ldots(2n-3)}{2.4\ldots(2n-2)}\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^{n-1} Z^{n-1} + \ldots.$$

Il vient

$$\mathrm{f}(Z) = a_1 + Z\left(a_2 + \frac{\beta}{\alpha}\frac{a_1}{2}\right) + Z^2\left(a_3 + \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)\frac{a_2}{2} + \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^2\frac{3}{8}a_1\right) + \ldots$$

Le terme général $Z^{n-1}\, C$ donne après l'intégration $Z^n \frac{C_n}{n}$; nous sommes donc conduits à écrire

$$G(x, y) = \sqrt{y}\,(g_1Z + g_2Z^2 + g_3Z^3 + \ldots g_nZ^n + \ldots), \qquad (83)$$

$$\left.\begin{aligned}
g_1 &= a_1,\\
g_2 &= \frac{1}{2}\left(a_2 + \frac{\beta}{\alpha}\frac{a_1}{2}\right),\\
g_3 &= \frac{1}{3}\left(a_3 + \frac{\beta}{\alpha}\frac{a_2}{2} + \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^2 \frac{3}{8} a_1\right)\\
&\ldots\ldots\\
g_n &= \frac{1}{n}\left[a_n + \frac{\beta}{\alpha}\frac{a_{n-1}}{2} + \ldots \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^{n-r} a_r \frac{1.3.5\ldots[2(n-r)-1]}{2.4.6\ldots 2(n-r)}\right.\\
&\left. + \ldots \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^{n-1} a_1 \frac{1.3\ldots(2n-3)}{2.4\ldots(2n-2)}\right].\\
&\ldots\ldots
\end{aligned}\right\} \quad (84)$$

La série (83) est convergente pour

$$Z < Z_{\max} = \frac{\alpha}{\beta};$$

pour $Z = Z_{\max}$, il y a doute ; nous verrons qu'elle est encore convergente. Le paramètre

$$\frac{\beta}{\alpha} = \frac{(1+y)^2}{4y} \geqq 1$$

qui figure dans les coefficients g varie d'une horizontale à l'autre ; nous obtenons donc pour chaque horizontale une série distincte. Celle relative à l'horizontale $y = 1$ a les coefficients les plus petits, puisque le rapport $\frac{\beta}{\alpha}$ atteint pour cette valeur de y sa valeur minimum $= 1$.

Si l'on envisage, d'autre part, pour chaque horizontale la valeur maximum de $Z = \frac{\alpha}{\beta}$, on voit que c'est encore pour $y = 1$ que l'on obtient la série à termes les plus élevés ; il suffit de comparer le terme général $g_n Z^n$ de (83) pour les valeurs de y telles que $\left(Z_m = \frac{\alpha}{\beta} < 1\right.$, et $y = 1$, auquel cas $Z_m = 1$, et $\frac{\beta}{\alpha} = 1$.

Ceci est conforme aux relations (65). En effectuant les calculs pour quelques coefficients, on trouve pour cette série limite, quelques cas :

$$y = 1, \quad Z = K^2 = \frac{4}{x^2+4}, \quad \sqrt{y} = 1,$$

$$G(x, 1) = 0{,}19635\, K^2 + 0{,}12272\, K^4 + 0{,}08744\, K^6 + 0{,}06702\, K^8 + 0{,}0538\, K^{10} + \ldots \quad (85)$$

Cette série a un intérêt tout particulier puisqu'elle conduit au flux qui traverse les spires du solénoïde.

En la comparant avec (80), on voit qu'elle converge (pour $K^2 = 1$) un peu plus rapidement que celle qui donne $A(k)$. Je dis que, contrairement à cette dernière, elle est encore convergente pour $K^2 = 1$.

Annexe IV. Convergence de la série G $(x, 1)$.

Pour établir ce point essentiel, je propose le raisonnement suivant, que j'esquisserai rapidement afin de ne pas surcharger le côté mathématique de cette note. Nous obtiendrons en même temps une valeur approchée du coefficient général qui nous sera très utile pour la suite.

En faisant $\frac{\beta}{\alpha} = 1$ dans g_n (84), on peut mettre le coefficient général de (85) sous la forme

$$g_n = \frac{1}{n}\left[a_n + \frac{a_{n-1}}{2} + \sum_{r=2}^{n-2} a_r \frac{1.3\ldots[2(n-r)-1]}{2.4\ldots 2(n-r)} + a_1 \frac{1.3\ldots(2n-3)}{2.4\ldots(2n-2)}\right]. \quad (86)$$

On a noté séparément, pour une raison que l'on verra, les deux premiers et le dernier terme.

a_r est le coefficient général de la série (23) ; nous avons tiré de la formule de Wallis une valeur approchée de a_n (voir la relation qui précède la formule (46), terme 2).

$$a_n = \frac{1-\varepsilon_n}{2n+2} \simeq \frac{1 - \frac{1}{4}n}{2n+2} \simeq \frac{1}{2n+2} \text{ valeur par excès,} \quad (87)$$

en négligeant les puissances supérieures de $\frac{1}{n}$; nous obtenons de même une valeur approchée du produit qui figure dans la somme ci-dessus, en utilisant l'expression (45') qui peut s'écrire :

$$\frac{\pi}{2}\left(\frac{1.3.5\ldots(2(n-r)-1)}{2.4.6\ldots 2(n-r)}\right)^2 2(n-r) = 1 - \varepsilon_{n-r},$$

$$\frac{1.3.5\ldots 2(n-r)-1}{2.4.6\ldots 2(n-r)} = \sqrt{\frac{1-\varepsilon_{n-r}}{\pi(n-r)}}$$

$$\simeq \frac{1}{\sqrt{\pi(n-r)}}, \text{ valeur par excès.} \quad (88)$$

Nous aurons donc en première approximation

$$(a_1 = 0{,}196 \simeq 0{,}2)$$

$$g_n = \frac{1}{n}\left[\frac{1}{\sqrt{\pi}}\sum_{2}^{n-2}\frac{1}{(2r+2)\sqrt{n-r}} + \frac{1}{2n+2} + \frac{1}{2.2n} + \frac{0{,}2}{\sqrt{\pi}\sqrt{n-1}}\right].$$

Sur la figure 6 on a représenté la fonction

$$f(x) = \frac{1}{(2x+2)\sqrt{n-x}},$$

où l'on peut supposer, par exemple $n = 100$; les ordonnées sont en réalité très petites ; $f(x)$ croît à l'infini

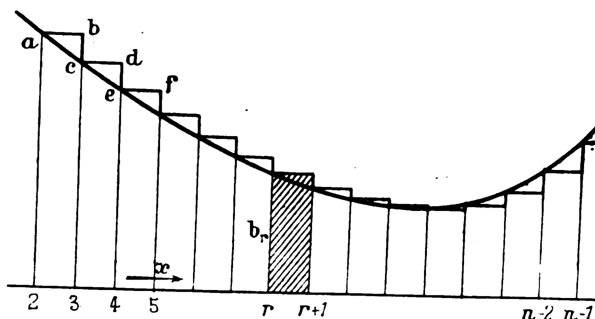


Fig. 6. — Représentation de la fonction

$$f(x) = \frac{1}{2x+2\sqrt{n-x}}$$

aux points $x = -1$ et $x = n$, dans l'intervalle elle est continue. Les ordonnées aux points $x = 2, 3, 4\ldots$

représentent les termes successifs de $\sum^{n-2}(b_r)$; en interprétant chaque terme comme aire du rectangle de largeur 1 et de hauteur b_r situé entre les ordonnées r et $r+1$, on voit que la somme $\sum_2^{n-2}$ donne l'aire de la figure plane comprise entre les ordonnées $x=2$, $x_1=n-1$, l'axe Or et la ligne polygonale a b c d... définie par la courbe et les ordonnées $x=2, 3, 4...$ En remplaçant la ligne polygonale par la courbe continue, nous obtenons une approximation de cette aire

$$\sum_2^{n-2} b_r = \sum_2^{n-2} \frac{1}{(2r+2)\sqrt{n-r}} = \int_2^{n-1} \frac{dx}{2(x+1)\sqrt{n-x}} \text{ environ.}$$

En substituant $\sqrt{n-x}=y$, l'intégrale s'écrit

$$-\int \frac{dy}{(n+1)-y^2} = +\frac{1}{2\sqrt{n+1}}\left[\log_e \frac{\sqrt{n+1}+\sqrt{n-x}}{\sqrt{n+1}-\sqrt{n-x}}\right]_{n-1}^{2}$$

pour $x=2$ le terme entre parenthèses devient

$$\log_e \frac{\left(1+\frac{1}{n}\right)^{\frac{1}{2}} + \left(1-\frac{2}{n}\right)^{\frac{1}{2}}}{\left(1+\frac{1}{n}\right)^{\frac{1}{2}} - \left(1-\frac{2}{n}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

$$= \log_e \frac{2 - \frac{1}{2n} - \frac{5}{8n^2} + \dots}{\frac{3}{2n} + \frac{3}{8n^2} + \dots} = \text{environ } \log_e \left(\frac{4}{3}\left(n - \frac{1}{3}\right)\right)$$

$$= \text{environ } \log_e \frac{4}{3} n \left(1 - \frac{1}{4n}\right) = \log_e \frac{4}{3} + \log_e n - \frac{1}{4n}.$$

Pour $x=(n-1)$ ledit terme donne

$$\log_e \frac{\sqrt{n+1}+1}{\sqrt{n+1}-1} = \log_e \frac{1+\frac{1}{\sqrt{n+1}}}{1-\frac{1}{\sqrt{n+1}}}$$

$$= \text{environ } \log_e \left(1 + \frac{2}{\sqrt{n+1}}\right) = \frac{2}{\sqrt{n+1}},$$

d'après (26) et la formule du binôme, en négligeant les puissances supérieures de $\frac{1}{n}$.

Il s'ensuit pour la valeur approchée de g_n,

$$g_n = \frac{1}{n}\left[\frac{1}{2\sqrt{\pi}\sqrt{n+1}}\left(\log_e \frac{4}{3} + \log_e n - \frac{1}{4n} - \frac{2}{\sqrt{n+1}}\right) + \frac{0,2}{\sqrt{\pi}\sqrt{n-1}} + \frac{1}{2(n+1)} + \frac{1}{4n}\right].$$

Cette expression de 7 termes peut être simplifiée plus ou moins, suivant l'approximation envisagée. A partir de $n=20$ environ, on peut grouper les termes 1 et 5; 4, 6, 7 et négliger le troisième; il vient

$$g_n = \frac{1}{n}\left[\frac{\log_e n}{2\sqrt{\pi}\sqrt{n+1}} + \frac{0,194}{\sqrt{n}} + \frac{0,186}{n+1}\right]. \qquad (89)$$

Pour $n=13$, cette formule donne $g_{13}=0,0200$ (valeur exacte, $g_{13}=0,0190$).

Nous avons deux approximations successives : celle d'après Wallis (par excès) et celle par intégrale définie (par défaut à gauche, par excès à droite, comme l'indique la figure); l'approximation se fait probablement par excès, comme on le voit pour g_{13}.

Il va sans dire qu'on pourrait obtenir des inégalités rigoureuses; il nous suffit de constater que, pour les valeurs très grandes de n, le coefficient général se réduit à

$$g'_n = \frac{1}{n}\frac{\log_e n}{2\sqrt{\pi}\sqrt{n+1}} \leq \frac{\log_e n}{n^{\frac{3}{2}}}\frac{1}{2\sqrt{\pi}}. \qquad (89')$$

Connaissant approximativement la forme du coefficient général de (85), il est aisé d'en démontrer la convergence pour $K^2=1$; parmi les règles de convergence, celle de Cauchy qui consiste à comparer la série avec une intégrale définie s'applique très simplement; en opérant comme nous l'avons fait plus haut pour la suite des termes de g_n, on voit immédiatement que

$$\sum_{a+1}^{\infty}\frac{\log_e n}{n^{\frac{3}{2}}}\frac{1}{2\sqrt{\pi}} < \frac{1}{2\sqrt{\pi}}\int_a^{\infty}\frac{\log_e x}{x^{\frac{3}{2}}}dx < \sum_a^{\infty}\frac{\log_e n}{n^{\frac{3}{2}}}\frac{1}{2\sqrt{\pi}}.$$

L'intégrale définie a pour valeur

$$\int_a^{\infty}\frac{\log_e x}{x^{\frac{3}{2}}}dx = \left[-2\frac{\log_e x}{\sqrt{x}}\right]_a^{\infty}$$

$$+\int_a^{\infty}\frac{2}{x^{\frac{3}{2}}} = 2\frac{\log_e a}{\sqrt{a}} + \frac{4}{\sqrt{a}}; \qquad (90)$$

(on sait que le quotient de $\log_e x$ par une puissance positive quelconque de x tend vers 0 lorsque x augmente indéfiniment).

Pour $a \geqq 2$ le second membre est fini, ce qu'il fallait démontrer.

Nous trouverons plus tard la somme vers laquelle tend la série G $(x, 1)$, définie en (85) pour $K^2=1$; elle est égale à $\frac{\pi}{2}=1,571$; un coup d'œil sur les coefficients montre que les séries (83) et (85) sont, sous cette forme, tout aussi inutilisables que la série (23) pour les valeurs de K^2 voisines de l'unité.

La somme des 10 premiers coefficients n'atteint que la valeur 0,7. Ce sera pour nous une nouvelle occasion d'appliquer le procédé déjà employé pour améliorer la convergence des séries A(K) et B(K) et par lequel nous sommes parvenus aux expressions (29) et (43).

Annexe V. Transformation de la série G (x, y).

Le problème se présente bien moins favorablement que pour les deux séries citées. En premier lieu la série (85) n'a pas de discontinuité dans l'intervalle (0,1), elle n'a donc pas de partie principale proprement dite. Ensuite le terme général est très compliqué et ne correspond, même sous sa forme la plus réduite (89'), à aucun développement connu.

L'objet que nous poursuivons est le suivant : nous cherchons à soustraire de cette série une autre série qui s'en rapproche autant que possible et dont la somme nous est connue.

J'expliquerai ce que doit être cette nouvelle série, en formulant les conditions auxquelles elle doit satisfaire ; on verra l'analogie avec celles formulées pour les fonctions auxiliaires de A (K) et B (K).

La fonction auxiliaire $\rho(K^2) = \rho(Z)$ de G $(x, 1)$ doit :

1° Etre continue et finie dans tout l'intervalle Z (0, 1) et s'exprimer simplement par symboles élémentaires ;

2° Admettre dans cet intervalle un développement en série entière $\Sigma r_n Z^n$ de Z à termes de signe constant (au moins à partir d'un certain rang);

3° Présenter dans ce développement en série des coefficients qui aient, à partir d'un rang aussi bas que possible, une valeur aussi voisine que possible de celle des coefficients de G $(x, 1)$ de même rang.

En représentant les coefficients g_n et r_n comme nous l'avons déjà fait, on peut illustrer les conditions 2° et 3° par la figure 7.

Il pourrait être malaisé de trouver une fonction conforme à ces conditions, si l'on ne savait rien d'autre de

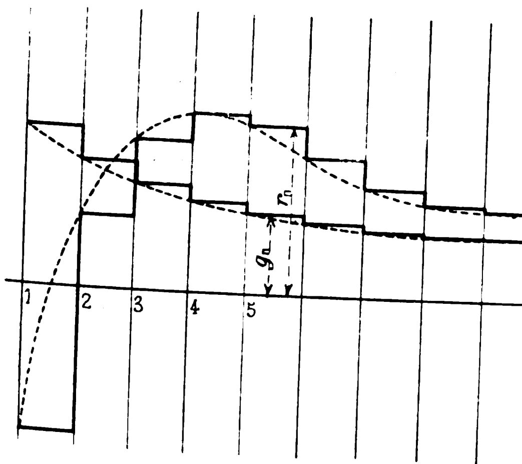


Fig. 7. — Représentation des coefficients g_n de la série primitive et r_n de la série auxiliaire.

G $(x, 1)$. Cette fonction G $(x, 1)$ est définie par une intégrale (52) de notre fonction A (K). Cette fonction ne peut s'exprimer par un nombre fini de symboles élémentaires — qui sont, en quelque sorte, les mots de notre dictionnaire — ; nous pouvons donc dire que son caractère et, à fortiori, celui de G $(x, 1)$ nous échappe. Si toutefois nous nous bornons aux valeurs de K^2 voisines de 1, nous sommes en mesure d'indiquer avec une remarquable approximation le caractère de A (K). La série améliorée (29) donne, en remplaçant $K\Sigma_1$ par sa valeur limite 0,61, que nous avons déterminée au cours de la discussion des formules pratiques de la première partie de notre étude.

$$A(K) = -\frac{1}{2K}\log_e(1 - K^2) - 0{,}61.$$

Or, il est évident que c'est pour ces valeurs de K^2 qu'entrent en jeu les termes de G $(x, 1)$ de rang élevé auxquels nous nous intéressons surtout, la série s'arrêtant d'autant plus vite que K^2 est plus petit. L'intégration contenue dans (52) donne pour cette valeur de A (K) $(y = 1)$

$$P = -2\int\frac{dK}{\sqrt{1-K^2}}\,\frac{\log_e(1-K^2)}{2K^3} - 1{,}22\int\frac{dK}{K^2\sqrt{1-K^2}}.$$

A la première intégrale, il ne correspond aucune fonction primitive simple ; nous chercherons une approximation pour les valeurs de K^2 très voisines de l'unité ; nous pouvons écrire

$$P = -\int\frac{K\,dK}{\sqrt{1-K^2}}\,\frac{\log_e(1-K^2)}{K^4} - 1{,}22\int\frac{K\,dK}{\sqrt{1-K^2}}\,\frac{1}{K^3}.$$

En négligeant les facteurs K^4, K^3 des dénominateurs $(K^3 = K^4 = 1)$, on trouve la fonction primitive élémentaire suivante :

$$P = +2\int d\sqrt{1-K^2}\,\frac{\log_e(1-K^2)}{2} + 1{,}22\int d\sqrt{1-K^2}.$$

$$P = 2\sqrt{1-K^2}\,[\log_e(1-K^2) - 1] + 1{,}22\sqrt{1-K^2}$$
$$= \sqrt{1-K^2}\,[\log_e(1-K^2) - 0{,}78]. \qquad (91)$$

Cette fonction, qui remplace dans le cas actuel la partie principale, satisfait de façon remarquable à nos deux premières conditions ; son développement en série s'obtient de la même façon que celui que nous avons donné pour G (x, y) dans les expressions (82) et suivantes de l'annexe III. Entre P et la fonction sous le signe somme de G (x, y), il y a une correspondance évidente ; nous nous en prévaudrons pour essayer de revenir au cas général (y variable) en remplaçant le facteur radical $\sqrt{1-K^2}$, de P par $\sqrt{1-\frac{\beta}{\alpha}K^2}$ (on remarquera que l'intégration qui nous a donné P n'aurait pas été possible avec ce choix). Nous ferons donc l'hypothèse suivante pour la fonction auxiliaire de G (x, y),

$$\rho(Z) = \sqrt{y}\sqrt{1-\frac{\beta}{\alpha}Z}\,[\log_e(1-Z) - m], \qquad (92)$$

m étant une constante dont nous nous servirons pour mieux adapter $\rho(Z)$ à notre but (nous aurons $m = 0{,}7$). Pour avoir le développement de $\rho(Z)$, nous formons le produit des séries

$$\left.\begin{aligned}
&\log_e(1-Z) - m = -\left(m + Z + \frac{Z^2}{2} + \frac{Z^3}{3} + \dots \frac{Z^n}{n} + \dots\right)\\
&\sqrt{1-\frac{\beta}{\alpha}Z} = -\left(-1 + \frac{\beta}{\alpha}\frac{Z}{2} + \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^2\frac{Z^2}{8}\right.\\
&\left.+\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^3\frac{Z^3}{16} + \dots \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^n \frac{1.3\dots(2n-3)}{2.4\dots(2n-2)\,2n}Z^n + \dots\right)\\
&\rho(Z) = \sqrt{y}\left[-m - Z\left(1 - \frac{m}{2}\frac{\beta}{\alpha}\right)\right.\\
&\left.+ Z^2\left(-\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\frac{\beta}{\alpha} + \frac{m}{8}\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^2\right) + \dots Z^n r^n + \dots\right].
\end{aligned}\right\} \qquad (93)$$

Avant d'aller plus loin, il est indispensable d'examiner le coefficient général de cette série au point de vue de la troisième condition. Nous suivrons le même procédé employé plus haut pour la valeur approchée de g_n, en nous bornant

comme alors au cas $y = 1$, $\frac{\beta}{\alpha} = 1$. Le coefficient général r_n est la somme de $n + 1$ termes et peut s'écrire

$$r_n = \left(-\frac{1}{n} + \frac{1}{2(n-1)} + \sum_{2}^{n-1} \frac{1.3.5\ldots(2r-3)}{2.4.6\ldots(2r-2)\,2r}\,\frac{1}{n-r} + m\,\frac{1.3\ldots(2n-3)}{2.4\ldots(2n-2)\,2n}\right). \qquad (94)$$

Le facteur $\frac{1}{2r(n-r)}$ qui figure dans la somme est équivalent à

$$\frac{1}{2r(n-r)} = \frac{1}{n}\left(\frac{1}{2r} + \frac{1}{2(n-r)}\right);$$

on peut donc scinder chaque terme et, par conséquent la somme elle-même, en deux

$$\sum = \frac{1}{n}\sum_{2}^{n-1}\frac{1.3.5\ldots(2r-3)}{2.4.6\ldots(2r-2)\,2r} + \frac{1}{n}\sum_{2}^{n-1}\frac{1.3\ldots(2r-3)}{2.4\ldots(2r-2)}\,\frac{1}{2(n-r)}.$$

La première somme n'est autre que la somme des coefficients de $\sqrt{1-Z}$ du 3e au n^e; en y ajoutant les deux premiers termes de r_n sous la forme

$$-\frac{1}{n} + \frac{1}{2(n-1)} = -\frac{1}{n} + \frac{1}{2n}\,\frac{n}{n-1} = \frac{1}{n}\left(-1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2n}\right),$$

nous aurons une première partie

$$r'_n = \frac{1}{n}\left[\frac{1}{2n} + \left(-1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \ldots + \frac{1.3\ldots(2n-5)}{2.4\ldots(2n-4)(2n-2)}\right)\right].$$

La parenthèse intérieure tend vers zéro lorsque n croît indéfiniment; elle donne alors le développement de $\sqrt{1-Z}$ pour $Z = 1$; pour n quelconque, sa valeur est égale au reste

$$-R_n = -\sum_{n}^{\infty}\frac{1.3\ldots(2s-3)}{2.4\ldots(2s-2)\,2s}.$$

En adoptant l'approximation d'après Wallis (88), nous avons

$$-R_n = -\sum_{n}^{\infty}\frac{1}{2s\sqrt{\pi(s-1)}}$$

et, en évaluant cette somme d'après Cauchy, comme nous l'avons montré après (89'), par une intégrale définie

$$-R_n = -\frac{1}{\sqrt{\pi}}\left[\text{arc tg}\sqrt{x-1}\right]_n^{\infty} = -\frac{1}{\sqrt{\pi}}\left[\frac{\pi}{2} - \text{arc tg}\sqrt{n-1}\right].$$

Nous considérons les valeurs élevées de n telles que $\sqrt{n-1} \geqq 5$; arc tg $\sqrt{n-1} = \frac{\pi}{2} - \varepsilon$ sera voisin de $\frac{\pi}{2}$; or pour un tel angle, on a, d'après une forme indéterminée élémentaire

$$\underset{\varepsilon=0}{\text{limite}}\left[\varepsilon\,\text{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon\right)\right] = \text{limite}\,(\varepsilon\,\text{cotang}\,\varepsilon) = 1;$$

donc, en première approximation,

$$\varepsilon = \frac{1}{\text{tang}\left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon\right)} = \frac{1}{\sqrt{n-1}}.$$

Il en résulte

$$-R_n = -\frac{1}{\sqrt{\pi}}\left(\frac{\pi}{2} - \left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon\right)\right) = -\frac{1}{\sqrt{\pi}}\,\frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

et

$$r'_n = \frac{1}{n}\left[\frac{1}{2n} - \frac{1}{\sqrt{\pi(n-1)}}\right].$$

Dans la deuxième somme de Σ, nous écrivons s au lieu de $n - r$, et nous substituons au produit sa valeur approchée d'après Wallis (88).

$$r''_n = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n-2}\frac{1.3\ldots(2(n-s)-3)}{2.4\ldots(2(n-s)-1)}\,\frac{1}{2s} = \frac{1}{n\,2\sqrt{\pi(n-2)}} + \frac{1}{n\sqrt{\pi}}\sum_{2}^{n-3}\frac{1}{2s\sqrt{n-s-1}} + \frac{1}{n}\,\frac{1}{2.2(n-2)}$$

(on a enlevé de la somme le premier terme ($s = 1$) et le dernier ($s = n - 2$).

La somme du dernier membre est absolument analogue à celle rencontrée dans y_n comme indiqué en (86) et plus loin, et peut être évaluée de façon identique. On trouve

$$r''_n = \frac{1}{2n\sqrt{\pi(n-2)}} + \frac{1}{n\sqrt{\pi}\,2\sqrt{n-1}}\left(\log_e 2 + \log_e n - \frac{2}{n} - \frac{2}{\sqrt{n-1}}\right) + \frac{1}{4n(n-2)}.$$

Nous avons dans r_n encore un terme, que nous écrirons d'après Wallis

$$r'''_n = \frac{m}{2n}\,\frac{1}{\sqrt{\pi(n-1)}}.$$

En ajoutant $r'_n + r''_n + r'''_n$, il vient

$$r_n = \frac{1}{n}\left[\frac{1}{2\sqrt{\pi(n-1)}}\left(\log_e 2 + \log_e n - \frac{2}{n} - \frac{2}{\sqrt{n-1}} + m - 2\right) + \frac{1}{2\sqrt{\pi(n-2)}} + \frac{1}{2n} + \frac{1}{4(n-2)}\right]$$

et, en simplifiant comme pour y_n (89),

$$r_n = \frac{1}{n}\left[\frac{\log_e n}{2\sqrt{\pi(n-1)}} + \frac{m - 0{,}307}{2\sqrt{\pi(n-1{,}5)}} + \frac{0{,}186}{n-1}\right]. \qquad (95)$$

En comparant avec (89) et (89') on constate d'abord que, pour les termes de rang n très élevé, le coefficient r_n tend vers la même valeur que y_n.

$$r_n = \frac{1}{n}\,\frac{\log_e n}{2\sqrt{\pi}\sqrt{n-1}} \geqq \frac{\log_e n}{n^{\frac{3}{2}}}\,\frac{1}{2\sqrt{\pi}}. \qquad (95')$$

Pour les rangs moyens ($n = 10$ à 50), on voit que le premier et le dernier terme de r_n sont en excès sur ceux de g_n (89), dont le dénominateur est plus grand. Il faudra donc, pour que g_n et r_n se rapprochent le plus tôt et le mieux possible, que le terme moyen de r_n soit inférieur à celui de g_n. C'est à peu près le seul critérium que nous avons pour le choix de la constante m.

En adoptant la valeur $m = 0,78$ fournie par le raisonnement du début en (91), il y a quelque raison de croire (je n'en ai cependant pas trouvé de tout à fait convaincante et qu'il vaille la peine de donner ici) que les deux suites de coefficients g_n et r_n, qui débutent comme le montre la figure 7, se rapprochent, à mesure que n croît, de façon asymptotique, les r_n restant toujours supérieurs. Nous prendrons la valeur simple $m = 0,7$; la suite des r_n sera légèrement abaissée et le rapprochement meilleur pour les termes moyens; pour les termes de rang élevé, il est à prévoir que les r_n deviennent inférieurs aux g_n, c'est-à-dire qu'on aura dans les rangs élevés un nouveau changement de signe de $(g_n - r_n)$. La concordance de l'allure des deux suites de coefficients g_n, r_n au sens de la condition 3° est établie; notre but est atteint.

En récapitulant, nous avons donc les résultats suivants :

$$G(x, y) = \int_x^\infty dx \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{K(2\sin^2\varphi - 1)\,d\varphi}{\sqrt{1 - K^2\sin^2\varphi}}$$

$$= \frac{\alpha}{2}\int_0^{K^2} \frac{A(K)\,dK^2}{\sqrt{\alpha - \beta K^2}\,K^3}\ (^1). \qquad (96)$$

développable en série

$$G(x,y) = \sqrt{y}\,[g_1 Z + g_2 Z^2 + g_3 Z^3 + g_4 Z^4 + \dots]; \ \widetilde{Z = K^2}\,(^2). \qquad (97)$$

Cette série peut être remplacée, pour les besoins du calcul, par

$$G(x,y) = \sqrt{y}\sqrt{1 - \frac{\beta}{\alpha}}Z[\log_e(1 - Z) - 0,7] + \sqrt{y}\sum_0^\infty G_n Z^n\ (^1). \qquad (98)$$

$$\left.\begin{aligned} G_n &= g_n - r_n\ (^2), \\ G_0 &= m = 0,7, \\ G_1 &= a_1 + 1 - 0,35\left(\frac{\beta}{\alpha}\right), \\ G_2 &= \frac{1}{2}\left(a_2 + \frac{\beta}{\alpha}\frac{a_1}{2}\right) - \left(-\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\frac{\beta}{\alpha} + \frac{0,7}{8}\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^2\right), \\ G_3 &= \frac{1}{3}\left[a_3 + \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)\frac{a_2}{2} + \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^2\frac{3}{8}a_1\right] \\ &\quad - \left[-\frac{1}{3} + \frac{1}{4}\left(\frac{\beta}{\alpha}\right) + \frac{1}{8}\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^2 + \frac{0,7}{16}\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^3\right]. \end{aligned}\right\} \qquad (99)$$

Pour les calculs numériques, on écrira la suite des valeurs des coefficients des deux séries qui engendrent respectivement g_n et r_n d'après les expressions (83) et (93) en sens opposés, par exemple a_1, a_2, a_3 de gauche à droite et 1, $\frac{1}{2}\frac{\beta}{\alpha}$, $\left(\frac{3}{8}\frac{\beta}{\alpha}\right)^2$,... de droite à gauche, sur deux horizontales mobiles; en les disposant convenablement, on n'aura qu'à calculer les produits des coefficients qui se trouvent en face et à les ajouter pour avoir g_n ou r_n.

Avec une machine à calculer, ces opérations sont très aisées; sans cet auxiliaire, elles demandent déjà un assez long travail pour les dix premiers coefficients.

Pour l'horizontale privilégiée $y = 1$, on trouve la formule (60) du texte :

$$G(x, 1) = \sqrt{1 - Z}\,[\log_e(1 - Z) - 0,7] + 0,7 + 0,84635\,Z + 0,03522\,Z^2 + 0,00202\,Z^3 - 0,00199\,Z^4 - 0,00230\,Z^5 \dots\dots$$

V. G.

Revues, analyses et informations

La répartition dans l'espace des directions d'émission des photoélectrons (3).

Les vitesses d'émission des électrons arrachés aux atomes par l'effet photoélectrique (photoélectrons) sont complètement déterminées, en grandeur, par la loi bien connue d'Einstein, mais cette loi ne nous renseigne en rien sur les directions dans lesquelles seront projetés les électrons. Il était cependant raisonnable de penser que, pour un rayonnement excitateur dirigé (polarisé ou non), toutes les directions d'émission ne seraient pas également probables et les premiers renseignements expérimentaux ont, en effet, prouvé l'existence d'une anisotropie importante dans la répartition spatiale des émissions photoélectriques, que des recherches plus précises ont ensuite permis de déterminer complètement.

Les auteurs se proposent de montrer qu'en partant de principes très simples de symétrie, on peut trouver, indépendamment de toute hypothèse structurale, la forme que doit avoir cette répartition spatiale dans le cas de radiations excitatrices de basse fréquence (rayons lumineux ou rayons X mous), puisque, en tenant compte de la quantité de mouvement du quantum incident, on peut prévoir la façon dont se modifie la loi de répartition lorsque la fréquence devient de plus en plus grande, tout au moins pour des atomes excités très au-dessus de leurs niveaux énergétiques (quantum absorbé beaucoup plus grand que l'énergie d'arrachement de l'électron projeté).

La loi ainsi obtenue est en excellent accord avec les résultats expérimentaux, tandis que les théories jusqu'ici proposées avaient été incapables de rendre compte de certains caractères essentiels des phénomènes photoélectriques, notamment de la grande dispersion toujours observée autour de la direction d'émission la plus probable.

Pour traiter le cas d'atomes excités peu au-dessus de leurs niveaux énergétiques, il devient nécessaire d'analyser

(1) Voir les expressions (52) et (81).
(2) Voir les expressions (55) et (56).
(3) P. Auger et F. Perrin. *Le Journal de Physique et le Radium*, février 1927, t. VIII (6e série), p. 93-111, 12 000 mots, 4 figures.

(1) Voir les expressions (92) et (93).
(2) Voir les expressions (84) et (93) avec $\alpha = 4y$, $\beta = (1 + y)^2$

plus en détail le mécanisme de l'effet photoélectrique. Les hypothèses suggérées par l'ancienne mécanique atomique conduisent à un désaccord complet avec les données expérimentales; mais, en adoptant un point de vue plus conforme à l'esprit des mécaniques nouvelles, on peut rendre compte très exactement des résultats expérimentaux.

Lorsqu'on superpose deux ondes lumineuses de mêmes direction, fréquence et intensité, mais de phases indépendantes, polarisées linéairement dans des plans rectangulaires, on doit obtenir une onde de lumière naturelle dont les effets doivent avoir une symétrie de révolution autour de la direction de propagation.

L'application de ce principe donne une condition nécessaire à laquelle doit satisfaire la répartition dans l'espace des directions d'émission des électrons projetés par l'effet photoélectrique. On peut ainsi montrer d'abord l'impossibilité de certaines formes de répartition, en particulier de celles qui résultent des théories de W. Bothe et F.-W. Bubb.

En admettant de plus que, quand la fréquence de la radiation excitatrice est faible, l'effet photoélectrique produit par une onde polarisée est de révolution autour de la direction du champ électrique de l'onde incidente, on achève la détermination de la loi de répartition : probabilité d'émission proportionnelle au carré du cosinus de l'angle formé par la direction considérée et le vecteur électrique de l'onde lumineuse incidente.

Quand la fréquence de la radiation excitatrice devient grande, la quantité de mouvement échangée introduit un élément de dyssymétrie de plus en plus important, qui se traduit par un déplacement de la répartition vers la direction de propagation de la radiation incidente. En admettant que la quantité de mouvement soit communiquée au photoélectron, on peut déterminer complètement comment se modifie la loi de répartition, du moins lorsque l'énergie d'arrachement des électrons est négligeable. Lorsqu'au contraire cette énergie est grande, des hypothèses plus particulières deviennent nécessaires; l'ancienne conception des orbites électroniques conduit à une dispersion supplémentaire considérable, en opposition avec les résultats expérimentaux qui sont, au contraire, complètement expliqués par des hypothèses déduites des nouvelles conceptions de la mécanique ondulatoire. — L. B.

Décharges à la surface des diélectriques.

Sous ce titre, M. H. Ollivier, professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg, a présenté à la séance du 23 mai 1927 de la Section de Strasbourg de la Société française de Physique, une communication au cours de laquelle il a projeté vingt clichés photographiques montrant divers aspects de ce genre de décharges. L'auteur donne de cette communication le résumé suivant (1).

Projection de 20 clichés relatifs à des phénomènes d'espèces différentes. Le gaz ambiant est l'azote ou l'air. La surface diélectrique est celle d'une plaque de paraffine plongée ensuite dans un bain d'argenture ou celle d'une plaque photographique développée ensuite. 1° Les premiers clichés projetés sont relatifs à de grandes figures positives P et à de grandes figures négatives N, de même nature que celles dont il a été antérieurement parlé. 2° De petits « globes de feu » d'un rouge violacé, très visibles, électrisés négativement, ont été produits à partir des extrémités de traits de crayon tracés dans le sens du champ. Ces globes, dont le diamètre était habituellement de quelques dixièmes de millimètre, allaient vers l'anode et se subdivisaient parfois. Leurs traces, brisées, à terminaisons rondes, ne ressemblent en rien aux figures P ou N. 3° Une plaque diélectrique couverte d'ions est plongée dans l'eau ou dans un liquide plus conducteur, avec une vitesse modérée, réglable (les phénomènes en dépendent). Une flamme bleuâtre, molle, court sur la partie encore sèche de la plaque (qu'elle ne voile d'ailleurs pas s'il s'agit d'une plaque photographique), et sur laquelle elle ne laisse aucune trace. Mais cette flamme, quand elle est forte, est accompagnée de petites décharges laissant des traces (petites figures p, si la plaque était couverte d'ions négatifs; n, si elle était couverte d'ions positifs). Ces traces peuvent être très nombreuses; leurs alignements sont remarquables. Les figures p obtenues avec l'eau pure sont formées d'une sorte de V renversé, plus ou moins ouvert, et aux branches parfois brisées, bordé, du côté du liquide, d'une ligne restée intacte; au-dessous, pénétrant dans l'eau, s'observent les *racines* de la figure, en éventail ou en houppe; au-dessus, sur la région S qui était sèche au moment où la figure s'est formée, se trouve une figure vigoureuse en forme d'oignon de tulipe T avec un *collet* et une courte *tige*; il en part de grandes *feuilles* F découpées, à bords très nets, dont l'opacité est remarquablement uniforme. Ces feuilles ne présentent aucune nervure ni aucune particularité décelant le passage de centres électrisés positifs issus du liquide et s'élançant vers la région S (ici négative) ou de centres négatifs partis de S et se dirigeant vers le liquide, dont le niveau présente à cet endroit une protubérance ou une sorte de dent de scie. On ne gagne rien en électrisant le liquide, ni en enduisant la plaque d'une huile fluorescente pour la rendre plus sensible aux rayons ultraviolets (procédé de Duclaux et Jeantet), ni en choisissant des plaques très sensibles : les plaques dont le grain est le plus fin sont celles qui conviennent le mieux. Rien n'est changé si l'on dissout dans l'eau des substances non électrolytes, transparentes ou très opaques pour les rayons visibles ou ultraviolets. Mais si l'on dissout dans l'eau des substances qui la rendent conductrice, les figures p qui se forment n'ont plus de *racines*. Seules subsistent les parties T et F. Avec le mercure, les figures p ne présentent pas de racines; la trace, toujours convexe en cet endroit, du niveau du mercure coupe la figure généralement au-dessous de T, mais parfois dans la région F, la région T étant alors supprimée. Les figures n obtenues avec l'eau diffèrent des figures p par la suppression totale des feuilles F, qui sont remplacées par une houppe donnant une singulière impression de relief; avec l'eau conductrice, la figure n est sans racines. Certaines figures n, rares d'ailleurs, sont très noires (débuts de traces de globes).

(1) *Bulletin de la Société française de Physique*, 17 juin 1927, n 249 p. 96 S.

SECTION INDUSTRIELLE

Sur l'étude des moteurs asynchrones polyphasés à plusieurs vitesses *(Suite)* (*)

DEUXIÈME PARTIE : Bobinages applicables aux combinaisons de polarités les plus courantes

Dans ce deuxième article concernant l'étude des moteurs asynchrones polyphasés à plusieurs vitesses, l'auteur fait l'application, aux bobinages de ces machines, des méthodes indiquées dans le premier article dans le cas des combinaisons de polarité les plus courantes.

I. Moteurs à deux polarités dans le rapport de deux à un (1). (**Moteurs 2 pôles/4 pôles.**)— Le rapport de vitesses de un à deux est le premier en date qui ait été réalisé. Les solutions les plus anciennes conduisaient à une forme de champ fort peu satisfaisante et à une grande dispersion. Ces solutions comportaient six bornes comme le montage triphasé-hexaphasé étudié ci-dessous. Elles ne sont plus employées. Nous nous en tiendrons aux seuls bobinages qui donnent des résultats vraiment satisfaisants.

A. **Bobinage triphasé-hexaphasé.** — Le montage triphasé à la grande polarité, hexaphasé à la petite, ne donne lieu qu'à six groupes et conduit à des connexions très simples, comme nous allons le voir.

Les vecteurs représentant les forces magnétomotrices des phases du bobinage sont disposées comme l'indique la figure 1. La répartition des phases aux deux polarités le long d'un pas polaire double de la petite polarité est représentée par le diagramme de la figure 2 qui indique, en outre, la répartition du bobinage entre les différents groupes définis précédemment.

On voit, d'après ce diagramme, qu'il n'y a que six groupes, alors que le nombre maximum des groupes

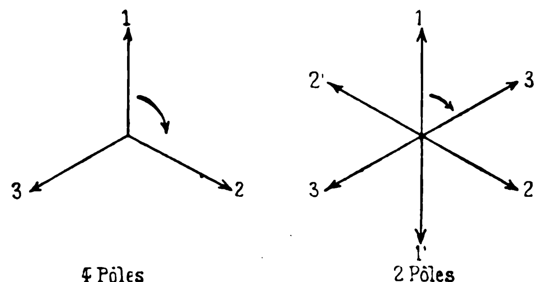


Fig. 1. — Diagramme vectoriel des forces magnétomotrices des différentes bobines d'un bobinage à deux polarités dans le rapport 2/1, triphasé/hexaphasé.

possibles en triphasé-hexaphasé est, en général, de dix-huit.

Conformément à la remarque faite précédemment les groupes 1-1 et 1'-1 sont parcourus par des courants de

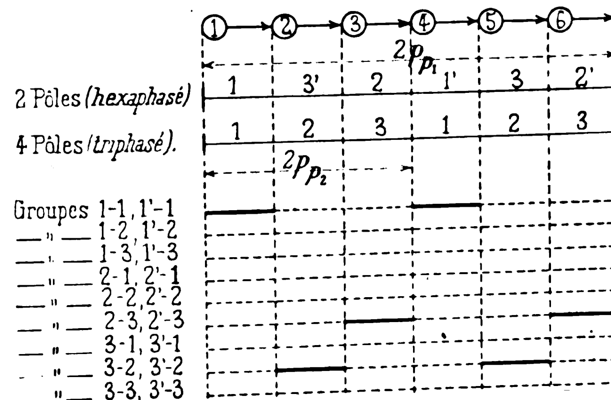


Fig. 2. — Diagramme de répartition entre les différents groupes des bobines d'un bobinage à deux polarités dans le rapport 2/1, triphasé/hexaphasé.

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 5 novembre 1927, t. XXII, p. 725-745.

(1) Voir sur ce sujet :

ARNOLD. *Wechselstromtechnik*, t. III, 2e édition, 1912, p. 143-163 et 262-268.

DOVER. *Electric Motors*, 1918, p. 126-133.

Elektrotechnische Zeitschrift, 1897, p. 257, 1902, p. 1055, 1903, p. 1004, 1909, p. 320.

Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen, 1909, p. 206.

REIST et MAXWELL. *Proceedings of the american Institute of electrical Engineers*, juillet 1909, et *The Electrician*, 12 novembre 1909 (analysés dans *La Lumière électrique*, 4 décembre 1909, t. VIII, p. 306-307 et 17 juin 1911, t. XIV, p. 331-334).

KINCAID. *The electric Journal*, août 1924, p. 357.

Brevets allemands, *98 417* (Dahlander et Lindström), *138 854* et *147 427* (Ateliers Œrlikon) ; *Brevets français*, *351 760* du 13 février 1905 (Siemens-Schuckert) et *510 890* du 1er mars 1920 (Siemens-Schuckert).

même sens à une polarité, de sens contraires à l'autre, et peuvent être couplés en série parallèle.

On obtient alors les schémas des figures 3 a (étoile-étoile) et 3 b (triangle-étoile), où le bobinage ne comporte que six bornes. Les nombres inscrits auprès de chaque bobine indiquent la phase correspondante.

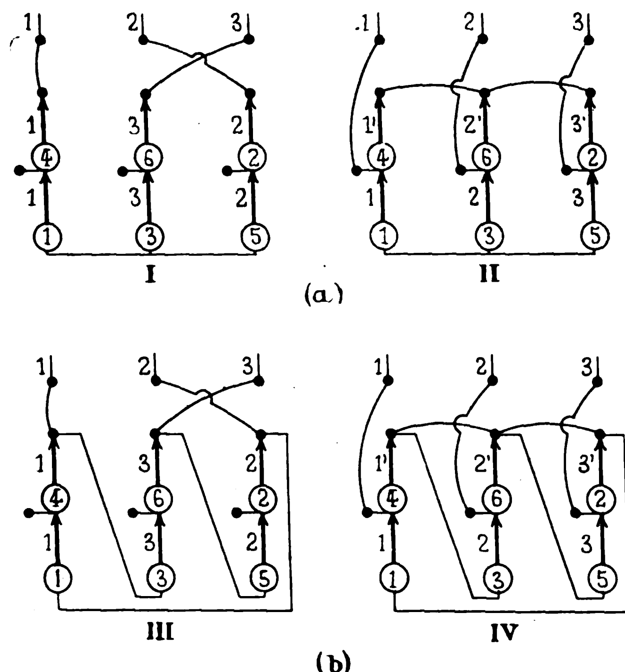


Fig. 3. — Schéma des connexions d'un bobinage à deux polarités dans le rapport 2/1, triphasé/hexaphasé : a) étoile-étoile : I, 4 pôles étoile-série ; II, 2 pôles étoile-parallèle. b) triangle-étoile : III, 4 pôles triangle-série ; IV, 2 pôles étoile-parallèle.

Les connexions peuvent être faites au moyen d'un inverseur à cinq directions (fig. 4).

En passant de l'une des polarités à l'autre, il faut avoir soin d'inverser les connexions entre deux des phases et la ligne, faute de quoi le sens de rotation changerait ; ceci résulte immédiatement du diagramme de correspondance de la figure 2.

Le schéma exact des connexions pour une phase d'un moteur 4 pôles/8 pôles est représenté par la figure 5.

1. Coefficients de bobinage. — Dans ce qui suit, pour simplifier le langage et les écritures, nous dirons souvent 2 pôles à la place de petite polarité, et 4 pôles au lieu de grande polarité, et nous désignerons par des indices 2 et 4 les grandeurs correspondantes.

La répartition des bobines étant triphasée à 4 pôles, nous adopterons un pas diamétral à cette polarité pour éviter les harmoniques pairs et réduire la dispersion. Le pas sera alors raccourci de 50 pour 100 à 2 pôles $\left(\alpha = \frac{1}{2}\right)$. Dans ces conditions, les coefficients de bobinage sont les suivants :

Tableau I. — *Valeurs des coefficients de bobinage pour bobinage 2/4 pôles à 2 couches à pas diamétral à 4 pôles.*

Rang de l'harmonique	2 pôles	4 pôles
1	0,826	0,676
5	0,165	0,135
7	0,119	0,097

2. Rapports des courants et des puissances aux deux polarités. — 1° *Flux par pôle.* — Nous avons deux bobinages couplés en série à 4 pôles et en parallèle à 2 pôles, les facteurs de bobinage pour les ondes fondamentales des champs étant respectivement 0,826 et 0,676. Pour une même tension par phase (montage étoile-étoile), les flux par pôle seront dans le rapport

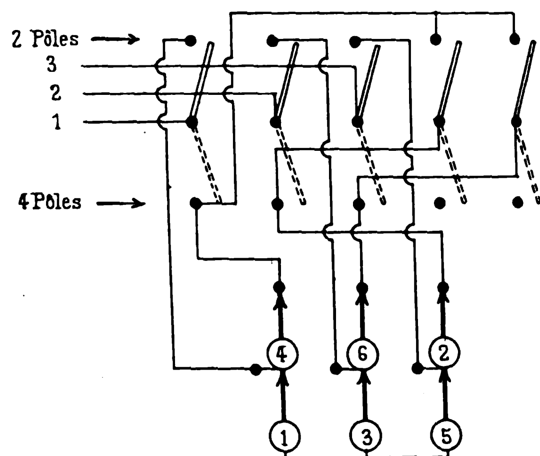


Fig. 4. — Schéma des connexions d'un inverseur à cinq directions pour couplage des phases d'un moteur à deux polarités dans le rapport 2/1.

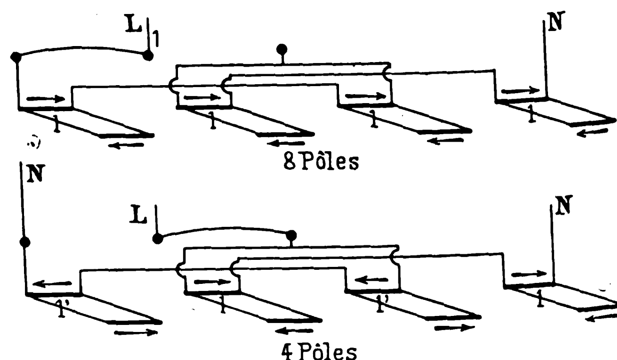


Fig. 5. — Schéma détaillé des connexions d'une phase d'un bobinage 8 pôles/4 pôles, triphasé-hexaphasé : L, ligne ; N, neutre.

$$\frac{\Phi_4}{\Phi_2} = \frac{1}{2}\,\frac{0{,}676}{0{,}826} = 0{,}408.$$

2° *Inductions dans l'entrefer.* — Les surfaces polaires étant entre elles dans le rapport de un à deux, les inductions dans l'entrefer seront dans le rapport

$$\frac{B_4}{B_2} = 0{,}408 \times 2 = 0{,}816.$$

3° *Puissance réactive à vide.* — Si la denture n'est pas saturée, les puissances magnétisantes à vide Π_m sont proportionnelles aux carrés des inductions dans l'entrefer,

$$\frac{\Pi_{m4}}{\Pi_{m2}} = \overline{0{,}816}^2 = 0{,}666.$$

4° *Rapport des puissances normales.* — Comme à 2 pôles on a deux circuits en parallèle au lieu d'un seul à 4 pôles, on peut, à 2 pôles, admettre dans le stator, pour un même échauffement, un courant sensiblement double de celui admis à 4 pôles; la puissance normale sera donc double à 2 pôles de ce qu'elle est à 4 pôles. En réalité, si l'on tient compte de la ventilation et du facteur de puissance qui sont meilleurs à 2 pôles qu'à 4 pôles, le rapport des puissances normales est même un peu supérieur à 2.

5° *Rapport des courants normaux.* — Les courants normaux étant proportionnels aux puissances correspondantes, si l'on fait abstraction des différences de rendement et de facteur de puissance, on peut écrire pour ces courants

$$\frac{I_{n4}}{I_{n2}} = \frac{1}{2}.$$

6° *Rapport des courants de court-circuit.* — Quant au rapport des courants de court-circuit, il est difficile à déterminer exactement; nous avons, en effet, deux phases dans chaque entaille; à 4 pôles elles sont décalées de 60° l'une par rapport à l'autre, tandis qu'à 2 pôles, elles sont décalées de 60° dans la moitié des entailles et de 120° dans l'autre. Traçons en effet (fig. 6) les deux couches du bobinage en remarquant

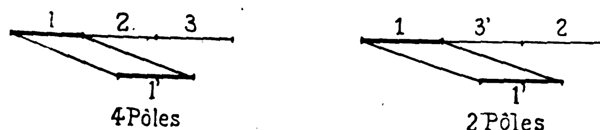


Fig. 6. — Diagramme indiquant les phases auxquelles appartiennent les deux couches de conducteurs superposées dans une même entaille d'un moteur à deux polarités dans le rapport 2/1.

que le retour de la phase 1 est équivalent à la phase 1'.

Nous voyons, en nous reportant à la figure 1 que l'on aura dans les encoches qui reçoivent le retour de la phase 1, les combinaisons de phases indiquées par la figure 7.

Il est évident que le coefficient d'induction mutuelle entre phases sera différent dans les deux cas : le courant de court-circuit sera augmenté à 2 pôles.

On peut, en première approximation, raisonner de la manière suivante : à 4 pôles, les ampères-tours utiles dans chaque encoche seront égaux à la somme arithmétique des ampères-tours de l'encoche multipliée par cos 30° $= \frac{\sqrt{3}}{2}$. Le flux de dispersion sera réduit dans cette proportion. La force électromotrice induite par ce flux sera

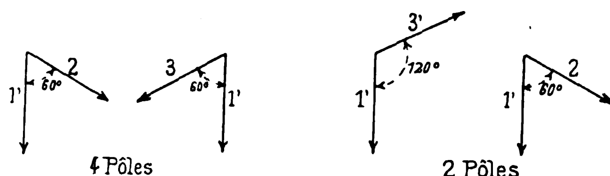


Fig. 7. — Diagramme vectoriel servant à la détermination de la force magnétomotrice résultante de chaque entaille d'un moteur à deux polarités dans le rapport 2/1.

déphasée de 30° sur la phase qu'elle aurait si tous les courants de tous les conducteurs de l'entaille étaient en phase, ce qui introduit un nouveau facteur $\frac{\sqrt{3}}{2}$; la réactance de self-induction est donc réduite dans le rapport $\frac{3}{4}$. On peut dire aussi que le nombre de spires utile est multiplié par $\frac{\sqrt{3}}{2}$, et que, les inductances étant proportionnelles aux carrés des nombres de spires, l'inductance de fuites est multipliée par $\frac{3}{4}$. Le courant de court-circuit est donc à peu près égal aux $\frac{4}{3}$ de ce qu'il serait si tous les conducteurs de l'entaille appartenaient à la même phase, ceci, bien entendu, en négligeant la résistance devant la réactance.

A 2 pôles, pour la moitié des entailles, le décalage est de 120°, d'où un coefficient $(\cos 60°)^2 = \frac{1}{4}$. Pour l'autre moitié, nous retrouvons $(\cos 30°)^2 = \frac{3}{4}$, soit en moyenne $\frac{1}{2}$; le courant de court-circuit est doublé.

A 2 pôles, les conducteurs sont groupés en deux circuits en parallèle, tandis qu'ils sont en série à 4 pôles; de ce fait, le courant de court-circuit serait quatre fois plus grand à 2 pôles qu'à 4 pôles.

En combinant ces deux éléments, nous trouvons comme rapport approximatif des courants de court-circuit

$$\frac{I_{cc4}}{I_{cc2}} = \frac{1}{4} \times \frac{\frac{4}{3}}{2} = \frac{1}{6}.$$

En réalité, cette conclusion est un peu excessive, car l'inductance, toujours importante, des têtes de bobines ne suit pas la même loi que les inductances des enco-

ches. Même pour les inductances des encoches, d'ailleurs, une petite correction est nécessaire, car, pour la partie du flux de fuites qui passe d'une face à l'autre de l'entaille, dans la partie occupée par le bobinage lui-même, les coefficients ne sont pas exactement $\cos^2 30° = \frac{3}{4}$ et $\cos^2 60 = \frac{1}{4}$ mais bien $\frac{13}{16}$ et $\frac{7}{16}$, ce qui donne, pour cette partie du flux de fuites, un rapport de réduction moyen $\frac{10}{16}$ à 2 pôles, au lieu de $\frac{1}{2}$ trouvé précédemment. Si tout le flux de fuites suivait cette même loi, on aurait

$$\frac{I_{cc4}}{I_{cc2}} = \frac{1}{4}\,\frac{\frac{16}{14}}{\frac{16}{10}} = \frac{1}{5,2}.$$

L'importance relative des différents flux de fuites varient suivant les machines; il est impossible de donner de règle générale, mais on peut admettre qu'en moyenne le rapport $\frac{I_{cc4}}{I_{cc2}}$ sera voisin de $\frac{1}{5}$.

7° *Puissance maximum possible.* — La puissance maximum possible en surcharge est donc, à 4 pôles, environ $\frac{1}{5}$ de ce qu'elle est à 2 pôles. Le couple maximum est environ les $\frac{2}{5}$. Le rapport des capacités de surcharge aux deux polarités sera approximativement

$$\frac{\frac{I_{cc4}}{I_{n4}}}{\frac{I_{cc2}}{I_{n2}}} = \frac{1}{5} \times 2 = \frac{1}{2,5}.$$

En tenant compte de la remarque faite précédemment sur les puissances et courants normaux, ce rapport sera légèrement amélioré ; il est cependant certain que la capacité de surcharge demeurera faible à 4 pôles. Ceci conduit souvent à *coupler le moteur en triangle à 4 pôles.* Les modifications qui en résultent pour les différents rapports sont d'un calcul immédiat.

Les résultats sont résumés dans le tableau II.

Avec le montage en triangle à 4 pôles, la capacité de surcharge est améliorée à cette polarité, mais le facteur de puissance devient généralement médiocre à cette polarité.

D'autres combinaisons sont possibles mais donnent généralement des résultats encore moins favorables (¹).

3. Réglage de l'induction dans le cas des moteurs a cage d'écureuil. — Dans le cas des moteurs à cage d'écureuil, on peut régler le rapport des inductions aux 2 polarités à telle valeur que l'on désire par un choix convenable du pas ; cela introduit des harmoniques pairs importants dans la courbe de force magnétomotrice du stator, comme nous l'avons expliqué dans la première partie de cette étude, mais nous savons aussi que ces champs parasites sont en grande partie étouffés par les cages d'écureuil, de sorte que la dispersion supplémentaire qui en résulte est peu importante.

Tableau II. — *Valeurs des rapports des éléments caractéristiques de fonctionnement d'un moteur à 2 pôles/4 pôles aux 2 polarités.*

COUPLAGE	ÉTOILE-ÉTOILE	TRIANGLE (4 PÔLES)-ÉTOILE (2 PÔLES)
$\frac{\Phi_4}{\Phi_2}$	$\frac{1}{2}\,\frac{0,676}{0,826} = 0,408$	$\frac{\sqrt{3}}{2}\,\frac{0,676}{0,826} = 0,707$
$\frac{B_4}{B_2}$	$0,408 \times 2 = 0,816$	$0,707 \times 2 = 1,41$
$\frac{H_{m4}}{H_{m2}}$	$\overline{0,816}^2 = 0,666$	$\overline{1,41}^2 = 2$
$\frac{I_{n4}}{I_{n2}}$	$\frac{1}{2} = 0,5$	$\frac{\sqrt{3}}{2} = 0,865$
$\frac{I_{cc4}}{I_{cc2}}$	$\frac{1}{5} = 0,2$	$\frac{3}{5} = 0,6$
$\frac{\frac{I_{cc4}}{I_{n4}}}{\frac{I_{cc2}}{I_{n2}}}$	$\frac{1}{2,5} = 0,4$	$\frac{\sqrt{3}}{2,5} = 0,69$

Avec le montage étoile-étoile on obtient l'égalité des inductions aux deux polarités pour un allongement du pas de 21,5 pour 100 à 4 pôles. Les deux coefficients de bobinage deviennent alors égaux entre eux et ont pour valeur 0,78.

4. Emploi d'un bobinage auxiliaire pour régler la valeur de l'induction a la petite polarité. — Un procédé commode et peu connu, croyons-nous, pour régler la valeur de l'induction à la petite polarité, consiste à employer

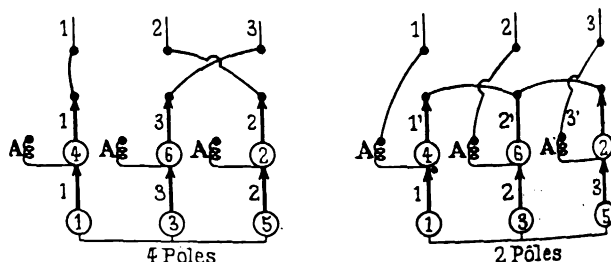


Fig. 8. — Schéma des connexions d'un bobinage à deux polarités dans le rapport 2/1 avec bobinage auxiliaire permettant de régler à volonté le rapport des inductions aux deux polarités.

un bobinage auxiliaire mis en série avec le bobinage principal à la petite polarité seulement. Ce bobinage, désigné par la lettre A sur la figure 8 n'oblige à l'addition d'aucune borne supplémentaire. Il ne comporte généralement qu'un très petit nombre de spires, très

(¹) Voir Reist et Maxwell. *Loc. cit.*

faciles à loger dans le fond des encoches, comme nous allons nous en rendre compte : le bobinage auxiliaire étant en circuit uniquement à la petite polarité, sera exécuté avec un pas diamétral à cette polarité, et aura un coefficient de bobinage égal à 0,96 pour l'onde fondamentale, au lieu de 0,676 pour le bobinage principal. De plus, le bobinage principal comporte, à la petite polarité, deux circuits en parallèle, tandis que le bobinage auxiliaire n'en comporte généralement qu'un seul, de section, il est vrai, plus forte.

Ces remarques faites, supposons que nous voulions, avec le couplage étoile-étoile, obtenir l'égalité des inductions aux deux polarités. Sans bobinage auxiliaire, on a, comme nous l'avons vu

$$\frac{B_4}{B_2} = 0,816.$$

Appelons n le nombre de spires total par phase du bobinage principal, ces spires étant groupées en deux circuits en parallèle de $\frac{n}{2}$ spires à la petite polarité, et n' le nombre de spires du bobinage auxiliaire; on devra avoir

$$\left(\frac{n}{2}\times 0,676\right)\times 1 = \left(\frac{n}{2}\times 0,676 + n'\times 0,96\right)\times 0,816,$$

$$n' = 0,0795\ n.$$

Le nombre des spires auxiliaires ne sera donc que de 8 pour 100 du nombre des spires principales; l'utilisation de la place dans l'entaille sera à peine diminuée.

Ce procédé permet donc de régler à volonté, à peu de frais, le rapport des inductions aux deux polarités; quelquefois on peut être conduit à prévoir des spires antagonistes pour augmenter l'induction à la petite polarité, par exemple dans le cas du couplage grande polarité-triangle [1], petite polarité-étoile.

B. Bobinage hexaphasé-hexaphasé. — On peut exécuter un bobinage donnant une répartition hexaphasée des bobines aux deux polarités (fig. 9). Il a le gros défaut d'exiger dix-huit bornes. Il permet le

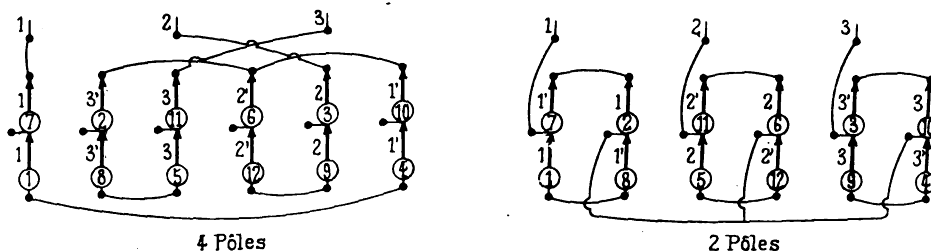


Fig. 9. — Schéma des connexions d'un bobinage à deux polarités dans le rapport 2/1 hexaphasé-hexaphasé.

réglage des inductions aux deux polarités par le choix du pas qui devient arbitraire. Le coefficient de bobinage q' est amélioré dans le rapport $\frac{2}{\sqrt{3}}$ à la grande polarité.

C. Bobinage diphasé-diphasé. — Couplage Siemens-Schuckert à 8 bornes (1re partie). Le pas est arbitraire ce qui permet le réglage des inductions.

D. Bobinages de rotors. — 1. ROTORS PERMETTANT LE DÉMARRAGE SUR RÉSISTANCES AUX DEUX POLARITÉS. — On n'emploiera jamais le montage hexaphasé-hexaphasé, ni le montage diphasé-diphasé qui conduisent à un trop grand nombre de bagues.

Le bobinages à six bobines pour 2 pôles/4 pôles sera toujours employé. Le couplage des bobines peut être fait de plusieurs manières :

a) Il peut être fait comme pour les stators (fig. 3 a et b), en remplaçant les 6 bornes par 6 bagues de prise de courant; les résistances sont triphasées aux deux polarités.

b) On peut, dans les couplages des figures 3 a et b, inverser les connexions des bobines 4, 6, 2; le mode de connexions aux bagues s'intervertit alors pour les deux polarités; les bagues par lesquelles le courant était débité sur le rhéostat à 4 pôles dans les schémas précédents remplissent maintenant ce rôle à 2 pôles et réciproquement. La tension aux bagues augmente à la grande vitesse et diminue à la petite vitesse; ceci est souvent favorable, pour réduire le courant aux bagues à la grande vitesse.

L'induction étant supposée la même dans l'entrefer aux deux polarités, le rapport des tensions U_2 à l'arrêt, à circuit ouvert, entre bagues aux deux polarités sont indiquées dans le tableau III pour les différents couplages.

1° *Bobinage en étoile simple.* — On vérifierait aisément que le bobinage en étoile simple, qui comporte aussi 6 bagues pour les 6 bobines ne présente aucun avantage sur les précédents. Il a l'inconvénient de mettre les six bagues en circuit aux deux polarités et de conduire à un rhéostat hexaphasé, ou triphasé à phases séparées, à la grande vitesse.

[1] Signalons encore l'existence d'un couplage breveté par les Siemens-Schuckert Werke (*brevet français n° 510 890* du 1er mars 1920) qui donne à peu près l'égalité des inductions aux deux polarités, mais qui oblige à porter à 11 le nombre des bornes de la machine.

TABLEAU III. — *Valeurs du rapport des tensions à l'arrêt du rotor d'un moteur à 2 pôles/4 pôles.*

COUPLAGE	$\frac{U_{r1}}{U_{r2}}$
Figure 3a	1,225
Figure 3b	0,707
Figure 3a avec connexions inversées	0,307
Figure 3b avec connexions inversées	0,53

2° *Bobinage n'exigeant que trois bagues.* — On a quelquefois employé un bobinage à 3 bagues seulement permettant le démarrage sur résistances aux deux polarités. Un tel bobinage donne, comme nous allons le voir, une très mauvaise utilisation du cuivre du rotor à l'une des deux polarités et une grande dispersion ; il peut néanmoins être de quelque utilité pour certaines applications spéciales, par exemple si le couple exigé à la petite vitesse est très réduit.

Dans le cas où l'on désire obtenir les meilleures conditions de marche à la grande vitesse, on couple en série deux à deux, à cette polarité, les bobines voisines ches coïncident exactement, de sorte que la répartition des forces magnétomotrices est celle d'un anneau bipolaire triphasé. Un tel bobinage comporte un harmonique 2 important, comme nous le savons, c'est-à-dire un harmonique 4 pôles qui est susceptible de réagir sur le champ 4 pôles du stator quand celui-ci est couplé pour la petite vitesse.

On trouve alors comme coefficients de bobinage à la grande vitesse

$$q' = 0,826, \quad q'' = \frac{\sqrt{3}}{2}, \quad q = 0,72,$$

et à la petite vitesse

$$q' = \frac{1}{2}\,0,826 = 0,413, \quad q'' = \frac{\sqrt{3}}{2}, \quad q = 0,36,$$

ce qui est évidemment très mauvais, indépendamment de la très grande dispersion qui se produit à cette polarité.

Si, au contraire, on désire obtenir les meilleures conditions de marche à 4 pôles, on inverse les connexions des bobines mises en série (fig. 11). De la sorte,

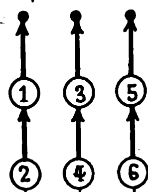


Fig. 10. — Schéma des connexions de rotor à trois bagues à deux polarités dans le rapport 2/1.

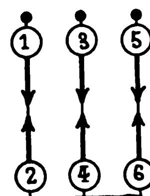
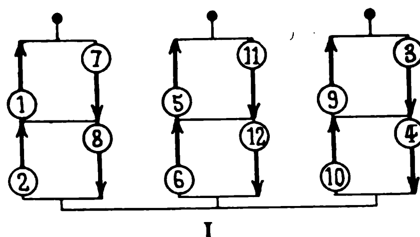


Fig. 11. — Schéma des connexions de rotor à trois bagues à deux polarités dans le rapport 2/1.

de l'enroulement à 6 bobines (pour 2-4 pôles) en adoptant un pas raccourci de $\frac{1}{3}$ à la grande vitesse, allongé par conséquent de $\frac{1}{3}$ à la petite vitesse (fig. 10); de la sorte on constitue en définitive un bobinage à trois bobines où les séparations des bobines des deux cou-

les bobines se trouvent en série à 4 pôles et en opposition à 2 pôles. On vérifie aisément que la répartition des forces magnétomotrices est tout à fait mauvaise à 2 pôles.

Un tel bobinage exécuté pour 2-4 pôles donnerait lieu à des vibrations intolérables à cause de l'attraction magnétique déséquilibrée due à la superposition



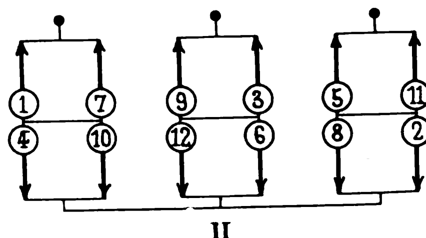


Fig. 12. — Schéma des connexions d'un moteur à deux polarités dans le rapport 2/1, en court-circuit aux deux polarités, le stator servant de primaire à 2 pôles et le rotor à 4 pôles : I, stator à 2 pôles en court-circuit pour 4 pôles ; II, rotor à 4 pôles en court-circuit pour 2 pôles.

des champs à 2 et à 4 pôles, ainsi que nous l'expliquerons dans la quatrième partie de cette étude. On ne devra l'employer que pour des multiples de ces nombres : 4-8 pôles, 6-12 pôles, etc.

2. ROTORS PERMETTANT LE DÉMARRAGE SUR RÉSISTANCES A UNE SEULE POLARITÉ. — On utilisera le schéma 2 pôles en court-circuit à 4 pôles ou réciproquement, qui sera indiqué ci-dessous (fig. 12).

E. Utilisation du rotor comme primaire. — 1. MOTEURS A SECONDAIRE EN COURT-CIRCUIT. — On peut alimenter le stator à la grande vitesse et le rotor à la petite (ou inversement), le stator fonctionnant en secondaire en court-circuit à la petite vitesse et le rotor à la grande. L'induction peut être réglée aux deux polarités à telle valeur que l'on désire sans bobinage auxiliaire.

En triphasé, on n'a besoin que de 3 bornes au stator, et de 3 bagues au rotor; l'appareil de manœuvre se réduit alors à un simple inverseur tripolaire. On exécute le bobinage avec 12 bobines pour 2-4 pôles (fig. 12). Le stator est hexaphasé en primaire à 2 pôles et en secondaire à 4 pôles. Le rotor est hexaphasé en primaire à 4 pôles et dodécaphasé en secondaire à 2 pôles (fig. 12 et fig. 20 de la 1re partie). Le choix du pas est arbitraire. Il sera avantageux de le prendre légèrement allongé à 4 pôles, ce qui abaissera à peine le coefficient de bobinage à 4 pôles et diminuera le raccourcissement à deux pôles, entraînant un relèvement sensible du coefficient correspondant à cette polarité. Si on prenait un allongement de $\frac{1}{3}$ à 4 pôles, le raccourcissement serait aussi de $\frac{1}{3}$ à 2 pôles et l'on aurait pour le coefficient de bobinage correspondant $q'' = \frac{\sqrt{3}}{2}$ aux deux polarités. L'allongement de $\frac{1}{6}$ à 4 pôles donnera un chevauchement à moitié des bobines des deux couches et sera souvent le plus favorable. Avec le pas allongé de $\frac{1}{6}$ à 4 pôles et un bobinage réparti, les coefficients de bobinage du bobinage à 12 bobines ont les valeurs indiquées dans le tableau IV.

TABLEAU IV. — *Valeurs des coefficients de bobinage d'un bobinage à 2 pôles/4 pôles, à 2 couches à pas allongé de 1/6 à 4 pôles.*

COEFFICIENTS DE BOBINAGE	q'	q''	q
Stator 2 pôles primaire (hexaphasé)..	0,956	0,793	0,76
Stator 4 pôles secondaire (hexaphasé).	0,956	0,966	0,915
Rotor 4 pôles primaire (hexaphasé)...	0,956	0,966	0,915
Rotor 2 pôles secondaire (dodécaphasé)	0,99	0,793	0,785

2. EMPLOI DU ROTOR COMME PRIMAIRE DANS LE CAS DE DÉMARRAGE SUR RÉSISTANCES. — Tout en conservant les 6 bornes au stator et les 6 bagues au rotor pour démarrer sur résistances aux deux polarités, on peut régler les inductions à telle valeur que l'on désire, sans bobinage auxiliaire, en alimentant le stator par la ligne à l'une des vitesses et le rotor à l'autre.

F. Bobinage en cascade. — Nous verrons dans la quatrième partie de cette étude un type de moteur dû à Hunt, qui, avec 12 ou 24 bornes au stator et 3 bagues au rotor permet le démarrage sur résistances aux polarités multiples de 1, 2, 3 (par exemple, 4, 8, 12 pôles, 6, 12, 18 pôles, etc.). En n'utilisant que les deux premières, on peut réaliser un moteur 4 pôles/8 pôles, à 3 bagues seulement, démarrant sur résistances aux 2 polarités dans de bonnes conditions. Un tel moteur n'est pas réalisable, comme nous le verrons, pour 2 pôles/4 pôles.

G. Utilisation du phénomène de Görges. — Applicable aux moteurs à secondaire bobiné seulement — voir première partie — sans intérêt pratique.

II. Moteurs à deux polarités dans le rapport de 3 à 2. (Moteurs à 4 pôles et 6 pôles). — Quand on veut, pour ces polarités, établir des bobinages donnant lieu à une répartition triphasée ou hexaphasée des bobines aux deux couplages, on aboutit au nombre maximum de groupes de bobines et à un nombre considérable de bornes. Ces solutions ont donné lieu à un grand nombre de schémas dont aucun ne s'est beaucoup développé à cause de leur complication. On les trouvera décrits pour la plupart dans des articles de Pestarini et de Bianchi [1]. Nous nous contenterons de développer ici le montage diphasé-hexaphasé qui comporte un très petit nombre de bornes et permet l'alimentation par réseau triphasé au moyen d'un simple transformateur Scott, celui-ci pouvant d'ailleurs disparaître et être remplacé par un couplage effectué sur le moteur même, comme nous le verrons.

A. Bobinage diphasé-hexaphasé. — Ce montage est intéressant à cause de la coïncidence exacte qui se produit entre les phases aux deux polarités : le bobinage est diphasé à la grande polarité et hexaphasé à la petite. Le diagramme de correspondance des phases et de répartition des bobines entre les différents groupes est donné par la figure 13 a où les phases diphasées sont désignées par les chiffres romains I, II, I', II'. Le bobinage est un bobinage en deux couches. Si l'on décale les phases diphasées par rapport aux phases triphasées d'une demi-largeur de bobine (fig. 13 b), on constate que tous les groupes correspondants tels que 1 — I et 1' — I' sont identiques comme nombre de spires et équidistants; ils peuvent, par suite, se servir de retour l'un à l'autre; il n'est donc plus nécessaire d'employer un bobinage à deux faisceaux par entaille; le bobinage ainsi constitué est un bobinage triphasé par pôles, à têtes de bobines en trois plans; les têtes de bobines de

(1) PESTARINI. *L'Elettrotecnica*, 5, 15, 25 janvier 1922 (analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 24 juin 1922, t. XI, p. 196-197 D).

BIANCHI. *L'Elettrotecnica*, 25 mai et 5 juin 1924 (analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 10 janvier 1925, t. XVII, p. 9 D).

A signaler aussi un bobinage 4 pôles/6 pôles à 13 bornes, indiqué dans le *Brevet français n° 621 623* du 17 septembre 1926 de Weinert. Le montage est irrégulier aux deux polarités; il donne lieu, par conséquent, à des champs parasites aux deux polarités et est médiocrement intéressant.

chaque phase diphasée sont réparties dans les trois plans [1].

Le montage peut être fait avec 18 bornes, en couplant à la manière habituelle deux à deux avec trois bornes les groupes tels que 1 — I et 1 — I'. Il est possible, en mettant en parallèle toutes les bobines d'une même

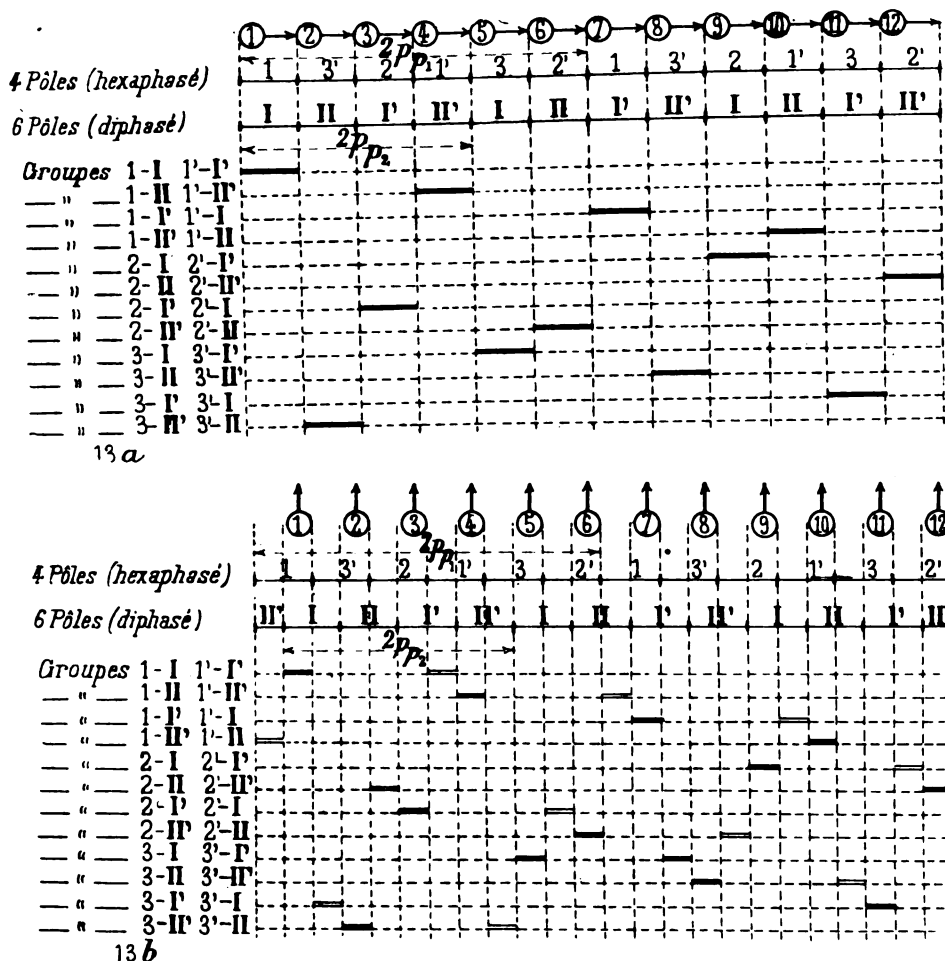


Fig. 13. — a, Diagramme de répartition entre les différents groupes des bobines d'un bobinage en deux couches à deux polarités dans le rapport 3/2 diphasé-hexaphasé ; b, Diagramme de répartition entre les différents groupes des bobines d'un bobinage en une couche à deux polarités dans le rapport 3/2 diphasé-hexaphasé.

phase, de réduire ce nombre à 7. Le schéma est alors celui de la figure 14 ; en triphasé, l'alimentation se fait

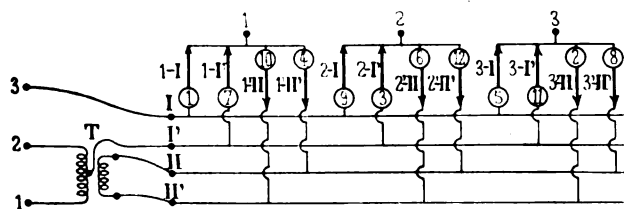


Fig. 14. — Schéma des connexions d'un bobinage à deux polarités dans le rapport 3/2 diphasé-hexaphasé avec bobines en parallèle et 7 bornes : T, transformateur Scott.

aux trois bornes 1, 2, 3 ; en diphasé aux quatre bornes I, II, I', II'. Pour n'avoir que trois bornes triphasées et non six bornes hexaphasées, on intervertit les connexions d'entrée et de sortie des bobines qui, au montage hexaphasé, appartiennent à une phase d'indice « prime ». Il en résulte que du côté diphasé, les bobines II sont connectées sur la barre II' et inversement, mais ceci n'a aucune importance. Un autotransformateur de diphasé en triphasé est connecté aux bornes I, I', II, II'.

Quel que soit le type d'autotransformateur adopté, celles des bornes de cet appareil qui doivent être reliées au moteur peuvent l'être en permanence sans inconvénient, car, pendant la marche en triphasé les 4 fils marqués I, I', II, II' sur la figure sont équipotentiels puisqu'ils constituent quatre points neutres ; l'autotransformateur ne sera donc parcouru par aucun courant et ne donnera lieu à aucune perte quand le moteur fonctionnera en triphasé. Il restera donc en définitive 6 bornes seulement (3 pour chaque vitesse)

[1] *Brevet français n° 534394* du 16 avril 1921 de Blathy.

dont le couplage devra être fait par un combinateur approprié.

1. Coefficient de bobinage. — Avec le bobinage en une seule courbe (fig. 13 b), à 6 pôles, les bobines réunissent les bords les plus éloignés de deux bandes voisines appartenant à une phase, et, à 4 pôles, les bords les plus rapprochés; de la sorte le pas se trouve être équivalent à un pas diamétral aux deux polarités.

Avec le bobinage en deux couches, le pas peut être quelconque. Pour réduire les harmoniques, il sera avantageux que, à la grande polarité (6 pôles), le pas soit allongé d'une demi-largeur de bobine, soit de $\frac{1}{4}$ de pas polaire. En fait, pour obtenir la régularité des inductions dans l'entrefer avec un rapport de transformation diphasé-triphasé facile à réaliser par autotransformateur, il est préférable de prendre un pas diamétral, et ceci sera sans inconvénient notable, car le moteur diphasé ordinaire à pas diamétral fonctionne, en somme, de façon parfaitement satisfaisante. Les facteurs de bobinage sont indiqués sur le tableau V.

Tableau V. — *Valeurs des coefficients de bobinage d'un bobinage à 4 pôles/6 pôles.*

Rang de l'harmonique	Bobinage en deux couches				Bobinage en une couche	
	Pas diamétral à 6 pôles.		Pas allongé de 1/4 à 6 pôles,			
	6 pôles	4 pôles	6 pôles	4 pôles	6 pôles	4 pôles
1	0,901	0,826	0,83	0,92	0,901	0,956
3	0,300	0,000	0,115	0,000	0,300	0,000
5	0,180	0,165	0,069	0,0495	0,180	0,191
7	0,129	0,119	0,119	0,0356	0,129	0,137

2. Rapports des courants et des puissances aux deux polarités. — 1° *Bobinage à deux faisceaux par entaille à pas diamétral à 6 pôles.* — Avec les mêmes notations que précédemment, et en désignant en outre par U_4 et par U_6 les deux tensions, on obtient dans le cas du bobinage à deux faisceaux par entaille à pas diamétral à 6 pôles.

$$\frac{\Phi_6}{\Phi_4} = K = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{0,826}{0,901} \frac{U_6}{U_4},$$

$$\frac{B_6}{B_4} = \frac{3}{2} K,$$

$$\frac{H_{m6}}{H_{m4}} = \left(\frac{3}{2} K\right)^2.$$

A égalité d'échauffement, le courant pris aux bornes triphasées pourra être les 4/3 du courant pris aux bornes diphasées,

$$\frac{I_{n6}}{I_{n4}} = \frac{3}{4};$$

Pour le bobinage en deux couches, le rapport des courants de court-circuit peut se déterminer approximativement comme il suit : en triphasé, on aura deux phases dans chaque encoche; les ampères-tours résultants par encoche, à égalité de courant de chaque phase, seront en triphasé $\frac{\sqrt{3}}{2}$ fois ce qu'ils sont en diphasé, et la composante réactive de la tension à considérer pour une phase, sera les 3/4 de ce qu'elle est en diphasé. Par suite, pour un même courant dans chaque bobine, donnant en ligne des courants dans le rapport

$$\frac{I'_{cc6}}{I'_{cc4}} = \frac{3}{4},$$

les tensions U'_{cc} aux bornes du bobinage seraient, en négligeant les composantes actives de celles-ci,

$$\frac{U'_{cc6}}{U'_{cc4}} = \frac{4}{3} \frac{2}{\sqrt{3}}.$$

On a donc

$$\frac{I'_{cc6}}{I'_{cc4}} = \frac{3}{4} = \frac{3}{4} \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{3}{4} \frac{U'_{cc6}}{U'_{cc4}}.$$

La loi qui lie le rapport des courants de court-circuit et le rapport des tensions correspondantes étant ainsi déterminée, pour avoir le rapport des courants de court-circuit sous tension normale, on n'a qu'à remplacer les tensions de court-circuit U'_{cc6} et U'_{cc4} par les tensions normales U_6 et U_4

$$\frac{I_{cc6}}{I_{cc4}} = \frac{3}{4} \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{3}{4} \frac{U_6}{U_4} = 0,49 \frac{U_6}{U_4}.$$

Si nous cherchons à obtenir l'égalité des inductions dans l'entrefer aux deux polarités, on a

$$\frac{B_6}{B_4} = \frac{3}{2} K = 1, \quad K = \frac{2}{3},$$

$$\frac{U_6}{U_4} = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{0,901}{0,826} K = 0,84,$$

$$\frac{H_{m6}}{H_{m4}} = 1.$$

Les puissances normales P_n ont pour valeurs

$$P_{n6} = 2 U_6 I_{n6}, \quad P_{n4} = \sqrt{3}\, U_4 I_{n4},$$

$$\frac{P_{n6}}{P_{n4}} = \frac{2}{\sqrt{3}} 0{,}84 \frac{3}{4} = 0{,}73,$$

$$\frac{I_{cc6}}{I_{cc4}} = 0{,}49 \times 0{,}84 = 0{,}41.$$

Les capacités de surcharge sont approximativement dans le rapport

$$\frac{\dfrac{I_{cc6}}{I_{n6}}}{\dfrac{I_{cc4}}{I_{n4}}} = 0{,}41 \times \frac{4}{3} = 0{,}55.$$

Ces conditions de fonctionnement sont généralement acceptables.

Un simple transformateur monophasé permet de réaliser

$$\frac{U_6}{U_4} = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0{,}865,$$

ce qui est très voisin du rapport indiqué ci-dessus.

2° *Cas où le pas est allongé à 6 pôles.* — Dans le cas où le pas est allongé de 1/4 à 6 pôles et raccourci de 1/6 à 4 pôles, on obtient, quand on veut réaliser l'égalité des inductions dans l'entrefer aux deux polarités

$$\frac{U_6}{U_4} = 0{,}7,$$

ce qui conduit à un autotransformateur beaucoup plus important que dans le cas précédent. Si on conserve $\frac{U_6}{U_4} = 0{,}865$, on a $\frac{B_6}{B_4} = 1{,}23$; la machine est beaucoup plus saturée à 6 pôles qu'à 4 pôles.

3° *Bobinage à un seul faisceau par entaille.* — Le calcul effectué comme précédemment donne

$$\frac{\Phi_6}{\Phi_4} = K = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{0{,}956}{0{,}901} \frac{U_6}{U_4}.$$

On n'a plus à composer en court-circuit des courants de phase différente dans une même encoche; le facteur 3/4 relatif aux tensions correspondantes disparaît

$$\frac{U'_{cc6}}{U'_{cc4}} = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{I_{cc6}}{I_{cc4}} = \frac{3}{4} \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{U_4}{U_4} = 0{,}65 \frac{U_6}{U_4}.$$

La recherche de l'égalité des inductions dans l'entrefer donne

$$K = \frac{2}{3} \frac{U_6}{U_4} = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{0{,}901}{0{,}956} \frac{2}{3} = 0{,}73,$$

$$\frac{P_{n6}}{P_{n4}} = \frac{2}{\sqrt{3}} 0{,}73 \times \frac{3}{4} = 0{,}63,$$

$$\frac{I_{cc6}}{I_{cc4}} = 0{,}65 \times 0{,}73 = 0{,}475,$$

$$\frac{\dfrac{I_{cc6}}{I_{n6}}}{\dfrac{I_{cc4}}{I_{n4}}} = 0{,}475 \times \frac{4}{3} = 0{,}63.$$

B. **Bobinage Scott hexaphasé.** — On peut éviter l'emploi d'un autotransformateur de diphasé en triphasé en faisant la transformation sur le moteur même, par un montage dérivant directement du système Scott. Le moteur sera ainsi alimenté en triphasé aux deux polarités, mais la répartition des forces magnétomotrices sera diphasée à 6 pôles.

Adoptons un bobinage en deux couches comme précédemment, avec pas diamétral à 6 pôles; nous remplacerons les phases I, II, I', II', diphasées par les phases 1, 3', 2, 3 triphasées, 3' représentant une bobine parcourue par le courant de la phase 3, mais en sens inverse des autres bobines (fig. 15). Les connexions seront faites comme il est indiqué sur la figure 16. On a également représenté sur la figure 15 les deux couches de conducteurs du bobinage. Nous voyons que dans la

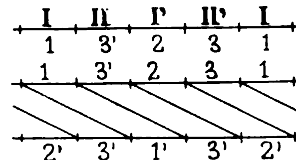


Fig. 15. — Diagramme de correspondance des phases diphasées et des phases triphasées en montage Scott d'un bobinage triphasé à deux polarités dans le rapport 3/2. à la grande polarité, et diagramme de répartition de ces phases triphasées dans les deux couches du bobinage.

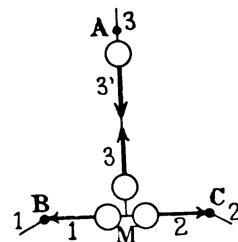


Fig. 16. — Schéma sommaire de connexions en montage Scott d'un bobinage triphasé à deux polarités dans le rapport 3/2.

zone où la couche supérieure est de la phase 1, la couche inférieure est parcourue par le courant de retour de la phase 2, c'est-à-dire que sa force magnétomotrice a la phase 2' (fig. 17); la force magnétomotrice résultante a une phase OR en quadrature avec la phase 3. Au contraire, dans la zone où la couche supérieure a la phase 3, la couche inférieure est parcourue par le courant de retour de la phase 3', c'est-à-dire que sa force magnétomotrice est celle de la phase 3 et est en phase avec celle de la couche supérieure. On voit bien que les

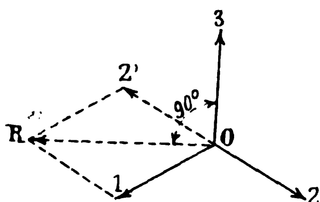


Fig. 17. — Diagramme vectoriel de la composition en montage Scott des forces magnétomotrices d'un bobinage triphasé à deux polarités dans le rapport 3/2.

forces magnétomotrices résultantes sont diphasées. Quant à l'importance de ces forces magnétomotrices résultantes elles sont naturellement dans le rapport $\frac{\sqrt{3}}{2}$, tandis qu'elles devraient être les mêmes dans toutes les zones pour constituer des forces magnétomotrices diphasées régulières. De même, les forces électromotrices induites entre B et C (fig. 16) sont égales à celles induites entre A et N, tandis que le rapport de ces forces électromotrices devrait être $\frac{2}{\sqrt{3}}$.

La phase 3 a donc 15 pour 100 de spires et d'ampères-tours en trop, ou les phases 1 et 2, 15 pour 100 de spires et d'ampères-tours de moins qu'il ne faudrait. On peut y remédier en ajoutant aux phases 1 et 2 deux bobinages auxiliaires montés respectivement en série avec ces phases, logés dans les mêmes encoches et ayant chacun 15 pour 100 du nombre de spires de ces phases. Par suite de cette composition des forces magnétomotrices des phases 1 et 2, 15 pour 100 des ampères-tours de ces phases sont perdus ; dans les encoches qui reçoivent la phase 3, il n'y a pas de bobinage auxiliaire et par suite, il reste dans l'encoche un espace libre représentant 15 pour 100 de la surface de cette encoche. L'utilisation du stator est donc, en somme, réduite de 15 pour 100 à 4 pôles.

Si l'on veut utiliser au maximum la place des entailles qui contiennent les phases 3 et 3' où il n'y a pas de bobinage auxiliaire, on peut, pour ces encoches, augmenter la section des spires du bobinage principal qui y sont logées. Ceci complique évidemment un peu le bobinage, mais les bobinages auxiliaires ne font plus perdre 15 pour 100 de la place que dans la moitié des encoches, soit en moyenne 7,5 pour 100. A la marche à 4 pôles, on a en parallèle des bobines qui n'ont pas toutes la même résistance et la même réactance; mais comme il y a une bobine de chacun des deux types pour chaque phase et pour chaque paire de pôles, ceci ne présente absolument aucun inconvénient.

On voit en définitive que pour passer du montage en diphasé au montage en triphasé Scott, il suffit de

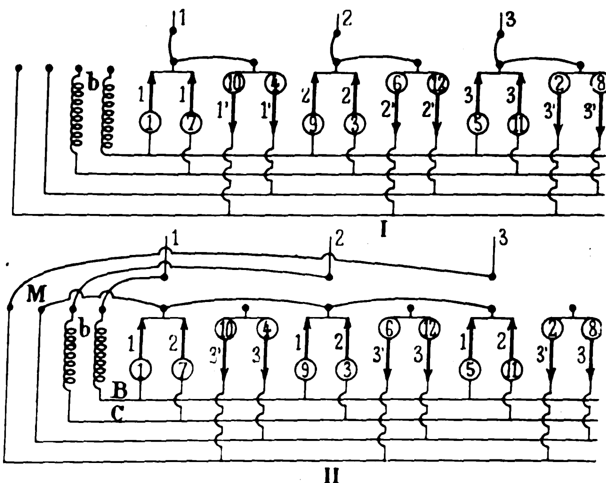


Fig. 18. — Schéma complet des connexions en montage Scott d'un bobinage triphasé à deux polarités dans le rapport 3/2 : I, 4 pôles hexaphasé; II, 6 pôles (Scott); b, bobinages auxiliaires.

brancher en 1-2 les connexions qui en diphasé étaient branchées en II', et de brancher d'une part en 3, d'autre part au point de jonction des phases 1 et 2, le bobinage qui en diphasé était branché en II II', avec

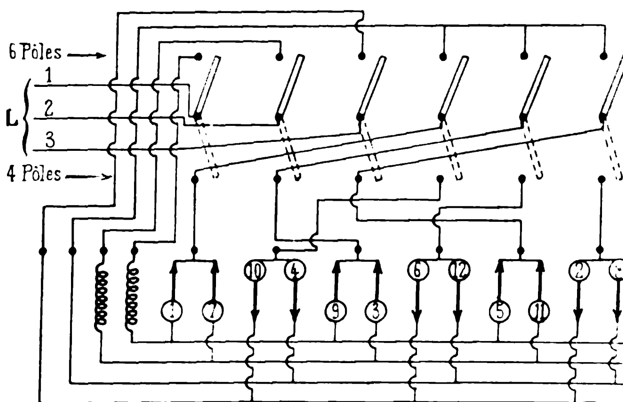


Fig. 19. — Schéma des connexions d'un inverseur à six directions pour moteur à deux polarités dans le rapport 3/2, en montage Scott à 6 pôles : L, ligne.

cette réserve qu'on ajoutera à 1-2, les petits bobinages auxiliaires dont nous avons parlé.

Le schéma complet des connexions est alors celui de la figure 18. Un inverseur à six directions suffit à exécuter toutes les connexions (fig. 19).

Le nombre des bornes du moteur est donc de 10, tandis qu'avec le moteur ordinaire et un autotransfor-

mateur, il n'est que de 6. Cet inconvénient joint à celui de la perte de 15 pour 100 (ou de 7,5 pour 100) de l'utilisation des encoches du stator est, en général, inférieur à l'avantage résultant de la suppression de l'autotransformateur.

Quant à l'induction dans le moteur à 6 pôles, elle est la même que dans le cas de l'autotransformateur, avec bobinage à 2 couches et pas diamétral à 6 pôles ; il résulte, en effet, du schéma que la phase 3-3' est alimentée sous une tension égale à $\frac{\sqrt{3}}{2} = 0,865$ de la tension triphasée ; pour le groupe des phases 1-2 la différence est absorbée dans les bobinages auxiliaires.

1. Vérification de l'équilibrage des chutes de tension. — Il reste à examiner ce que seront les chutes de tension ohmiques et inductives dans ce montage. Pour que le système demeure équilibré, il faut évidemment, et il suffit que les vecteurs des chutes de tension ohmiques projetés sur les directions des forces électromotrices résultantes diphasées (fig. 20) soient précisément dans le rapport de ces forces électromotrices, soit $\frac{2}{\sqrt{3}}$, et que les chutes de tension inductives projetées sur les directions perpendiculaires soient dans le même rapport ; de la sorte, les chutes de tensions étant proportionnelles aux tensions correspondantes, les forces électromotrices induites demeurent rigoureusement diphasées, et le système sera bien effectivement équilibré.

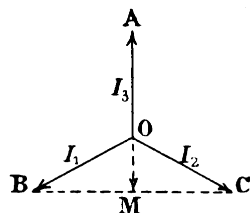


Fig. 20. — Diagramme vectoriel de décomposition des courants au montage Scott d'un moteur à deux polarités dans le rapport 3/2.

1° *Chute de tension ohmique.* — Appelons R_1, R_2, R_3 les résistances des trois phases, bobinages additionnels compris, R_3 comprenant les résistances des phases 3 et 3'. On a évidemment

$$R_1 = R_2.$$

Le courant I circulant dans la phase 1 donne lieu à une chute de tension ohmique $R_1 I$ dont les projections sont

$$R_1 I \cos 30° \text{ sur BM},$$

$$R_1 I \sin 30° \text{ sur AM}.$$

Il en est de même pour la phase 2. La chute de tension ohmique de B en C est donc

$$(R_1 + R_2) I \cos 30° = 2 R_1 I \cos 30°.$$

La chute de tension ohmique de B en A (ou de C en A) projetée sur la direction AM est égale à la somme de la composante trouvée précédemment et de la chute de tension ohmique dans la phase 3, soit

$$R_1 I \sin 30° + R_3 I.$$

Pour que la proportion de ces chutes de tension aux tensions correspondantes soit réalisée, on devra avoir

$$2 R_1 I \cos 30° = \frac{2}{\sqrt{3}} (R_1 I \sin 30° + R_3 I),$$

$$R_1 = R_3.$$

La résistance de la phase 1 et de son bobinage additionnel doit donc être égale à celle des phases 3 et 3' réunies. Comme les phases 3 et 3' comprennent le double de spires du bobinage principal de la phase 1, il en résulte, en somme, que le bobinage additionnel de la phase 1 doit avoir la même résistance que le bobinage principal de cette même phase ; de même le bobinage additionnel de la phase 2 doit avoir la même résistance que le bobinage principal de cette phase. On pourra donc forcer la densité de courant dans les bobinages additionnels, ce qui réduira leur encombrement et favorisera la bonne utilisation du circuit magnétique. Néanmoins, comme le rapport des nombres de spires des bobinages principal et additionnel est de 100 à 15, on aurait une densité de courant exagérée si l'on voulait réaliser l'équilibrage exact des chutes de tension non inductives, et l'on se limitera à une valeur plus faible. Dans le cas où pour améliorer l'utilisation de la place dans les encoches on a augmenté la section du cuivre des bobines des phases 3 et 3', l'erreur commise sur l'équilibrage est encore diminuée. Elle est, en tout cas, toujours pratiquement négligeable.

2° *Chute de tension inductive.* — Pour le calcul des chutes de tension inductives, nous raisonnerons d'une façon analogue. Appelons $L_{1,2}$ l'inductance de fuites de l'ensemble des phases 1 et 2 et de leurs bobinages additionnels considérés comme formant une phase diphasée, L_3 celle des phases 3 et 3' considérées comme formant la deuxième phase du bobinage diphasé, l, l'inductance de fuites de la phase 1 par rapport à la phase 2. Cette dernière inductance doit être introduite dans le calcul parce que les phases 1 et 2 fonctionnent en autotransformateur diviseur de tension pour alimenter la phase 3 en M. Dans ce fonctionnement, un certain flux de fuites passe entre les bobinages de ces deux phases, comme entre le primaire et le secondaire d'un transformateur ; la moitié des lignes de force de ce flux de fuites entoure le bobinage de la phase 1 et l'autre moitié celui de la phase 2 ; l'inductance l se rapporte à l'ensemble des lignes de force entourant les deux bobinages. Dans les phases 1 et 2, la composante $I \cos 30°$ dirigée suivant BC est compensée par la force magnétomotrice du rotor et donne lieu à la chute de tension $L_{1,2}\, \omega I \cos 30°$, tandis que les composantes $I \sin 30°$ des phases 1 et 2 dirigées suivant AM se compensent l'une l'autre et

donnent lieu à la chute de tension $\frac{l}{2}\omega I \sin 30°$ (c'est $\frac{l}{2}$ et non l qui intervient puisque la moitié seulement des lignes de force correspondant à l entourent chacune des deux phases). On devra donc avoir

$$L_{1,2}\,\omega I \cos 30° = \frac{2}{\sqrt{3}}\left(\frac{l}{2}\,\omega I \sin 30° + L_3 \omega I\right),$$

$$\frac{3}{4}L_{1,2} = \frac{l}{4} + L_3.$$

Le bobinage de l'ensemble des phases 1 et 2 comporte, bobinages additionnels compris, $\frac{2}{\sqrt{3}}$ fois autant de spires que celui des phases 3 et 3'. Par conséquent, toutes choses égales d'ailleurs, on aura

$$L_{1,2} = \left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)^2 L_3 \quad \text{ou} \quad \frac{3}{4}L_{1,2} = L_3.$$

En réalité, le bobinage des phases 1 et 2 occupe, à cause de la présence des bobinages additionnels, la profondeur totale de l'encoche, tandis que le bobinage de la phase 3 n'en occupe qu'une fraction voisine de $\frac{\sqrt{3}}{2}$; ceci augmente légèrement $L_{1,2}$, de sorte que l'égalité

$$\frac{3}{4}L_{1,2} = \frac{l}{4} + L_3$$

sera à très peu près réalisée, l étant toujours petit.

Pour nous en rendre compte plus exactement, appelons n le nombre total de spires d'une encoche, bobinages additionnels compris, e la largeur de l'entaille, H la profondeur de l'entaille, H_1 la hauteur occupée par les bobinages principaux, h celle qui est occupée par les bobinages additionnels (fig. 21); on a $H = H_1 + h$.

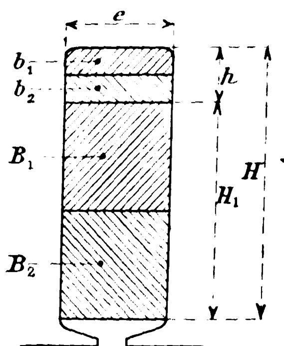


Fig. 21. — Coupe schématique d'une entaille de moteur à deux polarités dans le rapport 3, 2, avec bobinages additionnels pour réaliser le montage Scott : B_1, B_2, bobinages principaux : b_1, b_2, bobinages auxiliaires.

L'inductance de fuites $L_{1,2}$ pour la hauteur H de l'entaille sera égale comme on sait, pour 1 cm de longueur de fer à

$$L_{1,2} = 4\pi n^2 \frac{H}{3e} 10^{-9}.$$

On aura de même pour la valeur de L_3,

$$L_3 = 4\pi\left(\frac{\sqrt{3}}{2}n\right)^2 \frac{H_1}{3e} 10^{-9}.$$

L'inductance de fuites l entre phases 1 et 2 a pour valeur

$$l = 4\pi\left[\left(\frac{\sqrt{3}}{4}n\right)^2 \frac{H_1}{3e} + \left(\frac{2-\sqrt{3}}{4}n\right)^2 \frac{h}{3e}\right] 10^{-9},$$

ce qui est très peu différent de

$$l = 4\pi\left(\frac{\sqrt{3}}{4}n\right)^2 \frac{H_1}{3e} 10^{-9}.$$

On a

$$\frac{3}{4}L_{1,2} - L_3 = 4\pi \frac{3}{4} n^2 \frac{h}{3e} 10^{-9}$$

$$\frac{1}{4}l = 4\pi \frac{3}{16} n^2 \frac{H_1}{12e} 10^{-9},$$

h étant évidemment plus grand que $\frac{H_1}{16}$, on aura

$$\frac{3}{4}L_{1,2} > \frac{1}{4}l + L_3,$$

la différence entre les deux membres étant d'ailleurs très faible.

Dans les têtes de bobines, les bobinages principaux des phases 1 et 2 ne sont pas juxtaposés comme dans les entailles, ce qui augmente l, de sorte que, pour les inductances de fuites des têtes de bobines, l'inégalité serait renversée.

Dans le cas où les bobines de phases 3 et 3' occupent toute la profondeur de l'entaille, on a exactement

$$\frac{3}{4}L_{1,2} = L_3.$$

Il en résulte forcément

$$\frac{3}{4}L_{1,2} < \frac{1}{4}l + L_3.$$

En tenant compte de l'influence des têtes de bobines, l'équilibrage des chutes de tension inductives sera, en général, un peu moins satisfaisant que dans le cas où toutes les bobines sont identiques (nous avons vu que celui des chutes de tension ohmiques, est, au contraire, meilleur).

Quant à la dispersion par les isthmes des entailles et à travers l'entrefer, où se produisent, en général, la

plus grande partie des fuites, l'équilibrage est rigoureusement le même que dans un moteur diphasé régulier.

En pratique, l'expérience démontre que l'équilibrage des courants des 3 phases de ces moteurs est parfaitement satisfaisant.

2. Suppression des bobinages auxiliaires. — Il est quelquefois désirable d'éviter les bobinages auxiliaires, par exemple pour les machines à haute tension où la présence de ceux-ci complique les isolements. On peut obtenir ce résultat de deux manières différentes.

1° *Emploi d'un autotransformateur.* — On peut remplacer les bobinages auxiliaires par un autotransformateur branché aux mêmes bornes et augmentant de 15 pour 100 la tension correspondante pour la rendre égale à celle qui existe entre les bornes de ligne 1 et 2. On vérifie aisément que le nouveau courant I'_1 qui circule dans le bobinage est la résultante d'une composante égale à $\frac{2}{\sqrt{3}} I_1 \cos 30°$ dirigée suivant BC (fig. 20) et d'une composante $I_1 \sin 30°$ dirigée suivant AM, de sorte que les forces magnétomotrices dans le moteur et les courants en ligne ne sont pas changés. Les inductions ne sont pas modifiées.

2° *Emploi de prises auxiliaires.* — On peut également éviter les bobinages auxiliaires en faisant sur la phase 3 (ou 3') une prise réduisant de 15 pour 100 le nombre de spires des phases 3 et 3' réunies, pour le fonctionnement en diphasé. Ceci sature de 15 pour 100 le moteur à la grande polarité et augmente de deux unités le nombre des bornes; en effet, comme il y a trois bobines en parallèle, il faut faire une prise sur chacune de celles-ci pour y connecter la phase 3 de la ligne (ou le point M) de la figure 18; par contre, la borne qui, à 6 pôles, était sur la figure 18, connectée à la phase 3 de la ligne (ou la borne M) peut être supprimée, ce qui fait bien un supplément de deux bornes. L'équilibrage demeure satisfaisant, sauf pour les résistances $(R_3 = \sqrt{3}\, R_1)$.

C. Bobinage diphasé-diphasé. — Couplage Siemens à 8 bornes (voir première partie de cette étude).

D. Bobinages de rotors. — 1. Rotors permettant le démarrage sur résistances aux deux polarités. — Un rotor construit d'après le système hexaphasé-diphasé n'aura que 7 bagues. Il sera avantageux d'adopter pour le rotor le pas allongé de 1/4 à 6 pôles qui réduit la dispersion au minimum.

Rotor à 5 bagues. — On peut réduire le nombre des bagues à 5 si l'on accepte de ne mettre en circuit à 6 pôles que la moitié du cuivre du rotor. Supposons que nous ne réunissions à des bagues, du côté diphasé, que les phases I et II, les bagues I' et II' étant supprimées. Adoptons un pas diamétral à 6 pôles. Nous pourrons alors faire fonctionner le rotor en diphasé à trois fils, le fil commun étant constitué par les trois bagues triphasées réunies en court-circuit. En raison du pas choisi, la force magnétomotrice du rotor sera régulièrement répartie, les deux phases réunies aux bagues occupant la couche supérieure de la moitié des encoches, et la couche inférieure de l'autre moitié. Une fois la mise en vitesse achevée, on pourra avoir un appareil de mise en court-circuit qui court-circuitera à la fois les deux bagues I et II et les points qui seraient réunis aux bagues I' et II' si elles existaient, de sorte qu'à partir de ce moment, tout le cuivre sera de nouveau en circuit. Dans d'autres cas, la puissance requise étant faible à petite vitesse (pompes, ventilateurs, moteurs d'hélices) on pourra se contenter en permanence, à la petite vitesse, de la mise en circuit de la moitié du cuivre du rotor.

A égalité d'échauffement du rotor, le courant dans chacune des deux phases restant en circuit sera multiplié par $\sqrt{2}$ par rapport à ce qu'il serait dans le cas des 4 phases en circuit, et la puissance sera divisée par $\sqrt{2}$.

2. Rotors ne permettant le démarrage sur résistances qu'à une seule polarité. — Voir sur la figure 22 les schémas de bobinage 4 pôles en court-circuit pour 6 pôles et réciproquement.

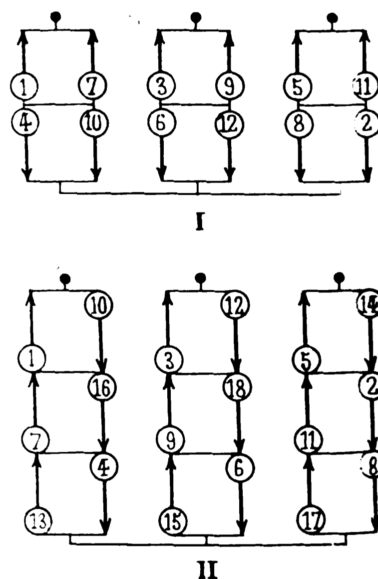


Fig. 22. — Schéma des connexions d'un moteur à deux polarités dans le rapport 3/2, en court-circuit aux deux polarités, le stator servant de primaire à 4 pôles, et le rotor à 6 pôles : I. stator à 4 pôles en court-circuit pour 6 pôles; II, rotor à 6 pôles en court-circuit pour 4 pôles.

E. Utilisation du rotor comme primaire. — 1. Moteur a secondaire en court-circuit. — On alimentera en général le stator à 4 pôles et le rotor à 6 pôles, le stator fonctionnant en secondaire à 6 pôles, et le rotor à 4 pôles. L'induction pourra être réglée à telle valeur que l'on voudra aux 2 polarités.

En courant triphasé, on n'aura besoin que de 3 bornes au stator et de 3 bagues au rotor.

On emploiera pour le bobinage à 4 pôles en court-circuit pour 6 pôles, soit un bobinage à 12 bobines à 2 couches (fig. 13 a), soit un bobinage à 12 bobines à 1 couche avec têtes de bobines en 3 plans (fig. 13 b), en mettant en parallèle les bobines diamétralement opposées; le schéma est celui de la figure 22.

Pour le bobinage 6 pôles en court-circuit pour 4 pôles, on adoptera un bobinage en deux couches, hexaphasé, à 18 bobines, dont on couplera les bobines diamétralement opposées en parallèle et en opposition (fig. 22).

Pour avoir la meilleure utilisation du cuivre aux deux polarités, on aura intérêt à adopter pour les bobinages en deux couches, un pas intermédiaire entre les pas diamétraux des deux polarités, avec chevauchement des bobines des deux couches pour réduire la dispersion.

2. Moteurs démarrant sur résistances. — On peut chercher à utiliser le rotor comme primaire pour régler commodément les inductions aux deux polarités et éviter les complications du montage Scott et des bobinages auxiliaires.

On sera alors généralement amené à munir le rotor du bobinage normal à 7 bagues dont l'alimentation par la ligne se fera sans aucun artifice à 4 pôles et qui servira de secondaire diphasé à 6 pôles. Il sera avantageux d'employer un pas allongé de 1/4 à 6 pôles, comme nous le savons.

Pour le stator, on emploiera un bobinage en étoile simple, triphasé à 6 pôles, comportant neuf bobines, qui seront trois par trois de même phase et alimentées en parallèle par la ligne à 6 pôles. Le pas sera diamétral à 6 pôles pour réduire les harmoniques au minimum. Ce bobinage comportera, bien entendu, 9 bornes.

A 4 pôles, les 9 bobines auront 9 phases différentes,

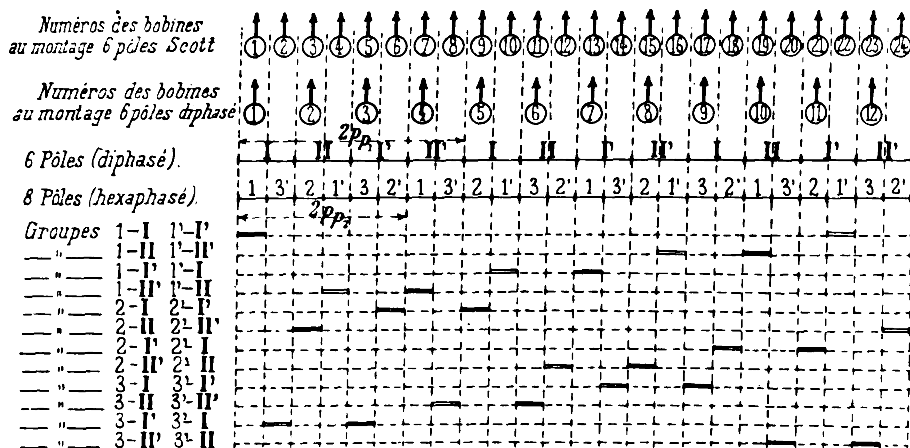


Fig. 23. — Diagramme de répartition entre les différents groupes des bobines d'un bobinage à deux polarités dans le rapport 4/3 hexaphasé-diphasé.

ce qui exigera 9 résistances de démarrage et constituera une notable complication. On pourra aussi, bien entendu, employer les bobinages normaux diphasé-hexaphasé ou Scott-hexaphasé.

F. **Montage en cascade interne.** — Nous verrons dans la quatrième partie de cette étude un moteur à couplage à cascade interne (moteur Hunt) qui permet le démarrage sur résistances aux deux polarités avec 3 bagues seulement au rotor, et 9 ou même 6 bornes au stator. Un autre bobinage statorique comporte 15 bornes et donne des pertes par effet Joule et une dispersion moindres. Ce type de moteur n'est applicable qu'aux polarités multiples de 4-6 pôles, et n'est pas réalisable pour 4-6 pôles.

III. **Moteurs à deux polarités dans le rapport de 4 à 3 (Moteurs 6 pôles 8 pôles).** — Pour cette combinaison de polarités comme pour la précédente, la recherche d'une répartition triphasée ou hexaphasée des bobines aux deux polarités conduit au nombre maximum de groupes et à un grand nombre de bornes. Divers schémas ont été établis pour résoudre la question de cette façon; on les trouvera dans les articles déjà mentionnés de Pestarini et de Bianchi [1]. Pour le moteur 6 pôles/8 pôles, comme pour le moteur 4 pôles/6 pôles, la solution la plus simple consiste à passer, pour 6 pôles par l'intermédiaire du diphasé et d'un transformateur Scott ou analogue; le nombre de bornes devient alors très réduit. On peut, comme pour le moteur 4 pôles/6 pôles, effectuer le montage Scott sur le moteur même, de sorte que celui-ci devient un véritable moteur triphasé aux deux polarités.

A. **Bobinages hexaphasé-diphasé.** — Le diagramme de correspondance des phases aux deux polarités est donné par la figure 23. On remarquera que tous les groupes correspondants tels que 1-I et 1'-I' sont iden-

[1] Pestarini et Bianchi. *Loc. cit.* Voir aussi Dover, *Electric Motors*, 1918, p. 134-144.

tiques quant au nombre de spires, et équidistants; ils peuvent par suite se servir de retour l'un à l'autre; il n'est donc pas nécessaire d'employer un bobinage à deux sections par entaille; un bobinage ordinaire de courant alternatif, à bobines concentriques, à un seul faisceau par entaille, à pôles conséquents, à 8 pôles, triphasé, peut se transformer, par un simple couplage de bobines, en un bobinage diphasé, par pôles, à 6 pôles.

Bien entendu, les groupes tels que 1-I, 1'-I' et 1-I', 1'-I peuvent se coupler en série parallèle avec 3 bornes, ce qui conduit à 18 bornes. On peut, comme pour le moteur 4 pôles/6 pôles faire un montage à 7 bornes, dû à Milch et Stern[1], en étoiles multiples; le schéma de ce montage a été donné dans la première partie de cette étude (fig. 11), appliqué à un rotor, comme exemple de montage en étoiles multiples. La figure 24 reproduit ce même schéma, appliqué à un stator, avec interposition d'un autotransformateur Scott ou analogue; le montage indiqué par la figure 24 pour cet autotransformateur correspond à l'utilisation de deux appareils

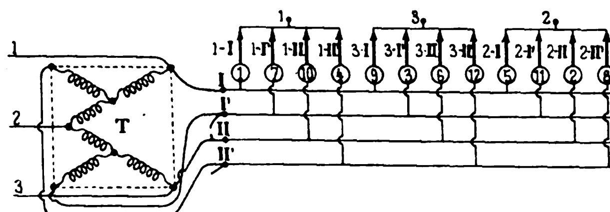


Fig. 24. — Schéma des connexions d'un bobinage à deux polarités dans le rapport 4/3 hexaphasé/diphasé avec bobines en parallèle et sept bornes : T, autotransformateur de triphasé en diphasé.

monophasés identiques donnant un rapport des tensions diphasées et triphasées égale à $\sqrt{2}$.

L'autotransformateur, étant réuni à des points qui sont des points neutres à 8 pôles, peut rester branché en permanence, et le couplage du moteur et de son autotransformateur peut se faire avec six bornes.

1. Coefficients de bobinage. — Le pas est équivalent à un pas diamétral aux deux polarités, puisque l'on a affaire, aux deux polarités, à un bobinage ordinaire à courant alternatif; les facteurs de bobinage sont, indiqués dans le tableau VI pour un bobinage réparti

Tableau VI. — *Valeurs des coefficients de bobinage d'un bobinage à 6 pôles/8 pôles.*

Rang de l'harmonique	6 pôles (diphasé)	8 pôles (hexaphasé)
1	0,901	0,956
3	0,300	0,000
5	0,180	0,191
7	0,129	0,137

[1] *Brevet français n° 390 897* du 4 juin 1908 et addition *n° 11616* du 14 octobre 1909 de M. Stern.

2. Rapports des courants et des puissances aux deux polarités. — On a, avec les notations précédemment adoptées

$$\frac{\Phi_8}{\Phi_6} = K = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{0{,}901}{0{,}956} \frac{U_8}{U_6},$$

$$\frac{B_8}{B_6} = \frac{4}{3} K,$$

$$\frac{\Pi_{m8}}{\Pi_{m6}} = \left(\frac{4}{3} K\right)^2.$$

A égalité d'échauffement, le courant absorbé en triphasé pourra être les $\frac{4}{3}$ de ce qu'il est en diphasé,

$$\frac{I_{n8}}{I_{n6}} = \frac{4}{3}.$$

Pour le rapport des courants de court-circuit de ce bobinage à un seul faisceau par entaille, on a

$$\frac{I'_{cc8}}{I'_{cc6}} = \frac{4}{3},$$

$$\frac{U'_{cc8}}{U'_{cc6}} = \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{3}{4} \frac{I'_{cc8}}{I'_{cc6}},$$

$$\frac{I_{cc8}}{I_{cc6}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{4}{3} \frac{U_{cc8}}{U_{cc6}} = 1{,}54 \frac{U_{cc8}}{U_{cc6}}.$$

Si nous nous donnons l'égalité des inductions dans l'entrefer aux deux polarités, on obtient

$$\frac{B_8}{B_6} = \frac{4}{3} K = 1, \quad K = \frac{3}{4},$$

$$\frac{U_8}{U_6} = \frac{3}{4} \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{0{,}956}{0{,}901} = 0{,}69,$$

$$\frac{\Pi_{m8}}{\Pi_{m6}} = 1,$$

$$\frac{P_{n8}}{P_{n6}} = \frac{4}{3} \frac{\sqrt{3}}{2} 0{,}69 = 0{,}8,$$

$$\frac{I_{cc8}}{I_{cc6}} = 1{,}54 \times 0{,}69 = 1{,}06,$$

$$\frac{\dfrac{I_{cc8}}{I_{n8}}}{\dfrac{I_{cc6}}{I_{n6}}} = \frac{3}{4} \times 1{,}06 = 0{,}79.$$

Ces conditions de fonctionnement sont, en général, très satisfaisantes. Le montage d'autotransformateur indiqué par la figure 24 donne $\frac{U_8}{U_6} = 0{,}707$, ce qui est très voisin du rapport 0,69 trouvé plus haut.

B. Bobinage Scott hexaphasé. — On peut appliquer le montage Scott à ce bobinage d'une façon analogue à ce qui a été fait pour le bobinage 4 pôles/6 pôles.

Pour avoir entre les phases 1 et 2 triphasées formant la phase I — I' diphasée (fig. 15) une induction mutuelle aussi élevée que possible, de façon à maintenir l'inductance de fuites correspondante dans des limites modérées, on adoptera un bobinage à deux sections par entaille avec pas diamétral à 6 pôles; chaque bobine du bobinage à une couche est remplacée par deux bobines du bobinage à deux couches; le nombre des bobines passe donc de 12 à 24 (fig. 23). En outre, il faudra introduire des bobinages auxiliaires dans les encoches contenant les phases 1 et 2 à 6 pôles, exactement comme dans le cas du moteur 4 pôles/6 pôles.

Si l'on veut essayer de coupler les bobines comme dans le montage 4 pôles/6 pôles, on obtient dans l'entrefer une induction très élevée à 8 pôles et très basse à 6 pôles. Ceci est évident puisque nous avons trouvé qu'il faut avoir

$$\frac{U_8}{U_6} = 0,69,$$

alors que, en raison du montage Scott et de la présence du bobinage auxiliaire, on a en réalité

$$\frac{U_8}{U_6} = 1,15.$$

Si l'on tient compte de ce fait que le nouveau bobinage est à pas diamétral à 6 pôles, et à pas allongé de 33 pour 100 à 8 pôles, on constate que ceci introduit à cette dernière polarité un facteur de bobinage $\frac{\sqrt{3}}{2} = 0,865$, ce qui rend le rapport des inductions aux deux polarités encore plus défavorable, soit

$$\frac{B_8}{B_6} = \frac{1,15}{0,69}\,\frac{2}{\sqrt{3}} = 1,94,$$

valeur évidemment inadmissible.

Il faut alors coupler les bobines en série parallèle à 8 pôles et en parallèle à 6 pôles; le schéma des connexions devient alors celui de la figure 25, où l'on a remplacé partout les indications des phases diphasées I, II, I', II' par les indications des phases correspondantes du montage Scott 1, 3', 2, 3.

On voit que ce montage comporte 14 bornes sur le moteur.

1. Coefficients de bobinage. — A 6 pôles, ce sont les coefficients ordinaires d'un bobinage diphasé puisque le pas est diamétral à cette polarité. A 8 pôles, il faut appliquer deux coefficients : l'un est le coefficient ordinaire d'un bobinage hexaphasé, l'autre tient compte de l'allongement du pas qui est de 33 pour 100 à 8 pôles.

Sur le tableau VII sont indiquées les valeurs des coefficients de bobinage pour des bobinages répartis :

Tableau VII. — *Valeurs des coefficients de bobinage 6 pôles/8 pôles, à montage Scott à 6 pôles.*

Rang de l'harmonique	6 pôles (Scott)	8 pôles (hexaphasé)
1	0,901	0,826
3	0,300	0,000
5	0,180	0,165
7	0,129	0,119

2. Rapport des inductions dans l'entrefer aux deux polarités. — En appelant n le nombre de spires par groupe

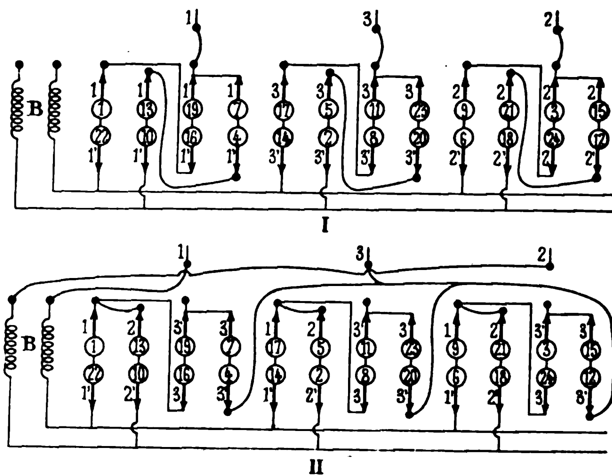


Fig. 25. — Schéma des connexions d'un bobinage à deux polarités dans le rapport 4/3 hexaphasé montage Scotts I, 8 pôles (hexaphasé); II, 6 pôles (Scott); B, bobinages auxiliaires.

(1-1 et 1'-1' par exemple), et ω la pulsation du courant, on a à 8 pôles

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}}\,\omega\, 2n\sqrt{3} \times 0,826\,\Phi_8 \times 10^{-8},$$

et à 6 pôles, en tenant compte de l'augmentation du nombre de spires dans le rapport $\frac{2}{\sqrt{3}}$ due à la présence des bobinages auxiliaires :

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}}\,\omega\,\frac{2}{\sqrt{3}}\,2n \times 0,901\,\Phi_6 \times 10^{-8}.$$

En égalant ces deux valeurs on trouve

$$\frac{\Phi_8}{\Phi_6} = 0,73, \quad \frac{B_8}{B_6} = 0,97,$$

ce qui est parfaitement satisfaisant et identique au

résultat obtenu dans le cas du bobinage diphasé à 6 pôles.

3. Vérification de l'équilibrage des chutes de tension. — Elle se ferait exactement comme pour le moteur 4 pôles/6 pôles et donnerait les mêmes résultats.

4. Avantages et inconvénients de ce système. — Si l'on compare ce bobinage au bobinage simple avec autotransformateur, on constate que le bobinage Scott a les inconvénients suivants :

1° Le bobinage ordinaire de courant alternatif à un seul faisceau par entaille est remplacé par un bobinage à deux faisceaux par entaille avec bobinages auxiliaires ;

2° Le montage Scott perd 15 pour 100 de la place dans les entailles, ou au moins 7,5 pour 100 si l'on admet pour les phases 3 et 3' des sections de cuivre différentes de celles adoptées pour les phases 1 et 2, comme nous l'avons vu dans le cas du moteur 4 pôles/6 pôles ;

3° Le nombre de bornes à coupler par le combinateur passe de 6 à 14, ou de 9 à 17 si l'on tient compte des bornes de ligne.

Ce dernier inconvénient étant plus important que dans le cas du moteur 4 pôles/6 pôles (où le nombre de bornes passait seulement de 6 à 10) il pourra, dans certains cas, être préférable de conserver la solution diphasée avec autotransformateur.

5. Suppression des bobinages auxiliaires. — Comme dans le cas du moteur 4 pôles/6 pôles, on peut supprimer les bobinages auxiliaires.

1° *Par l'emploi d'un autotransformateur monophasé*, de rapport $\frac{2}{\sqrt{3}}$.

2° *Par l'emploi des trois prises auxiliaires*, faites sur les bobines 4, 12 et 20 et supprimant 15 pour 100 du nombre de spires de la phase 3-3'; l'induction sera augmentée de 15 pour 100 à 6 pôles, et le nombre des bornes sera augmenté de trois.

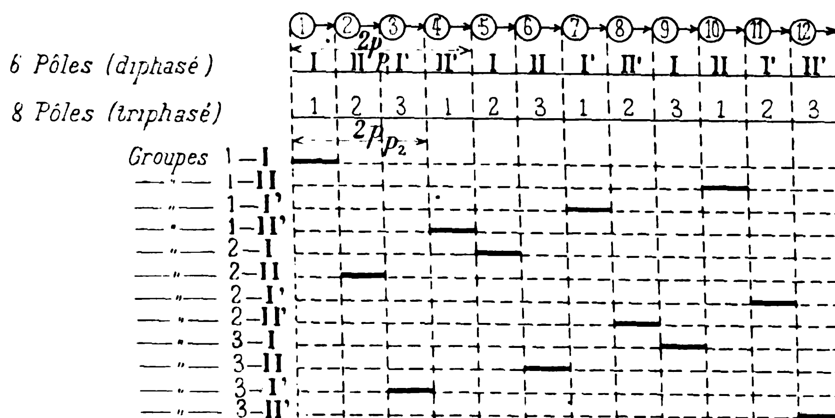


Fig. 26. — Diagramme de répartition entre les différents groupes des bobines d'un bobinage à deux polarités dans le rapport 4/3, triphasé/diphasé.

C. **Bobinage triphasé-diphasé.** — Ce bobinage donne lieu au diagramme de la figure 26. Il conduit à 12 groupes comme le bobinage hexaphasé diphasé. Les connexions peuvent être faites de la même façon en étoiles multiples. Ce bobinage est inférieur au bobinage hexaphasé-diphasé car il est à 2 faisceaux par entaille, par conséquent plus compliqué, et a de moins bons coefficients de bobinage à 8 pôles, étant triphasé et non hexaphasé ; il mérite d'être signalé seulement parce que nous le retrouverons ultérieurement comme partie d'un bobinage 4 pôles/6 pôles/8 pôles.

D. **Bobinage à courants diphasé-diphasé.** — Couplage Siemens à 8 bornes (voir 1re partie).

E. **Bobinages de rotors.** — 1. Rotors permettant le démarrage sur résistances aux deux polarités. — Un rotor bobiné suivant le schéma de la figure 24 aura 7 bagues. Ce schéma a été donné à titre d'exemple dans la première partie de cette étude (fig. 11, 1re partie).

1° *Rotor à 8 bagues.* — Dans certains cas, il peut être avantageux de se servir de toutes les bagues pour recueillir le courant à la grande vitesse où, généralement la puissance requise étant plus forte, les courants le sont également. On peut y arriver comme nous l'avons expliqué dans la première partie (fig. 12, 1re partie). Les connexions de la moitié des bobines étant inversées par rapport à la figure 11 (1re partie), les bobines telles que 1-I et 1-I' qui étaient en parallèle en triphasé sont maintenant en série, et en diphasé où elles étaient en série, elles sont mises en parallèle. Le montage devient hexaphasé à 8 pôles et diphasé à trois fils à 6 pôles, le neutre étant fermé par les 6 bagues qui à 8 pôles étaient hexaphasées. On a donc 8 bagues dont 6 petites qui sont toujours en circuit et 2 grosses qui ne servent qu'à la grande vitesse.

2° *Rotor à 5 bagues.* — Si l'on se contente de la mise en circuit de la moitié du cuivre pour passer de

la petite à la grande vitesse, le nombre des bagues pourra être réduit à 5, en supprimant les bagues I' et II' de la figure 11, comme dans le cas du moteur 4 pôles/6 pôles. Cette réduction du cuivre en circuit ne pourra généralement être admise qu'au démarrage, et non en marche normale, la puissance requise étant généralement maximum à grande vitesse ; il sera, par conséquent, presque toujours nécessaire de prévoir un appareil de mise en court-circuit réunissant à la fin du démarrage les bagues I et II et les points qui seraient connectés aux bagues I' et II' si elles existaient.

2. Rotors ne permettant le démarrage sur résistances qu'à une seule polarité. — Voir ci-dessous ce que nous disons des moteurs à secondaire en court-circuit avec utilisation du rotor comme primaire.

F. Utilisation du rotor comme primaire. — 1. Moteurs à secondaire en court-circuit. — Pour le bobinage à 8 pôles, en court-circuit pour 6 pôles, qui sera généralement placé sur le rotor, on emploiera le bobinage ordinaire à un seul faisceau par entaille, correspondant à la figure 23, dont on mettra en parallèle les bobines diamétralement opposées.

Pour le bobinage à 6 pôles, en court-circuit pour 8 pôles, qui sera le plus souvent celui du stator, on pourra adopter le même bobinage que celui adopté pour 6 pôles en court-circuit pour 4 pôles (fig. 22) ; ce bobinage est, en effet, aussi bien en court-circuit pour 8 pôles que pour 4 pôles. Comme ce bobinage ne comporte que 2 bobines et quart par pôle à 8 pôles, il sera avantageux d'établir un court-circuit supplémentaire entre les milieux des bobines mises en parallèle, comme nous l'avons expliqué précédemment (fig. 23, première partie), ce qui réduira les pertes (en augmentant le coefficient de bobinage) et la dispersion.

2. Moteurs démarrant sur résistances. — — On peut utiliser le rotor comme primaire pour régler commodément les inductions aux deux polarités, sans complications de bobinages inutiles.

Il n'y a pas de difficulté à faire le rotor à 7 bagues qui, à 8 pôles, sera alimenté en primaire par ses trois bagues triphasées et, à 6 pôles, débitera sur résistances par ses 4 bagues diphasées. Ce rotor peut même être remplacé par un rotor à 5 bagues comme nous le savons.

Pour le stator, le montage en étoile simple conduirait à 18 bornes et serait peu pratique. Le mieux sera l'adoption du bobinage hexaphasé à 8 pôles, Scott à 6 pôles, mais ici, comme il n'y a plus de difficulté pour le réglage du rapport des inductions aux deux polarités, on pourra adopter le montage en parallèle à 8 pôles (fig. 27) comme pour le moteur 4 pôles 6 pôles, ce qui limite à 10 le nombre des bornes.

G. Moteur en cascade interne. — Voir quatrième partie de cette étude. Ce moteur dû à Creedy a 21 bornes au stator et 4 bagues ; il permet le démarrage sur résistances aux deux polarités. A noter une autre solution, ne permettant que le démarrage en court-circuit qui a 3 bornes au stator et 4 bagues au rotor.

IV. Moteurs à deux polarités dans le rapport de 3 à 1. (Moteurs 2 pôles 6 pôles). — De nombreuses combinaisons sont possibles pour la réalisa-

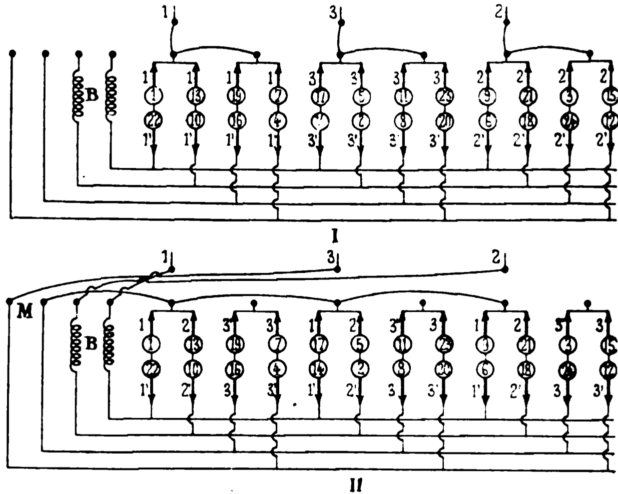


Fig. 27. — Schéma des connexions d'un bobinage à deux polarités dans le rapport 4/3 hexaphasé secondaire, montage Scott primaire : I, 8 pôles (hexaphasé) ; II, 6 pôles (Scott) ; B, bobinages auxiliaires.

tion d'un moteur 2 pôles/6 pôles. Elles conduisent toutes à un nombre de bornes assez élevé ou à un rapport de flux assez peu satisfaisant.

A. Bobinage hexaphasé-hexaphasé. — Le diagramme de ce bobinage est donné par la figure 28. Tous les groupes tels que 1-1 et 1'-1' peuvent se servir de retour l'un à l'autre, de sorte que le bobinage peut être exécuté avec un seul faisceau de conducteurs par entaille, avec 9 bobines seulement. Le pas, à 6 pôles, est le triple du pas polaire, de sorte qu'il n'en résulte aucune réduction des coefficients de bobinage.

Le schéma des connexions est donné par la figure 29 ; le montage est fait en triangle à 2 pôles, en étoile à 6 pôles ; il comporte 14 bornes.

1. Rapport des flux aux deux polarités. — En appelant n le nombre des spires d'une des 9 bobines élémentaires, on a avec nos notations habituelles :
à 2 pôles

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega \times 3n \times 0{,}956\, \Phi_2\, 10^{-8},$$

à 6 pôles

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega \times 3n\sqrt{3} \times 0{,}956\, \Phi_6\, 10^{-8},$$

d'où

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_6} = \sqrt{3}, \quad \frac{B_2}{B_6} = \frac{1}{\sqrt{3}}.$$

Ce rapport n'est pas très satisfaisant. Le montage en triangle à 2 pôles et en étoile à 6 pôles donne pour les puissances normales

$$\frac{P_{n2}}{P_{n6}} = \sqrt{3},$$

de sorte que le couple normal est $\sqrt{3}$ fois plus faible à 2 pôles qu'à 6 pôles.

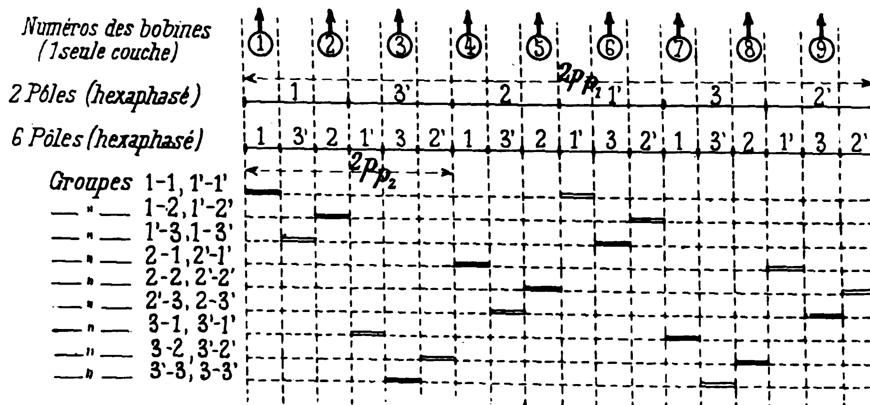


Fig. 28. — Diagramme de répartition entre les différents groupes des bobines d'un bobinage à deux polarités dans le rapport 3/1, hexaphasé-hexaphasé.

2. Modification du pas. — On peut améliorer le rapport des flux et des inductions de la manière suivante : remplaçons le bobinage en une couche par un bobinage en deux couches à pas fortement raccourci à 2 pôles ; nous aurons 18 bobines qui seront groupées deux par deux en série suivant le même schéma que précédemment avec le même nombre de bornes.

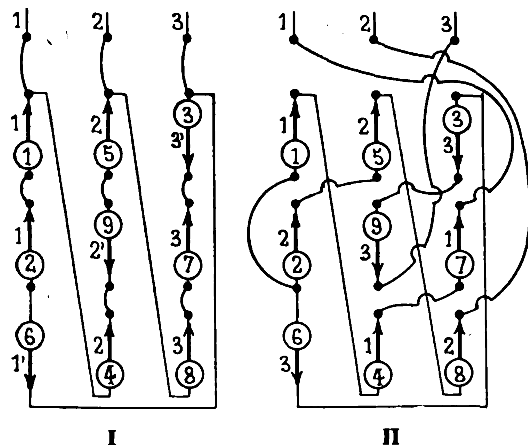


Fig. 29. — Schéma des connexions d'un bobinage à deux polarités dans le rapport 3/1 hexaphasé-hexaphasé : I, 2 pôles (hexaphasé) ; II, 6 pôles (hexaphasé).

Un pas diamétral à 6 pôles, raccourci des deux tiers à 2 pôles donnerait pour coefficient de bobinage q'' correspondant au pas

$$q''_6 = 1, \text{ à 6 pôles}$$

et

$$q''_2 = \sin 30° = 0,5, \text{ à 2 pôles.}$$

Il en résulterait

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_6} = \frac{\sqrt{3}}{0,5} = 3,46, \quad \frac{B_2}{B_6} = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1,155.$$

Avec un pas allongé de 1/6, à 6 pôles, ce qui donne le minimum d'harmoniques à cette polarité, on trouve $q''_6 = \sin 105° = 0,965$ et $q''_2 = \sin 35° = 0,573$, d'où

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_6} = \sqrt{3}\,\frac{0,965}{0,573} = 2,9, \quad \frac{B_2}{B_6} = 0,97,$$

ce qui est très satisfaisant. L'égalité des inductions aux deux polarités serait obtenue avec un pas allongé de 12° à 6 pôles.

3. Modification du couplage. — En conservant le bobinage en deux couches avec 18 bobines, on a des bobines diamétralement opposées qui ont même phase deux à deux et que l'on peut coupler en parallèle à 2 pôles et en série à 6 pôles. Si l'on adopte le pas diamétral à 2 pôles comme dans le premier couplage, en conservant la connexion en triangle à 2 pôles et en étoile à 6 pôles, on obtient

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_6} = 2\sqrt{3}, \quad \frac{B_2}{B_6} = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1,155.$$

Un raccourcissement du pas de $\frac{1}{9}$ à 2 pôles, soit de $\frac{1}{3}$ à 6 pôles, donne

$$q'_2 = 0{,}985, \quad q''_6 = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0{,}865,$$

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_6} = 2\sqrt{3}\,\frac{0{,}865}{0{,}965} = 3{,}045, \quad \frac{B_2}{B_6} = 1{,}015.$$

Le rapport des puissances normales est

$$\frac{P_{n2}}{P_{n6}} = 2\sqrt{3} = 3{,}46.$$

Ce couplage serait donc parfaitement satisfaisant s'il n'exigeait 36 bornes, soit une borne à chaque extrémité de chacune des 18 bobines, ce qui sera bien rarement acceptable.

B. Bobinages de rotors. — 1. ROTORS PERMETTANT LE DÉMARRAGE SUR RÉSISTANCES AUX DEUX POLARITÉS. — *Le bobinage hexaphasé-hexaphasé* donnant 9 groupes, conduirait, avec le montage en étoile simple de ces 9 groupes, à 9 bagues et à 9 résistances de démarrage à 2 pôles: à 6 pôles, les bobines seraient trois par trois équipotentielles, et des résistances triphasées suffiraient à cette polarité.

1° *Bobinage diphasé à 6 pôles et hexaphasé à 2 pôles.* — Ce bobinage donne lieu à 6 groupes seulement (fig. 30); les groupes tels que 1-I, 1'-I' peuvent se servir de retour mutuellement, de sorte que le bobinage peut s'exécuter à un seul faisceau par encoche. Le montage des 6 bobines peut se faire en étoile simple avec 7 bagues

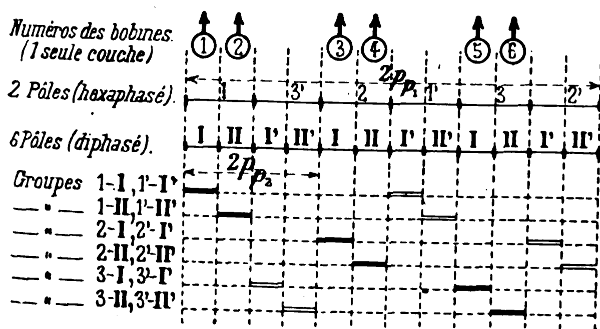


Fig. 30. — Diagramme de répartition entre les différents groupes des bobines d'un bobinage à deux polarités dans le rapport 3/1, diphasé-hexaphasé.

(voir 1re partie, fig. 30 et 31), mais il est préférable de monter les bobines voisines deux à deux en série et de coupler l'ensemble en étoile (fig. 31); le nombre des bagues demeure égal à 7 : A, B, C, D, E, F, G. A 2 pôles, les forces électromotrices sont triphasées (fig. 32); le rhéostat de démarrage sera donc un rhéostat triphasé ordinaire, tandis qu'avec le couplage en étoile simple, le diagramme des forces électromotrices se composait de deux étoiles à 3 branches décalées de 30° l'une par rapport à l'autre, ce qui imposait l'emploi de 2 rhéostats triphasés. A 6 pôles, les points A, B, C (fig. 31, 32) sont équipotentiels, et il en est de même des points D, E, F; le diagramme vectoriel est diphasé à 3 fils. Le courant dans la bague de point neutre G est

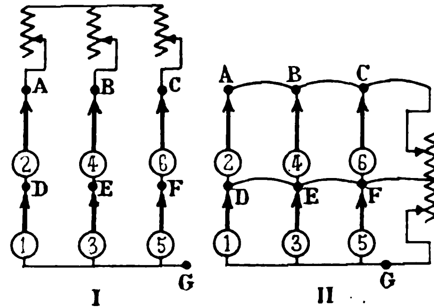


Fig. 31. — Schéma des connexions d'un moteur à deux polarités dans le rapport 3/1 diphasé à 6 pôles, hexaphasé à 2 pôles : I, 2 pôles; II, 6 pôles.

égal à la somme des courants de 3 bobines, tandis qu'en étoile simple, il était égal à $3\sqrt{2}$ fois le courant d'une bobine.

Il sera toujours favorable de conserver le bobinage à 2 couches avec 12 bobines et de raccourcir le pas de 1/12, car ceci produit à 6 pôles un recouvrement à

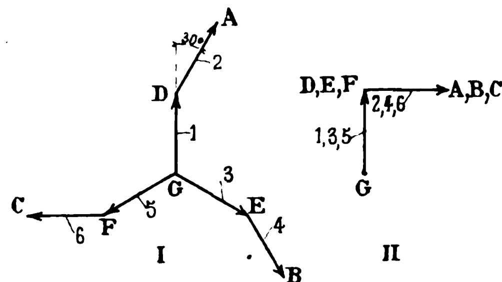


Fig. 32. — Diagramme vectoriel des phases d'un rotor de moteur à deux polarités dans le rapport 3/1 diphasé à 6 pôles, hexaphasé à 2 pôles : I, 2 pôles; II, 6 pôles.

moitié des bobines de phases différentes, ce qui réduit la dispersion.

2° *Montage à 5 phases avec 10 bobines.* — C'est le montage le plus satisfaisant (fig. 19, 1re partie). Ces 10 bobines peuvent se réduire à 5, les groupes diamétralement opposés pouvant se servir de retour l'un à l'autre. Il est toutefois préférable de conserver le bobinage en deux couches avec pas raccourci de 1/10 à 2 pôles, ce qui produit le chevauchement des bobines des deux couches.

Le nombre des bobines est, en effet, de 3,33 par champ double à 2 pôles, de sorte que la répartition des forces magnétomotrices est presque identique à celle d'un réseau triphasé si l'on a un bobinage en une couche, ou en deux couches avec coïncidence exacte des bobines des deux couches ; la dispersion est donc

assez forte. Au contraire, avec chevauchement à moitié des bobines des deux couches, la répartition des forces magnétomotrices sera comparable à celle d'un bobinage triphasé à deux couches à pas diamétral, puisque, en pareil cas, les deux couches chevauchent ; la dispersion sera donc très modérée.

Les bobines diamétralement opposées se montent deux à deux en série et sont connectées en étoile simple avec 5 bagues. Ces bagues sont également chargées entre elles aussi bien à 2 qu'à 6 pôles.

Ce montage est donc parfaitement satisfaisant.

Les résistances de démarrage sont pentaphasées.

2. Rotors ne permettant le démarrage sur résistances qu'à une seule polarité. — Un rotor bobiné à 6 pôles, en court-circuit pour 2 pôles, s'exécutera en mettant en parallèle les trois bobines d'une même phase situées à 120° l'une de l'autre.

Nous avons longuement développé, dans la première partie, le cas du bobinage à 2 pôles en court-circuit pour 6 pôles ; nous ne le reprendrons pas ici ; nous rappellerons seulement que le procédé le plus simple est celui du montage à 4 bagues de la figure 29 de la première partie.

C. **Utilisation du rotor comme primaire.** — 1. Moteurs a secondaire en court-circuit. — On fera, en général, un rotor bobiné pour 6 pôles, en court-circuit pour 2 pôles, et un stator bobiné pour 2 pôles, en court-circuit pour 6 pôles (avec 4 bornes, suivant la figure 29, 1re partie).

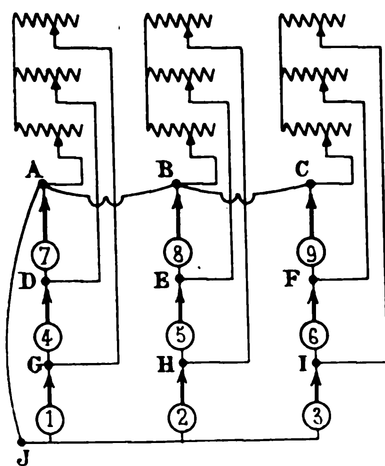


Fig. 33. — Schéma des connexions des bobinages d'un moteur à deux polarités dans le rapport 3/1 hexaphasé-hexaphasé, destiné à servir de primaire à 6 pôles et de secondaire à 2 pôles.

2. Moteurs démarrant sur résistances aux deux polarités. — Pour le bobinage destiné à donner 2 pôles en primaire et 6 pôles en secondaire, on adoptera le montage hexaphasé-diphasé étudié précédemment pour les rotors à bagues (fig. 31), montage qui comporte 7 bornes ou 7 bagues.

Pour le bobinage donnant 6 pôles en primaire, et 2 pôles en secondaire, on emploiera le montage hexaphasé-hexaphasé en couplant les bobines 3 par 3 en série et en étoile (fig. 33) ; le nombre des bornes ou des bagues est de dix, indiquées par les lettres A à J. A 6 pôles, le diagramme vectoriel est une étoile simple (fig. 34). A 2 pôles, chaque branche de l'étoile se transforme en un triangle équilatéral, les côtés homologues des 3 triangles étant décalés respectivement de 20° ; il

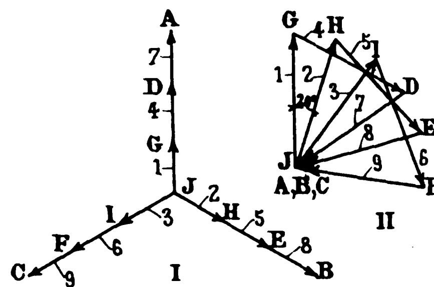


Fig. 34. — Diagramme vectoriel des phases d'un bobinage de moteur à deux polarités dans le rapport 3/1 hexaphasé-hexaphasé, destiné à servir de primaire à 6 pôles et de secondaire à 2 pôles : I, 6 pôles ; II, 2 pôles.

faudra donc 3 rhéostats branchés l'un en A, D, G, le second en B, E, H, et le troisième en C, F, I, le point neutre J étant, en outre, réuni à A, B, C.

Si l'on veut n'avoir que 7 bagues, il faudra utiliser le rotor comme primaire à 2 pôles, et le stator à 6 pôles ; sinon le rotor devra avoir 10 bagues.

D. **Montage en cascade interne.** — Nous étudierons dans la quatrième partie de cette étude un moteur en cascade interne (moteur Hunt) donnant deux vitesses triples l'une de l'autre, démarrant sur résistances aux deux polarités, avec 3 bagues seulement au rotor, et 9 ou 15 bornes au stator. Un moteur en court-circuit aux deux polarités, avec alimentation statorique aux deux polarités peut être exécuté avec 3 bornes au stator et 3 bagues.

Ce moteur n'est pas réalisable pour 2 pôles/6 pôles, mais seulement pour les multiples de ces nombres de pôles.

(A suivre.)

H. de Pistoye.

Les fours électriques de grande puissance pour la fabrication du carbure de calcium et des ferro-alliages

Après avoir rappelé les avantages que présentent les fours électriques de grande puissance, tant au point de vue économique qu'à celui de la régularité de leur fonctionnement, M. Bergeon décrit dans les lignes qui suivent le type de four monophasé créé par M. P. Miguet. Ce nouveau modèle de four de grande puissance comporte une électrode fixe et une seule électrode mobile, disposition qui évite les complications des fours à plusieurs électrodes et qui, grâce à la solution adoptée pour les conducteurs d'alimentation, ne présente pas les inconvénients qui ont motivé, pour de grandes puissances, l'emploi de plusieurs électrodes. Le problème du chargement avec cette nouvelle disposition a nécessité une étude minutieuse et la solution en est donnée dans cet article. Pour terminer, M. Bergeon rappelle les couplages à adopter pour que ces fours monophasés puissent fonctionner sur des distributions en courant triphasé sans que l'équilibre des phases soit rompu; il préconise le montage Scott pour le cas de deux fours et décrit, à ce propos, l'installation de l'usine de Saint-Julien-de-Maurienne, de la Société électrométallurgique de Montricher, qui comporte deux fours, l'un de 5000 kilowatts et l'autre, de 6000 kilowatts, ce dernier étant muni d'une électrode continue et du chargement mécanique du système de M. Miguet.

I. Avantages des fours de grande puissance. — Pour la fabrication du carbure de calcium et des ferro-alliages, on a intérêt à employer des fours de grande puissance afin de réduire les dépenses de premier établissement, la consommation spécifique d'énergie, les frais de main-d'œuvre et, aussi, afin d'obtenir des produits de bonne qualité et bien réguliers. Il est évident que pour absorber une puissance déterminée, l'installation de quelques grandes unités sera moins coûteuse que celle de nombreux fours de faible capacité.

Mais les grands fours sont surtout économiques parce qu'ils ont un bien meilleur rendement, et qu'ils exigent relativement moins de personnel. Pour le carbure par exemple, des fours de 1000 kw consomment 4000 kw-h environ par tonne de carbure, tandis que la consommation spécifique tombe au voisinage de 3200 kw-h avec des unités triphasées de 5000 kw. Ainsi, avec les grands fours, le prix de revient se trouve réduit du fait que, pour produire un certain tonnage, il faut moins d'énergie, ou plutôt, ce qui est le cas le plus fréquent, du fait qu'avec une quantité d'énergie limitée on peut produire un tonnage sensiblement plus grand, et cela avec les mêmes frais généraux et sans augmentation marquée des frais d'entretien et de main-d'œuvre.

Comme la production des usines d'électrochimie n'est limitée, en général, que par l'énergie disponible, toute amélioration de rendement se traduit donc par une augmentation de production. Or, on sait combien influe sur les bénéfices une augmentation de production quand les frais généraux et les frais d'entretien restent constants. Les grands fours présentent à ce point de vue un avantage considérable qui, en général, n'est pas assez mis en évidence. La manutention mécanique des matières premières et le chargement automatique des fours conduisent, dans le cas des petites unités, à des installations relativement coûteuses pour une faible diminution de main-d'œuvre tandis qu'ils permettent de réduire énormément le personnel des grands fours et de diminuer encore le prix de revient malgré l'amortissement et l'entretien d'appareils assez coûteux.

Les grands fours sont enfin moins influencés par les variations de tension du courant et par les irrégularités dans la qualité et le mélange des matières premières. Ils supportent également mieux les arrêts, car leur refroidissement est plus lent. Aussi, obtient on avec eux de bien meilleurs résultats pour l'utilisation de l'énergie de nuit, trop souvent perdue actuellement faute d'emploi, et que l'aménagement des basses chutes rendra disponible en grande quantité.

Etant donné les avantages considérables que présentent les grands fours, pourquoi a-t-on, au contraire, jusqu'à ces dernières années, multiplié des petites unités de 1000 à 1500 kw, surtout dans les usines françaises ?

Il est certain que la construction des fours de grande puissance demande des connaissances techniques spéciales. Plusieurs insuccès coûteux ont montré, en effet, combien il est difficile d'absorber des courants de forte intensité, surtout avec la fréquence de 50 p: s. M. Bunet a cité, par exemple, en 1921 (¹), le cas d'un « four prévu pour une intensité de courant de 30000 A sous une tension de 40 V et qu'on essaya en vain d'alimenter par un réseau général de fréquence 50 p: s. comme les petits fours qu'il devait remplacer ». Pour faire fonctionner ce four, « la fréquence fut abaissée à 15 p: s; il fallut donc commander des alternateurs et transformateurs spéciaux, tout matériel d'un prix atteignant le double de celui établi à la fréquence de 50 p: s ». On pourrait citer bien d'autres cas analogues. Ces dernières années, la technique des fours électriques a fait de grands progrès de sorte qu'il est possible maintenant, comme nous le montrerons plus loin, d'établir des fours de très grande puissance ayant un fonctionnement très satisfaisant.

(¹) Bunet; A propos d'électrochimie et d'électrométallurgie. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, juillet 1921, t. 1 (4ᵉ série), p. 325-335.

Une autre considération qui a empêché souvent l'emploi des fours très puissants c'est que l'arrêt accidentel d'une grande unité cause plus de pertes et de perturbations que celle d'une unité de faible puissance. En multipliant les fours, il semble que l'on augmente la régularité de marche de l'usine. C'est la même considération qui poussait autrefois les exploitants des usines génératrices hydroélectriques et thermiques à installer dans chaque usine un grand nombre de groupes. Actuellement, grâce au soin apporté dans la construction du matériel, les arrêts accidentels des machines sont devenus très rares, de sorte que la tendance moderne est de n'installer qu'un petit nombre d'unités, mais très bien équipées. Il faut remarquer d'ailleurs, qu'en réduisant le nombre des appareils, on diminue les causes d'accidents.

Mais ce qui pousse encore beaucoup d'industriels à adopter les petites unités de préférence aux grandes, c'est le désir de pouvoir régler exactement la puissance absorbée suivant la puissance disponible, c'est-à-dire suivant les variations de débit des cours d'eau. Il est certain que l'on peut mettre en service et arrêter plus facilement des petits fours dans le but d'utiliser l'énergie très inconstante provenant des crues. Une marche de quarante-huit heures commence déjà à être intéressante avec un four de 500 à 1 000 kw, elle serait trop onéreuse avec un grand four. A ce point de vue les petites unités auront toujours une supériorité incontestée.

Mais l'énergie trop variable est peu importante et son utilisation est bien peu avantageuse pour l'électrochimie et l'électrométallurgie. Ce qui est surtout intéressant, c'est de pouvoir suivre facilement les variations saisonnières lentes et assez régulières. A cet égard, les grands fours, et surtout les nouveaux fours que nous décrivons plus loin, sont plus avantageux que les petites unités, car on peut faire varier leur puissance absorbée entre des limites beaucoup plus larges.

II. Principe des fours actuels de grande puissance. — Si l'on augmente beaucoup la section d'une électrode, la chaleur dégagée se répartit mal, car elle se trouve trop concentrée sous l'électrode. Le périmètre d'une électrode carrée ou cylindrique n'augmente pas, en effet, aussi vite que la section; le courant passe donc en excès au centre et insuffisamment à la périphérie. Les réactions se produisent alors principalement sous l'électrode, de sorte que les gaz, qui se dégagent autour de celle-ci sur une longueur relativement moins grande, sortent d'une façon plus irrégulière et parfois trop violente. Il se produit des points chauds. Les flammes sont plus importantes et usent plus vite l'électrode. La conduite du four devient très difficile et très pénible.

Afin d'éviter ces inconvénients, on est obligé de donner à l'électrode une forme rectangulaire pour que le rapport du périmètre à la section d'électrode reste sensiblement constant. Pour absorber une grande puissance il est alors préférable de multiplier les électrodes. Avec la technique actuelle il est bien difficile, en effet, d'absorber plus de 2 000 à 3 000 kw avec une seule électrode. Un four de 6 000 kw aura au moins trois électrodes et un four de 12 000 kw au moins six électrodes, chacune de ces dernières étant équipée de la même façon que celle d'un four de 2 000 kw.

Les fours actuels de grande puissance se distinguent donc surtout par les dimensions de leur cuve et le nombre de leurs électrodes.

III. Inconvénients des fours de grande puissance à plusieurs électrodes. — Jusqu'à ces derniers temps, le principal reproche que l'on pouvait adresser aux fours de grande puissance, c'est que leur conduite par le personnel est beaucoup plus difficile et plus pénible, du fait que la chaleur intense qu'ils dégagent, gêne pour le piquage convenable du mélange, principalement entre les électrodes.

Actuellement, depuis l'emploi de l'électrode continue dont les avantages très importants sont indiscutables, depuis l'obligation où se trouvent les usines de capter les fumées autour des fours et enfin, depuis l'adoption du chargement mécanique et du réglage automatique des fours au point de vue de la réduction de la main-d'œuvre, la multiplication des électrodes a de très graves inconvénients, car toutes les installations nécessaires pour obtenir ces perfectionnements deviennent évidemment d'autant plus compliquées et coûteuses que le nombre d'électrodes est plus grand.

Aussi M. Paul Miguet, directeur général de la Société électrométallurgique de Montricher, a-t-il apporté une solution très intéressante en créant un nouveau type de four monophasé grâce auquel il est possible d'absorber une grande puissance avec une seule électrode mobile.

IV. Principe du four Miguet. — Ce four est formé d'une cuve en ciment armé ou métallique suivant le cas, garnie d'un revêtement en briques réfractaires, d'une électrode fixe formant le fond de la cuve et d'une électrode mobile cylindrique placée dans l'axe du four. Les transformateurs sont disposés très ingénieusement au-dessous du four lui-même, afin que l'espace autour de celui-ci soit complètement dégagé et que les circuits électriques soient plus courts et bien symétriques.

Des transformateurs, partent de nombreux conducteurs divisés en plusieurs circuits répartis symétriquement autour de la cuve et montant le long de celle-ci dans des cheminées métalliques. Les pôles sont « sandwichés » jusqu'au-dessus de la cuve; à partir de ce point, les conducteurs se divisent en deux groupes : l'un descend dans la cuve même; il est constitué par des barres de bronze refroidies par une circulation d'eau et rejoint l'électrode fixe; l'autre, formé de câbles souples, aboutit à l'électrode mobile.

L'idée de M. Miguet de faire descendre dans la maçonnerie de la cuve les conducteurs allant à la sole, est très heureuse car cette disposition permet non seulement de réduire sensiblement la longueur de la

boucle formée par les conducteurs, mais encore de supprimer le principal inconvénient des soles conductrices, c'est-à-dire la rentrée d'air au passage dans la cuve des conducteurs reliés à la sole, passage qu'il est très difficile de rendre parfaitement étanche.

Grâce à la réduction au minimum de la boucle des conducteurs et à la division du courant par la création de nombreux circuits séparés les uns des autres, le facteur de puissance est très élevé, même avec la fréquence de 50 p : s.

L'électrode peut être ou continue ou discontinue. Dans ce dernier cas, elle est formée de secteurs en carbone, soutenus chacun par une pièce en acier coulé, scellée au cuivre et refroidie par une circulation d'eau; ces pièces, reliées chacune à une connexion souple, forment l'entrée de courant dans l'électrode et sont assemblées entre elles par des boulons.

Pour obtenir une électrode continue de très grand diamètre M. Miguet a dû chercher une solution assez différente de celle qui a été imaginée et mise au point

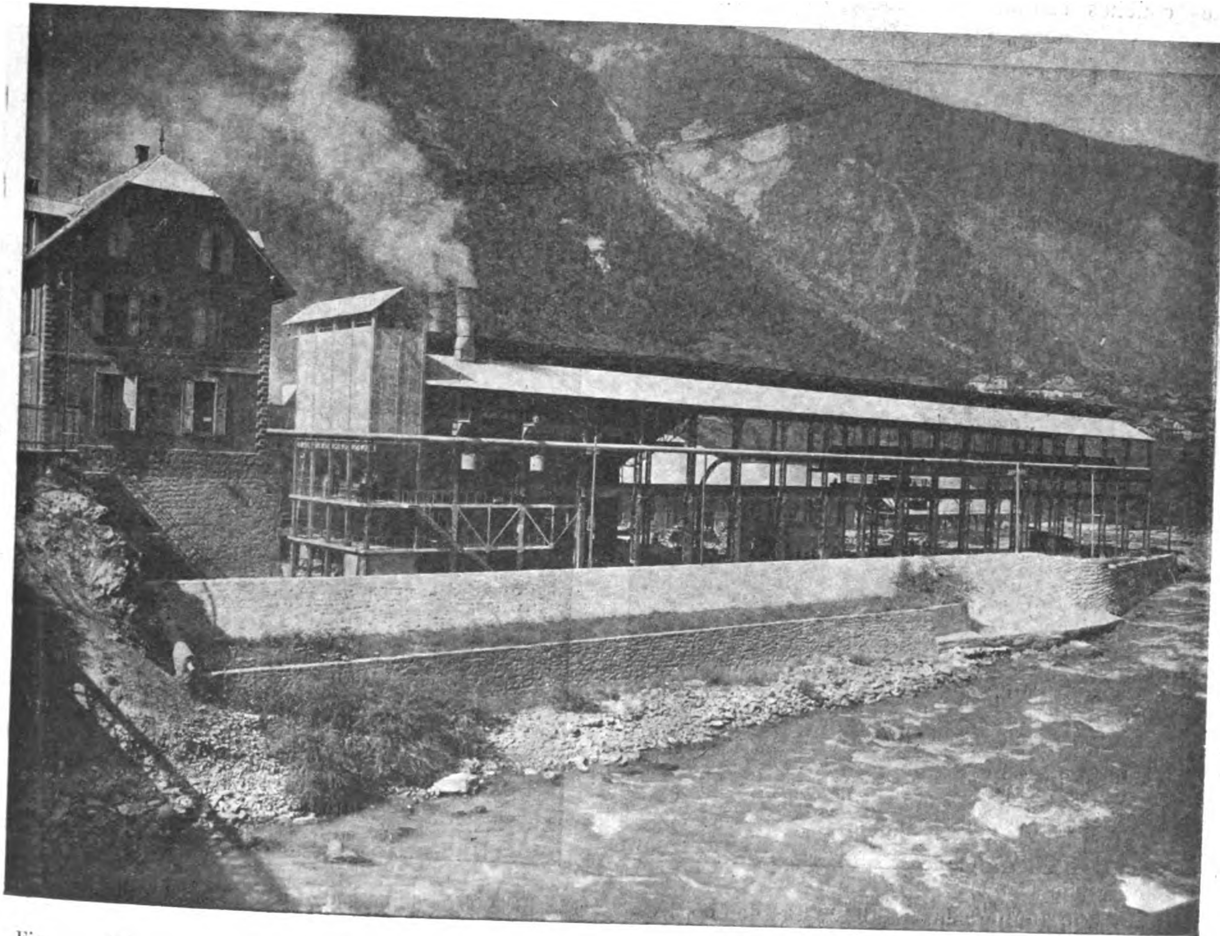


Fig. 1. — Vue de l'installation d'un four Miguet de 6000 kw à l'usine de la Société électrométallurgique de Montricher, à Saint-Julien-de-Maurienne.

par Soderberg. Son électrode continue est formée de deux parties : une partie annulaire constituée par des secteurs en carbone assemblés entre eux au moyen d'une carcasse métallique intérieure qui disparait en même temps que s'use l'électrode et une partie centrale qui, inutilisée pour le passage du courant et formant un simple remplissage, peut être constituée économiquement par un pisé de coke ordinaire.

V. **Nouvelle méthode de chargement**. — Nous avons vu que dans le cas d'une électrode cylindrique de grand diamètre, les gaz provenant de la réduction se dégageaient avec trop d'abondance autour de l'électrode et qu'il se produisait des flammes exagérées et parfois de soudaines émulsions rendant le fonctionnement du four presque impossible.

Pour empêcher la réduction de se produire seulement au voisinage de l'électrode, M. Miguet a cherché un moyen pour obliger le courant à passer entre l'électrode et la sole non plus directement, mais après s'être épanoui vers les parois de la cuve afin qu'il agisse sur la totalité du mélange existant entre la cuve et l'électrode mobile. Dans ce but, il a imaginé de charger le four, non plus avec un mélange homogène comme on le

fait ordinairement, mais par couches horizontales successives : les unes relativement très conductrices, réparties régulièrement dans tout l'espace existant entre l'électrode et les parois de la cuve, constituent le chargement principal; les autres beaucoup moins conductrices, localisées contre l'électrode, forment ce que l'on appelle les additions. Le courant est ainsi obligé de circuler presque horizontalement à la partie supérieure, c'est-à-dire au voisinage de l'électrode mobile et verticalement près de la paroi de la cuve.

Les couches conductrices chargées uniformément contiennent toutes les matières carbonées nécessaires à la fabrication, les tournures et les matières d'épuration s'il y a lieu, et de plus, une partie de la matière oxygénée à réduire. Les additions, chargées dans le voisinage de l'électrode, renferment le reste de la matière oxygénée. Ainsi par exemple, pour la fabrication du carbure, le chargement principal sera formé avec tout le coke et la moitié de la chaux, et les additions avec l'autre moitié de la chaux. Grâce à ce mode de chargement hétérogène, les flammes ne se dégagent plus seulement contre l'électrode, mais jusque vers la paroi de la cuve. Le fonctionnement du four devient très régulier et, avantage très important, la chaleur dégagée au-dessus du four est beaucoup moins intense que dans le cas d'un four triphasé de même puissance. D'ailleurs, grâce à d'autres perfectionnements, le travail d'un four Miguet de 6000 kw n'est pas pénible pour le personnel; il est même moins fatigant que celui exigé par un four monophasé ordinaire de 1000 kw.

Ce nouveau mode de chargement, qui a été breveté en 1925, est très intéressant à d'autres titres, du fait qu'il est capable de donner, au point de vue de l'affinage des produits, des résultats qu'il est impossible d'obtenir avec le mode habituel de chargement.

Le chargement hétérogène peut, à première vue, paraître un peu compliqué, mais la pratique a montré que la crainte que l'on pouvait avoir à ce sujet n'était pas justifiée, car le personnel s'y habituait très vite et appréciait les avantages de ce procédé pour faciliter la conduite du four. Il ne crée pas non plus de difficulté pour obtenir le chargement mécanique des fours, ainsi que les installations réalisées à Saint-Julien-de-Maurienne sur un four de 6000 kw, ont permis de le constater.

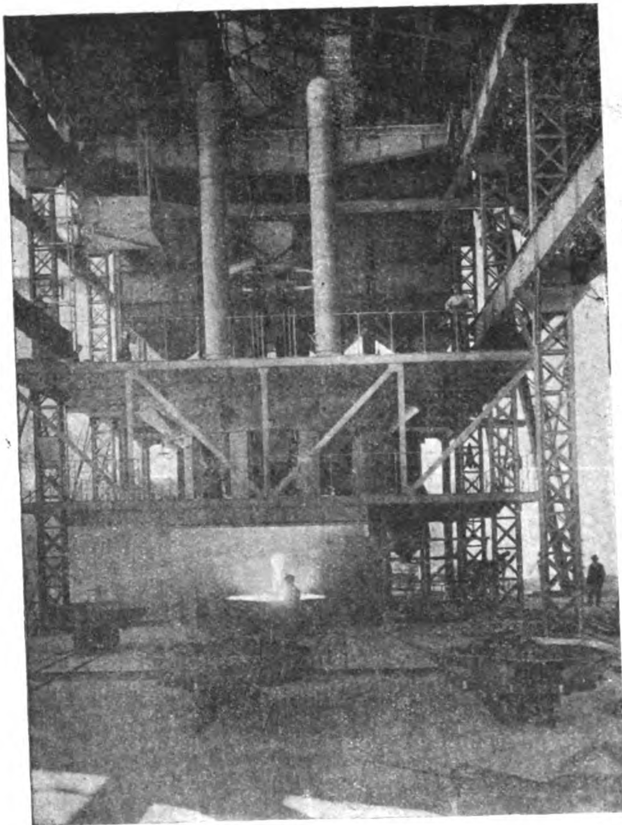


Fig. 2. — Vue d'ensemble du four Miguet de 6000 kw, installé à Saint-Julien-de-Maurienne.

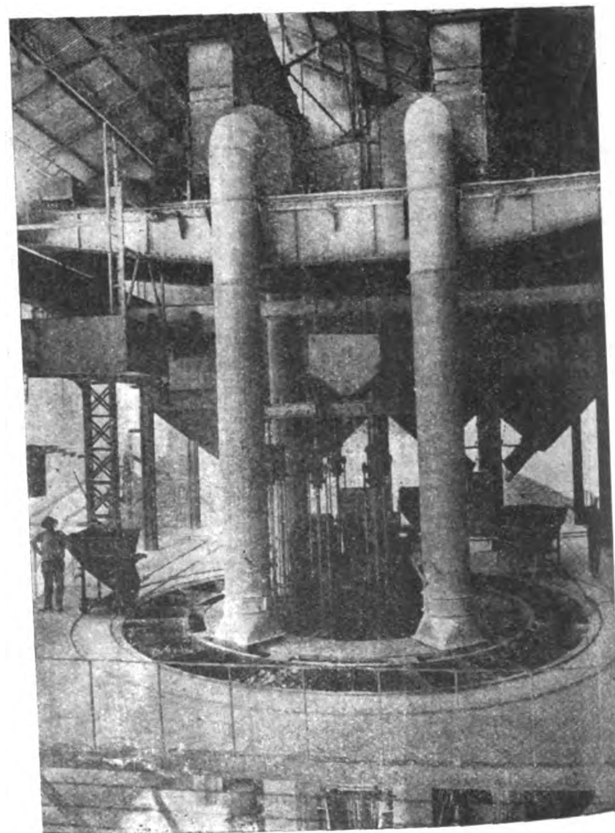


Fig. 3. — Vue de la plate-forme supérieure du four Miguet de 6000 kw, où s'effectuent le montage de l'électrode continue et le remplissage des cellules du chargement mécanique.

VI. Fonctionnement des fours monophasés sur les réseaux triphasés. — Le four Miguet étant nécessairement un four monophasé, son emploi avec le cou-

rant triphasé paraît devoir présenter des inconvénients. En réalité, l'expérience a montré que l'on pouvait faire fonctionner des fours monophasés sur un réseau triphasé aussi bien et même mieux que des fours triphasés.

Lorsqu'on doit faire fonctionner des fours sur un réseau triphasé il est indispensable que les charges sur les trois phases soient bien équilibrées. Avec une seule unité en service il faut forcément employer un four triphasé. Mais à partir de deux unités, quel que soit le nombre de fours en marche, on peut toujours avec des fours monophasés, obtenir une très bonne répartition des charges sur les phases. Pour deux fours, on emploie le montage Scott; trois fours sont couplés en triangle; quatre sont montés en Scott deux par deux; avec cinq fours, deux seront montés en Scott et trois en triangle et ainsi de suite.

Le couplage Scott, à condition d'être appliqué convenablement, donne de très bons résultats et son emploi est très commode. Trop peu apprécié autrefois des électrochimistes et des électrométallurgistes, il commence à être très employé depuis quelques années. Nous citerons par exemple l'usine d'électrochimie de Brignoud (Isère) qui a adopté le montage Scott dès 1911 et l'utilise actuellement avec succès pour faire fonctionner 4 fours de 500 kw, 5 de 1 000 kw et 4 de 2 200 kw sur un réseau triphasé de transmission d'énergie.

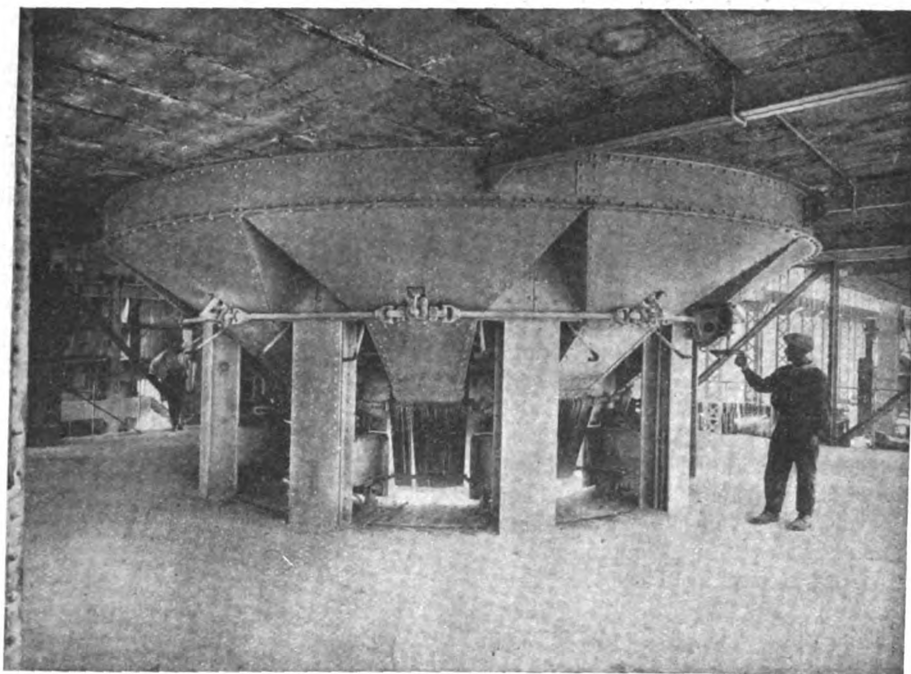


Fig. 4. — Vue de la plate-forme du four Miguet de 6000 kw : manœuvre de la commande du chargement mécanique.

A condition qu'il y ait au moins deux unités en service, les fours monophasés peuvent donc fonctionner sur un réseau triphasé aussi bien que des fours triphasés. Ils permettent même de mieux équilibrer les charges sur les phases car le nombre d'électrodes à régler est moins grand et, surtout, le réglage d'une électrode a beaucoup moins d'influence sur le fonctionnement des autres. D'ailleurs, avec les fours triphasés dont les électrodes sont en ligne, il est très difficile d'obtenir une bonne répartition des charges sur les phases.

Mais la nécessité de conserver toujours au moins deux unités en service paraît être une cause d'infériorité pour les fours monophasés lorsqu'il faut faire varier la puissance absorbée entre des limites éloignées. En réalité, grâce à leur grande souplesse, les fours monophasés Miguet permettent d'obtenir sensiblement un réglage de la puissance équivalent à celui des fours triphasés en nombre égal.

Prenons, par exemple, le cas d'une usine équipée avec trois unités de 8000 kw. Avec des fours monophasés, lorsque la puissance disponible se tiendrait entre 16000 et 24000 kw, les trois fours seraient branchés en triangle. Pour une puissance inférieure à 16000 kw, deux unités resteraient en service montées en Scott. La puissance des fours Miguet pouvant varier dans le rapport de un à trois et même un peu au delà, tout en conservant un bon rendement, il serait donc possible de diminuer la puissance absorbée par l'usine jusqu'au voisinage de 5000 kw. Dans le cas des fours triphasés, il y aurait neuf électrodes mobiles au lieu de trois; par contre, une unité pourrait fonctionner seule, mais il serait peu intéressant de réduire sa puissance en dessous de 4000 kw, car le rendement deviendrait

trop bas. On n'aurait ainsi qu'un très faible avantage avec les fours triphasés en échange de grands inconvénients.

On pourrait faire varier la puissance absorbée en triphasé entre des limites plus espacées par l'emploi de deux fours monophasés de 8000 kw et de deux fours monophasés de 4000 kw. Les deux petits fours branchés en parallèle se comporteraient comme un grand four et, montés en Scott, ils permettraient de réduire la puissance absorbée en triphasé à environ 2500 kw. La puissance pourrait donc varier de 2500 kw à 24000 kw et même en surcharge jusqu'à plus de 25000 kw, soit dans le rapport de 1 à 10 avec quatre unités seulement.

VII. **Les fours monophasés de Saint-Julien-de-Maurienne**. — La Société électrométallurgique de Montricher possède dans ses usines de Saint-Julien-de-Maurienne (fig. 1), deux fours Miguet actuellement en service, l'un de 5000 kw, l'autre de 6000 kw, tous les deux montés en Scott sur un réseau triphasé à 50 p:s.

Le four de 5000 kw (1) est muni d'une électrode discontinue de 2300 mm de diamètre. Son chargement s'effectue à la pelle. Depuis sa mise en marche, qui a eu lieu en juillet 1924, ce four a fonctionné normalement en produisant du carbure de calcium, du ferromanganèse et du ferro-silicium. Il a assuré à lui seul la marche d'hiver de l'usine avec une puissance réduite parfois à 1700 kw.

Le four de 6000 kw, représenté sur les figures 2, 3 et 4, a été mis récemment en service. Il possède une électrode continue et le chargement mécanique système Miguet. La cuve est métallique et de forme cylindrique tandis que celle du four de 5000 kw est en ciment armé et a une forme prismatique. Des cinq transformateurs placés en dessous du four partent 10 circuits séparés, répartis régulièrement autour de la cuve. Pour la puissance de 6000 kw, avec un courant de 110000 A environ et une fréquence de 50 p : s; le facteur de puissance mesuré sur le circuit primaire des transformateurs est égal à 0,93 et dépasse 0,95 au secondaire, c'est-à-dire aux bornes du four. C'est là un résultat très remarquable.

L'électrode continue a 2400 mm de diamètre. Malgré ses grandes dimensions, elle se comporte d'une façon parfaite, ce qui permet d'envisager, sans aléas, l'emploi d'électrodes continues de plus de quatre mètres de diamètre pour des unités de 15000 kw. Avec le carbure de calcium, la consommation spécifique est comprise entre 2900 et 3000 kw-h par tonne.

Le courant est réglé automatiquement dans les deux fours au moyen de servomoteurs électriques agissant sur les électrodes.

VIII. **Conclusion**. — Le four imaginé par M. Paul Miguet et mis au point par lui avec le concours précieux de M. Marcel Perron, directeur de l'usine de Saint-Julien-de-Maurienne, se prête beaucoup mieux que les fours triphasés actuels à l'utilisation d'une grande puissance avec un petit nombre d'unités, surtout lorsque l'on veut employer l'électrode continue, le chargement mécanique, le réglage automatique du courant et lorsqu'il faut absorber les fumées autour des fours, perfectionnements qui sont devenus indispensables dans les usines modernes.

Les remarquables installations des fours Miguet réalisées avec beaucoup d'audace à Saint-Julien-de-Maurienne par MM. Rochette frères sont donc très intéressantes et méritaient d'être signalées.

Paul Bergeon,
Professeur à l'Institut électrotechnique de Grenoble.

Revues, analyses et informations

Résultats d'investigation des surtensions avec le klydonographe (2).

L'article résume les observations faites au moyen de 26 klydonographes à 3 bornes, installés sur des distributions à caractéristiques très différentes. Dans la saison des orages, les observations ont surtout porté sur des lignes aériennes, et dans les autres périodes, sur des distributions par câbles. Les appareils mesurent la tension de crête de la surtension, rapportée à la tension maximum normale, entre conducteurs et terre. Le potentiomètre, sur lequel est branché le klydonographe, est réglé pour donner environ 3000 v de crête sur l'instrument pour la tension de service de la distribution et permet ainsi de mesurer des tensions égales à 7 ou 8 fois la tension normale. Les observations ont également porté sur le fonctionnement des parafoudres, où l'on a mesuré les surtensions et le courant de décharge à la terre. On a classé surtout le nombre de surtensions, plutôt que le total des indications données par la même surtension.

1. Surtensions d'origine atmosphérique. — Sur les lignes aériennes, la majorité des surtensions d'origine atmosphérique sont positives; les plus élevées toutefois sont négatives, mais très rares et dues à des coups de foudre directs. Donc, en général, les décharges par induction sont dues à des nuages négatifs. La production d'une décharge, à la suite d'une surtension, dépend de la nature du front de l'onde, aussi bien que de l'amplitude de l'oscillation. Le potentiel maximum possible induit par un coup de foudre est le produit du gradient de potentiel détruit par le choc et de la hauteur de la ligne. On estime que des gradients de 3300 v : cm

(1) P. Bergeon; Le four de 100000 ampères de Saint-Julien-de-Maurienne. *Bulletin de la Société française des Électriciens*, janvier 1926, t. VI (4e série), p. 75-80. Cette description a été analysée dans la *Revue générale de l'Électricité*, 29 mai 1926, t. XIX, p. 870-871.

(2) J.-H. Cox, P.-H. Mc Auley, L.-G. Huggins. *Journal of the american institute of electrical Engineers*, mai 1927, t. XLVI, p. 459-469. 8000 mots, 1 figure, 7 tableaux.

sont possibles au niveau du sol, et on en a mesuré qui atteignaient 2 000 v : cm. On admet généralement que les gradients résultant des nuages sont constants à la hauteur des lignes ; des potentiels élevés peuvent donc être induits, mais le gradient diminue rapidement du voisinage de la décharge à la limite du champ.

Si la ligne est dans le champ du nuage, le taux d'accroissement de la tension est équivalent à la vitesse de disparition du champ, et dans les nuages chargés négativement, la durée de cette disparition est de l'ordre de 3 microsecondes.

Aux points extérieurs au champ du nuage, le potentiel croît suivant la forme de l'onde. Les observations avec le klydonographe ont enregistré des fronts d'onde variant de quelques microsecondes à 200. Mais le potentiel maximum applicable à une ligne aérienne est limité par la décharge à l'extérieur des isolateurs, ce qui fait que pour un grand nombre de surtensions, on a trouvé le même multiple de la tension de service.

Mais, dans une ligne à 220 kv, la tension de décharge extérieure est comparable au maximum de la tension induite ordinairement par la foudre, ce qui fait que ces lignes sont insensibles aux coups de foudre, à moins qu'ils ne soient directs.

Le nombre des surtensions importantes pendant un orage a été trouvé peu élevé. On a enregistré rarement plus de deux surtensions supérieures à 7 fois la tension de service. Leur présence sur une ligne dépend de la longueur de cette dernière, et on estime, à quelques kilomètres près, la distance à laquelle ces surtensions se manifestent à partir de leur origine.

Bien que les lignes à plus basse tension soient plus rapprochées du sol et que les tensions induites y soient moindres, on ne peut encore expliquer l'absence frappante de surtension sur ces lignes. Certaines parties de lignes aériennes présentent une sécurité complète contre la foudre, bien que très rapprochées de régions à orages violents. Des tronçons de ligne partant en sens opposés de la même station sont les uns, très exposés aux surtensions, les autres, beaucoup moins.

La plupart des surtensions modérées ne produisent pas de décharges, mais il en est qui ont donné lieu à des décharges, sans doute par suite de l'éloignement des klydonographes du point d'origine de la surtension. On a observé que sur 56 km une surtension de 1000 kv était abaissée à 150 kv. Dans un cas, une surtension de 5 fois la tension normale a été enregistrée à 8 km d'un coup de foudre direct et y a provoqué une décharge à la terre, au milieu de la portée. Il semble que les surtensions les plus élevées sont amorties au-dessous de la tension de couronne, à une distance de 16 km environ ; au delà de cette distance, l'atténuation est faible, et souvent une onde de 1,5 à 2 fois la tension normale se propage à plus de 80 km et même sur la longueur totale de 400 km de la ligne.

Les observations montrent que les surtensions dues à la foudre sont unidirectionnelles ; ce n'est qu'en cas de décharge, que le klydonographe enregistre des surtensions oscillatoires.

Les observations ont également démontré l'efficacité du fil de protection placé au-dessus des lignes à haute tension et pour lequel on admettait que l'écoulement à la terre était aussi rapide que la décharge du nuage. Sur une ligne, où les trois fils étaient disposés dans un plan vertical, on a trouvé que les surtensions étaient plus fortes sur le fil le plus élevé et que les décharges à la terre y étaient aussi plus fréquentes. On a trouvé également que la proportion des surtensions de cinq fois la tension normale au nombre total de surtensions était plus forte dans les lignes sans fil de terre.

2. Surtensions d'origine interne (phénomènes transitoires). — Les surtensions dues à la manœuvre des appareils de coupure ne paraissent pas dangereuses. Dans 15 distributions, sur 27 surtensions contrôlées, il n'est pas apparu de surtensions supérieures à trois fois la tension normale, à la suite de manœuvres. La plus grande surtension observée est de six fois la tension normale. Toutes les manœuvres ne donneront pas lieu à une surtension. Les observations ont porté sur 3 600 manœuvres ; et 25 pour 100 seulement ont provoqué des surtensions, dont 93 pour 100 inférieures au double de la tension normale ; le maximum a été 3,2 fois la tension normale. Les plus hautes surtensions dues à des manœuvres s'observent sur les lignes de 66 à 140 kv. Au-dessous de 66 kv, il est très rare qu'une surtension triple de la tension de service soit observée. Le fil de terre, dans une ligne à neutre isolé, accroît la surtension dans le rapport de 1,73.

Dans tous les réseaux, on a trouvé que les manœuvres de coupures de lignes à vide donnaient lieu aux surtensions les plus élevées et que 57,5 pour 100 des surtensions étaient dues à des manœuvres de coupure et 42 pour 100 à des manœuvres de fermeture. Ces surtensions étant d'un ordre relativement peu élevé se transmettent toutefois à des distances plus considérables. De plus, elles ont des fronts très raides (1 microseconde), mais s'atténuent très rapidement. Les surtensions dues aux manœuvres sont de courte durée et, en majorité, unidirectionnelles ; quand elles sont oscillatoires, elles s'amortissent en une ou deux périodes.

Les décharges à la terre ne produisent pas de surtensions dangereuses dans les lignes dont le neutre est à la terre, ni d'oscillations à haute fréquence. Les décharges oscillatoires dans les systèmes dont le neutre est isolé ont des fréquences de 20 000 à 30 000 p : s ; leur amplitude est de 4,5 fois environ celle de la tension normale et s'étend à tout le réseau.

Pour les distributions par câble, l'effet des surtensions sur l'isolant est à considérer avant tout, et ici on a enregistré les surtensions individuelles, bien qu'elles se fussent produites en même temps, sur plusieurs phases ou en des points différents. La plus grande surtension observée est de 4,6 fois la tension normale ; 99 pour 100 des surtensions observées sont inférieures au triple de la tension normale et 92 pour 100 sont unidirectionnelles. La plupart des surtensions sont dues aux manœuvres des appareils d'interruption ; mais les effets des surtensions sont beaucoup plus graves, quand elles sont dues à des ruptures de l'isolant ; elles sont alors presque toujours oscillatoires et apparaissent avec la même amplitude sur les deux phases non avariées. Les observations confirment les prévisions théoriques qui assignent une surtension de 2,5 fois la tension de régime pour les décharges à la terre des lignes dont le neutre est à la terre.

On a noté que trois à six heures avant une rupture d'isolant de câbles, une succession de surtensions de 1,7 fois la valeur normale s'est produite sur les deux phases intactes, à des intervalles irréguliers de quelques minutes. Il ne semble pas que les défauts dans les câbles en service puissent être attribués à des ondes passagères à haute tension.

Tous les parafoudres observés sont du type moderne à soupape. En général, les appareils sont essayés à deux fois la tension normale entre phases ; par conséquent, les parafoudres sont réglés à $2 \times 1,73 = 3,5$ fois la tension normale entre phase et terre et l'observation a montré qu'ils fonctionnaient régulièrement pour des tensions supérieures. On a pu enregistrer des courants de décharge de 2 500 A. Mais

les parafoudres ne protègent pas les lignes contre les décharges à la terre si des surtensions se produisent en des points éloignés. — C. P.

Les problèmes de l'éclairage public par l'électricité [1].

La question de l'éclairage public, du moins en Angleterre, en serait à peu près au même point qu'en 1913. L'auteur estime que l'éclairage public devrait être divisé en deux catégories : la première pour les rues importantes ou très commerçantes où l'on a besoin d'un bon éclairement général non seulement sur la chaussée et les trottoirs, mais aussi sur les bâtiments; la seconde classe s'adresserait aux rues secondaires et aux routes traversant des agglomérations populeuses. Avant d'indiquer les solutions convenant à chacune de ces catégories, il examine quelques exemples marquants d'éclairage public existants. De cet examen il conclut que le meilleur résultat est obtenu au moyen de foyers lumineux placés dans l'axe des chaussées, que l'intensité actuelle de la circulation jointe à l'étroitesse des rues rend désirable sinon nécessaire la suppression des obstacles constitués par les lampadaires et qu'enfin il est inutile d'augmenter la puissance lumineuse des sources de lumière si l'on n'augmente pas leur hauteur.

En conséquence M. Harrison propose de réaliser l'éclairage de la première catégorie indiquée ci-dessus au moyen de lampes à incandescence suspendues dans l'axe de la chaussée. Ces lampes seraient soutenues par des câbles ancrés sur les façades des maisons situées en bordure ou sur des poteaux à l'alignement des façades lorsqu'il n'y a pas de maisons. Il pense que ce système de suspension aérienne pourrait aussi servir à supporter les conducteurs d'alimentation des lampes. Ce système, dit M. Harrison aurait de nombreux avantages : éclairement plus intense et plus égal, suppression des obstacles constitués par les lampadaires, coût d'installation peu élevé (dû surtout à la suppression de supports décoratifs). Quant au côté esthétique d'une telle installation, l'auteur ne pense pas qu'on puisse y trouver beaucoup à redire car les câbles support seraient de petite section.

Pour l'entretien, M. Harrison propose d'employer une plate-forme mobile construite dans ce but et mue électriquement. L'énergie serait fournie par une batterie d'accumulateurs dont le poids donnerait de la stabilité à l'ensemble. En disposant convenablement les appareils de conduite un seul homme pourrait assurer le déplacement de cette plate-forme et le travail d'entretien pour une installation de 1 000 lampes comportant 12 nettoyages annuels. Au point de vue de la durée des lampes, il y aurait avantage à les faire fonctionner à une tension 5 pour 100 en dessous de la tension normale, quitte à utiliser des lampes d'une puissance lumineuse un peu plus élevée pour compenser la diminution d'intensité lumineuse de 20 pour 100 environ correspondante.

Si l'on considère une installation constituée par des lampes espacées de 15 m, placées à une hauteur de 7,50 m dans l'axe d'une rue de 15 m de large, le coût d'installation serait d'environ 650 livres par mile pour un éclairement minimum de 1 bougie-pied, de 575 livres pour un éclairement minimum de 0,5 bougie-pied, et de 525 livres pour un éclairement minimum de 0,25 bougie-pied. Les frais d'entretien (4 lampes renouvelées par an), d'exploitation (énergie à 1 penny par kilowatt-heure) et d'amortissement (compté sur 10 ans) s'éléveraient respectivement à 1 000 livres, 600 livres et 475 livres par mile et par an.

[1] H.-T. Harrison. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, août 1927, t. LXV, p. 752-761, 8000 mots, 4 figures. Discussion, p. 761-782, 20000 mots, 6 figures, 1 tableau.

Pour la deuxième classe d'éclairage public, la plus importante parce qu'elle englobe une plus grande masse d'habitants, l'intensité minimum d'éclairement ne devrait pas tomber au-dessous de 1 bougie-pied. On obtiendrait ce résultat au moyen de foyers lumineux renfermant des lampes de 100 w avec un réflecteur convenable placés tous les 30 m à 7,50 m ou 9 m de haut. Le coût d'une semblable installation serait d'environ 450 livres par mile entrainant des frais annuels (entretien, intérêts, etc...) d'environ 165 livres par mile, c'est-à-dire du même ordre de grandeur que l'éclairage actuel ne donnant que 0,0015 bougie-pied au milieu de l'intervalle de deux foyers. Ce système serait évidemment assez difficile à appliquer dans certains quartiers où les maisons sont éloignées de la rue qui est en outre souvent plantée d'arbres. Dans ce cas, le problème de l'éclairage devrait être lié à celui de la distribution d'énergie électrique.

En raison du trafic croissant par automobiles, l'éclairage des routes, du moins des routes principales, devient également à l'ordre du jour. L'auteur, dans une communication faite à l'International Illumination Commission, à Genève en 1924, suggérait que le foyer lumineux devrait être placé au-dessous du niveau de l'œil pour éviter complètement tout éblouissement. En pratique, on ne peut que les placer assez haut de façon que, pour un conducteur d'automobiles ou un piéton, les foyers les plus voisins soient hors de son champ visuel lorsqu'il regarde la route. D'après M. Harrison on obtiendrait une solution du problème au moyen de foyers lumineux placés à 9 m de haut environ tous les 90 m. Pour donner un éclairement de 0,25 bougie-pied sur une surface verticale en un point quelconque de la route, la courbe de répartition de la lumière émanant de ces foyers devrait être telle que l'intensité lumineuse soit de 40000 bougies dans la direction de la droite partant du foyer et aboutissant à 100 m de distance de son pied, de 16000 bougies pour celle aboutissant à 75 m, et de 6000 pour celle aboutissant à 45 m. Les lampes et réflecteurs employés seraient du modèle des projecteurs d'automobiles et on obtient le résultat cherché avec deux lampes de 50 w sous 10 à 12 v (soit 2000 w par mile de route).

Pour ce qui est de l'éclairage des grands espaces : places, parcs, ponts, il faut l'examiner dans chaque cas particulier. L'auteur pense seulement que le meilleur effet serait obtenu avec des sources lumineuses puissantes placées très haut et disposées pour concentrer leur énergie sur la zone voulue de façon à donner un éclairement aussi égal que possible.

Cette communication a été suivie, soit au siège même de l'Institution of electrical Engineers soit dans les centres de Manchester, Birmingham et Liverpool, de discussions où, en général, le système de suspension proposé par l'auteur a été assez vivement critiqué, soit au point de vue esthétique, soit aussi en raison de la gêne qu'il pourrait apporter en cas d'incendie pour la manœuvre des échelles des pompiers. L'emploi pour l'entretien d'une plate-forme mobile avec un seul homme pour sa conduite et les travaux d'entretien a aussi soulevé des objections surtout pour les rues à grand trafic. On a, d'autre part, cité le cas de Manchester où semblable plate-forme est utilisée avec succès, mais avec une équipe de deux hommes dont l'un affecté uniquement à la conduite. La proposition de l'auteur de sousvolter légèrement les lampes pour prolonger leur vie a été aussi passablement discutée. En réponse à cette critique, M. Harrison dit qu'il faut à ce sujet considérer les facteurs ci-après : *a*) coût de l'énergie électrique; *b*) prix d'une lampe comprenant son prix d'achat et la main-d'œuvre pour la remplacer; *c*) précautions pour éviter l'extinction par renouvellements périodiques réguliers. — J. S.

SECTION DE LÉGISLATION

Législation, jurisprudence, réglementation

Circulaire relative au décret du 29 juillet 1927 portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie.

Dans le numéro de cette revue, du 10 septembre 1927, a été reproduit, pages 399 à 408, le texte du décret du 29 juillet 1927 (1). Nous donnons ci-dessous le texte de la circulaire d'envoi de ce décret par le ministre des Travaux publics aux préfets des départements, aux ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et aux ingénieurs-chefs des Services des Forces hydrauliques, circulaire portant la mention « Série B, n° 49 », et datée du 29 juillet 1927.

J'ai l'honneur de vous adresser ampliation d'un décret en date du 29 juillet 1927 portant règlement d'administration publique pour l'application des lois du 15 juin 1906 (2) et du 27 février 1925 (3) sur les distributions d'énergie électrique.

Ce décret abroge et remplace les décrets du 3 avril 1908 (4). et du 24 avril 1923 (5) dont le but principal était de régler les procédures d'instruction des permissions de voirie et des concessions de distribution et de transport.

Les dispositions du décret du 27 septembre 1926 (6) qui concernent l'instruction des demandes de permissions de voirie ont été incorporées dans le nouveau décret, mais ce décret du 27 septembre 1926 reste en vigueur et il convient de s'y reporter pour toutes les autres dispositions réglementaires qui intéressent les permissions de voirie.

But du nouveau décret. — Le décret du 3 avril 1908 avait institué une procédure adaptée aux distributions qui existaient à cette époque : l'extension géographique des réseaux était faible, les communes intéressées peu nombreuses et les distributions avaient un caractère relativement *local*. Le décret du 24 avril 1923 instituant des concessions de transport a modifié le règlement de 1908 pour en permettre l'application aux lignes à tension élevée qui peuvent relier des régions différentes sans intéresser le territoire traversé.

Mais l'évolution de la technique a également changé le rôle des réseaux de distribution proprement dits et les dispositions administratives ont dû être adaptées au cas de ceux à haute tension, qui couvrent des territoires étendus atteignant parfois la superficie de plusieurs départements : le cahier des charges type du 4 mars 1924 (1) a institué pour les distributions aux services publics un régime de concessions par zones qui permet d'étendre et de compléter le réseau sans qu'il soit nécessaire de modifier continuellement par avenant l'acte de concession. Ces concessions de distribution aux services publics par zones ont un caractère très distinct des concessions antérieures qui ne portaient que sur des lignes déterminées ; l'expérience a montré que la procédure d'enquête et d'instruction fixée par le décret de 1908 ne s'y adapte pas sans des complications, des frais et des retards importants. Il y a actuellement autant de différence entre une concession de distribution aux services publics par zones et une concession communale qu'entre une concession de distribution aux services publics et une concession de transport. Il a donc paru utile de modifier la procédure pour supprimer les complications et les causes de retard qu'elle entraine pour les concessions de distribution aux services publics par zones.

L'application du décret de 1923 a également montré la possibilité de simplifier l'instruction des demandes de concessions de transport.

Autorisations provisoires. — La complication et la durée des formalités d'instruction avaient conduit, pour ne pas retarder les travaux d'électrification du territoire, à maintenir le système des autorisations provisoires institué pendant la guerre. La simplification de la procédure dispensera de recourir désormais à de tels expédients qui ne cadrent avec aucune disposition légale. En conséquence, aucune autorisation provisoire ne sera plus délivrée et les lignes ne devront être établies qu'après l'accomplissement des formalités réglementaires.

Cette suppression des autorisations provisoires exige que les durées des instructions soient désormais réduites au minimum. C'est pourquoi le décret fixe des délais aux différents services, commissions ou conseils appelés à faire connaître leur avis. Il importe que ces délais soient effectivement respectés ; au cas où ils viendraient à être dépassés, vous ne devrez pas hésiter à passer outre et à poursuivre l'instruction.

Différents types de concessions. — Tandis que le décret de 1908 énonçait des règles communes applicables à toutes les concessions sous réserve de quelques articles qui modifiaient ces règles dans le cas des concessions communales ou syndicales, le nouveau décret consacre une section spéciale à l'instruction de chacun des types de concession, savoir :

(1) Le « Journal officiel » du 4 novembre 1927 publie un erratum concernant le texte de ce décret. D'après cet erratum, dans la dernière phrase de l'article 62 (page 406 de la « Revue générale de l'Electricité ») il faut lire « par application de l'article 63 du présent règlement », au lieu de « par application de l'article 64... »

(2) Voir au sujet de cette loi :

P. Bougault ; Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie avec les modifications apportées par les lois subséquentes. *Revue generale de l'Electricite*, 22 août 1925, t. xviii, p. 321-328. (Un tirage à part de cet article est en vente aux bureaux de la « Revue générale de l'Electricité » au prix de 2,50 fr.

(3) Loi du 27 février 1925 ayant pour objet de modifier et de compléter la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie. *Revue generale de l'Electricite*. 14 mars 1925, t. xvii, p 430-432.

(4) Décret du 3 avril 1908 portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie. *La Revue électrique*, 15 avril 1908, t. ix, p. 279-286

(5) Décret du 24 avril 1923 portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 en ce qui concerne les concessions de transport d'énergie électrique à haute tension accordées par l'Etat. *Revue generale de l'Electricite*, 19 mai 1923, t. xiii, p. 850-854.

(6) Décret du 27 septembre 1926 portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 27 février 1925 modifiant et complétant la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie. *Revue generale de l'Electricite*, 23 octobre 1926, t. xx, p. 605-607.

(1) Décret du 4 mars 1924 approuvant un nouveau cahier des charges type pour la concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics. *Revue generale de l'Electricite*, 19 avril 1924, t. xv, p 713-720.

Distributions publiques concédées par une commune ou un syndicat de communes ;

Distributions publiques concédées par l'Etat ;

Distributions aux services publics concédées par l'Etat ;

Transports concédés par l'Etat ;

Les divisions du chapitre III du décret correspondent aux différents cahiers des charges types.

Il n'y a pas de règle absolue qui permette de déterminer dans tous les cas et d'une manière automatique, s'il faut une concession syndicale, une concession de distribution aux services publics, ou une concession de transport. Les règlements établissent seulement des types dans lesquels les lignes seront classées d'après leurs objets et leurs caractéristiques particulières.

Le choix du régime à appliquer doit tenir compte à la fois de l'objet immédiat de la concession et du rôle qu'elle peut être appelée à jouer ultérieurement, par exemple pour desservir des régions non encore électrifiées. Il convient, d'autre part, de tenir compte dans ce choix, des répercussions qu'il peut avoir pour les diverses entreprises appelées à concourir à l'électrification de la région.

Le régime de la distribution publique concédée par une commune ou un syndicat de communes est applicable non seulement aux réseaux à basse tension, mais aussi aux réseaux à haute tension, qui n'ont pour rôle que d'alimenter le territoire de la commune ou du syndicat. Par contre, ce régime doit être écarté si les lignes à haute tension sont destinées à assurer dans le présent ou dans l'avenir la fourniture de l'énergie en dehors de la commune ou du syndicat.

En ce qui concerne les distributions publiques concédées par l'Etat, elles répondent à des situations spéciales et elles peuvent permettre de sauvegarder l'intérêt général sans nuire d'ailleurs aux aspirations locales qui se manifesteront dans la consultation obligatoire des conseils municipaux.

Enfin, le régime des transports s'adaptera plus particulièrement à la transmission de puissances importantes sans livraison en cours de route.

Le choix du régime de concession le plus convenable sera donc fait dans chaque cas d'après le rôle que les installations sont appelées à remplir.

Rôle de l'ingénieur en chef centralisateur. — Lorsqu'une demande de concession est de la compétence de l'Etat et porte sur plusieurs départements, un ingénieur en chef sera chargé d'en centraliser l'instruction.

Ses attributions, non prévues par le décret du 3 avril 1908, ont été définies par une circulaire, désormais abrogée, du 13 novembre 1923, qui les superposait en quelque sorte à celles que chacun des ingénieurs en chef tenait du décret de 1908. Le nouveau texte précise ce rôle pour les concessions de distribution et l'étend pour les concessions de transport au delà de celui qui lui est fixé par le décret du 24 avril 1923.

Il y a sur ce point une différence essentielle entre les distributions et les transports :

En matière de *distribution* le rôle de l'ingénieur en chef centralisateur est limité à l'instruction *administrative* de l'affaire ; le décret ne le fait donc intervenir que pour la période antérieure à la date de la concession ; les questions qui se posent sont alors essentiellement administratives ; les problèmes techniques soulevés par les projets d'exécution n'apparaissent qu'une fois la concession donnée.

A ce moment, chacun des services de contrôle doit reprendre la plénitude de ses attributions, c'est-à-dire procéder à l'examen des projets d'exécution, effectuer la réception des ouvrages et assurer le contrôle de la distribution. Sans doute, les ingénieurs en chef doivent, même une fois la concession donnée, demeurer en rapports constants au sujet des mesures à prendre pour éviter que les concessionnaires ne soient soumis, sans nécessité, à des régimes différents suivant les départements. Mais les extensions du réseau se feront dans chaque département après approbation des projets d'exécution par l'ingénieur en chef de ce département, sans faire intervenir l'ingénieur en chef centralisateur. Un réseau de distribution est, en effet, dans un état continu de développement ; ses extensions progressives ont un caractère local et ce serait une complication inutile que de faire intervenir sans cesse l'ingénieur en chef centralisateur.

Il en est tout autrement des concessions de *transport* : au lieu de porter sur une zone, elles portent sur une ligne, généralement unique et présentant une unité technique d'autant plus nettement affirmée que les transports se font souvent à de très hautes tensions. Les projets d'exécution soulèvent des problèmes techniques difficiles qui ne sauraient être traités différemment suivant les départements ; c'est pourquoi, il convient qu'un seul ingénieur en chef soit chargé non seulement de centraliser l'instruction administrative, mais aussi d'effectuer la vérification technique des projets. C'est à lui seul qu'il appartiendra désormais de vérifier les projets au point de vue spécial de la construction électrique et des prescriptions de l'arrêté technique. Par exemple, les services qui auront à examiner un projet de traversée n'auront pas à refaire les calculs ni à en discuter les bases, mais seulement à donner leur avis sur l'emplacement choisi, l'implantation des pylônes, le type de traversée, aérienne ou souterraine et éventuellement sur les dérogations de l'arrêté technique.

Formes de l'enquête. — L'application du décret de 1908 a donné de bons résultats en ce qui concerne les distributions publiques d'énergie (concédées par une commune, un syndicat de communes ou par l'Etat). Le public est directement intéressé à ces distributions ; il importe donc de le consulter par une enquête qui lui permette de se renseigner sur l'objet de la concession avec le minimum de dérangement ; c'est pourquoi le décret de 1908 prévoyait le dépôt du dossier d'enquête à la mairie de chacune des communes desservies ou traversées. Le nouveau décret ne modifie pas ces dispositions, mais il simplifie les formalités relatives aux concessions de transport ou aux concessions de distribution aux services publics par zone qui intéressent moins directement le public.

Les enquêtes relatives aux distributions aux services publics doivent porter sur toutes les communes de la zone ; les enquêtes relatives aux concessions de transport doivent porter sur toutes les communes susceptibles d'être traversées par la ligne. Il sera prudent de déterminer la liste de ces communes assez largement pour n'avoir pas à compléter l'enquête au cas où la suite de l'instruction conduirait à modifier le tracé primitivement projeté.

Instruction après enquête. — En ce qui concerne les distributions aux services publics, le décret de 1908 qui ne prévoyait pas un service centralisateur, envisageait dans chaque département des conférences entre les services intéressés et une consultation des concessionnaires antérieurs. Ce n'est qu'après ces instructions par département qu'une circulaire du 13 novembre 1923 prescrivait à l'ingénieur en chef centralisateur de faire une étude d'ensemble de l'affaire.

Le nouveau règlement envisage au contraire, pour toutes les concessions d'Etat, le mode d'instruction créé en 1923 pour les concessions de transport ; c'est l'ingénieur en chef centralisateur qui, après avoir reçu les dossiers des enquêtes et les avis de l'ingénieur en chef et du préfet de chaque département, provoquera une conférence entre tous les services intéressés et consultera les concessionnaires antérieurs.

Mais il ne faut pas perdre de vue qu'il existe une *différence essentielle dans l'objet de ces conférences*, suivant qu'il s'agit d'une concession de distribution dans une *zone* définie ou d'une concession de transport par une *ligne* déterminée.

Dans le premier cas, la carte de la *distribution* ne figure à l'intérieur de la zone en question que le tracé approximatif d'un petit nombre de lignes (à moins que la concession ne

porte sur un réseau déjà existant). Le réseau se complétera peu à peu à l'intérieur de cette zone sans autre formalité que l'approbation des projets d'exécution. Il arrive, le plus souvent, que les services de voirie, chemins de fer, postes et télégraphes, etc., ne sont pas intéressés par l'instruction qui précède la concession; ils n'interviennent donc qu'au moment de l'examen des projets d'exécution.

Au contraire, c'est au cours de l'instruction administrative précédant la concession, qu'il s'agisse de distribution publique ou de distribution aux services publics, que devra être provoqué l'avis du génie rural lorsque le caractère agricole de la région desservie justifie sa consultation.

Il en est autrement en matière de *transport*, la concession porte sur des lignes dont on connait au moins le tracé général et qui fonctionnent ordinairement à très haute tension: leur encombrement et les problèmes techniques qu'elles posent soulèvent des difficultés qui ne se rencontrent pas dans l'établissement des réseaux de distribution et l'équilibre financier d'une entreprise de transport peut être notablement influencé par les dispositions techniques imposées aux ouvrages. Il convient donc que les questions techniques les plus importantes soient examinées en conférence pendant l'instruction préparatoire: l'étude des projets d'exécution en sera facilitée d'autant et les dispositions de détail proposées auront plus de chance d'être définitivement acceptées. Le nouveau règlement maintient donc les conférences précédant la concession, mais en précisant leur objet : chaque service devra faire connaître son avis, non sur l'utilité générale de la concession de transport ni sur les détails des passages qui l'intéressent, mais sur la convenance de modifier certaines parties du tracé dans une région donnée, ou de changer tels types d'ouvrages prévus, etc..., par exemple, modification du tracé de tel à tel point pour éviter un parallélisme avec telle ligne, le voisinage de tel village, possibilité de se servir de tel type de traversée, de chemin de fer sur un certain parcours, nécessité d'en employer un autre ailleurs, obligation de relever les pylônes courants dans telle région, d'éviter une forêt, se rapprocher d'un centre intéressant, etc. Les avis recueillis permettront de rédiger un projet plus sérieux, et les conférences relatives aux détails d'exécution, au lieu de prendre un temps excessif, et de nécessiter même une nouvelle étude complète du tracé, ne conduiront plus qu'à des modifications secondaires sans bouleverser les grandes lignes.

EMPRUNT LONGITUDINAL DES VOIES FERRÉES. — L'article 8 du décret du 3 avril 1918 prévoyait une consultation de l'administration supérieure toutes les fois qu'une ligne empruntait autrement que par une simple traversée, des voies dépendant de la grande voirie et non affectées à la circulation publique: ces dispositions s'appliquaient même aux lignes électriques qui suivaient les voies secondaires ou de service ou qui empruntaient des terrains dépendant des chemins de fer comme des chemins d'accès.

Le nouveau décret n'exige plus cette consultation; la traction électrique, l'équipement des blocks automatiques ou des signalisations lumineuses, rendent en effet moins exceptionnel qu'autrefois l'établissement de lignes électriques sur l'emprise des chemins de fer. Néanmoins il conviendra d'éviter, autant que possible, cette disposition qui devra surtout rester exceptionnelle le long des voies principales. Enfin, l'emprunt de voies ferrées donnera lieu à la même instruction qu'une traversée proprement dite : l'administration supérieure devra être saisie toutes les fois qu'il n'y aura pas accord entre tous les services intéressés, notamment avec le Service du contrôle de la voie et des bâtiments.

Sur l'application du droit de contrôle des agents du fisc.

Le « Journal officiel » du 21 août 1927 publie, page 2736 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12935. — M. Taton-Vassal, député, expose à M. le ministre des Finances qu'un contrôleur des contributions indirectes, procédant au contrôle prévu par l'article 32 de la loi du 31 juillet 1920, constate que des documents à lui représentés ne sont ni timbrés ni enregistrés, alors qu'à son avis ces formalités auraient dû être remplies, et demande : 1° si le vérificateur a le droit d'emporter ces documents malgré les protestations du contribuable intéressé ; 2° dans le cas de l'affirmative, s'il est tenu de remettre à ce dernier récépissé desdits documents. (Question du 23 juin 1927.)

Réponse. — Aux termes de l'article 23 de la loi du 23 août 1871, les employés des contributions indirectes sont habilités pour dresser des procès-verbaux relevant des contraventions en matière de timbres-quittances et ils doivent retenir les pièces présentant des irrégularités pour les annexer à leurs procès-verbaux (art. 31 de la loi du 13 brumaire an VII). Dès lors, un contrôleur qui, à l'occasion du contrôle prévu par l'article 32 de la loi du 31 juillet 1920, constate des infractions aux lois sur les timbres-quittances, est fondé à saisir les pièces irrégulières sans qu'il soit d'ailleurs tenu d'en donner récépissé au redevable.

Sur l'impossibilité pour un contribuable exploitant deux entreprises différentes de déduire des bénéfices de l'une les pertes de l'autre.

Le « Journal officiel » du 21 août 1927, publie, page 2733 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12821. — M. Ernest Couteaux, député, demande à M. le ministre des Finances : 1° si le redevable, qui exploite individuellement et simultanément deux entreprises industrielles distinctes, dont l'une lui procure des bénéfices au cours d'un exercice déterminé, alors que l'autre est déficitaire pendant le même exercice, doit seulement acquitter l'impôt cédulaire sur les bénéfices industriels et commerciaux sur l'excédent des bénéfices procurés par la première entreprise par rapport aux pertes supportées par la seconde ; 2° si le redevable qui exploite individuellement une entreprise industrielle et qui appartient en qualité d'associé en nom à une société en nom collectif, doit, en matière d'impôt cédulaire sur les bénéfices industriels et commerciaux, n'être taxé qu'une seule fois sur le montant des bénéfices que lui procure son entreprise personnelle, augmenté du montant de sa part dans les bénéfices réalisés par la société en nom collectif à laquelle il appartient, ou si, au contraire, il doit faire l'objet de deux impositions distinctes; 3° si le redevable, qui exploite individuellement un établissement industriel et qui appartient en qualité d'associé en nom à une société commerciale en nom collectif, peut, en matière d'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux, déduire du montant des profits que lui procure son entreprise personnelle durant un exercice déterminé, le montant de la part lui incombant dans les pertes supportées, au titre du même exercice, par la société en nom collectif à laquelle il appartient ; 4° si un redevable, simultanément membre de deux sociétés en nom collectif distinctes, peut, en matière d'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux, déduire du montant des profits que lui procure la première société, le montant de la part lui incombant dans les pertes supportées, au titre de la même année, par la seconde société; 5° si l'affirmative (questions 2, 3 et 4) ne résulte pas, tant de la combinaison des articles 3 de la loi du 31 juillet 1917 et 14 de la loi du 20 juin 1923, que de la jurisprudence du conseil d'État, jurisprudence suivant laquelle l'associé en nom collectif doit, en matière d'impôt sur le revenu, être considéré comme un simple particulier exploitant individuellement une entreprise. (Question du 16 juin 1927.)

Réponse. — 1° Aux termes de l'article 14 des lois codifiées (décret du 15 octobre 1926), l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux est établi au nom de chaque exploitant pour l'ensemble de ses entreprises exploitées en France. L'impôt dû par un contribuable qui exploite deux entreprises

accusant l'une des résultats bénéficiaires et l'autre des résultats déficitaires doit donc faire l'objet d'une seule cote calculée à raison de l'excédent des bénéfices réalisés par la première entreprise sur les pertes subies par la seconde; 2°, 3°, 4° et 5° le même article stipule que dans les sociétés en nom collectif, chacun des associés est personnellement soumis à l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux pour sa part dans les bénéfices sociaux, mais il précise que les impositions ainsi établies n'en demeurent pas moins des dettes sociales. Il s'ensuit qu'un contribuable qui est membre d'une société en nom collectif et qui exploite en même temps une entreprise personnelle doit être assujetti à deux impositions distinctes établies, l'une dont il est personnellement redevable, à raison des profits que son entreprise lui a procurés, l'autre, qui est due par la société, d'après le montant de la part revenant au contribuable dans les bénéfices sociaux. Il en résulte également que si la société est déficitaire, la perte subie par le contribuable en tant que membre de cette société ne peut donner lieu à réduction de l'impôt dont il est redevable pour son entreprise personnelle. En vertu de la même disposition, l'impôt dû par une société en nom collectif ne peut être réduit en raison des pertes subies par un des associés dans une autre société.

Sur la nature de l'impôt applicable aux émoluments d'un administrateur délégué de société anonyme.

Le « Journal officiel » du 21 août 1927 publie, page 2737 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12979. — M. Piétri, député, demande à M. le ministre des Finances si les sommes perçues au cours de l'année 1926 par un administrateur délégué d'une société anonyme sont passibles de l'impôt sur le revenu des valeurs mobilières ou de l'impôt sur les traitements et salaires. (Question du 28 juin 1927.)

Réponse. — Aux termes de l'article 4 de la loi du 19 décembre 1926, les allocations de toute nature, tantièmes, jetons de présence et rémunérations diverses, perçues par l'administrateur délégué d'une société anonyme en sus de celles attribuées aux autres membres du conseil d'administration et en tant qu'elles sont destinées à le rémunérer de son travail de direction, ne sont soumises qu'à l'impôt sur les traitements et salaires. Ces dispositions étant considérées comme interprétant l'article 79 de la loi du 13 juillet 1925, sont applicables aux sommes que les administrateurs délégués ont perçues en 1926 dans les conditions indiquées. Par contre, les allocations reçues par les administrateurs délégués en leur qualité de membres du Conseil d'administration restent passibles de l'impôt sur les revenus mobiliers et ne sont pas atteintes par l'impôt sur les traitements et salaires.

Sur l'imposition des bénéfices d'un commerçant passant, en cours d'année civile, du régime forfaitaire au régime normal.

Le « Journal officiel » du 21 août 1927 publie, page 2742 des « Débats parlementaires, Chambre des députés », la question et la réponse qui suivent :

13177. — M. Saudubray, député, expose à M. le ministre des finances que certains commerçants ou industriels, pour se conformer à la loi du 4 avril 1926 (déclaration du bénéfice réel en vue de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux), ont ouvert une comptabilité dans le courant de 1926, qu'ils ont choisi une date du cours de l'année au lieu du 1er janvier, parce que le 1er janvier est une époque à laquelle il leur est pour ainsi dire impossible de procéder à un inventaire, qu'un commerçant qui a commencé sa comptabilité le 1er août 1926, aura son premier exercice clos le 31 juillet 1927 et que le résultat servira de base à l'imposition de 1928, mais que pour 1927, il va être imposé d'après un bénéfice forfaitaire s'étendant à toute l'année 1926, qu'il s'ensuit donc qu'il payera deux fois pour le bénéfice du 1er août au 31 décembre 1926, qu'il y a donc une lacune dans la loi du 4 avril 1926, lacune que des instructions ministérielles pourraient peut-être combler, et demande pourquoi, par exemple, le bénéfice obtenu par l'exercice finissant en 1927 ne serait pas diminué d'autant de douzièmes que ledit exercice compterait de mois en 1926, soit pour le cas ci-dessus cinq douzièmes, ajoutant qu'il serait juste et logique que la mesure s'applique également pour les comptabilités ouvertes dans le courant de 1927. (Question du 7 juillet 1927.)

Réponse. — Le commerçant envisagé est effectivement imposable, en 1927, d'après les bénéfices de l'année civile de 1926, et en 1928 d'après les résultats des douze mois compris dans l'exercice clos le 31 juillet 1927, aucune disposition ne permettant, dans l'état actuel de la législation, d'établir en l'espèce l'imposition de 1928 sur les bénéfices d'une période inférieure à douze mois. L'anomalie signalée est d'ailleurs plus apparente que réelle, attendu que l'intéressé ne sera, en définitive, taxé aussi bien en 1927 qu'en 1928, que d'après les bénéfices d'une période de douze mois comme la généralité des contribuables. Quoi qu'il en soit, ce mode d'imposition étant conforme à la loi et à la jurisprudence, il n'est pas possible d'inviter le service à ne pas l'appliquer.

Sur le régime fiscal applicable à une société dont le siège social est hors de France et possédant des entreprises en France et dans ses colonies.

Le « Journal officiel » du 21 août 1927 publie, page 2738 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

13027. — M. Félix Goin, député, demande à M. le ministre des Finances quel est le régime fiscal (impôts sur les bénéfices, impôt général et taxe sur le chiffre d'affaires) d'une société à responsabilité limitée dont le siège social est au Maroc, qui possède des agences en Algérie et en Tunisie, une agence et un moulin en France et qui a pour objet le commerce des céréales et la minoterie; ajoutant : *a*) que les achats et les ventes se font indifféremment au siège ou aux agences et la mouture en France; *b*) que la comptabilité est centralisée au siège social; *c*) que les agences sont autorisées à facturer et à encaisser pour le compte du siège. (Question du 30 juin 1927.)

Réponse. — Comme toutes les entreprises industrielles et commerciales exploitant des établissements en France, la société visée dans la question est passible de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux pour les bénéfices provenant des opérations effectuées par l'agence et le moulin qu'elle possède en France. Pour ce qui est de l'impôt général, la société n'est pas susceptible d'y être soumise, attendu que cet impôt n'atteint que les individus à l'exclusion des collectivités. En ce qui concerne la taxe sur le chiffre d'affaires, l'administration ne pourrait se prononcer d'une manière définitive sur la question que si elle était mise à même de faire procéder à l'examen du cas particulier de la société envisagée. Toutefois, sous réserve de l'exonération inscrite à l'alinéa 17 de l'article 2 du décret de codification du 28 décembre 1926, en faveur des transactions s'appliquant aux grains de blés tendres et de seigle destinés à la fabrication du pain, cette société, du fait qu'elle possède des installations en France, est tout au moins, à priori, redevable de la taxe sur le chiffre d'affaires sur la vente de marchandises livrables en France qui se rattachent à l'exploitation de son moulin et de son agence française.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 20. 19 NOVEMBRE 1927.

Inauguration des nouveaux bâtiments de l'Ecole supérieure d'Electricité. Remise de la croix de guerre. — L'inauguration des nouveaux bâtiments de l'Ecole supérieure d'Electricité, œuvre des architectes G. Appiat, Papel et Raimbert, a eu lieu, comme il était annoncé [1], dans la matinée du jeudi 10 novembre 1927, en présence de M. Gaston Doumergue président de la République française, des membres du gouvernement MM. Herriot et Painlevé, et des ambassadeurs et ministres plénipotentiaires représentant vingt-trois nations différentes.

En sa qualité de président de la Société française des Electriciens, M. Charles Fabry, membre de l'Institut, prit le premier la parole. Il rappela les origines de l'Ecole supérieure d'Electricité, créée en 1894 par la Société française des Electriciens (appelée alors Société internationale des Electriciens) qui, quelques années auparavant, avait fondé le Laboratoire central d'Electricité. Puis il montra le rôle important appartenant à M. Paul Janet dans le développement de ces deux créations. En terminant, il fit observer que l'installation de l'Ecole supérieure d'Electricité dans les spacieux bâtiments qui viennent d'être construits, ne peut cependant être considérée que comme la fin d'une étape et le commencement d'une autre car, dit-il, « l'effort pour le mieux n'est jamais fini ».

[1] *Revue générale de l'Electricité*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 657.

M. P. Janet prononça ensuite une allocution pour remercier tous ceux dont les concours efficaces ont permis de réaliser la nouvelle école. Lui aussi considère que la tâche entreprise n'est pas achevée et que ces concours sont encore nécessaires pour la mener à bonne fin.

M. Geoffroy, président de la Société pour favoriser le Développement du Haut-Enseignement de l'Electrotechnique en France, fondée il y a quelques années en vue d'aider financièrement la Société française des Electriciens dans la réalisation de ses projets, puis M. Jean Rey, président de la Commission administrative du Conseil de Perfectionnement de l'école, prirent successivement la parole et, l'un et l'autre, firent un vibrant appel aux concours de tous ceux qui s'intéressent à l'électrotechnique en vue de donner satisfaction au désir exprimé par les orateurs précédents : achever l'œuvre commencée.

Ensuite, M. Iglésis, président de la Société amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Electricité, parlant au nom des anciens élèves, évoqua la mémoire de ses camarades tombés au champ d'honneur.

Dans une improvisation, M. Herriot, ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, qui présidait la séance, apporta les félicitations du gouvernement à ceux qui ont créé en France le haut enseignement de l'électrotechnique et tout particulièrement à M. Janet. A la fin de son discours il remit une cravate de commandeur de la Légion d'honneur au Président de la

République française, qui la passa au cou de M. Janet en lui donnant l'accolade.

M. Painlevé, ministre de la Guerre, lut la citation à l'Ordre de l'Armée de l'Ecole supérieure d'Electricité et remit la Croix de Guerre, qui en est la consécration, à M. Iglésis, en sa qualité de président de la Société amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Electricité. Voici le texte de cette citation.

L'Ecole supérieure d'Electricité a instruit des promotions d'élèves qui, au cours de la grande guerre, se sont signalés à la reconnaissance du pays tant dans les unités combattantes qu'en fournissant, grâce à leurs connaissances spéciales, l'encadrement de la radiotélégraphie militaire qui a été un des facteurs de la victoire.

A la suite de la cérémonie eut lieu la visite des diverses parties de la nouvelle école.

Distinction honorifique : Promotion de M. Paul Janet au grade de commandeur de la Légion d'honneur. — Ainsi qu'il est dit plus haut, M. Paul Janet a, au cours de la cérémonie d'inauguration des nouveaux bâtiments de l'Ecole supérieure d'Electricité, reçu des mains de M. le Président de la République française la cravate de commandeur dans l'Ordre national de la Légion d'honneur.

Il est inutile dans cette revue, qui compte parmi ses lecteurs tant d'anciens élèves de l'Ecole supérieure d'Electricité, de rappeler les nombreux titres qui ont valu à M. P. Janet cette haute distinction honorifique. Tous les ingénieurs électriciens connaissent non seulement sa valeur scientifique et technique par les ouvrages qu'il a publiés, mais aussi le dévouement avec lequel il s'est toujours consacré au développement de l'enseignement électrotechnique en France. Comme le faisait remarquer M. Herriot, ministre de l'Instruction publique, dans le discours qu'il prononça avant la remise de la décoration, M. P. Janet a rendu ainsi un double service à la nation : il a créé en France un enseignement qui lui manquait et que beaucoup de nos ingénieurs étaient obligés, il y a une trentaine d'années, d'aller chercher à l'étranger, à Liége, à l'Institut Montefiore ou à Zurich, à l'Ecole polytechnique fédérale ; de plus, en portant à un haut degré la valeur de l'enseignement donné à l'Ecole supérieure d'Electricité, il a attiré dans cette école de nombreux ingénieurs venant de toutes les parties du monde et a contribué de la sorte, dans une large mesure, à la diffusion de la science et de la technique électriques françaises au delà de nos frontières.

Aussi c'est avec joie que les ingénieurs attachés à la rédaction de la « Revue générale de l'Electricité » dont le Comité de Rédaction compte M. P. Janet parmi ses vice-présidents, lisaient, peu d'instants avant la remise de la décoration, dans le « Journal officiel » du 10 novembre 1927, page 11402, les lignes suivantes :

Par décret en date du 30 octobre 1927, rendu sur la proposition du ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, a été élevé au grade de commandeur dans l'Ordre national de la Légion d'honneur, M. Janet (Paul-André-Marie), professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, directeur du Laboratoire central d'Electricité et de l'Ecole supérieure d'Electricité ; 42 ans, 6 mois de services. Officier du 10 novembre 1920.

Bibliographie : L'éclairage dans l'industrie. Son influence sur le travail, le bien-être et la sécurité des ouvriers, par J. Wetzel [1]. — L'auteur de cette brochure est déjà suffisamment connu de nos lecteurs par les articles publiés dans notre revue pour qu'il soit nécessaire d'insister sur sa compétence dans les questions relatives à l'éclairage rationnel. Dans cette nouvelle brochure, il s'occupe tout spécialement des conditions auxquelles doit satisfaire un bon éclairage industriel. Après avoir noté l'importance d'un bon éclairage pour le rendement de la main-d'œuvre, l'auteur examine en détail les conséquences physiologiques d'un mauvais éclairage, qui sont la fatigue de l'œil et la myopie. Il donne ensuite les conséquences d'un bon éclairage : augmentation de l'acuité visuelle, de la rapidité de vision et d'accommodation, et de la continuité de vision.

Examinant ensuite l'influence de l'éclairage sur la production, l'auteur donne une série de résultats obtenus dans diverses industries des Etats-Unis où l'étude de ces questions a été beaucoup plus approfondie qu'en Europe. Il en ressort un accroissement très net de la production, dans tous les cas. Enfin, l'éclairage rationnellement réalisé est une cause non négligeable de diminution des accidents, et de leurs conséquences fâcheuses sur la production et les dépenses qu'ils entraînent sans profit ni pour l'employeur ni pour le travailleur.

L'exposé clair et intéressant de ces diverses questions a son utilité, car beaucoup de chefs d'industrie contestent encore les avantages qu'on peut retirer d'une modification rationnelle d'une installation d'éclairage, bien que ces avantages puissent toujours se chiffrer à une valeur supérieure au surcroît de dépenses qu'ils nécessitent. — F. P.

Bibliographie : Annuaire 1927 de l'Union des Syndicats de l'Electricité [2]. — L'annuaire de l'Union des Syndicats, dont nous signalons ici la parution récente de la nouvelle édition pour l'année 1927, est bien connu de nos lecteurs. Rappelons qu'il renferme les textes complets de tous les travaux élaborés par l'Union : cahiers des charges, spécification des fournitures, normalisation. Il contient, en outre, des renseignements sur les sociétés ou établissements techniques ou scientifiques intéressant l'industrie électrique, sur l'enseignement, la législation des distributions d'énergie électrique, les tarifs de vente de courant, la législation douanière. Une partie spéciale consacrée aux statistiques montre l'importance qu'occupent en France les diverses industries électriques. Enfin, l'annuaire renferme encore de nombreuses notices sur les principales maisons ou sociétés françaises et une liste de fournisseurs de matériel électrique.

Cette nouvelle édition comporte de nouveaux compléments et d'importantes modifications par rapport aux éditions précédentes et nous ne doutons pas qu'elle recevra, comme ces dernières, l'accueil le plus favorable dans le monde des électriciens. — L. V.

(1) Un volume, format 22 cm × 14 cm, de 44 pages, avec 27 figures dans le texte, édité par la Compagnie des Lampes, 41, rue La Boétie, à Paris (8e). Prix : broché, 1,25 fr.

(2) Un volume, format 21 cm × 14 cm, de 1800 pages, édité par l'Union des Syndicats de l'Electricité, 25, boulevard Malesherbes, à Paris (8e). Prix : broché, 45 fr.

Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927) (*Suite*) (*)

VIII. Téléphonie à grande distance et questions y relatives.

Appareils étalonnés pour la transmission téléphonique et la technique d'essai de microphones et de récepteurs, par M. B.-S. Cohen, M. I. E. S. (Grande-Bretagne). — La première partie de cette étude s'occupe du choix, de l'étalonnage et du fonctionnement des appareils étalons réprésentant les types des appareils téléphoniques en usage. On y décrit les détails des caractéristiques acoustiques et électriques des transmetteurs et récepteurs.

Dans la seconde partie, on traite des étalons téléphoniques destinés à fournir une transmission d'excellente qualité et spécialement construits pour l'étalonnage (étalons dont les caractéristiques acoustiques et électriques se prêtent à une précision de spécification et de mesures).

La communication traite également de la gamme de fréquences nécessaire pour les diverses catégories de transmissions téléphoniques.

1. Généralités. — Depuis une vingtaine d'années, le rendement des instruments téléphoniques (y compris les transmetteurs et récepteurs) a été déterminé dans la pratique au moyen de comparaisons avec des instruments choisis comme étalons. Ces comparaisons se sont effectuées surtout par des essais voix-oreille et, étant donné la variabilité inhérente des transmetteurs choisis comme étalons (et, à un moindre degré, des récepteurs-étalons) et par suite de l'équation personnelle qu'entraînent les mesures voix-oreille, on a été obligé d'élaborer une technique spéciale et compliquée pour l'étalonnage, d'utiliser beaucoup d'étalons d'ordres primaire et secondaire, et d'effectuer des étalonnages fréquemment renouvelés. Grâce au progrès récent de la technique téléphonique, on dispose aujourd'hui de moyens permettant d'améliorer grandement les anciennes méthodes d'étalonnage. L'organisation internationale des administrations téléphoniques européennes qui étudie le problème des communications téléphoniques internationales (organisation à laquelle on appliquera dans cette étude le titre abrégé « C. C. I. »), en collaboration avec les ingénieurs de l'American Telephone and Telegraph Company et des laboratoires Bell, a pu, après les réunions de Londres et de Paris, spécifier un étalon de référence pour la transmission téléphonique, lequel se base sur des principes plus scientifiques et plus précis que les anciennes méthodes. Un de ces nouveaux appareils qui a été imaginé et construit dans les laboratoires Bell, sera installé prochainement dans un laboratoire spécial à Paris. Ce laboratoire sera outillé pour l'étalonnage d'étalons présentés par toute administration ou constructeur européen.

On a l'intention, dans cette étude, de rappeler les méthodes utilisées jusqu'à présent pour l'étalonnage des appareils téléphoniques ainsi que pour celui des circuits de transmission et, en même temps, d'exposer les nouvelles méthodes et les modifications des anciennes méthodes qui vont être introduites.

2. Nomenclature et définitions. — Parmi les expressions utilisées dans la technique de l'étalonnage de la transmission téléphonique, on a besoin de celles énumérées ci-après (la définition de chacune est donnée). En certains cas, les expressions sont nouvelles ou ne sont pas encore en usage général.

Distorsion. — (Imperfection de la reproduction de la forme de l'onde). Les imperfections dues à la distorsion de fréquence sont indiquées au moyen d'une courbe caractéristique de l'amplitude en fonction de la fréquence, c'est-à-dire une courbe qui indique le débit acoustique ou électrique, sur toute la gamme de fréquences audibles, résultant d'une puissance déterminée et constante d'entrée, soit acoustique, soit électrique.

Il y a une autre espèce de distorsion : celle qui s'appelle « distorsion non linéaire ». Elle se présente lorsque le rapport entre les puissances d'entrée et de sortie n'a pas de proportions uniformes. Dans ce cas, les harmoniques des fréquences d'entrée interviennent. Cette forme de distorsion peut se rencontrer dans les transmetteurs ordinaires et elle caractérise jusqu'à un certain point l'oreille humaine.

Articulation. — (Perfection relative dans la réception de sons qui ne servent pas à communiquer des idées).

Intelligibilité. — (Perfection relative dans la réception de sons qui servent à communiquer des idées.)

Il faut remarquer que l'articulation et l'intelligibilité dépendent de trois facteurs en ce qui concerne la reproduction, à savoir : le volume; la distorsion; le bruit perturbateur.

On peut diviser le bruit perturbateur en quatre catégories : la diaphonie, c'est-à-dire la conversation ou la musique induite; la perturbation, bruit induit de source électrique autre que la téléphonie ; les bruits extérieurs, sons directs portés par l'air et qui troublent la réception ou la transmission ; les bruits intérieurs, tels que la « friture » des microphones.

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 8, 15, 22, 29 octobre, 5 et 12 novembre 1927. t. XXII, p. 533-536, 573-574, 615-616, 663-664, 707-710 et 757-760.

Pour les comparaisons de rendements au point de vue de l'articulation des appareils téléphoniques, il est possible de tenir le volume constant et d'écarter toute espèce de bruit perturbateur à l'exception des bruits intérieurs. Pour ces bruits intérieurs, l'articulation, dans le cas précité, ne dépend que de la distorsion.

d) *Rapports acoustico-électrique et électro-acoustique.* — Les chiffres donnés par ces rapports servent respectivement de mesure de rendement aux transmetteurs et aux récepteurs. Il peuvent constituer des rapports de pression ou de puissance qui, tous deux, ont des valeurs importantes.

Le rapport de pression acoustico-électrique d'un transmetteur peut être exprimé en fonction de $\frac{V}{P}$ où V (en millivolts) représente le débit du transmetteur sous une condition déterminée de fonctionnement et P, exprimé en dynes : cm² (microbars), la pression acoustique d'entrée.

L'unité météorologique d'intensité de pression est le bar (1 000 000 dynes : cm²). D'après quelques physiciens cependant, cette expression se rapporte à 1 dyne : cm² (1 barye).

Dans cette étude, on propose d'adopter le mot « microbar » (soit 1 dyne : cm²) pour l'unité acoustique de l'intensité de pression. Il y a lieu aussi de faire une distinction entre la pression acoustique (exprimée en microbars) et la force due à la pression acoustique (exprimée en dynes).

L'expression $\frac{W_2}{W_1}$, où W_2 représente en microwatts le débit électrique d'un circuit de même impédance que celle du transmetteur et où W_1 exprime (en microwatts également) la puissance acoustique d'entrée.

Pour les rapports électro-acoustiques de récepteurs, on prend l'inverse des rapports précédents.

e) *Essais voix-oreille.* — Plusieurs expressions ont été utilisées pour caractériser soit des essais généralement effectués par l'intermédiaire de la voix et de l'oreille, soit des essais voix-oreille d'une forme déterminée. Ici, nous nous bornerons à la mention des expressions telles que essais à la parole, équilibrage à la parole, essais au câble standard, mesures ou équilibrages.

3. Etalons absolus et comparatifs de transmission. — On pensera peut-être que si l'on dispose de méthodes pour mesurer facilement et avec précision les rapports acoustico-électriques et électro-acoustiques de transmetteurs et de récepteurs dans les conditions de régime normal, soit par l'intermédiaire de la parole, soit dans l'intervalle de la bande de fréquences audibles, nécessaire à fournir l'équivalent moyen de la conversation normale, il sera possible d'introduire un étalon absolu de la transmission téléphonique qui écartera l'usage d'appareils de référence primaires ou secondaires.

Cependant, les méthodes actuellement disponibles pour effectuer de telles mesures absolues sont trop compliquées et trop délicates pour atteindre facilement ce but et les difficultés de transformer de tels résultats en fonction de rendements de volume comparatif et d'articulation seraient assez grandes : c'est pour cette raison que des appareils étalons permettant les comparaisons sur place, sont nécessaires.

4. Etalons comparatifs. — Les étalons comparatifs se divisent en deux catégories, à savoir :

a) Etalons choisis comme échantillons des types moyens ou d'excellente qualité des appareils téléphoniques normalement construits par l'industrie.

b) Etalons de construction spéciale, destinés à fournir une transmission à peu près parfaite et pouvant être reproduite au moyen de données physiques fondamentales et dont les caractéristiques d'amplitude en fonction des fréquences et les rapports acoustico-électrique et électro-acoustique puissent être déterminées avec précision et rester à peu près constantes.

Comme il a été déjà indiqué, des étalons appartenant à la catégorie a) ont été, jusqu'à maintenant, en usage général et seront encore nécessaires, peut-être dans l'avenir, comme étalons de travail pour la comparaison directe du produit commercial.

A la catégorie b) appartiendront le nouveau système fondamental de référence et les copies exactes de celui-ci qui peuvent être nommées étalons primaires et dont un nombre restreint sera probablement conservé par les administrations téléphoniques et par les constructeurs les plus importants.

Des étalons plus simples (catégorie b), capables d'une transmission d'excellente qualité et susceptibles d'étalonnage et de reproduction précise, peuvent être désignés étalons secondaires. Des appareils de ce genre seront utiles aux administrations téléphoniques, aux constructeurs, ainsi qu'aux organismes de radiodiffusion et aux instituts techniques qui s'occupent des recherches acoustico-électriques et phonétiques.

Donnons maintenant des renseignements en ce qui concerne les méthodes « voix-oreille » pour mesurer le volume et l'articulation.

Quant aux méthodes utilisées pour les mesures d'articulation, puisque les listes détaillées, dont on se sert au cours des essais, se basent sur la fréquence avec laquelle se présentent normalement les divers sons de la langue anglaise, on peut objecter qu'on ne soit pas fondé à utiliser ces listes pour les recherches d'articulation effectuées au moyen d'autres langues et que, s'il s'agit d'un essai comparatif et international, il serait nécessaire de chercher, à la suite d'un examen étendu, une base uniforme qui s'applique à tous les sons vocaux.

On ne connaît pas encore la valeur pratique d'une telle objection.

On constatera peut-être, à l'avenir, l'utilité d'une estimation de la fréquence avec laquelle les divers sons vocaux se présentent normalement dans les langues les plus importantes et l'utilité de l'emploi de deux genres d'essais d'articulation, dont une catégorie se

baserait sur la langue locale et l'autre serait un essai combiné de base commune qui s'appliquerait aux buts internationaux.

5. MESURES DE VOLUME DE CONVERSATION. — Etant donné l'importance constatée du volume de conversation appliqué au transmetteur pour les mesures d'après la méthode voix-oreille, il faut disposer de moyens destinés à mesurer facilement ce volume et, dans ce but, on a construit des appareils spéciaux.

L'appareil décrit dans cette étude, est constitué par un microphone électromagnétique à bobine mobile dont la caractéristique d'amplitude en fonction de la fréquence est à peu près uniforme : le microphone est relié à un amplificateur à deux étages, un redresseur et un milliampèremètre. On utilise des lampes à quatre électrodes, à faible consommation, ce qui permet l'emploi, pour l'alimentation des plaques, de batteries à faible tension. Par l'intermédiaire d'une série de jacks, on est à même de mesurer les diverses tensions de plaque, de filament et de grille et de se servir du milliampèremètre pour enregistrer le volume de conversation.

La sensibilité de l'apppareil est telle que si l'on parle normalement dans le transmetteur en tenant la bouche près du dispositif qui règle la distance entre bouche et microphone, on obtient une déviation de 40° de l'aiguille. Une conversation normale émise à une distance de 1 cm de l'embouchure peut être considérée comme égale approximativement à 0,7 microwatt par centimètre carré de puissance acoustique qui pénètre dans l'embouchure d'un transmetteur du type standard. Avec l'appareil servant à mesurer le volume de conversation, celui qui parle est à même de régler ce volume jusqu'à une valeur quelconque déterminée. On donne des courbes de transmission pour les circuits locaux, qui indiquent en même temps des valeurs pour le rendement d'articulation du transmetteur « solid-back ».

On remarquera que le volume normal de conversation et le rendement d'articulation du microphone « solid-back » s'approchent de 81 pour 100 et que, si l'on parle à haute voix (accroissement de neuf fois le volume d'entrée), on réduit le rendement d'articulation jusqu'à 74 pour 100 (réduction due à la distorsion non linéaire).

On donne aussi des valeurs pour le rapport acoustico-électrique d'un transmetteur à batterie centrale.

Le rapport de la pression équivalente, à la sortie, évaluée en millivolts, à la pression d'entrée, en microbars, a une valeur moyenne approximative de l'ordre de 30, tandis que le rapport de puissance acoustico-électrique est de l'ordre de 200. Ce sont des chiffres approximatifs et provisoires.

On fournit ensuite des données pour le récepteur Bell d'usage commercial. On remarquera que le rendement d'articulation est élevé ; on a constaté 93 pour 100 comme valeur moyenne.

Le rapport de l'intensité de la pression électro-acoustique d'un récepteur Bell, en régime normal de fonctionnement (c'est-à-dire, avec le récepteur appliqué étroitement à l'oreille), a été déterminé : il se trouve de l'ordre de 30, c'est-à-dire qu'une différence de potentiel d'un volt à l'entrée donne à peu près 30 microbars de pression acoustique à la sortie.

6. ETALONS DE RÉFÉRENCE POUR LA TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE. — Dans une partie de cette étude, on a examiné les rendements des appareils téléphoniques des types utilisés dans le commerce avec les circuits qui y sont associés et on a discuté l'étalonnage des échantillons choisis des appareils de ce genre, dans le but d'effectuer des comparaisons.

On va s'occuper maintenant, dans cette partie de l'étude, des appareils téléphoniques de construction spéciale destinés aux étalonnages. Des appareils de ce genre doivent se conformer à la spécification suivante qui se borne aux principes généraux :

a) L'appareil doit consister en trois parties essentielles : terminaison transmetteur, ligne artificielle, terminaison récepteur.

b) Les caractéristiques de l'amplitude en fonction des fréquences de chacune de ces trois parties doivent être à peu près uniformes sur toute la gamme de fréquences audibles et doivent être susceptibles d'une mesure aisée. Il faut aussi que la présence de distorsion non linéaire sur toute la gamme de niveaux de volume exigée dans la pratique, soit évitée.

c) Les rapports acoustico-électriques et électro-acoustiques doivent être susceptibles d'un réglage destiné à simuler les rapports propres aux appareils téléphoniques utilisés dans le commerce.

d) L'appareil doit être stable et pouvoir être reproduit.

e) Il doit comporter un dispositif qui introduise une distorsion égale à celle des instruments téléphoniques utilisés dans le commerce.

Sur ce point, un cahier des charges d'un système de référence étalon est proposé.

Bien que les données physiques détaillées servent à définir les caractéristiques d'un système de référence, on a estimé qu'il serait désirable de prescrire des données physique et particulière de l'étalon comme système fondamental pour la transmission. Cela paraît être encore plus nécessaire en raison du caractère compliqué d'une spécification tenant compte de tous les facteurs qui interviennent dans le rendement d'un système de transmission, dans les conditions réelles de conversation. Il faut attirer l'attention sur une raison de plus pour l'adoption d'une installation déterminée d'appareils. Cette raison provient de la latitude très large admissible pour le rendement, par suite de la grande variation des caractéristiques totales que permettent les tolérances spécifiées pour les terminaisons transmetteur et récepteur.

La forme prescrite est celle qui a été étudiée et mise au point dans les laboratoires Bell à New-York.

Donnons seulement un exposé très général du système

de référence afin que le champ soit laissé libre à ceux qui ont l'intention de publier des détails quand les deux exemplaires du système fondamental de référence qui seront installés à New-York et à Paris seront achevés, installés et soumis aux essais. L'appareil, qui est à la spécification déjà donnée, est constitué par un microphone à condensateur relié à un amplificateur à quatre étages, une ligne artificielle de référence et un récepteur Bell à aimant permanent pourvu d'un diaphragme spécialement amorti relié à un amplificateur à trois étages. Les systèmes transmetteur et récepteur sont munis de dispositifs permettant le réglage de rendements et aussi des moyens propres à simuler les appareils téléphoniques utilisés dans le commerce au moyen de l'intercalation de réseaux électriques qui créent une distorsion réglable. Le système est pourvu de dispositifs complets, d'étalonnage acoustique et électrique. L'étalonnage du microphone s'effectue par l'intermédiaire d'un thermophone à feuille d'or dans une atmosphère d'hydrogène : le microphone, dans ces conditions, peut servir à étalonner le récepteur s'il est relié à un coupleur acoustique.

7. Le laboratoire du système fondamental européen de l'étalon de référence. — Etant donné que le siège du Comité consultatif international (C.C.I.) se trouve actuellement à Paris, on a décidé d'installer l'étalon de référence dans un bâtiment approprié situé dans cette ville.

On a proposé d'abord comme local le laboratoire dans lequel sont conservés les étalons métriques internationaux, mais à la suite d'une enquête sur place, on a constaté que plusieurs raisons s'opposaient au choix de ce bâtiment. Finalement le Conservatoire national des Arts et Métiers a bien voulu mettre à la disposition du C. C. I. un local convenable dans son laboratoire d'essais et on espère que le laboratoire de l'étalon de référence pourrait peut-être dans l'avenir supporter lui-même, jusqu'à un certain point, ses propres frais d'entretien par l'intermédiaire d'une taxe convenable pour chaque étalonnage d'un étalon secondaire.

Les sociétés American Telephone et Telegraph Company, avec beaucoup de générosité, ont bien voulu offrir au C. C. I. l'étalon européen de référence.

Le rapport donne des détails sur un étalon secondaire constitué par un appareil téléphonique fournissant une excellente qualité de transmission et sur le rendement de cet appareil. Celui-ci, dont la caractéristique totale de l'amplitude en fonction de la fréquence est conforme à la valeur proposée dans la spécification de l'étalon de transmission, possède une valeur d'articulation égale approximativement à celle qu'on obtient au moyen d'une transmission directe à travers l'air non perturbé.

Quelques renseignements suivent sur la précision des mesures d'après la méthode voix-oreille et aussi sur le rapport entre les résonances aux terminaisons transmetteur et récepteur : ceux-ci sont susceptibles de jouer un grand rôle dans la téléphonie internationale.

Les conclusions du rapport donnent les renseignements d'une enquête fondamentale instituée dans le but de déterminer la précision des mesures acoustiques effectuées au moyen du disque de Rayleigh.

8. L'emploi du disque de Rayleigh comme dispositif de mesure en acoustique. — Le Post Office s'est toujours servi du disque de Rayleigh pour les mesures acoustiques fondamentales, d'abord parce que c'est le seul dispositif connu, susceptible de mesurer directement la vitesse d'une particule d'air en un point déterminé d'un champ acoustique et, ensuite, du fait que le disque est un dispositif simple et constant qui présente le minimum d'obstacle au champ acoustique dans lequel il est introduit.

Toutes les valeurs d'intensités de son consignées dans cette étude, et qui résultent des essais effectués dans les laboratoires du Service d'études du Post-Office, ont été établies d'après la méthode utilisant le disque de Rayleigh. On a fait récemment une étude approfondie du rendement de ce disque. Cette recherche a démontré une concordance des plus satisfaisantes entre les calculs théoriques effectués sur la base de la formule classique de König et les résultats des expériences.

Cet examen expérimental a conduit à des conclusions générales qui peuvent être résumées ainsi :

On peut appliquer la formule classique de König au type de disque de Rayleigh adopté pour les mesures acoustiques avec une approximation comprise dans une erreur expérimentale de 1 pour 100. L'épaisseur des disques utilisés et la présence des petits miroirs sur leurs surfaces n'introduisent pas d'erreurs importantes.

Lorsque la longueur de l'onde à mesurer est 5 fois plus courte que le diamètre du disque, des erreurs se manifestent, mais même dans le cas extrême d'une onde dont la longueur est 1,3 fois plus grande que le diamètre du disque, on a constaté que l'erreur n'a pas dépassé 12 pour 100. Des disques ayant un diamètre de 0,8 cm peuvent être utilisés jusqu'à 8000 p : s sans entraîner aucune erreur.

9. Comparaison entre le disque de Rayleigh et le principe de compensation de Gerlach. — On a effectué quelques comparaisons entre le disque de Rayleigh et un modèle expérimental d'un dispositif destiné à mesurer la pression acoustique, fonctionnant d'après le principe de compensation de Gerlach. On a constaté qu'il existe un accord entre les deux méthodes, la divergence ne dépassant pas 5 pour 100, ce qui correspondait à l'ordre de précision prévue pour le modèle expérimental.

La communication traite encore de la gamme de fréquences exigée pour la reproduction de conversation, musique, etc. — A. T.

(*A suivre.*)

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Ondes mobiles : propagation, formation et protection

PREMIÈRE PARTIE : **Etude théorique de la propagation des ondes mobiles**

L'étude ci-dessous, première partie d'un travail d'ensemble sur les ondes mobiles, est le développement d'une conférence faite par l'auteur, à l'Institut électrotechnique de Toulouse, le 19 mars 1927, sous les auspices de la section régionale de la Société française des Electriciens. L'étude des ondes mobiles en général et des ondes à front raide en particulier, a été faite le plus souvent du point de vue purement théorique et les résultats ainsi obtenus, basés sur des hypothèses souvent discutables, ne doivent pas être acceptés sans réserve s'ils n'ont été pleinement vérifiés par l'expérience en laboratoire et en service normal. Depuis ces dernières années, de nombreux travaux expérimentaux (*) sont venus fournir quelques bases, permettant le contrôle des théories édifiées mais qui, malheureusement, ne sont pas toujours indiscutables. Toutefois les nombreuses études qui ont été publiées sur la question sont très éparses et les éléments de cette abondante littérature technique ont des valeurs bien diverses. A quelques exceptions près, ces travaux ont été faits sans méthode en ce sens qu'ils ne procèdent pas d'une idée générale du problème, et bien peu de recherches systématiques ont été entreprises, si bien qu'il est difficile à l'exploitant de se faire une idée d'ensemble, de pénétrer le processus des accidents observés et d'apprécier sur des bases solides les qualités des appareils de protection que les constructeurs lui proposent. Dans la présente étude, l'auteur reprend le problème dans son ensemble et, ne craignant pas de s'attaquer parfois à des notions devenues classiques, expose la question depuis les points les plus généraux jusqu'aux cas les plus spéciaux en étayant constamment ses affirmations sur des observations et des travaux expérimentaux, et critiquant au passage les conclusions un peu hâtives de certains auteurs.

I. **Introduction.** — Poursuivant depuis plusieurs années l'étude des surtensions et des accidents qui se produisent dans les installations de production, de transmission et d'utilisation de l'énergie électrique, nous avons été frappés dès l'abord par la difficulté que doit éprouver tout exploitant à se faire une opinion solidement établie sur les phénomènes connus sous le nom, un peu restrictif, d'« ondes à front raide » et auxquels la désignation générique d'« ondes mobiles », quoique moins expressive, convient mieux, parce que plus générale. Cette difficulté provient moins de l'insuffisance du nombre des travaux ayant une valeur réelle que de leur dispersion et de la quasi impossibilité de choisir dans le dédale d'une abondante littérature technique. L'exploitant qui a de si nombreuses questions à étudier n'a généralement pas le temps matériel nécessaire pour compulser tant de documents, souvent contradictoires, et nous croyons lui être utile

(*) On pourra consulter notamment :

R.-V. PICOU; Oscillations électriques et surélévations de tension correspondantes. *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, 4 mai 1904, t. IV, (2e série), p. 267-290. Discussion par MM. Brylinski, Potier, Boucherot, Blondel, p. 291-356. Suite de la discussion par MM. de Marchena, Brylinski, Guery, Potier et Picou, p. 359.

P. BUNET; Ondes à front raide : Essais des appareils électriques et notamment des transformateurs avec des ondes à haute fréquence et des ondes à front raide. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, août-septembre-octobre 1924, t. IV (4e série), p. 877-904. Cet article a été analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 17 janvier 1925, t. XVII, p. 82-84.

Les Journées de Discussions de décembre 1924 (compte rendu). Les ondes à front raide. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, octobre 1925, t. V (4e série), p. 1061-1087.

J. FALLOU; Contribution expérimentale à l'étude des surtensions dans les transformateurs. *Revue générale de l'Electricité*, 21 novembre 1925, t. XVIII, p. 845-848 et *Bulletin de la Société française des Electriciens*, mars 1926, t. VI (4e série), p. 237-264.

A. MAUDUIT; Ondes mobiles, oscillations et surtensions dans les transformateurs. *Revue générale de l'Electricité*, 7 août 1926, t. XX, p. 209-216.

Ch. LEDOUX; A propos d'essais effectués sur des interrupteurs à résistance de choc. *Revue générale de l'Electricité*, 2 octobre 1926, t. XX, p. 483-487.

J. FALLOU; Nouvelle contribution expérimentale à l'étude des surtensions dans les transformateurs. Discussion sur les essais contre les ondes à front raide. *Revue générale de l'Electricité*, 27 novembre 1926, t. XX, p. 772-784.

Ch. LEDOUX et A. MAUDUIT; A propos des ondes mobiles, oscillations et surtensions dans les transformateurs. *Revue générale de l'Electricité*, 29 janvier 1927, t. XXI, p. 169-172.

J. FALLOU; A propos de certaines surtensions dues aux arcs et de leurs effets sur les enroulements des transformateurs. *Revue générale de l'Electricité*, 26 février 1927, t. XXI, p. 323-326.

J. FALLOU; A propos des surtensions de résonance engendrées par des ondes transitoires dans les transformateurs. *Revue générale de l'Electricité*, 28 mai 1927, t. XXI, p. 853-864.

P. BUNET; Protection contre les ondes mobiles, oscillations et surtensions. *Revue générale de l'Electricité*, 27 août et 3 septembre 1927, t. XXI, p. 305-311 et 341-352.

en rédigeant cette étude d'ensemble dans laquelle nous avons réuni et coordonné des connaissances éparses et un certain nombre de travaux personnels.

Nous aurions voulu pouvoir entreprendre une étude systématique afin de ne laisser aucun point obscur. Mais nous avons borné nos prétentions à exposer, aussi clairement et complètement qu'il nous a été possible, la question en restant constamment en contact direct avec l'expérience et sans perdre de vue le côté physique des phénomènes.

Notre étude ne prétend donc point épuiser le sujet, mais seulement indiquer les bases solides qui doivent être conservées et dénoncer quelques erreurs encore trop généralement admises dans les théories devenues classiques. Ces erreurs proviennent, la plupart du temps, de ce qu'on a adopté une hypothèse sans en vérifier auparavant la validité, uniquement parce que cette hypothèse donnait matière à de savants développements. On en rencontrera maints exemples par la suite. On verra également comment la généralisation trop hâtive de résultats obtenus dans des cas particuliers peut aboutir à des conclusions complètement erronées.

Pour ne pas tomber dans ces défauts, nous serons souvent obligés d'avouer notre ignorance et de reconnaître la nécessité de faire encore de nombreuses recherches. Il est possible que notre exposé, bousculant parfois quelques idées acquises, nous attire quelques critiques. Nous en serons très heureux, car il aura atteint son but, s'il provoque la publication de quelques résultats inédits ou de quelques idées nouvelles.

Nous allons examiner successivement, afin de ne rien laisser dans l'ombre et de ne pas courir le risque de raisonner sur une hypothèse qui n'ait été contrôlée, la propagation et la formation des ondes mobiles, leur rôle dans l'établissement des courants, les phénomènes secondaires et les accidents qu'elles provoquent et enfin les moyens propres à prévenir ces accidents. Au fur et à mesure, nous reproduirons, ou mentionnerons en note, des travaux déjà connus afin de permettre au lecteur qui le désirera de vérifier constamment nos affirmations.

Nous allons rappeler tout d'abord, d'un point de vue absolument général, c'est-à-dire sans préjuger en rien de sa formation, la nature du phénomène et son mode de propagation, en nous excusant de commencer à parler d'une réalité sous la forme mathématique, qui est la moins réelle.

II. **Equations générales d'un circuit.** — Dans un circuit contenant résistance, inductance, conductance et capacité distribuées, comme une ligne aérienne ou un câble souterrain, appelons :

r, la résistance effective par unité de longueur du circuit, c'est-à-dire la valeur de r correspondant à la puissance consommée dépendant du courant, $i^2 r$;

L, l'inductance effective par unité de longueur du circuit, c'est-à-dire la valeur de L correspondant à l'accumulation d'énergie dépendant du courant, $\frac{i^2 L}{2}$, composante électromagnétique du champ électrique;

g, la conductance effective en dérivation par unité de longueur du circuit, c'est-à-dire la valeur de g correspondant à la consommation d'énergie dépendant de la tension, $u^2 g$;

C, la capacité effective par unité de longueur du circuit, c'est-à-dire la valeur de C correspondant à l'accumulation d'énergie dépendant de la tension, $\frac{u^2 C}{2}$, composante électrostatique du champ électrique;

t, le temps;

x, la distance à partir d'un point de départ, O, pris comme origine;

u, la tension en tout point x et au temps t;

et supposons constantes les valeurs r, L, g et C, des caractéristiques du circuit.

Dans un élément dx du circuit, la tension u varie de du pour la variation de tension $r\,i\,dx$ aux bornes de la résistance effective de l'élément du circuit et pour la variation de la tension $L\frac{\partial i}{\partial t}dx$ aux bornes de l'inductance de l'élément de circuit, d'où il vient

$$\frac{\partial u}{\partial x} = ri + L\frac{\partial i}{\partial t}. \qquad (1)$$

Dans cet élément dx, le courant i varie de di pour la variation de courant $g\,u\,dx$ traversant la conductance de l'élément de circuit et par la variation de courant $C\frac{\partial u}{\partial t}dx$ traversant la capacité de l'élément de circuit, d'où il vient

$$\frac{\partial i}{\partial x} = gu + C\frac{\partial u}{\partial t}. \qquad (2)$$

Si nous différentions (1) par rapport à t et (2) par rapport à x, et si nous substituons (1) dans la différentielle de (2) et que nous y remplaçons $\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial u}{\partial t}\right)$ par sa valeur tirée de la différentielle de (1), il vient :

$$\frac{\partial^2 i}{\partial x^2} = rgi + (rC + gL)\frac{\partial i}{\partial t} + LC\frac{\partial^2 i}{\partial t^2}, \qquad (3)$$

et on obtient de la même manière

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = rgu + (rC + gL)\frac{\partial u}{\partial t} + LC\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}. \qquad (4)$$

Ces équations différentielles, de second ordre, du courant i et de la tension u sont identiques, ce qui nous montre que, dans un circuit, le courant et la tension sont représentés par les mêmes équations ne différant entre elles que par les constantes d'intégration.

L'équation (3) est intégrée par des termes de la forme

$$i = Ae^{-ax-bt}, \qquad (5)$$

Dans leur forme la plus générale, les équations du circuit électrique sont

$$i = \Sigma_n \left\{ A_n e^{-a_n x - b_n t} \right\} \qquad (6)$$

$$u = \Sigma_n \left\{ \frac{b_n L - r}{a_n} A_n e^{-a_n x - b_n t} \right\} \qquad (7)$$

$$a_n^2 - (b_n L - r)(b_n C - g) = 0 \qquad (8)$$

dans lesquelles A_n, a_n et b_n sont des constantes d'intégration déduites des conditions extrêmes du problème.

Ces conditions extrêmes, qui peuvent être quelconques, seront, par exemple :

1° Courant nul en tout temps, en un point à l'extrémité ouverte du circuit;

2° Tension nulle en tout temps, en un point à l'extrémité mise à la terre.

Les quantités i et u doivent toujours être réelles; mais a_n et b_n, apparaissant dans l'exposant d'une fonction exponentielle, peuvent être des quantités complexes et les constantes A_n le seront également sous certaines conditions.

Dans la fonction exponentielle e^{-ax-bt} écrivons

$$a = h + jk \qquad \text{et} \qquad b = p + jq.$$

Il s'ensuit

$$e^{-ax-bt} = e^{-hx-pt}\, e^{-(kx+qt)j},$$

et le dernier terme se résout en fonctions trigonométriques de l'angle $k\,x + q\,t$.

Nous obtenons finalement l'expression générale des équations du circuit électrique

$$\begin{aligned} i = \Sigma [& e^{-hx-(y-s)t}\{C'_1\cos(qt-kx)+C''_1\sin(qt-kx)\} & (i_1) \\ & -e^{+hx-(y-s)t}\{C'_2\cos(qt+kx)+C''_2\sin(qt+kx)\} & (i_2) \\ & +e^{+hx-(y+s)t}\{C'_3\cos(qt-kx)+C''_3\sin(qt-kx)\} & (i_3) \\ & -e^{-hx-(y+s)t}\{C'_4\cos(qt+kx)+C''_4\sin(qt+kx)\}] & (i_4) \end{aligned} \qquad (9)$$

On a, pour u, une expression identique, aux constantes près, et un certain nombre de relations entre les constantes d'intégration et les caractéristiques r, L, g et C du circuit.

Ces équations sont absolument générales. Les phénomènes tels que les ondes stationnaires, la propagation des signaux sur les lignes et les câbles télégraphiques, la transmission par les lignes à grande distance, la décharge d'un condensateur, etc., n'en sont que des cas particuliers.

III. **Discussion des équations générales. Ondes mobiles.** — La discussion de ces équations générales est fort complexe. On la trouvera développée avec beaucoup de clarté dans le remarquable ouvrage de Steinmetz, « Théorie et calcul des phénomènes électriques de transition et oscillations » [1]. Nous en extrayons encore ce paragraphe comme nous en avons extrait le précédent, en nous bornant au rappel sommaire des résultats généraux et principaux ayant trait aux ondes mobiles.

L'équation (9) représentant le courant i comprend quatre termes i_1, i_2, i_3, i_4, dont deux, i_1 et i_3, contiennent les angles $q\,t - k\,x$ et les deux autres, i_2 et i_4, contiennent les angles $q\,t + k\,x$.

Dans les termes i_1 et i_3, la vitesse de propagation des ondes découlant de l'équation $q\,t - k\,x =$ constante est positive

$$v = \frac{dx}{dt} = +\frac{q}{k}, \qquad (10)$$

c'est-à-dire que la propagation se fait dans le sens des x croissants.

Dans les termes i_2 et i_4, la vitesse de propagation decoulant de l'équation $q\,t + k\,x =$ constante est négative :

$$v = \frac{dx}{dt} = -\frac{q}{k}. \qquad (11)$$

On peut donc considérer i_1 et i_3 comme des ondes incidentes et i_2 et i_4 comme leurs ondes réfléchies à l'extrémité du circuit.

Dans la première onde i_1, l'amplitude décroit dans la direction de la propagation à cause du terme e^{-hx} et dans le temps, à cause du terme $e^{-(y-s)t}$.

Dans la seconde onde i_3, l'amplitude croit dans la direction de la propagation à cause du terme e^{+hx} et décroît dans le temps plus vite que la première onde à cause du terme $e^{-(y-s)t}$.

Dans l'équation (9), les relations $q\,t = 2\pi$ et $k\,x = 2\pi$ donnent la fréquence $f = \frac{q}{2\pi}$ et la longueur d'onde $l_w = \frac{2\pi}{k}$; q est la constante de fréquence de l'onde; k est la constante de longueur d'onde; $(y - s)$ et $(y + s)$ sont les constantes d'atténuation, en temps, de l'onde, et h est la constante de son atténuation en distance.

Si maintenant on remarque que, pour des fréquences élevées, comme c'est le cas pour des ondes mobiles, q et k sont respectivement très grands par rapport aux autres constantes, les termes du second ordre contenant ces constantes pourront être négligés et les équations se simplifient. Il devient alors plus facile de les étudier et l'on peut établir ainsi un certain nombre de relations approchées.

La vitesse de propagation devient notamment

$$v = \frac{q}{k} = \sqrt{\frac{1}{LC}}. \qquad (12)$$

Si l'on prend pour unité de longueur la vitesse de propagation $\sqrt{\frac{1}{LC}}$ par la substitution $\lambda = x\sqrt{LC}$, on obtient pour les équations générales de l'onde mobile

$$\begin{aligned} i = e^{-yt}\{ & e^{+s(t-\lambda)}[c_1\cos q(t-\lambda)+c'_1\sin q(t-\lambda)] \\ & -e^{+s(t+\lambda)}[c_2\cos q(t+\lambda)+c'_2\sin q(t+\lambda)] \\ & +e^{-s(t-\lambda)}[c_3\cos q(t-\lambda)+c'_3\sin q(t-\lambda)] \\ & -e^{-s(t+\lambda)}[c_4\cos q(t+\lambda)+c'_4\sin q(t+\lambda)]\} \end{aligned} \qquad (13)$$

[1] Traduction par Paul Bunet. Gauthier-Villars, 1912.

et une équation semblable pour u avec

$$y = \frac{1}{2}\left(\frac{r}{L} + \frac{g}{C}\right).$$

Dans l'équation (13), les termes en $t - \lambda$ constituent l'onde incidente et les termes en $t + \lambda$ constituent l'onde réfléchie. Les quantités $c'_1, c'_2, \ldots, c'_1, c'_2 \ldots,$ sont des constantes d'intégration.

Les équations de u et de i étant identiques en ce qui concerne l'onde incidente, à un facteur près $\sqrt{\frac{L}{C}}$, le courant est en phase avec la tension et les valeurs de u et de i sont bien liées par la relation

$$u = \sqrt{\frac{L}{C}}\, i. \tag{14}$$

L'expression

$$Z = \frac{u}{i} = \sqrt{\frac{L}{C}} \tag{15}$$

s'appelle l'impédance d'onde effective du circuit.

La concordance de phase entre la tension et le courant ne subsiste pas pour les ondes réfléchies ou la combinaison des ondes incidentes et réfléchies, car les réflexions se font avec changement de signe pour la tension ou le courant suivant le cas, comme nous le verrons par la suite.

La constante d'atténuation de l'onde mobile est

$$\frac{1}{2}\left(r\sqrt{\frac{L}{C}} + h\sqrt{\frac{L}{C}}\right).$$

Le décrément de distance de l'onde dépend seulement des constantes r, L, g et C du circuit, mais ne dépend pas de la longueur d'onde, de la fréquence, de la tension ni du courant.

Une onde mobile complexe doit donc conserver sa forme en se déplaçant le long d'un circuit et décroître simplement en amplitude.

La figure 1 représente le passage en un point donné d'un circuit d'une onde simple ayant un fort amortissement, comme c'est le cas pour une onde de haute fréquence. La courbe en trait ponctué est l'enveloppe de l'onde mobile. Elle montre la signification physique des deux ondes incidentes, dont l'une est amortie en temps et distance et l'autre cumulative en distance et amortie dans le temps.

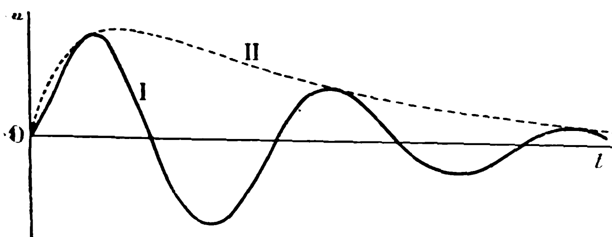


Fig. 1. — Passage en un point d'un circuit d'une onde mobile simple : I, Onde de tension ; II, enveloppe de l'onde.

Un cas très intéressant est celui pour lequel on a $\frac{r}{L} = \frac{g}{C}$. La constante d'atténuation est alors minimum et l'onde va plus loin pour le même décroissement d'amplitude. Cette remarque est utilisée en télégraphie. On accroît L par insertion de bobines de self-inductance (bobines de charge) pour réaliser l'égalité $\frac{r}{L} = \frac{g}{C}$ et améliorer ainsi la transmission, c'est la pupinisation des lignes. Le même résultat est obtenu aujourd'hui avec de nombreux avantages par l'emploi de câbles avec une enveloppe en métal ayant une grande perméabilité magnétique (permalloy, muméfal, perman, no-mag).

Si l'on suppose r et g nuls, les équations générales deviennent particulièrement simples, mais les résultats obtenus ainsi ne peuvent pas être appliqués, à quelques exceptions près, aux cas rencontrés en pratique.

IV. Valeur pratique des résultats théoriques obtenus. Applications numériques.

— 1. CORRECTIONS A APPORTER AUX RÉSULTATS THÉORIQUES. — Tous les résultats que nous venons de rappeler ont été établis sur une première hypothèse qui n'est nullement rigoureuse : la constance des caractéristiques du circuit.

Or, l'étude des caractéristiques des conducteurs montre que la résistance, en particulier, augmente beaucoup avec la fréquence ou, plus généralement, avec la vitesse de variation du courant. De même, l'étude des diélectriques montre que les pertes augmentent dans les mêmes conditions, c'est-à-dire que la conductance augmente [1].

De ce fait on peut tirer immédiatement deux conclusions importantes :

1° Une onde simple se déforme en se propageant parce que l'amortissement pour les parties très inclinées est plus important qu'au voisinage d'un maximum. La forme de l'onde devient un peu plus pointue que la sinusoïde [2]. Cette déformation est à rapprocher de celle du courant aux fréquences industrielles dans les circuits comportant des noyaux de fer au voisinage de la saturation ;

2° Une onde complexe (c'est le cas le plus général) décomposable suivant une série de Fourier en un certain nombre d'ondes sinusoïdales simples de fréquences diverses, se déforme en se propageant, du fait que le décrément d'atténuation est d'autant plus élevé que la fréquence est plus grande. En d'autres termes, une onde complexe tend à s'épurer et à se réduire au terme fondamental légèrement déformé.

[1] On pourra consulter utilement : C.-P. STEINMETZ : Les équations générales du circuit électrique. III. La variation des constantes $r\,L\,C$ et g et ses effets. *Proceedings of the american Institute of electrical Engineers*, mars 1919, t. XXXVIII, p. 249-318. Cet article a été analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 22 novembre 1919, t. VI, p. 724.

[2] On doit retrouver la même déformation (présence d'un harmonique 3) aux fréquences industrielles pour les forts courants dans les conducteurs de grande section.

Ces deux premières conclusions sont donc déjà en opposition avec celles qui découlent de l'expression (15) de la constante d'atténuation.

Etant donné les simplifications apportées aux équations générales (6), (7), (8), (9) pour en permettre la discussion, les résultats obtenus ne sont pas rigoureux. S'ils sont suffisamment approchés dans les limites précises dans lesquelles ils ont été établis, on ne saurait les étendre au delà sans risquer des erreurs parfois grossières.

La vitesse de propagation donnée par la formule $v = \sqrt{\frac{1}{LC}}$ n'est qu'approchée. Elle n'est rigoureuse que pour un circuit sans pertes. Mais l'influence de la résistance est si faible qu'on peut considérer la formule comme exacte dans la plupart des cas, notamment lorsqu'il s'agit d'une ligne aérienne en cuivre ou en aluminium, dont le diamètre est de 3 mm au moins, ou d'un câble souterrain. Il en est de même de l'impédance d'onde $Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$.

Dans les transformateurs, la question est déjà plus délicate. Nous l'étudierons plus loin.

Dans certains cas spéciaux, comme dans les lignes en fil de fer, dans certains appareils de protection comprenant des conducteurs à fort amortissement, dans les transformateurs de faible puissance dans lesquels les conducteurs sont de faible section et les pertes élevées, les conducteurs présentant de fortes pertes par effluves, etc., il n'est plus possible d'appliquer utilement les résultats précédents.

La plus grande utilité de l'étude théorique que nous venons de rappeler sommairement est de montrer clairement le processus de la propagation des ondes le long des circuits et, par là même, d'aider à en pénétrer la nature. Mais elle présente beaucoup plus d'intérêt pour le télégraphiste, à qui elle apporte une contribution remarquable dans l'étude des moyens propres à améliorer la transmission, que pour l'exploitant qui recherche les moyens propres à éviter les accidents de surtensions.

Un seul résultat doit retenir particulièrement notre attention. Pour une ligne aérienne de forte section ou un câble souterrain, une perturbation se propage sans amortissement notable à d'assez grandes distances et peut donc être encore dangereuse assez loin du point où elle s'est produite. Au contraire, pour une ligne de faible section, l'enroulement d'un transformateur de faible puissance, l'amortissement est considérable et nous pouvons considérer sans erreur l'action de l'onde incidente sans nous préoccuper de ce qu'elle devient par la suite, puisqu'elle s'éteint rapidement.

En application des résultats théoriques établis, nous allons déterminer par le calcul l'impédance d'onde et la vitesse de propagation dans les cas particulièrement importants d'une ligne aérienne et d'un câble souterrain, en nous bornant à des cas très simples auxquels pourront être ramenés avec une approximation suffisante tous ceux rencontrés en pratique.

2. Application numérique. — Considérons une ligne aérienne comprenant un conducteur unique de 6 mm de diamètre, situé à une hauteur moyenne de 7,50 m au-dessus du sol.

La capacité en microfarads par kilomètre est donnée par la formule

$$C = \frac{0,0242}{\log_e \frac{4h}{d}}$$

avec h, distance au sol en centimètres, d, diamètre du conducteur en centimètres; soit

$$C = \frac{0,0242}{\log_e \frac{4 \times 750}{0,6}} = 0,0065 \ \mu\text{F}.$$

L'inductance, en millihenrys par kilomètre, est donnée par la formule

$$L = 0,46 \log_e \frac{4h}{d}, \text{ [1]}$$

soit

$$L = 0,46 \log_e \frac{4 \times 750}{0,6} = 1,7 \text{ mH}.$$

On a donc pour l'impédance d'onde

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{1,7 \times 10^{-3}}{0,0065 \times 10^{-6}}} = 510 \text{ ohms};$$

et, pour la vitesse de propagation

$$v = \sqrt{\frac{1}{LC}} = \sqrt{\frac{1}{1,7 \times 10^{-3} \times 0,0065 \times 10^{-6}}} \cong 300\,000 \text{ km:s}.$$

Pour des lignes à très haute tension transmettant de grandes puissances, d augmente plus vite que h; la capacité augmente donc un peu pendant que l'impédance diminue. L'impédance d'onde est un peu plus faible (400 ohms).

Au contraire, pour des lignes de faible puissance, comme c'est le cas pour des réseaux ruraux, l'impédance est plus forte (700 à 800 ohms).

Dans une ligne à courant triphasé, quelle que soit la disposition des fils, si une onde circule dans un seul fil, on peut admettre, sans erreur appréciable, que l'impédance d'onde et la vitesse de propagation pour ce fil sont les mêmes que pour la ligne unifilaire. En réalité, il y a une petite différence en raison des courants induits par l'onde dans les deux autres conducteurs.

La présence d'un fil de terre a pour effet de réduire un peu le coefficient de self-induction et d'augmenter la capacité. Une ligne avec fil de terre offre donc à

[1] Il n'est pas tenu compte dans cette formule du flux à l'intérieur du conducteur, car pour les hautes fréquences, la pénétration du courant dans le conducteur est très faible.

De même, on établit que la vitesse maximum de propagation d'une onde de pression est celle d'une onde sonore dans le liquide considéré, tout comme on établit que la vitesse maximum de propagation de l'onde électrique est celle de la lumière, ou rapport des unités électrostatiques et électromagnétiques.

Nous avons montré qu'une onde électrique complexe se déforme en se propageant et tend à se réduire à une oscillation fondamentale sinusoïdale avec un harmonique d'ordre 3. Or, les travaux d'hydraulique poursuivis à l'Institut électrotechnique de Toulouse par M. C. Camichel, ont montré que les ondes de pression se déforment d'une manière analogue et que cette déformation est d'autant plus rapide que les facteurs d'amortissement sont plus grands, ce qui est le cas des liquides visqueux et des tuyaux de caoutchouc.

A la suite de réflexions aux deux extrémités d'une conduite, une onde mobile de pression donne naissance à une onde stationnaire correspondant à la période propre de la conduite et l'établissement de ce second régime est d'autant plus rapide que la longueur de la conduite est plus faible par rapport à la vitesse de propagation, en d'autres termes, que la durée de parcours de la conduite par l'onde initiale est plus courte. C'est d'ailleurs le cas le plus courant et celui qui a été le plus étudié, car il offre un intérêt pratique que ne présente pas l'étude de l'onde initiale.

Nous allons retrouver ces faits en électricité où l'on a successivement à étudier trois sortes de phénomènes :

1° Premier régime transitoire : ondes mobiles dites à front raide provoquant la formation d'un second régime ;

2° Second régime transitoire : ondes fixes plus ou moins amorties, combinées ou non avec un phénomène exponentiel pouvant exister seul ; ce second régime s'éteint avec le temps ;

3° Régime permanent : a) état d'équilibre analogue à l'état initial si la perturbation a été momentanée ; b) si la perturbation persiste, nouvel état stable déterminé par les nouvelles conditions.

Mais n'anticipons pas.

VII. Réflexion et réfraction d'une onde en un point de transition. — Nous avons supposé jusqu'à présent, pour plus de simplicité, que les circuits sur lesquels se propagent les ondes mobiles électriques sont homogènes. Or il n'en est pas ainsi en réalité et un circuit peut être considéré comme un assemblage souvent fort complexe d'éléments de caractéristiques différentes. On peut donc se demander ce que devient une onde lorsqu'elle passe d'un élément de circuit à un autre élément de caractéristiques différentes. Rappelons donc ce problème classique.

Considérons une onde que nous admettrons momentanément de forme quelconque (fig. 3) se propageant sur un circuit d'impédance $Z_1 = \sqrt{\frac{L_1}{C_1}}$ et arrivant au point de transition P, à partir duquel l'impédance d'onde devient $Z_2 = \sqrt{\frac{L_2}{C_2}}$

Appelons

u_1 et i_1 la tension et le courant de l'onde incidente;
u'_1 et i'_1 la tension et le courant de l'onde réfléchie;
u_2 et i_2 la tension et le courant de l'onde transmise.

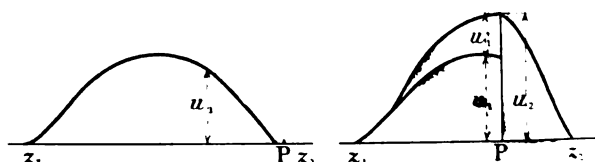


Fig. 3. — Onde réfléchie et réfractée en un point de transition.

Ecrivons que le courant est le même des deux côtés du point P

$$i_1 - i'_1 = i_2$$

ou, en introduisant la relation (15) qui lie la tension au courant

$$\frac{u_1 - u'_1}{Z_1} = \frac{u_2}{Z_2}.$$

Ecrivons de même l'égalité des tensions

$$u_1 + u'_1 = u_2.$$

De ces deux équations nous tirons

$$\left.\begin{aligned} u'_1 &= \frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2} u_1 \qquad & i'_1 &= -\frac{u'_1}{Z_1} \\ u_2 &= \frac{2 Z_2}{Z_1 + Z_2} u_1 \qquad & i_2 &= \frac{u_2}{Z_2}. \end{aligned}\right\} \quad (16)$$

L'expression

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{2 Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

est le « coefficient de surtension transversale par réfraction » de l'onde.

Les formules ainsi établies sont indépendantes de la forme de l'onde, à condition toutefois, comme nous l'avons dit au paragraphe V, que la longueur de l'onde soit très grande par rapport à la distance de la ligne au conducteur de retour, qui est la terre [1]. Elles ne sont donc pas valables pour les ondes théoriques rectangulaires qui sont généralement prises comme exemple

[1] On retrouve en mécanique un principe analogue, celui de la superposition des petits mouvements, qui permet de composer plusieurs mouvements de grandeur et de direction quelconques à la condition que les déplacements soient faibles par rapport à la vitesse de propagation.

pour l'établissement ou l'application de ces formules [1].

L'onde réfléchie u'_1 est positive si l'on a $Z_2 > Z_1$, c'est-à-dire lorsque la propagation se fait vers un circuit d'impédance plus grande, et négative dans le cas contraire. L'onde de courant i'_1 est de signe contraire à u'_1. La tension u_2 de l'onde transmise est plus grande que la tension u_1 si l'on a $Z_2 > Z_1$, et plus petite dans le cas contraire.

Il est à noter que, dans tous les cas, la quantité totale d'énergie mise en jeu est constante et égale à celle contenue dans l'onde incidente. Celle-ci est donnée par la formule

$$\mathcal{E} = \int_{x_1}^{x_2} ui \frac{dx}{v} = \int_{t_1}^{t_2} ui \, dt,$$

$(x_2 - x_1)$ représentant la longueur totale de l'onde. Elle est donc proportionnelle au produit ui et à l'inverse de la vitesse de propagation. La quantité d'énergie contenue dans l'onde incidente est donc égale à la somme des quantités d'énergie des ondes réfléchie et transmise.

Il en est de même de la puissance ui à un instant donné.

Les figures 4 et 5 montrent la succession des phénomènes dans les deux cas avec $Z_2 = 5 Z_1$ et $v_2 = 2v_1$, puis $Z_1 = 5 Z_2$ et $v_1 = 3v_2$. La figure 4 correspond au passage d'une onde d'un câble dans une ligne aérienne et la figure 5, au cas inverse.

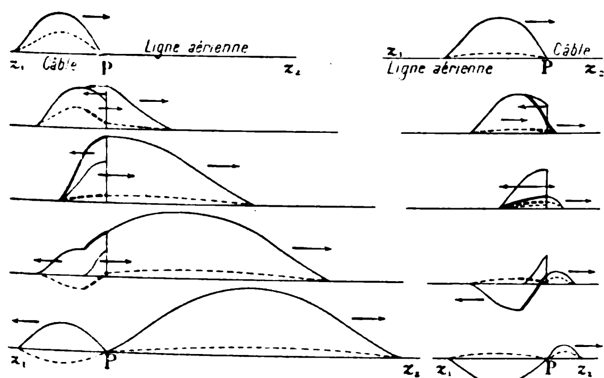


Fig. 4 et 5. — Transformation d'une onde au point de jonction d'un câble et d'une ligne aérienne : le trait fin continu (—) représente la tension des ondes incidente, transmise et réfléchie ; le trait fin ponctué (.....) représente le courant de l'onde incidente ; le large trait continu (—) figure la tension résultante ; le large trait ponctué (.....) figure le courant résultant.

[1] D'ailleurs, comme nous le démontrerons par la suite, l'onde rectangulaire ne peut être produite. On peut s'étonner dans ces conditions qu'on continue à s'en servir pour la seule facilité qu'elle donne de démontrer rigoureusement des résultats faux. On en trouvera des exemples lors de l'étude de l'action d'une bobine de self-inductance ou d'un condensateur.

Le gradient de potentiel dans l'onde incidente est défini par

$$\frac{\partial u_1}{\partial x} = \frac{\partial u_1}{v_1 \partial t}.$$

La longueur occupée par l'onde incidente sur le tronçon d'impédance Z_1 est $x_{21} - x_{11} = l_1$, correspondant à une durée de passage, en un point donné, égale à $\frac{l_1}{v_1}$.

La longueur occupée par l'onde transmise sur le tronçon d'impédance Z_2 est $x_{22} - x_{12} = l_2$, correspondant à une durée de passage en un point donné égale à $\frac{l_2}{v_2}$.

On a

$$\frac{v_1}{l_1} = \frac{v_2}{l_2} \quad \text{ou} \quad l_1 = l_2 \frac{v_1}{v_2} \ (^1).$$

Le gradient de potentiel dans l'onde transmise est défini par $\frac{\partial u_2}{\partial x} = \frac{\partial u_2}{v_2 \partial t}$. Si l'on remplace u_2 par sa valeur $u_2 = u_1 \frac{2 Z_2}{Z_1 + Z_2}$ tirée de (16) et v_2 par $v_2 = v_1 \frac{v_2}{v_1}$, il vient

$$\frac{\partial u_2}{\partial x} = \frac{\partial u_1}{v_1 \partial t} \frac{2 Z_2}{Z_1 + Z_2} \frac{v_1}{v_2}, \qquad (16\ bis)$$

formule valable quelle que soit la forme de l'onde.

Nous appellerons l'expression $\frac{2 Z_2}{Z_1 + Z_2} \frac{v_1}{v_2}$ le « coefficient de surtension longitudinale par réfraction » de l'onde. On voit que le gradient de potentiel dans l'onde transmise est égal au gradient de potentiel dans l'onde incidente multiplié par le rapport de transformation des amplitudes ou coefficient de surtension transversale et le rapport inverse $\frac{v_1}{v_2}$ des vitesses de propagation.

Ce résultat important nous servira dans l'étude de la propagation des ondes dans les transformateurs, du rôle des bobines de self-inductance et, plus généralement, dans tous les cas où interviendront des changements de constantes.

On remarquera que dans les deux cas, la tension et la longueur de l'onde incidente sont les mêmes. Le courant au contraire est trois fois plus faible dans le second cas. La quantité d'énergie est donc quinze fois plus faible, car la vitesse de propagation est trois fois plus grande pour la ligne aérienne que pour le câble. Cette remarque nous servira dans l'étude de la protection contre les ondes de fermeture.

[1] Les représentations données d'habitude avec $l_1 = l_2$, sont donc complètement erronées. Par exemple, le passage d'une onde d'une ligne aérienne à un câble se fait avec diminution de l'amplitude et diminution de la longueur de l'onde dans le rapport $\frac{v_1}{v_2}$ sensiblement égal à $\frac{1}{3}$. Le gradient de potentiel augmente donc. Pour le passage d'une onde d'un câble à une ligne aérienne, les rapports sont inversés.

Lorsqu'on introduit au point de transition P une résistance non inductive R ponctuelle, c'est-à-dire de longueur négligeable, l'égalité des tensions devient $u_1 + u'_1 = u_2 + Ri_2$, d'où l'on tire

$$\left.\begin{aligned} u'_1 &= \frac{Z_2 - Z_1 + R}{Z_1 + Z_2 + R} u_1 \\ u_2 &= \frac{2Z_2}{Z_1 + Z_2 + R} u_1. \end{aligned}\right\} \quad (17)$$

L'onde transmise est réduite dans le rapport

$$\frac{Z_1 + Z_2}{Z_1 + Z_2 + R},$$

qui est le « coefficient de protection effectif » de la résistance. L'amplitude et le gradient de potentiel de l'onde transmise sont, l'un et l'autre, multipliés par ce coefficient. Ce résultat explique l'utilisation de résistances de protection sur les transformateurs d'essai et les transformateurs de potentiel.

Lorsque le changement de constantes, au lieu d'être brusque, s'opère progressivement, comme c'est un peu le cas pour le passage d'une ligne à enroulement de transformateur, il n'y a pas de réflexion et l'onde est transmise intégralement. Il y a transformation totale et la tension u_2 est donnée par la formule

$$u_2 = \sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}} u_1$$

obtenue en égalant les puissances des ondes incidente et transmise. Le terme $\sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}}$ est le « coefficient de surtension transversale par réfraction totale » de l'onde.

Le gradient de potentiel dans l'onde transmise est

$$\frac{\partial u_2}{\partial x} = \frac{\partial u_1}{\partial x} \sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}} \frac{v_1}{v_2}.$$

Le terme

$$\sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}} \frac{v_1}{v_2}$$

est le « coefficient de surtension longitudinale par réfraction totale » de l'onde.

VIII. Réflexion des ondes mobiles à l'extrémité d'une ligne. — Il est facile de tirer des formules (16) les formules relatives à la réflexion des ondes à l'extrémité d'une ligne ouverte et d'une ligne en court-circuit, c'est-à-dire à la terre, car ces deux cas spéciaux ne sont que les extrêmes de celui que nous venons d'étudier.

a) Cas d'une ligne ouverte. — On a $Z_2 = \infty$ d'où

$$\left.\begin{aligned} u'_1 &= u_1 & i'_1 &= -i_1 \\ u_2 &= 2u_1 & i_2 &= 0 \end{aligned}\right\} \quad (18)$$

La tension est doublée à l'extrémité de la ligne pendant que le courant s'annule. L'onde réfléchie est identique à l'onde incidente, mais le sens de propagation et le courant sont inversés.

L'annulation du courant résulte de la libération des charges transportées par le courant et constituant le champ électromagnétique du circuit sur les portions de ce dernier où la tension va se doublant.

b) Cas d'une ligne mise à la terre. — On a $Z_2 = 0$, d'où

$$\left.\begin{aligned} u'_1 &= -u_1 & i'_1 &= i_1 \\ u_2 &= 0 & i_2 &= 2i_1 \end{aligned}\right\} \quad (18\ bis)$$

La tension s'annule à l'extrémité de la ligne pendant que le courant est doublé. Le courant de l'onde réfléchie est égal à celui de l'onde incidente, mais la tension et le sens de propagation sont inversés. Ce doublement du courant résulte de la libération des charges constituant le champ électrostatique du circuit sur les portions où la tension va en s'annulant.

Ces deux cas qui se rencontrent fréquemment en pratique, montrent que la plus grande élévation de tension pouvant se produire en un point de transition est le doublement de la tension [1].

Il arrive fréquemment qu'à l'extrémité d'un circuit de faible impédance — un câble souterrain par exemple — se trouvent des conducteurs de plus forte impédance, tels que les conducteurs servant de connexions dans les boîtes d'extrémité et les barres reliant ces boîtes aux sectionneurs ou à l'interrupteur ouvert le plus proche (fig. 6). Dans le cas où une onde de fermeture, par exemple, arrive sur cet ensemble, elle subit une élévation de tension de 1,5 à 1,8 fois, environ, la valeur initiale puis elle se réfléchit et la tension est doublée, si bien que la tension résultante peut atteindre 3,5 fois la tension de l'onde initiale, c'est-à-dire 3,5 fois la tension de service du réseau multipliée par $\sqrt{2}$.

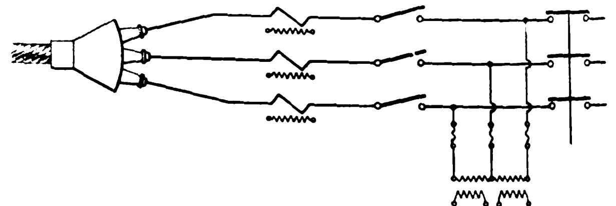


Fig. 6. — Schéma de l'arrivée d'un câble dans un poste de transformation ou de coupure.

Il se produit ainsi des amorçages à la terre sur les barres, des perforations d'isolateurs sur les boîtes d'extrémité (et quelquefois, consécutivement, des perforations de câbles), des perforations à la masse sur les transformateurs de courant que l'on branche sur l'arrivée dans un poste de distribution, des perforations à la masse des transformateurs de tension, et enfin des

[1] Cela n'est vrai que pour un changement brusque de constantes.

perforations entre spires dont nous parlerons par la suite.

Nous avons observé un grand nombre d'accidents de cette sorte qui eussent pu être facilement évités par une protection appropriée dont nous expliquerons plus loin toute la simplicité au paragraphe I, 2 de la cinquième partie de cette étude, concernant la protection des installations contre les ondes mobiles.

IX. **Ondes fixes ou stationnaires**. — Dans le cas le plus général (formule 9) que nous avons examiné, une onde se propageant sur une ligne possède deux décréments d'amplitude, l'un relatif à l'atténuation en distance, l'autre relatif à l'atténuation en temps. Si la constante de propagation h est nulle, l'onde devient fixe ou stationnaire.

Trois cas peuvent se présenter :

1° Décharge apériodique ou exponentielle ;

2° Cas critique ;

3° Décharge oscillatoire amortie.

Ce dernier cas est le plus important. Les équations prennent alors la forme

$$i = e^{-\omega t} \left\{ [B_1 \cos(qt - kx) + B'_1 \sin(qt - kx)] - [B_2 \cos(qt + kx) + B'_2 \sin(qt + kx)] \right\}$$

$$u = \sqrt{\frac{L}{C}} e^{-\omega t} \left\{ [B_1 \cos(qt - kx) + B'_1 \sin(qt - kx)] - [B_2 \cos(qt + kx) + B'_2 \sin(qt - kx)] \right\}$$

Ces équations sont aussi celles des ondes fixes sur les longues lignes de transmission. Elles montrent qu'une onde stationnaire peut être considérée comme la combinaison de deux ondes se propageant en sens inverse.

On en trouvera le développement dans l'ouvrage de Steinmetz déjà cité. Nous nous bornerons, pour notre part, à rappeler quelques résultats particulièrement intéressants.

La plus grande onde stationnaire qui puisse prendre naissance dans un circuit, a une longueur d'onde égale à 4 fois la longueur de ce circuit : on dit alors que l'oscillation vibre en « quart d'onde ».

Comme les ondes mobiles, les ondes stationnaires sont la résultante de la superposition de deux systèmes d'ondes mobiles se propageant dans des directions opposées [1], à ce détail près que les ondes mobiles ont un amortissement propre en plus de l'amortissement dans le temps, tandis que les ondes stationnaires n'ont pas d'amortissement propre (onde fondamentale entretenue) et s'amortissent seulement dans le temps. En réalité, il n'y a pas de différence essentielle.

Les figures 7 et 8, se rapportant l'une à la formation d'une onde stationnaire par réflexion d'une onde sinusoïdale non amortie, l'autre à la réflexion d'une onde sinusoïdale amortie en temps et en distance [1] à l'extrémité d'une ligne ouverte, illustrent ce résultat d'une manière fort explicite et montrent pourquoi la concordance de phase entre la tension et le courant dans l'onde incidente, ne se conserve pas dans l'onde résultant de sa composition avec l'onde réfléchie.

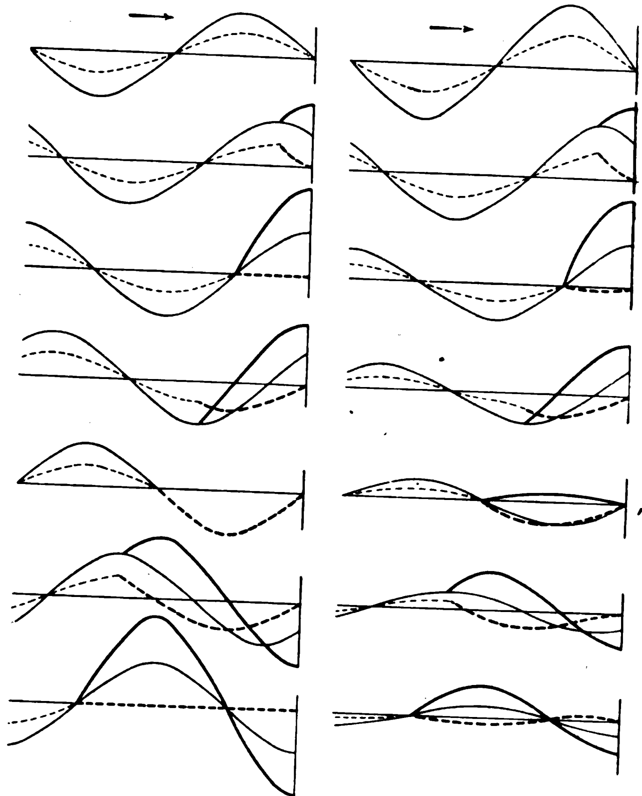


Fig. 7. — Formation d'une onde stationnaire par réflexion d'une onde mobile sinusoïdale non amortie à l'extrémité d'une ligne ouverte.

Fig. 8. — Réflexion d'une onde mobile sinusoïdale amortie dans le temps et dans l'espace à l'extrémité d'une ligne ouverte. Le trait fin continu (—) représente la tension de l'onde incidente; le trait fin ponctué (.....) représente le courant de l'onde incidente; le large trait continu (—) figure la tension résultante; le large trait ponctué (.....) figure le courant résultant.

Bien que l'onde incidente ait son amplitude initiale plus grande dans le cas de la figure 8 que dans le cas de la figure 7, l'onde résultante a cependant une amplitude bien plus faible.

[1] Cette observation est tout à fait générale et on la retrouve dans d'autres domaines de l'électrotechnique. En principe, toute quantité alternative de direction fixe est la résultante de deux quantités de grandeur fixe tournant en sens inverse. Et ce sont les quantités mobiles qui sont la réalité physique; exemple, les deux champs tournants du moteur monophasé, les champs tournants pour les moteurs polyphasés.

[1] Dans le cas de l'onde sinusoïdale amortie, l'onde résultante est la composition d'une onde stationnaire et d'une onde mobile résiduelle en phase avec l'onde réfléchie. C'est ce qui explique le déplacement des ventres et des nœuds de l'onde résultante. L'onde mobile résiduelle est d'autant plus faible que l'amortissement est moindre.

Or, ainsi que nous le verrons plus loin, les ondes mobiles provenant d'une décharge orageuse, comme de la plupart des perturbations pouvant se produire sur un réseau, ont une fréquence élevée et, partant, un amortissement considérable (les pertes dans un circuit augmentant avec la fréquence). Il s'ensuit que seule, la première partie de l'onde incidente pour laquelle le gradient du potentiel varie rapidement est vraiment dangereuse et que les phénomènes de réflexion peuvent être négligés, sauf dans quelques cas spéciaux que nous étudierons spécialement. Seul, le front de l'onde étant dangereux, l'appellation d'ondes à front raide se justifie dans une large mesure.

Dans le cas des figures 7 et 8, nous avons supposé que la réflexion se fait à l'extrémité d'un circuit ouvert. L'onde stationnaire présente alors un ventre de tension et un nœud de courant à cette extrémité. Si la réflexion se fait à l'extrémité d'un circuit à la terre, l'onde stationnaire présente au contraire un nœud de tension et un ventre de courant à l'extrémité.

On remarquera que, dans le cas de l'onde sinusoïdale amortie (fig. 8), le courant n'est pas déphasé exactement de $\frac{\pi}{2}$ sur la tension, mais qu'il y a toujours une composante active due aux pertes. En effet, le courant n'est pas nul lorsque la tension est maximum, ni maximum lorsque la tension est nulle, comme dans le cas où l'on suppose les pertes nulles (fig. 7).

Pour déterminer l'importance que nous devons attribuer aux ondes stationnaires, nous devons considérer deux cas :

a) La longueur des ondes mobiles incidentes est faible par rapport à la longueur du circuit considéré, et d'autant plus faible que l'oscillation initiale est moins amortie;

b) La longueur des ondes incidentes est du même ordre de grandeur que la longueur du circuit et au plus égale à quatre fois la longueur de ce circuit.

Dans le premier cas, il n'y aura généralement pas production d'ondes stationnaires et nous pourrons borner l'étude des phénomènes à celle de l'onde incidente.

Dans le second cas, il y aura généralement production d'ondes stationnaires et nous devrons considérer les phénomènes dans leur ensemble.

X. **Oscillations libres. Résonance**. — Lorsqu'on abandonne à lui-même un circuit dont on a modifié brusquement l'équilibre électrostatique ou électromagnétique, il se produit un phénomène transitoire qui peut être exponentiel, apériodique critique ou — c'est le cas le plus général — oscillatoire amorti. C'est ce dernier phénomène qui constitue les oscillations libres du circuit considéré.

L'oscillation libre est forcément une onde stationnaire, et la plus longue susceptible d'exister dans les conditions déterminantes du phénomène. C'est ainsi que l'oscillation libre sera « quart d'onde », si l'une des extrémités du circuit est ouverte et l'autre à la terre ; « demi-onde », si les deux extrémités sont ouvertes ou à la terre; et « pleine onde », si le circuit est fermé sur lui-même.

On retrouve en acoustique et en hydraulique des analogies frappantes.

Les ondes fixes ne sont pas forcément des oscillations libres et leur fréquence est un multiple de celle de l'oscillation libre.

Ces considérations présentent un intérêt immédiat. Si nous envoyons dans un circuit des oscillations entretenues de même fréquence que les oscillations libres de ce circuit, il y aura résonance et l'amplitude ne sera limitée que par les pertes. On pourra également mettre en résonance un harmonique quelconque, mais l'amortissement sera d'autant plus intense que l'ordre de l'harmonique sera plus élevé.

On appelle « coefficient de surtension par résonance » le rapport $\frac{U_2}{U_1}$ des amplitudes de l'oscillation résultante U_2 et de l'oscillation initiale U_1 [1].

De la même manière en hydraulique, sur une conduite fermée à une extrémité par un robinet tournant et communiquant avec un réservoir par l'autre extrémité on pourra mettre en évidence soit l'onde fondamentale correspondant à la vibration de la conduite en quart d'onde, soit un harmonique d'ordre 3, 5, ou 7. Les harmoniques pairs ne sauraient exister dans ces conditions.

Ces considérations nous serviront dans l'étude des ondes fixes dans les transformateurs. Mais nous pouvons remarquer dès maintenant, que la production de phénomènes de résonance a peu de chance de se réaliser en pratique, sauf dans quelques cas assez rares et encore les surtensions de résonance sont-elles fortement atténuées, en raison même des conditions de leur production.

Il faudrait, en effet, pour que l'amplitude maximum de résonance fût atteinte, que l'on pût fournir de manière continue de l'énergie au circuit oscillant et cette condition n'est généralement pas réalisée. Par exemple, pour un arc à la terre, les impulsions sont généralement assez espacées les unes des autres. De plus, les circuits susceptibles d'entrer en résonance sont toujours des circuits complexes admettant simultanément plusieurs fréquences propres et l'amortissement, dans de pareils cas, est considérable. On aura, par exemple, une ligne principale avec des lignes dérivées de différentes longueurs ou une ligne et le transformateur branché à son extrémité. Comme les lignes restent rarement ouvertes, la charge du réseau amortit les oscillations.

(*A suivre*).

Ch. Ledoux,
Ingénieur I. E. T.

[1] On peut rapprocher utilement cette notion des conditions de résonance d'un circuit comprenant de la self-inductance L, de la capacité C et de la résistance R concentrées, le coefficient de surtension par résonance étant alors

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{C\omega R} = \frac{L\omega}{R}.$$

Revues, analyses et informations

Les électrons tournants en spectroscopie

Cette question a été traitée par M. F. Croze, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, à la séance du 10 juin 1927 de la Section de Strasbourg de la Société française de Physique. Voici le résumé de cette communication (1).

M. F. Croze indique les difficultés auxquelles s'est heurtée la théorie quantique des spectres dès qu'elle s'est attaquée aux problèmes de la structure fine des raies spectrales et de la décomposition de ces raies en composantes séparées par l'effet du champ magnétique. Il indique comment la conception des électrons tournants introduite par Uhlenbeck et Goudsmit a permis de résoudre ces difficultés, celles en particulier qui apparaissent dans le cas du spectre de l'hydrogène.

Pour expliquer que les raies de l'hydrogène sont des doublets, Sommerfeld fait remarquer que la masse de l'électron gravitant autour du noyau de l'atome de l'hydrogène devant varier avec sa vitesse, la trajectoire de cet électron devait être une ellipse dont le grand axe tourne avec une vitesse uniforme, tout en restant dans un même plan. D'après cela, chacun des niveaux d'énergie $\frac{Rh}{n^2}$ que la théorie primitive de Bohr attribuait à l'atome d'hydrogène devait se décomposer en un nombre k de niveaux différents, égal précisément au nombre n caractéristique du niveau $\frac{Rh}{n^2}$ considéré. Etant donné d'ailleurs que le mouvement de l'électron était supposé se faire dans un plan et que la vitesse de la rotation du grand axe de l'ellipse décrite était uniforme, les seuls passages de l'électron d'un état stationnaire n_k à un état n'_k, qui pouvaient être accompagnés de l'émission d'une radiation, devaient être tels que $\Delta k = k - k' = \pm 1$. Or, en supposant que la loi de la variation de la masse de l'électron avec sa vitesse était exprimée par la formule de Lorentz-Einstein, Sommerfeld avait obtenu une formule qui aurait représenté *exactement* l'intervalle observé entre les composantes des doublets de l'hydrogène, si en outre des passages $\Delta k = \pm 1$, avaient été possibles aussi les passages $\Delta k = 0$. Mais comme ces derniers passages n'étaient compatibles avec le principe de correspondance que si l'ellipse décrite par l'électron tournait, non dans son plan, mais sur une nappe conique; comme d'autre part, un tel mouvement de précession n'était pas compatible avec la symétrie sphérique du champ électrostatique engendré par le noyau de l'atome et agissant sur l'électron gravitant autour de lui, il semblait qu'on se trouvât dans une impasse. Les expériences sur l'effet Zeeman avaient donné d'ailleurs des résultats en contradiction avec la théorie de Sommerfeld.

En posant que l'électron ne doit pas être considéré comme un *point*, mais comme un *corpuscule* capable de tourner sur lui-même en même temps qu'il gravite autour du noyau central, Uhlenbeck et Goudsmit ont permis de résoudre la difficulté. Du fait de sa rotation, l'électron devient en effet équivalent à un aimant ayant pour axe magnétique l'axe même de la rotation, de sorte que le champ agissant n'a plus une symétrie sphérique, mais seulement une symétrie axiale de révolution. La possibilité d'un déplacement précessionnel du plan de l'orbite décrite par l'électron, résulte alors tout naturellement des perturbations séculaires de l'axe du moment magnétique de l'électron par le champ magnétique engendré par la translation de cet électron sur son orbite. On comprend ainsi que chaque état stationnaire n se décompose en plusieurs états n_y et que la possibilité du passage d'un état n_y à un état n'_y soit donnée par la règle

$$\Delta y = \begin{cases} +1 \\ 0 \\ -1 \end{cases}$$

A la vérité, en attribuant au moment magnétique de l'électron tournant la valeur d'un magnéton de Bohr, nécessaire pour expliquer les particularités de l'effet Zeeman, on a obtenu d'abord un mouvement précessionnel deux fois plus grand que celui qui correspondait aux intervalles observés entre les composantes des doublets. C'est qu'on avait calculé les perturbations en utilisant un système d'axes de référence dans lequel le centre de l'électron était considéré comme immobile. Thomas a montré (*Nature*, 1926, t. CXVIII, p. 514.) que si l'on utilise la *transformation de Lorentz* pour passer de ce système d'axes à celui dans lequel l'électron gravite comme il le fait autour du noyau, on obtient le résultat exigé par les observations. Le fait que le moment magnétique attribué à l'électron tournant soit le double de celui d'une charge électrique ponctuelle ayant le même moment d'impulsion mécanique, a d'ailleurs été expliqué par Guth (*Nature*, 1927, t. CXIX, p. 744) à partir de l'équation de Schrödinger généralisée suivant les principes de la mécanique relativiste.

Ce résultat ne saurait manquer de frapper tous ceux qui se sont demandé si la théorie de la relativité était confirmée par l'expérience.

(1) *Bulletin de la Société française de Physique*, 1er juillet 1927, n° 250, p. 109 S-110 S.

Méthode de mesure du libre parcours moyen des électrons dans la vapeur de mercure ionisée (1).

1. Principe de la méthode. — Stead et Stoner ont montré que dans les gaz à très basse pression, on peut produire des décharges lumineuses de très grande longueur dans un tube dont les électrodes sont situées à une extrémité. L'anode est dans ce cas une grille qui est placée immédiatement devant la cathode incandescente, de sorte que les électrons s'accélèrent au passage de la grille et ionisent le gaz avec émission de lumière suivant leur parcours le long du tube. Stead a notamment employé un tube qui s'étend sur 35 cm au delà de la grille, et dans des conditions appropriées, la lueur peut aisément atteindre le fond du tube.

Si l'on applique à la grille un bas potentiel croissant, de l'ordre de 25 V ou moins, la lueur ne s'étend pas jusqu'au bout, mais atteint une limite dont la distance est déterminée principalement par le potentiel de la grille. Cette limite est de forme hémisphérique et, dans la vapeur de mercure non altérée par d'autres gaz, elle est très nettement définie.

(1) K.-B. Blodgett. *Philosophical Magazine*, juillet 1927, t. IV (7e série), p. 165-193, 11 000 mots, 6 figures, 2 tableaux.

Stead et Stoner ont cherché à expliquer cette délimitation nette, et ils ont émis dans ce but une théorie basée sur des considérations spéculatives. Plus récemment, la méthode créée par Langmuir pour l'étude de la décharge dans les gaz lui a permis de reviser cette théorie, à la lumière des données expérimentales. La méthode de Langmuir consiste à mesurer le courant pris à différents potentiels par une électrode auxiliaire, le collecteur, et à interpréter les résultats à l'aide d'une théorie qu'il a édifiée. Le présent travail est consacré à une application de la méthode des collecteurs aux longues lueurs, qui montre que ces dernières fournissent un moyen de mesurer le libre parcours moyen des électrons dans un gaz ionisé.

2. Description de l'appareil. — L'appareil employé comporte une grille de fil de molybdène de 0,2 mm de diamètre, placée à l'extrémité supérieure du tube, avec la cathode incandescente placée immédiatement au-dessus d'elle. La grille remplit la presque totalité de la section droite du tube. Ce dernier a 3,4 cm de diamètre et 78 cm de longueur. Le collecteur est porté par un flotteur de verre qui repose sur le mercure, et peut être élevé ou abaissé de 60 cm par le jeu d'un réservoir à mercure en communication avec le mercure du tube; il est formé d'une longue tige de nickel isolée par une gaine de verre, et orientée verticalement, suivant l'axe du tube. La pression de vapeur du mercure est réglée en fixant la température du tube par un bain d'eau qui l'entoure complètement.

3. Exposé et interprétation des phénomènes observés. — Cette méthode d'exploration a permis de constater que, sur toute sa longueur, l'intérieur de la lueur est approximativement au potentiel de la grille, et qu'une section de la lueur ne diffère de la suivante que par les densités d'électrons et par les intensités des courants d'ions positifs.

L'explication de la grande longueur de la lueur et de sa délimitation précise, est fournie par la théorie relative à la gaine d'ions positifs qui recouvre une surface chargée négativement sur le parcours de la décharge. On sait que la paroi d'un tube de verre qui renferme une lueur uniforme, est portée à un potentiel négatif presque aussi élevé que celui correspondant à l'énergie des électrons qui viennent la frapper normalement aux plus grandes vitesses (Langmuir).

Considérons ce qui arrive avec une lueur au potentiel de l'anode et une paroi à un potentiel seulement un peu plus élevé que celui de la cathode, de sorte que la paroi est négative par rapport à la lueur, et, par suite, repousse les électrons voisins, mais recueille des ions positifs. Sur toute la longueur de la lueur, la paroi se recouvre ainsi d'une gaine d'ions positifs, et la totalité de la chute de potentiel entre le gaz ionisé et la paroi se produit dans cette gaine. L'épaisseur de celle-ci est de l'ordre de 2 à 3 mm dans les conditions actuelles, de sorte que presque tout l'intérieur du tube est une région de champ électrostatique nul. C'est cette région que l'observateur voit remplie d'une lueur, séparée de la paroi par un espace obscur, qui n'est autre que la gaine.

Un électron lancé à travers la grille et entrant dans le cœur de la lueur suivant une trajectoire parallèle à l'axe du tube parcourra toute la longueur de la lueur sans changement de vitesse, à moins qu'il ne soit dévié par un choc avec une molécule gazeuse ou par un champ magnétique.

D'autre part, un électron dont la trajectoire fait un certain angle avec l'axe du tube sera repoussé par la paroi aussitôt qu'il pénétrera dans la gaine d'ions positifs, et sera réfléchi dans la lueur jusqu'à ce qu'il possède une vitesse radiale suffisante pour lui permettre de pénétrer à l'encontre du champ retardateur et d'atteindre la paroi. Ainsi, tant qu'un électron reste dans la lueur, la présence de la gaine d'ions positifs le protège contre le champ de la paroi et met à sa disposition une région de champ nul le long de laquelle il peut se déplacer, et lorsqu'il essaye de quitter la lueur, le champ de la paroi tend à l'y ramener. Comme les deux facteurs agissent pour maintenir les électrons le long du tube, les vitesses longitudinales que possèdent les électrons en quittant la cathode les porteront à de grandes distances de celle-ci.

Pourtant, cet état de choses ne saurait subsister au delà d'une certaine distance. Car, bien que la lueur paraisse à l'œil d'intensité constante sur toute sa longueur, on constate cependant qu'il se produit une chute marquée de la densité du courant d'ions positifs lorsque la distance à la grille croît. A mesure que la concentration en ions positifs s'abaisse, le champ de la paroi s'étend de plus en plus loin vers l'intérieur du tube, de sorte que le cœur dans lequel le champ est neutralisé, se confine en une région de plus en plus étroite. En d'autres termes, la gaine obscure s'épaissit, et la lueur paraît à l'observateur s'être retirée de la paroi. A la limite, à une distance telle que la concentration en ions positifs diminue au point de ne plus pouvoir protéger les électrons contre le champ de la paroi, ce champ entraîne la fin de la lueur; car, au delà de cette distance, la paroi agit comme un cylindre de Faraday chargé négativement, qui empêcherait le faisceau d'électrons de poursuivre son trajet dans le tube, tendant, au contraire, à lui faire rebrousser chemin.

4. Conclusion. — Ces expériences présentent un certain intérêt en tant que procédé de détermination du libre parcours moyen des électrons contenus dans la lueur. On sait qu'une méthode usuelle pour mesurer le libre parcours moyen de particules dans un gaz, consiste à projeter les particules avec une même vitesse dans le gaz, et à déterminer le nombre d'entre elles qui parviennent par unité de temps à une distance donnée.

Si N_0 est le nombre initial projeté et N le nombre qui parvient à une distance d, le libre parcours moyen λ est donné par l'équation

$$N = N_0 e^{-\frac{d}{\lambda}}.$$

La théorie précédemment esquissée suggère que quelques-uns des électrons parcourent de grandes distances le long du tube sans subir de chocs, ce qui a conduit l'auteur à penser qu'il doit être possible d'obtenir une valeur du libre parcours moyen des électrons contenus dans la vapeur de mercure ionisée. L'expérience a pu être réalisée, et a fourni un libre parcours moyen de l'ordre de 30 cm, à la température de 12°C. D'une façon générale, le libre parcours moyen varie en raison inverse de la pression de la vapeur. Il est égal à 18,5 cm pour une pression correspondant à celle d'une colonne de mercure de 0,001 mm. — L. B.

SECTION INDUSTRIELLE

Sur l'étude des moteurs asynchrones polyphasés à plusieurs vitesses *(Suite)* (*)

DEUXIÈME PARTIE : **Bobinages applicables aux combinaisons de polarités les plus courantes** (*Suite et fin*)

V. **Moteurs à deux polarités dans le rapport de 5 à 2 (Moteurs 4 pôles/10 pôles).** — Nous traiterons très rapidement ce cas qui est d'une application peu fréquente.

A. **Bobinage triphasé-triphasé.** — Le moteur 4 pôles/10 pôles peut être réalisé dans d'assez bonnes conditions en triphasé-triphasé.

Le diagramme de répartition des bobines entre les différents groupes est donné par la figure 35. Le nombre des groupes est de neuf. Leur nombre de spires est variable. Le couplage se fait en étoile à 10 pôles, en triangle à 4 pôles (fig. 36). On adopte un pas triple du pas diamétral à 10 pôles, ce qui correspond à un pas allongé de 1/5 à 4 pôles. Le nombre des bornes est égal à 15.

On vérifie aisément que l'on a

$$\frac{B_4}{1} = \frac{B_{10}}{1,37}.$$

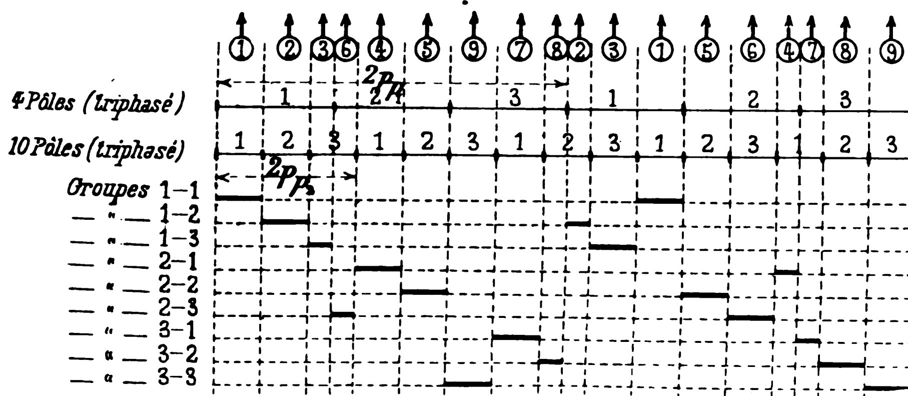


Fig. 35. — Diagramme de répartition entre les différents groupes des bobines d'un bobinage à deux polarités dans le rapport 2/5 triphasé-triphasé.

B. **Bobinage diphasé-diphasé.** — Couplage Siemens (voir 1re partie).

C. **Bobinages de rotors.** — 1. Rotor permettant le démarrage sur résistances aux deux polarités. — Il peut être exécuté soit en diphasé avec 8 bagues, soit en triphasé avec 9 bagues. En ce dernier cas on adopte le couplage de la figure 36 avec connexions 10 pôles ; les bagues sont connectées aux points A à I du schéma. On vérifie qu'à 4 pôles, les points A, B, C sont équipotentiels et constituent un deuxième point neutre ; on les réunit alors en court-circuit ; deux rhéostats triphasés doivent être branchés, l'un entre D, E, F, l'autre entre G, H, I.

2. Rotor ne permettant le démarrage sur résistances qu'à une seule polarité. — Pour réaliser le rotor à 4 pôles en court-circuit pour 10 pôles, ou inversement, il suffit de mettre en parallèle les bobines diamétralement opposées.

D. **Utilisation du rotor comme primaire.** — 1. Moteurs a secondaire en court-circuit. — Voir paragraphe précédent.

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 5 et 12 novembre 1927, t. XXII, p. 725-745 et 775-796.

2. Moteurs démarrant sur résistances aux deux polarités. — Le bobinage à 9 bagues permet le fonctionnement en primaire à 10 pôles et en secondaire à 4 pôles.

Si l'on monte les 9 bobines suivant le schéma de la figure 36 pour 4 pôles, on peut faire fonctionner en primaire à 4 pôles et en secondaire à 10 pôles ; il faut alors 9 résistances de démarrage monophasées, une par bobine.

VI. **Moteurs à trois polarités dans les rapports de 4 à 3 et à 2** (**Moteurs à 4-6-8 pôles**). — De nombreux schémas ont été proposés par divers auteurs pour réaliser des moteurs à 4, 6 et 8 pôles ; la plupart de ces schémas sont assez compliqués et conduisent à un grand nombre de bornes. Nous mentionnerons notamment les schémas indiqués par Ernstein dans ses brevets (1), un montage indiqué par Pestarini (2), et un couplage des ateliers d'Oerlikon qui donne une répartition assez régulière des forces magnétomotrices à 6 pôles (3).

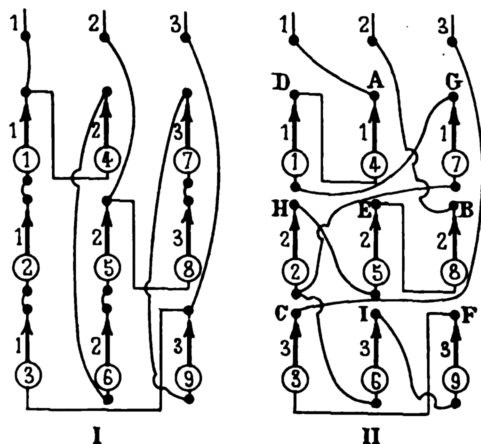


Fig. 36. — Schéma des connexions d'un moteur à deux polarités dans le rapport 2/5, triphasé triphasé : I, 4 pôles ; II, 10 pôles.

Nous ne développerons ici que des procédés conduisant à un nombre de bornes assez réduit.

A. Bobinage hexaphasé à 4 pôles/diphasé à 6 pôles/triphasé à 8 pôles. — Considérons un bobinage à deux faisceaux par entaille, 4 pôles hexaphasé/8 pôles triphasé (fig. 3), et d'autre part un bobinage à deux sections par entaille 4 pôles hexaphasé/6 pôles diphasé (fig. 13 et 14) ; ces deux bobinages seront identiques pour 4 pôles ; le pas étant arbitraire pour le second bobinage, pourra être pris égal à celui du premier, et l'on aura ainsi un même bobinage susceptible d'être couplé : 4 pôles hexaphasé/6 pôles diphasé/8 pôles triphasé, avec pas diamétral à 8 pôles.

(1) *Brevets français* n° 545 621 du 5 janvier 1922 et n° 569 130 du 28 juillet 1923.

(2) Pestarini. *L'Elettrotecnica*, 25 janvier 1922, t. ix, p. 51.

(3) *L'Industrie électrique*, 25 février 1910, t. xix, p. 87.

De même si l'on considère un bobinage 4 pôles hexaphasé/6 pôles diphasé, en deux couches suivant le diagramme de la figure 13 a et le schéma de la figure 14 reproduite sur la figure 37 a, et un bobinage 6 pôles

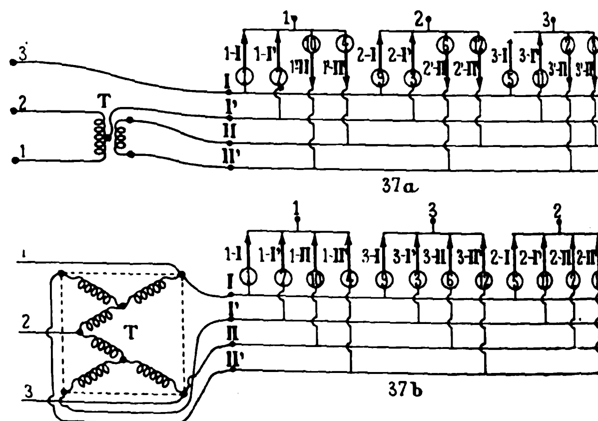


Fig. 37. — a, Schéma des connexions d'un bobinage à deux polarités dans le rapport 3/2 diphasé-hexaphasé : T, transformateur Scott (cette figure est la reproduction de la figure 14) ; b, Schéma des connexions d'un bobinage à deux polarités dans le rapport 4/3 triphasé-diphasé : T, autotransformateur de triphasé en diphasé (cette figure est la reproduction de la figure 24).

diphasé /8 pôles triphasé, en deux couches, suivant le diagramme de la figure 26 et le schéma de la figure 24 reproduite par la figure 37 b, on retombe sur le même bobinage.

Le diagramme de répartition des bobines entre les différentes phases est donné par la figure 38.

Le couplage se fera très simplement : il suffit pour l'établir de comparer les figures 37 a et b. On voit que

Numéros des bobines.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4 Pôles (hexaphasé).	1	3'	2	1'	3	2'	1	3'	2	1'	3	2'
6 Pôles (diphasé).	I	II'	I'	II'	I	II	I'	II'	I	II	I'	II'
8 Pôles (triphasé)	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Fig. 38. — Diagramme de répartition des phases aux trois polarités d'un bobinage à 4 pôles hexaphasé 6 pôles diphasé 8 pôles triphasé.

toutes les bobines connectées aux bornes I et I' sont couplées de la même manière dans les deux schémas ; au contraire, les bobines connectées aux bornes II et II' sont inversées quand on passe de l'un des schémas à l'autre. Prenons alors les schémas des figures 37 a et b et déconnectons toutes les bobines des bornes II et II'. Nous avons un moyen simple d'inverser ces bobines par rapport aux bobines I et I' en passant de 4 à 8 pôles, c'est d'alimenter les bobines II et II' en série avec les bobines I et I' à 8 pôles, et de les mettre au contraire en parallèle à 4 pôles ; c'est le procédé classique de couplage en série à une polarité et en parallèle à l'autre des groupes de deux bobines avec trois bornes que nous

avons, en particulier, appliqué aux moteurs à deux polarités dans le rapport 2, ce qui est ici le cas pour 4 et 8 pôles. On tombe alors sur le schéma de la figure 39. A 4 pôles, les quatre bobines d'une même phase sont en parallèle en étoile; à 8 pôles, elles sont en série parallèle et en étoile. Nous trouverons comme rapport des inductions à ces deux polarités, celui que nous avons trouvé pour le couplage 4 pôles hexaphasé/8 pôles tri-

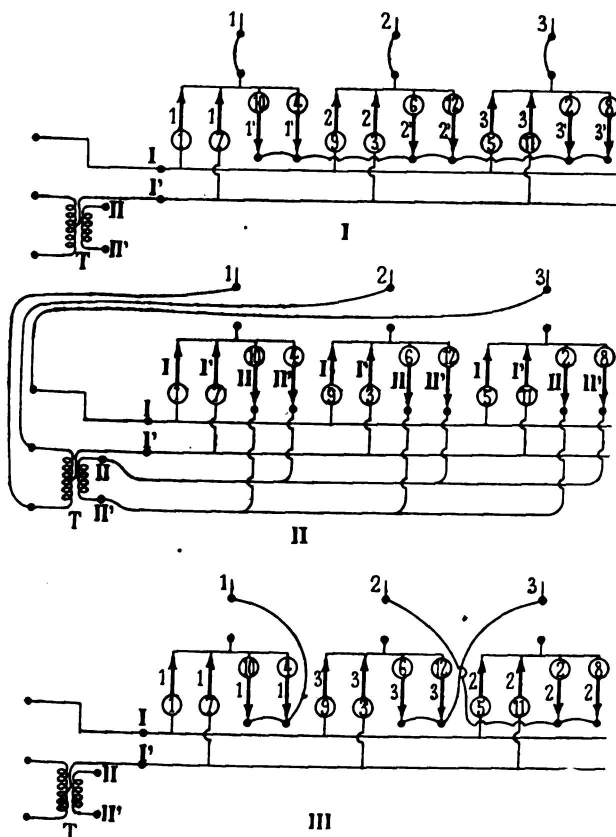


Fig. 39. — Schéma des connexions d'un bobinage à trois polarités : I, 4 pôles (hexaphasé); II, 6 pôles (diphasé); III, 8 pôles (triphasé).

phasé en montage étoile-étoile que nous savons acceptable.

Le schéma ne comporte que 11 bornes. Les bornes I et I' du moteur peuvent être réunies en permanence à l'autotransformateur. On aura ainsi pour un moteur et son autotransformateur 14 bornes à coupler par l'appareil de manœuvre.

1. Coefficients de bobinage. — Le pas est diamétral à 8 pôles, raccourci de 1/4 à 6 pôles, de 1/2 à 4 pôles. Les coefficients de bobinage du champ fondamental ont les valeurs suivantes :

$$q_4 = 0,676, \quad q_6 = 0,838, \quad q_8 = 0,826.$$

2. Rapports des inductions aux trois polarités. — n désignant comme précédemment le nombre des spires de l'un des groupes, on a

A 4 pôles

$$U_4 = \frac{1}{\sqrt{2}}\,\omega n \sqrt{3} \times 0,676\ \Phi_4 \times 10^{-8};$$

A 6 pôles

$$U_6 = \frac{1}{\sqrt{2}}\,\omega 2n \times 0,838\ \Phi_6 \times 10^{-8};$$

A 8 pôles

$$U_8 = \frac{1}{\sqrt{2}}\,\omega 2n \sqrt{3} \times 0,826\ \Phi_8 \times 10^{-8};$$

$U_4 = U_8$. Si l'on adopte

$$\frac{U_6 \text{ (diphasé)}}{U_8 \text{ (triphasé)}} = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,865,$$

il vient

$$\frac{\Phi_4}{\Phi_6} = 2,45, \quad \frac{\Phi_6}{\Phi_8} = 1,48,$$

$$\frac{B_4}{1,225} = \frac{B_6}{1,11} = \frac{B_8}{1}.$$

Ces rapports conviennent pour la commande d'appareils dont le couple résistant croît avec la vitesse.

3. Modifications du bobinage précédent. — Pour les applications où le couple résultant est important aux faibles vitesses, il convient de modifier les inductions.

On peut d'abord les améliorer en modifiant le pas; cela a, il est vrai, l'inconvénient d'introduire des harmoniques pairs et d'augmenter par conséquent la dispersion à 8 pôles, mais, surtout pour les moteurs à cage d'écureuil, cet inconvénient reste tolérable tant que l'allongement est modéré. Ainsi, en allongeant le pas de 1/6 à 8 pôles, on trouve

$$\frac{B_4}{1,06} = \frac{B_6}{1,015} = \frac{B_8}{1}$$

ce qui est tout à fait satisfaisant.

Si l'on préfère conserver le pas diamétral à 8 pôles, on peut, à 4 pôles, coupler les bobines en série parallèle et en triangle, au lieu de les coupler en parallèle et en étoile; l'induction à 4 pôles est réduite dans le rapport $\frac{\sqrt{3}}{2}$, et l'on a

$$\frac{B_4}{1,06} = \frac{B_6}{1,11} = \frac{B_8}{1}.$$

Le nombre des bornes à coupler est augmenté de 7 et porté à 18, non compris les bornes du transformateur qui ne peut plus, dans ce cas, être relié en permanence au moteur.

On peut aussi ne pas toucher au couplage à grande vitesse et coupler le moteur en triangle à la petite

ajoutant dans les zones δ et ζ un bobinage DD'', FF'' de même sens que 3-3' et ayant la même force magnétomotrice que le précédent. Les forces électromotrices induites dans ces deux bobinages s'annulent exactement, et les vecteurs des forces magnétomotrices deviennent alors pour ces régions β, δ, ζ, θ : OB'', OD'',

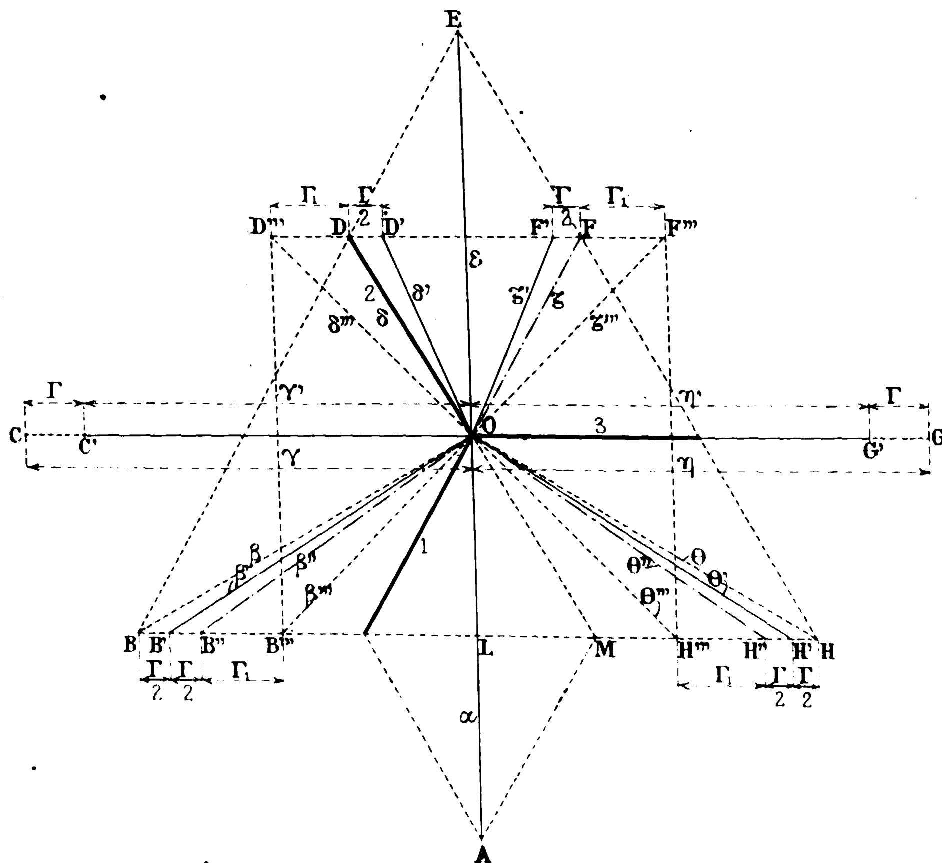


Fig. 44. — Diagramme de composition des forces magnétomotrices d'un bobinage à trois polarités 4 pôles (hexaphasé), 6 pôles (Scott). 8 pôles (triphasé), avec pas diamétral à 8 pôles et bobinage auxiliaire B sur la phase 3.

OF'', OH'' à 45° exactement des vecteurs OA, OC', OE, OG'. En effet, si l'on prend OM = 1, on a

$$H'H = H''H' = \frac{2 - \sqrt{3}}{2}$$

$$MH''' = H'''H'' = \frac{1}{2}\left[MH - (HH' + H'H'')\right]$$

$$= \frac{1}{2}\left[1 - (2 - \sqrt{3})\right] = \frac{\sqrt{3} - 1}{2}$$

$$LM = \frac{1}{2}, \quad LH''' = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3} - 1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Comme OL est égal à $\frac{\sqrt{3}}{2}$, le point H''' est bien sur la bissectrice de l'angle AOG.

La répartition des forces magnétomotrices est alors exactement la même que celle obtenue avec un bobinage diphasé à pas raccourci de 1/4, ainsi que l'on s'en rend compte par l'examen des figures 45 et 46. Ce dernier bobinage fonctionnant comme on le sait de façon

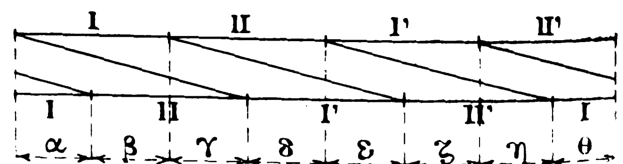


Fig. 45. — Diagramme de répartition des phases d'un bobinage à courant diphasé à pas raccourci de 1/4.

très satisfaisante (il est très supérieur au bobinage à courant diphasé à pas diamétral) il en sera de même du bobinage à trois polarités en montage Scott que nous venons de définir.

2. Coefficients de bobinage. — Les coefficients de bobinage des premiers harmoniques sont indiqués dans le tableau IX.

Tableau IX. — *Valeur des coefficients du bobinage de bobinages à trois polarités à montage Scott à 6 pôles et à pas diamétral à 8 pôles avec bobinage auxiliaire spécial.*

Rang de l'harmonique	4 pôles (hexaphasé)	6 pôles (Scott)	8 pôles (triphasé)
1	0,676	0,83	0,826
3	0,000	0,115	0,000
5	0,135	0,069	0,165
7	0,097	0,119	0,119

Il suffit de comparer ce tableau avec celui établi pour le montage Scott réalisé précédemment pour voir le progrès accompli à 6 et à 8 pôles sous le rapport de la

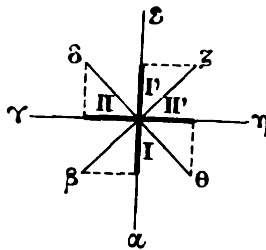


Fig. 46. — Diagramme de composition des forces magnétomotrices d'un bobinage à courant diphasé à pas raccourci de 1/4.

réduction des harmoniques. Par contre, à 4 pôles, le coefficient de bobinage de l'onde fondamentale est moins satisfaisant.

3. Inconvénients du système. — Le seul inconvénient de ce système est l'encombrement assez important de ce bobinage auxiliaire ; en effet, dans les encoches des zones β et θ, il aura un nombre de spires égal à $\frac{H''H}{2\,MH}$ fois celui du bobinage principal, soit

$$\frac{\frac{\sqrt{3}-1}{2}+2\,\frac{2-\sqrt{3}}{2}}{2}=\frac{3-\sqrt{3}}{4}=0{,}318$$

fois le nombre de spires du bobinage principal. Dans les zones δ et ζ, le nombre de spires du bobinage auxiliaire ne représente que

$$\frac{\sqrt{3}-1}{4}=0{,}183$$

de celui du bobinage principal, et dans les zones γ et η

$$\frac{2-\sqrt{3}}{2}=0{,}135$$

du même nombre. En réalité, l'inconvénient sera moins grand qu'il n'y parait à première vue, car rien n'empêchera de pousser beaucoup la densité de courant dans les spires auxiliaires des zones β et θ pour ramener l'encombrement du bobinage correspondant à la même valeur que dans les zones δ, ξ, γ et η. La densité de courant ne se trouve ainsi fortement poussée que dans une partie, malgré tout, relativement faible du quart des encoches ; le bobinage auxiliaire étant monophasé, les têtes de bobine sont très courtes (surtout celles qui vont de β en θ) ; le supplément de pertes résultant d'une densité de courant très élevée dans la bobine β-θ est donc négligeable. Le bobinage auxiliaire se trouve généralement logé au fond des encoches, où les conditions de refroidissement sont optima ; il n'y aura donc, non plus, rien à craindre pour l'échauffement local du cuivre du bobinage auxiliaire. Il suffit d'ailleurs de rappeler que les conditions sont analogues à celles de certains conducteurs des commutatrices, avec cette circonstance aggravante que, si le pas est diamétral, tout le cuivre d'une même encoche de la commutatrice se trouve dans les conditions les plus défavorables, tandis que dans le cas présent, une faible partie du cuivre de l'encoche se trouve seule en cause.

On pourra donc, sans aucune crainte, pousser la densité de courant dans les bobines auxiliaires des zones β et θ à près du double de celle admise pour le bobinage principal. Si l'on observe de plus que le bobinage auxiliaire est unique tandis que le bobinage principal est divisé en trois circuits en parallèle, ce qui conduit pour ce dernier à des profits plus réduits utilisant moins bien la place disponible, on voit que le bobinage auxiliaire ne perdra, en général, que 15 pour 100 environ de la place de l'encoche.

Remarque. — On pourrait, pour réduire l'encombrement du bobinage auxiliaire, faire sur le bobinage de la phase 3 des prises supplémentaires supprimant une partie des spires de cette phase : on voit en effet que l'on a $BB'' = CC' = HH'' = GG' = (2-\sqrt{3})\,OM$; or la bobine marquée 3 à la couche supérieure (fig. 43) et 3' à la couche inférieure occupe précisément les régions β, γ, η, θ où il y a des spires à supprimer ; si donc, par une prise convenablement disposée nous mettons hors circuit une fraction $2-\sqrt{3}=0{,}27$ des spires de cette bobine, nous aurons ramené B en B'', C en C', G en G', H en H'' ; il n'y aura plus qu'à prévoir un bobinage auxiliaire fournissant les vecteurs DD''', FF''' additifs et B''B''', H''H''' soustractifs représentant $\frac{\sqrt{3}-1}{2}=36{,}6$ pour 100 de OM ou 18,3 pour 100 du bobinage principal de l'encoche. Mais ceci représente une très grosse complication de bobinage et augmenterait de deux unités le nombre des bornes du bobinage, de sorte que cette combinaison ne sera pas généralement pas à retenir.

4. Équilibrage des chutes de tension. — Il faut examiner, comme précédemment, ce que sera l'équilibrage des chutes de tension dans ce montage.

1° *Chute de tension non inductive.* — Nous savons que pour obtenir un bon équilibrage des chutes de

tension non inductives, on devrait avoir $R_1 = R_2 = R_3$ (voir l'étude faite pour les moteurs 4 pôles-6 pôles).

Au lieu de cela, la phase 3 a un nombre de spires double des deux autres; sa résistance est, en outre, majorée de celle du bobinage auxiliaire; celui-ci ayant $13,5 + 18,3 = 31,8$ pour 100 du nombre de spires de la phase 3-3'', on peut compter que l'on aura approximativement :

$$\frac{R_1}{1} = \frac{R_2}{1} = \frac{R_3}{2,6},$$

ce qui est loin de la condition requise. Pour de gros moteurs où les chutes de tension ohmiques sont faibles, le déséquilibre des courants qui en résultera sera peu important.

Cet inconvénient serait atténué si l'on utilisait des prises supplémentaires sur la phase 3, conformément à la remarque faite plus haut; la résistance de la phase 3 est alors réduite dans le rapport $\frac{\sqrt{3}}{2}$, et l'importance du bobinage auxiliaire est diminuée. On aurait approximativement :

$$\frac{R_1}{1} = \frac{R_2}{1} = \frac{R_3}{2,1}.$$

Toutefois, on pourrait arriver à la réalisation, au moins approximative, de cet équilibrage par le procédé suivant : un vecteur CA (fig. 47) pris sur la phase 3

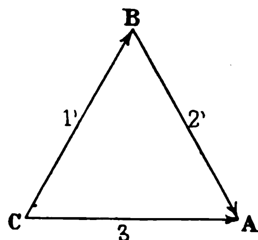


Fig. 47. — Diagramme de composition de forces magnétomotrices triphasées.

peut être remplacé par deux vecteurs CB et BA pris respectivement sur les phases 1' et 2' et égaux à CA; on peut donc remplacer le bobinage auxiliaire pris sur la phase 3 par deux bobinages auxiliaires pris respectivement sur les phases 1 et 2 et ayant respectivement le même nombre de spires que le bobinage auxiliaire de la phase 3; bien entendu, celle-ci serait pourvue de prises supplémentaires réduisant son nombre de spires dans le rapport $\frac{\sqrt{3}}{2}$, de sorte que le bobinage auxiliaire représenterait 18,3 pour 100 de spires de la phase 3-3', ou 36,6 pour 100 de celui des phases 1 ou 2 qui ont moitié moins de spires; on aurait alors approximativement :

$$\frac{R_1}{1,36} = \frac{R_2}{1,36} = \frac{R_3}{1,73}.$$

ce qui est satisfaisant. Ces bobinages auxiliaires seraient couplés comme sur la figure 41. La grande complication de ce système le rendra rarement avantageux.

2° *Chute de tension inductive.* — Nous nous contenterons d'une étude approximative. Nous savons que l'on doit obtenir (voir moteur 4-6 pôles).

$$\frac{3}{4} L_{1,2} = \frac{l}{4} + L_3.$$

Nous savons que si toutes les encoches étaient également remplies, on aurait

$$\frac{3}{4} L_{1,2} = L_3.$$

Dans les montages Scott étudiés précédemment, les enroulements auxiliaires se trouvant sur les phases 1 et 2 augmentaient la hauteur d'encombrement des bobinages de ces phases, et par suite $L_{1,2}$, ce qui rendait possible la réalisation de l'équation théorique ci-dessus. Ici, le bobinage auxiliaire étant antagoniste dans la majeure partie des entailles, produit une réduction fictive de la hauteur du bobinage et diminue L_3. L'influence du bobinage auxiliaire agit donc dans le sens désirable pour permettre l'équilibrage. Tout bien compté, on verrait que les conditions sont semblables à celles des moteurs précédemment étudiés; la différence entre $\frac{3}{4} L_{1,2}$ et $\frac{l}{4} + L_3$ demeurera donc généralement faible. L'équilibrage des chutes de tension inductives est d'ailleurs toujours facile à réaliser au moyen de petites bobines d'inductance branchées aux points A et B du schéma de la figure 42.

D. Bobinages de rotors. — 1. MOTEURS DÉMARRANT SUR RÉSISTANCES AUX TROIS POLARITÉS. — Le montage à *11 bagues* de la figure 39 pourra toujours être employé; les résistances seront triphasées aux deux vitesses extrêmes, diphasées à la vitesse moyenne; une partie des bagues sera inutilisée à certaines vitesses.

Le montage le plus pratique sera généralement le montage *à 9 bagues* de la figure 48; le couplage est tri-

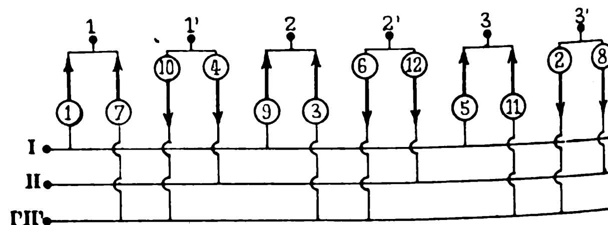


Fig. 48. — Schéma des connexions de rotor à 9 bagues pour moteur à 3 polarités, 4 pôles, 6 pôles, 8 pôles.

phasé à 4 pôles, diphasé à trois fils à 6 pôles, hexaphasé à 8 pôles; si on inverse les bobines de numéros pairs, le couplage devient hexaphasé à 4 pôles et triphasé à

8 pôles. Dans l'un et l'autre cas, 6 bagues sont en circuit aux vitesses extrêmes, et 3 à la vitesse moyenne, dont une (marquée I' II') donne passage à un courant $\sqrt{2}$ fois plus grand que les deux autres.

En montant les 12 bobines en étoile avec *12 bagues*, celles-ci seront toutes utilisées aux trois vitesses; les tensions seront hexaphasées à 4 pôles, diphasées à 6 pôles, triphasées à 8 pôles.

Remarque. — Dans le cas de bobinages statoriques à pas diamétral à 6 pôles, c'est-à-dire allongés de 1/3 à 8 pôles, on peut chercher à produire par le bobinage du rotor l'étouffement des harmoniques pairs de la force magnétomotrice statorique, comme nous l'avons dit plus haut. Il faut, pour cela, que le bobinage du rotor constitue un court-circuit pour ces harmoniques. Si le pas du bobinage du rotor était diamétral à 8 pôles, chaque spire embrasserait un nombre entier de champs doubles de ces harmoniques; aucune force électromotrice ne serait induite par ceux-ci dans le bobinage rotorique et la mise en court-circuit des bagues ne les étoufferait pas. Il faudra donc donner au bobinage du rotor un pas qui ne soit pas exactement diamétral à 8 pôles. Il faudra, toutefois, se garder de trop allonger le pas du bobinage du rotor, car ceci introduirait des harmoniques pairs dans la force magnétomotrice rotorique et ceux-ci, vu leur faible fréquence, ne seraient que très faiblement amortis par la mise en court-circuit de l'enroulement. Un allongement du pas de $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{12}$ sera généralement le plus convenable.

Dans ces conditions, le bobinage du rotor étant triphasé à 8 pôles et la force magnétomotrice du stator ne comportant pas d'harmoniques d'ordre multiple de 3, on voit que le court-circuit du rotor sera triphasé pour ces harmoniques comme pour le champ principal et qu'il est inutile de chercher à mettre chaque bobine du rotor individuellement en court-circuit.

2. Moteurs ne démarrant sur résistances qu'a une ou deux vitesses. — En mettant en parallèle les bobines diamétralement opposées d'un rotor à 6 pôles à 3 bagues on réalise un moteur en court-circuit pour 4 et 8 pôles.

En mettant en parallèle les 4 bobines situées à 90° les unes des autres, on réalise avec 3 bagues un moteur à 4 ou à 8 pôles en court-circuit pour les deux autres vitesses.

En mettant en parallèle les bobines diamétralement opposées d'un rotor 4 pôles et 8 pôles à 6 bagues, on réalise un moteur en court-circuit pour 6 pôles.

Un rotor à 7 bagues 4 pôles et 6 pôles est en court-circuit pour 8 pôles, et inversement un rotor à 7 bagues 6 pôles et 8 pôles est en court-circuit pour 4 pôles.

E. Utilisation du rotor comme primaire. — 1. Moteurs a secondaire en court-circuit. — En général, on munira le stator d'un bobinage 4 pôles et 8 pôles à 6 bornes en court-circuit pour 6 pôles et le rotor d'un bobinage 6 pôles à 3 bagues en court-circuit pour 4 et 8 pôles.

2. Moteurs permettant le démarrage sur résistances aux trois polarités. — En général, on munira le rotor d'un bobinage à 9 bagues conforme à la figure 48, sauf l'inversion des bobines de numéros pairs qui permet l'alimentation à 8 pôles et le démarrage sur résistances à 4 et à 6 pôles.

Le stator pourra être pourvu d'un bobinage semblable, mais sans inversion des bobines et avec dédoublement de la bague de point neutre diphasé; il y aura donc 10 bornes; l'alimentation sera triphasée à 4 pôles, diphasée par autotransformateur à 6 pôles. On pourra aussi employer un bobinage 4 pôles et 6 pôles à 10 bornes, avec montage Scott sur le moteur, suivant la figure 18, qui donne lieu à des tensions hexaphasées à 8 pôles.

F. Moteur en cascade interne. — Nous verrons dans la quatrième partie, un moteur en cascade interne ($p_1 + p_2 = 4$), à 4, 6, 8 pôles permettant le démarrage sur résistances aux 3 polarités, avec 2 bobinages de stator et un rotor à 6 bagues.

G. Utilisation du phénomène de Görges. — On pourrait construire un moteur à 4 pôles et 6 pôles avec rotor bobiné à 4 pôles, fonctionnant à la vitesse de 8 pôles sur le couplage stator 4 pôles avec rotor monophasé par le phénomène de Görges (pour mémoire).

VII. Moteurs à trois polarités dans les rapports de 6, 3 et à 2. (Moteurs à 4/6/12 pôles). — Ces rapports de polarités donnent lieu à des vitesses espacées en progression arithmétique régulière; ainsi, sur courant à 50 p : s, on obtient 1500, 1000, 500 t : mn au synchronisme. Cette combinaison conduit malheureusement à un nombre de bornes assez élevé.

A. Bobinage hexaphasé-triphasé à 4 pôles/hexaphasé à 6 pôles/triphasé à 12 pôles. — Nous adopterons un bobinage à 18 bobines. Le couplage sera triphasé à 12 pôles et hexaphasé à 6 pôles. A 4 pôles, il y a 9 bobines par champ double, le montage ne peut donc pas être hexaphasé normal; on pourrait réaliser un couplage triphasé régulier en groupant les bobines voisines 3 par 3 dans une même phase; il est préférable de faire un couplage hexaphasé-triphasé mixte où l'on trouve alternativement deux et une bobines de chaque phase. Ce montage conduit, comme nous le verrons, à des coefficients de bobinage excellents et à une dispersion très réduite. Le schéma de correspondance des phases est donné par la figure 49.

Le couplage se fait à 12 pôles en série et en étoile, à 6 pôles en série et en triangle, à 4 pôles en série parallèle (3 groupes en série de 2 bobines en parallèle) et en triangle; à 4 pôles les bobines diamétralement opposées sont couplées en parallèle; les bobines d'un même pôle appartenant à une même phase doivent, au contraire, être couplées en série, car les forces électromotrices qui y sont induites ne sont pas en phase entre elles (fig. 50).

Le nombre des bornes est égal à 30. Le nombre maximum de bornes étant 36 pour 18 bobines, la réduction de 6 bornes est obtenue en couplant avec trois bornes des groupes de deux bobines qui sont en série à 6 et à 12 pôles, et qui, à 4 pôles, forment les sommets du triangle.

Nous adopterons un pas diamétral à 4 pôles ; à 6 pôles il sera allongé de 50 pour 100 ; à 12 pôles, il sera triple du pas diamétral, c'est-à-dire équivalent à un pas diamétral au point de vue de la répartition des forces magnétomotrices.

1. Coefficients de bobinage. — Les coefficients de bobinage ont les valeurs habituelles à 6 et à 12 pôles. Pour le couplage à 4 pôles, on peut raisonner comme suit : le groupe de deux bobines de même phase juxta-

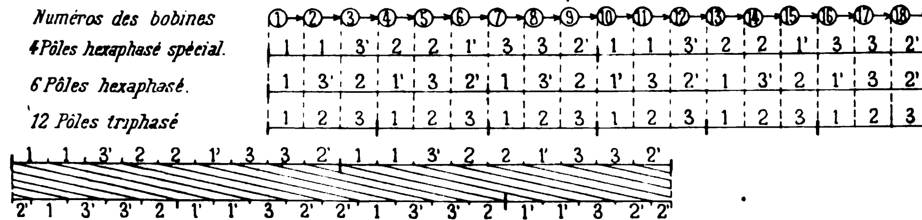


Fig. 49. — Diagramme de répartition des phases aux trois polarités d'un bobinage 4 pôles tri-hexaphasé, 6 pôles hexaphasé, 12 pôles triphasé.
Fig. 50. — Diagramme de répartition des phases à la petite polarité d'un bobinage à trois polarités 4 pôles (tri-hexaphasé), 6 pôles (hexaphasé), 12 pôles (triphasé).

posées a, pour l'harmonique de rang h, un coefficient de bobinage

$$\frac{9}{2\pi h} \sin \frac{2\pi h}{9}$$

et la bobine isolée

$$\frac{9}{\pi h} \sin \frac{\pi h}{9}.$$

L'ensemble a un coefficient de bobinage :

$$\frac{1}{3}\left(2 \frac{9}{2\pi h} \sin \frac{2\pi h}{9} + \frac{9}{\pi h} \sin \frac{\pi h}{9}\right) = \frac{3}{\pi h}\left(\sin \frac{2\pi h}{9} + \sin \pi h\right).$$

Le tableau X donne les valeurs des coefficients de bobinage des premiers harmoniques calculées, en tenant compte de ce que l'harmonique 3 disparaît toujours en triphasé :

Tableau X. — *Valeurs des coefficients de bobinage des moteurs à trois polarités à 4 pôles/6 pôles/12 pôles à pas diamétral à 4 pôles.*

Rang de l'harmonique	12 pôles (triphasé)	6 pôles (hexaphasé)	4 pôles (hexaphasé-triphasé)
1	0,826	0,676	0,941
5	0,165	0,135	0,122
7	0,119	0,097	0,047

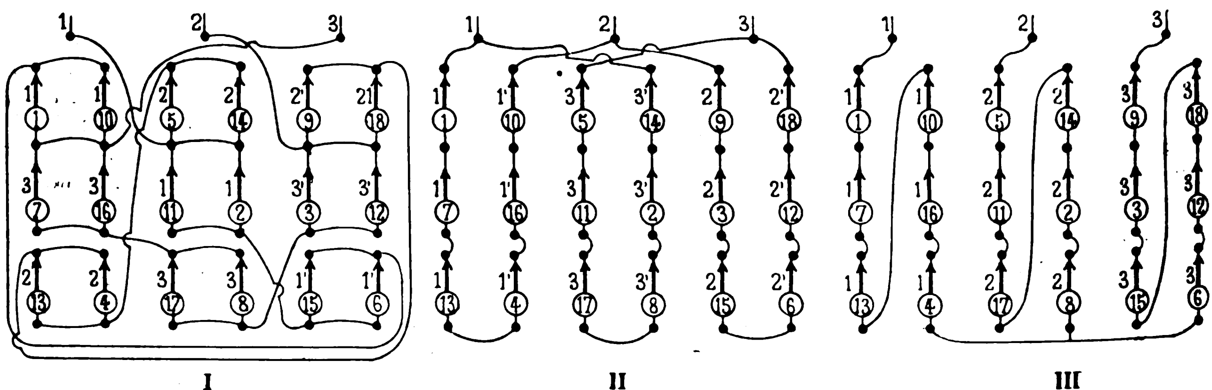


Fig. 51. — Schéma des connexions d'un bobinage à trois polarités : I, 4 pôles triphasé-hexaphasé ; II, 6 pôles (hexaphasé) ; III, 12 pôles (triphasé).

On voit qu'à quatre pôles, les harmoniques sont moindres qu'avec les bobinages triphasés courants à pas diamétral. Ceci s'explique aisément quand on considère la figures 51 qui montre la répartition des

phases dans les deux couches du bobinage, et met en évidence le chevauchement de celles-ci.

2. Inductions aux trois polarités — n étant comme toujours le nombre de spires d'une bobine, on a :
à 4 pôles

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} 3n \times 0{,}941\, \omega \Phi_4 \times 10^{-8};$$

à 6 pôles

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} 6n \times 0{,}676\, \omega \Phi_6 \times 10^{-8};$$

à 12 pôles

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} 6n \sqrt{3} \times 0{,}826\, \omega \Phi_{12} \times 10^{-8};$$

d'où

$$\frac{B_4}{1{,}01} = \frac{B_6}{1{,}06} = \frac{B_{12}}{1}$$

ce qui est très satisfaisant.

3. Puissances normales. — Elles sont dans les rapports des courants normaux en ligne, soit

$$\frac{I_{n4}}{2\sqrt{3}} = \frac{I_{n6}}{\sqrt{3}} = \frac{I_{n12}}{1}.$$

Remarque. — Dans le cas où on fait le montage en triphasé à 4 pôles en attribuant à la même phase les bobines voisines 3 par 3, le coefficient de bobinage du

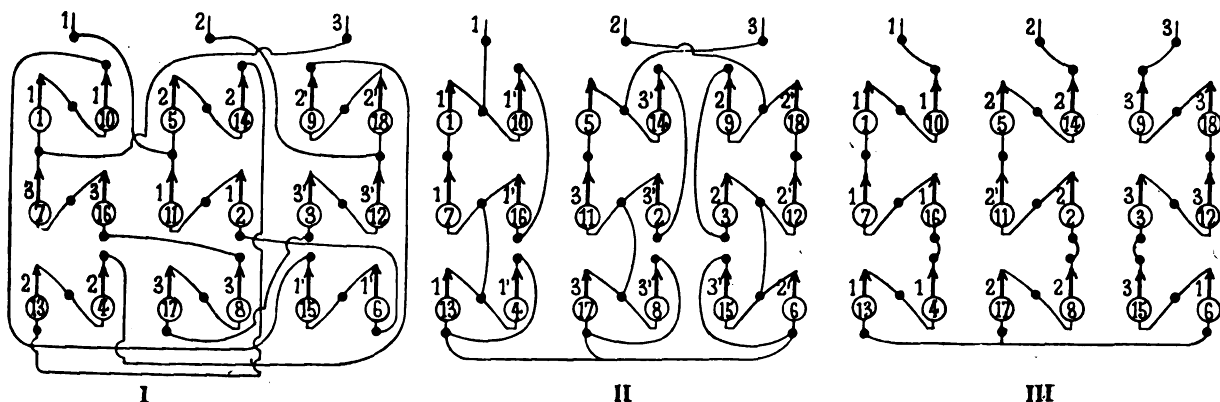


Fig. 52. — Schéma des connexions d'un bobinage à trois polarités à pas diamétral à 12 pôles : I, 4 pôles (tri-hexaphasé); II, 6 pôles (hexaphasé); III, 12 pôles (triphasé).

flux fondamental à 4 pôles tombe à 0,826 et l'on a

$$\frac{B_4}{1{,}15} = \frac{B_6}{1{,}06} = \frac{B_{12}}{1}.$$

La machine est sensiblement plus saturée à 4 pôles.

B. Modification du bobinage précédent. — Le bobinage que nous venons d'examiner est parfaitement satisfaisant aux trois polarités ; mais, surtout pour de petits moteurs, le nombre élevé des bornes à coupler est un inconvénient considérable. Nous allons voir qu'il est possible de réduire ce nombre de 30 à 24, si l'on fait un sacrifice sur le fonctionnement du moteur à 4 pôles.

Supposons qu'au lieu d'adopter un pas diamétral à 4 pôles, nous prenions un pas trois fois plus faible, c'est-à-dire un pas diamétral à 12 pôles ; le fonctionnement du moteur à cette dernière polarité demeurera le même. A 6 pôles, le pas au lieu d'être allongé de 50 pour 100 sera raccourci de 50 pour 100 : le résultat sera encore le même. A 4 pôles, au contraire, le pas sera raccourci des deux tiers, ce qui introduira un coefficient de bobinage égal à 0,5 et obligera à doubler le nombre des spires ; par suite nous couplerons le bobinage en série et en triangle à 4 pôles, au lieu de le coupler en série parallèle et en triangle ; c'est cette modification qui nous permettra de réduire le nombre des bornes. Nous couplerons, en effet, à 6 pôles en parallèle et en étoile, au lieu de coupler en série et en triangle ; ceci saturera de 15 pour 100 le moteur, ce qui est acceptable. Dans ces conditions, les bobines diamétralement opposées seront couplées en série à 4 et à 12 pôles, et en parallèle à 6 pôles, et pourront être connectées avec trois bornes seulement. Le schéma des connexions est donné par la figure 52.

Le couplage adopté à 4 pôles sera le même couplage hexaphasé-triphasé que précédemment ; ce couplage n'étant pas parfaitement hexaphasé, mais demeurant partiellement triphasé, le raccourcissement du pas de 2/3 introduira des harmoniques pairs et produira une dispersion importante ; celle-ci sera toutefois beaucoup plus réduite avec le montage mixte à courant hexaphasé-triphasé qu'elle ne le serait avec un montage purement triphasé. Nous savons que pour les moteurs à rotor à cage cet inconvénient sera peu important.

1. Coefficients de bobinage. — A 6 et à 12 pôles, les coefficients de bobinage restent les mêmes que précédemment.

A 4 pôles, pour les harmoniques impairs, il suffit de faire le produit des coefficients trouvés précédemment

$$q'_h = \frac{3}{\pi h}\left(\sin\frac{2\pi h}{9} + \sin\frac{\pi h}{9}\right)$$

par les facteurs q'' correspondant au raccourcissement du pas, soit :

$$q''_h = \sin\frac{h}{3}\frac{\pi}{2}.$$

Dans les harmoniques pairs, le calcul se fait de la même manière, en remplaçant simplement dans la parenthèse de q' le signe + par le signe — puisque la bobine isolée étant opposée diamétralement au groupe des deux bobines juxtaposées, les harmoniques pairs correspondants sont opposés, soit pour les harmoniques pairs

$$q'_h = \frac{3}{\pi h}\left(\sin\frac{2\pi h}{9} - \sin\frac{\pi h}{9}\right).$$

Le facteur de raccourcissement du pas n'est pas changé.

Le tableau XI donne les valeurs des coefficients de bobinage.

Tableau XI. — *Valeur des coefficients de bobinage des moteurs à trois polarités à 4 pôles/16 pôles 12 pôles à pas diamétral à 12 pôles.*

Rang de l'harmonique	12 pôles (triphasé)	6 pôles (hexaphasé)	4 pôles (hexaphasé-triphasé)
1	0,826	0,616	0,470
2	0,000	0,000	0,141
4	0,000	0,000	0,132
5	0,165	0,135	0,041
7	0,119	0,097	0,030

On voit que les coefficients des harmoniques pairs à 4 pôles restent assez grands eu égard à la faible valeur du coefficient de l'onde fondamentale ; la dispersion sera donc élevée à 4 pôles, surtout quand le rotor sera du type à bagues.

2. Inductions. — Les inductions seront proportionnelles aux valeurs suivantes

$$\frac{B_4}{1,01} = \frac{B_6}{1,22} = \frac{B_{12}}{1}.$$

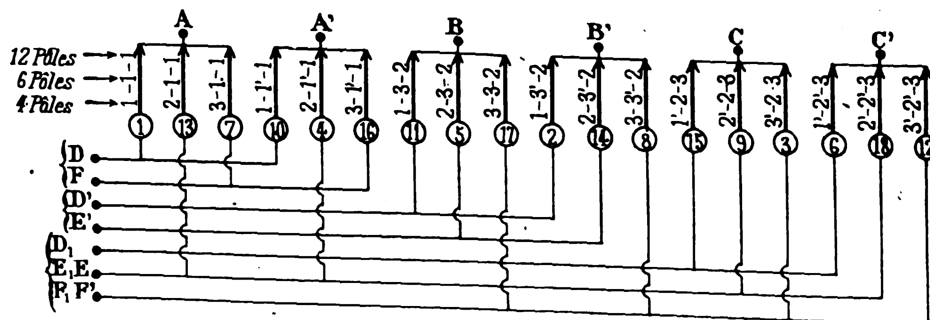


Fig. 53. — Schéma des connexions d'un rotor à 13 bagues pour moteur à trois polarités 4 pôles (tri-hexaphasé) 6 pôles (hexaphasé), 12 pôles (triphasé).

3. Puissances normales. — Les puissances et courants normaux seront dans les rapports suivants

$$\frac{I_{n4}}{\sqrt{3}} = \frac{I_{n6}}{2} = \frac{I_{n12}}{1}.$$

La puissance normale à 4 pôles sera à peine égale à la puissance normale à 6 pôles, ce qui est évidemment médiocre.

C. **Bobinages de rotors.** — 1. Moteurs démarrant sur résistances aux trois polarités. — Le rotor peut être exécuté avec treize bagues de la manière suivante ; nous réunirons en parallèle les entrées de toutes les bobines qui peuvent fonctionner en parallèle à 6 pôles, et nous grouperons de même en parallèle les sorties de toutes les bobines qui peuvent être en parallèle à 4 pôles ; ce sera en somme un montage en étoiles multiples. De la sorte (fig. 53), à 6 pôles les trois phases seront séparées et branchées respectivement en A et A', B et B', C et C'. A 12 pôles, A et A' pourront être couplés en parallèle, et de même B et B', C et C', et l'on formera le point neutre en réunissant les 7 autres bagues auxquelles aboutissent les sorties des bobines.

A 4 pôles, au contraire, les points A,A', B,B', C,C' forment six points neutres, et les 18 bobines du moteur sont réunies en trois étoiles dont les extrémités aboutissent en D, E, F ; D', E', F' ; D_1, E_1, F_1 (fig. 54). Nous savons que les trois groupes de bobines d'une même phase tels que ceux aboutissant en D, D', D_1 ont des phases légèrement différentes et ne peuvent être réunis en parallèle. Nous pouvons toutefois réunir deux points E et E_1 de la première et de la troisième étoile, sans mettre en court-circuit une force électromotrice, et de même E' et E_1 de la seconde et de la troisième ; il n'y aura donc ainsi besoin que de 7 bagues au lieu de 9 pour la marche à 4 pôles.

Le montage sera donc triphasé en étoile à 12 pôles, hexaphasé à 6 pôles, et à 9 phases groupées en trois étoiles triphasées à 4 pôles.

La tension à 4 pôles entre bagues extrêmes E′ et F sera assez élevée, mais comme on ne prend généralement ce couplage qu'après avoir atteint le synchronisme de 6 pôles, c'est-à-dire les deux tiers de la vitesse, cette tension restera en pareil cas dans des limites acceptables.

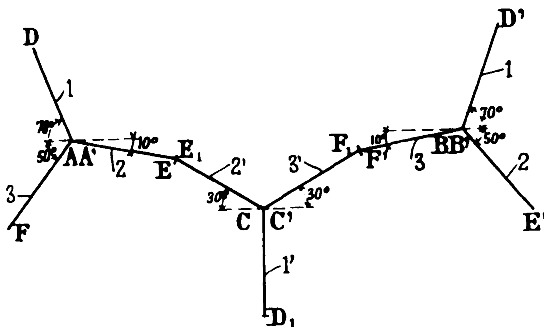


Fig. 54. — Diagramme vectoriel des tensions à la petite polarité dans un rotor à treize bagues 4 pôles (tri-hexaphasé), 6 pôles (hexaphasé) 12 pôles triphasé).

Moteur à 9 bagues. — Pour le démarrage à 4 pôles, on pourra quelquefois mettre en circuit une seule bobine par phase et par paire de pôles, et, par suite, se contenter de trois bagues DEF, avec un dispositif mettant en court-circuit les neuf points D, E, F ; D′, E′, F′ ; D_1, E_1, F_1 pendant la marche à 12 pôles, et une fois le démarrage achevé à 4 pôles. En ce cas, on n'aura donc que 9 bagues et le dispositif de court-circuit indiqué.

Bien entendu, on adopte toujours pour les rotors le pas diamétral à 4 pôles et la connexion hexaphasée spéciale à 4 pôles.

2. Moteurs ne démarrant sur résistances qu'a une ou deux polarités. — Un bobinage à 12 pôles ayant 6 bobines de même phase (à 60° sur le rotor), en parallèle, est en court-circuit pour 4 et pour 6 pôles.

Un rotor à 6 pôles ayant les bobines diamétralement opposées en parallèle est en court-circuit pour 4 et pour 12 pôles.

Nous avons étudié dans la première partie le rotor à 2 pôles en court-circuit pour 6 pôles. Deux bobinages de ce genre juxtaposés, avec mise en parallèle des bobines homologues, c'est-à-dire diamétralement opposées sur la machine, constituent un bobinage à 4 pôles, en court-circuit pour 6 et pour 12 pôles.

Un bobinage 6 et 12 pôles à 6 bagues composé de 3 bobinages 2 et 4 pôles juxtaposés avec bobines homologues (à 120° sur le rotor) en parallèle est en court-circuit pour 4 pôles.

Un bobinage 4 et 12 pôles à 7 ou à 9 bagues, avec mise en parallèle des bobines diamétralement opposées est en court-circuit pour 6 pôles.

Le bobinage 4 et 6 pôles en court-circuit pour 12 pôles est d'une réalisation peu facile, le bobinage classique à 12 bobines et 7 bagues étant monophasé à 12 pôles.

D. Utilisation du rotor comme primaire. — 1. Moteurs a secondaire en court-circuit. — Le plus simple sera d'adopter sur le stator un bobinage 6 et 12 pôles en court-circuit pour 4 pôles, et sur le rotor un bobinage à 4 pôles en court-circuit pour 6 et 12 pôles ou inversement.

2. Moteurs permettant le démarrage sur résistances aux trois polarités. — L'utilisation du rotor comme primaire ne paraît pas apporter d'avantages sensibles sur un tel moteur.

E. Utilisation du fonctionnement en moteur à champ double. — Un moteur bobiné pour 4 et 12 pôles au stator et au rotor, celui-ci étant triphasé à 9 bagues, permet le fonctionnement en moteur à champ double à 12 pôles (voir 1re partie). Le couplage se fera pendant le démarrage à 4 pôles, au passage de la vitesse de synchronisme du moteur à champ double, c'est-à-dire de la vitesse qui serait celle d'un moteur ordinaire à 6 pôles. Le stator n'aura plus que 14 bornes et le rotor que 9 bagues, ou même que 7 bagues si on le bobine en diphasé avec utilisation d'un autotransformateur Scott.

Numéros des bobines.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2 Pôles (hexaphasé).	1	1	3'	3'	2	2	1'	1'	3	3	2'	2'
4 Pôles (hexaphasé).	1	3'	2	1'	3	2'	1	3'	2	1'	3	2'
6 Pôles (diphasé Scott).	1	3'	2	3	1	3'	2	3	1	3'	2	3
	I	II	I'	II'	I	II	I'	II'	I	II	I'	II'

Fig. 55. — Diagramme de répartition des phases aux trois polarités d'un bobinage 2 pôles (hexaphasé) 4 pôles (hexaphasé), 6 pôles (Scott).

F. Utilisation du phénomène de Görges (pour mémoire). — Un moteur 4 et 6 pôles avec rotor à 7 bagues peut donner la vitesse de 12 pôles par le phénomène de Görges.

VIII. Moteurs à trois polarités dans les rapports de 3 à 2 et à 1 (Moteurs à 2/4/6 pôles).

Ces rapports donnent lieu à des vitesses moins régulièrement espacées que les précédents (par exemple 1 500-750-500 t : mn à la fréquence de 50 p : s pour 4, 8 et 12 pôles), mais le nombre des bornes est plus réduit,

et, à ce titre, l'étude correspondante est intéressante.

A. **Bobinage hexaphasé à 2 pôles/hexaphasé à 4 pôles/Scott à 6 pôles.** — Nous emploierons un bobinage diphasé en montage Scott à 6 pôles, et un bobinage hexaphasé aux deux autres polarités. Le schéma de correspondance des phases est celui de la figure 55.

Le couplage qui conduit au nombre minimum de bornes est le suivant : à 2 pôles série triangle ; à 4 pôles série parallèle étoile ; à 6 pôles série Scott, avec bobinage auxiliaire antagoniste sur la phase 3-3'. Le schéma des connexions est donné par la figure 56.

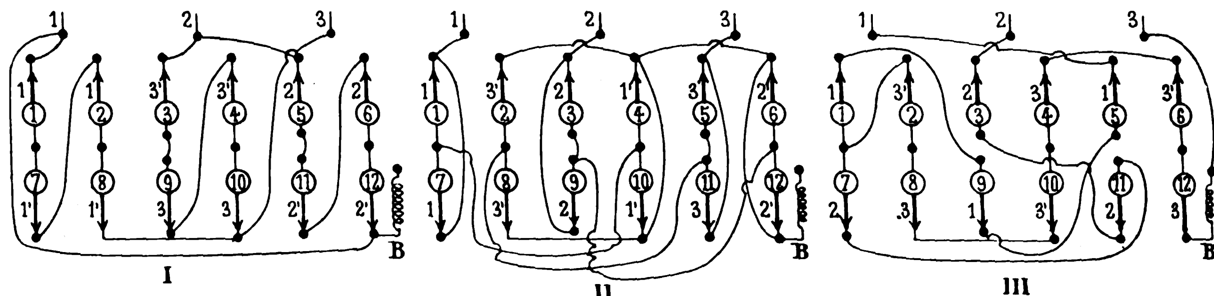


Fig. 56. — Schéma des connexions d'un bobinage à trois polarités : I, 2 pôles (hexaphasé); II, 4 pôles (hexaphasé), III, 6 pôles (Scott), à bobinage auxiliaire B.

Il comporte 20 bornes. Le bobinage auxiliaire peut, bien entendu, être remplacé par un autotransformateur de rapport $\frac{\sqrt{3}}{2}$.

Le pas sera diamétral à 6 pôles, de façon à avoir un fonctionnement satisfaisant du montage Scott ; il est donc raccourci d'un tiers à 4 pôles et de deux tiers à 2 pôles.

1. Coefficients de bobinage. — Ils ont pour valeur pour le champ fondamental 0,901 à 6 pôles, 0,826 à 4 pôles et 0,478 à 2 pôles.

2. Inductions aux trois polarités. — Elles sont proportionnelles aux valeurs suivantes :

$$\frac{B_2}{1} = \frac{B_4}{1,34} = \frac{B_6}{1,05}.$$

La machine sera assez fortement saturée à 4 pôles ; ces rapports d'inductions sont néanmoins souvent acceptables.

3. Puissances normales. — Les courants normaux en ligne et les puissances normales seront dans les rapports suivants

$$\frac{I_{n2}}{\sqrt{3}} = \frac{I_{n4}}{2} = \frac{I_{n6}}{1}.$$

4. Utilisation de prises supplémentaires a la place de bobinage auxiliaire. — En augmentant de deux unités le nombre des bornes, il est possible de supprimer le bobinage auxiliaire et de le remplacer par des prises supplémentaires sur la phase 3-3', ce qui, nous le savons, améliore l'équilibrage des résistances au couplage Scott (voir la discussion de l'équilibrage du moteur 4, 6, 8 pôles). Il faut, à la marche à 6 pôles, sur chaque groupe de deux bobines 3-3', une prise supplémentaire réduisant le nombre de spires dans le rapport de 2 à $\sqrt{3}$, soit de 13,5 pour 100 du nombre de spires de deux bobines ou de 27 pour 100 de celui d'une bobine. Il faut donc trois prises supplémentaires au total.

Comme, d'ailleurs, à la marche à 2 pôles, ces trois bobines appartiennent l'un à la phase 1, l'autre à la phase 2, la troisième à la phase 3, on peut à cette polarité, se brancher sur ces trois prises, ce qui sature le moteur de 6,8 pour 100 et ramène les rapports d'induction à

$$\frac{B_2}{1,018} = \frac{B_4}{1,27} = \frac{B_6}{1}.$$

Toutefois, on doit observer que le montage cesse alors d'être purement hexaphasé à 2 pôles, et devient un montage mixte hexaphasé-triphasé qui a une réactance un peu plus élevée, le pas étant fortement raccourci ; mais le nombre des spires supprimées étant relativement faible, ceci sera sans inconvénients.

5. Modification du couplage. — Il est possible d'améliorer le moteur à condition d'augmenter le nombre de bornes. Couplons-le de la manière suivante : à 2 pôles en série parallèle et en étoile, les bobines mises en parallèle étant les bobines diamétralement opposées, à 4 pôles en série et en triangle, et à 6 pôles en série en montage Scott avec bobinage antagoniste sur la phase 3, ou prises supplémentaires.

Le nombre maximum des bornes correspondant à ce couplage serait de 25 avec bobinage auxiliaire et de 27 avec prises supplémentaires (2 bornes pour chacune des 12 bobines, et une pour le bobinage auxiliaire, ou pour les 3 prises supplémentaires). On vérifie aisément

que ce nombre ne peut pas être réduit ; nous ne traçerons donc pas le schéma correspondant.

1° *Inductions.* — Elles prennent les valeurs suivantes

$$\frac{B_2}{1,09} = \frac{B_4}{1,09} = \frac{B_6}{1}.$$

La régularité des inductions est bien plus satisfaisante qu'avec le premier montage.

2° *Puissances normales.* — Les courants normaux et puissances normales sont dans les rapports suivants :

$$\frac{I_{n2}}{2} = \frac{I_{n4}}{\sqrt{3}} = \frac{I_{n6}}{1}.$$

Ces rapports constituent également une amélioration par rapport au montage précédent.

B. Bobinage triphasé-hexaphasé à 2 pôles/triphasé irrégulier à 4 pôles triphasé régulier à 6 pôles. — Tout récemment a été publié [1] un schéma qui permet une réduction du nombre des bornes au prix d'une répartition irrégulière des forces magnétomotrices à 2 et à 4 pôles. Le montage comporte 9 bobines à pas diamétral pour 6 pôles et est, par conséquent, triphasé régulier à cette polarité. A 2 pôles, le montage est mixte triphasé-hexaphasé, identique à celui que nous avons étudié pour 4/6/12 pôles, mais comme le pas est diamétral à 12 pôles, nous savons que ce montage donne lieu à la petite polarité à des harmoniques pairs assez importants (tableau XI). Le diagramme de répartition des forces magnétomotrices aux trois polarités est donné par la figure 57. On voit qu'à 4 pôles, la répartition des phases est franchement irrégulière,

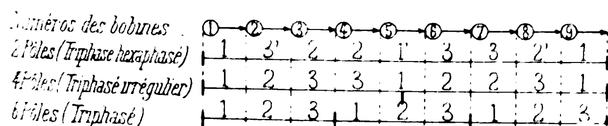


Fig. 57. — Diagramme de répartition entre les différentes phases des 9 bobines d'un bobinage à 3 polarités : 2 pôles (triphasé-hexaphasé) 4 pôles (triphasé irrégulier) 6 pôles (triphasé).

Le nombre minimum de bornes est obtenu en couplant les bobines en triangle et en série aux trois polarités ; il est alors de 15 (fig. 58).

On vérifie aisément que les coefficients de bobinage sont 0,83 à 6 pôles, 0,475 à 4 pôles et 0,470 à 2 pôles. Il en résulte des inductions très irrégulières

$$\frac{B_6}{1,71} = \frac{B_4}{1,4} = \frac{B_2}{1}.$$

La puissance normale est la même aux trois polarités ; le couple normal décroît donc en raison inverse de la vitesse ; ce sont là des conditions très défavorables.

[1] *Brevet français n° 621 623* du 17 septembre 1926 de M. Weinert.

Pour améliorer la machine, on est amené à coupler le bobinage en étoile à 4 et 6 pôles et en triangle à 2 pôles ; le nombre des bornes à coupler passe alors à 17.

De plus, la répartition irrégulière des forces magnétomotrices crée des champs parasites qui risquent de produire des attractions magnétiques déséquilibrées

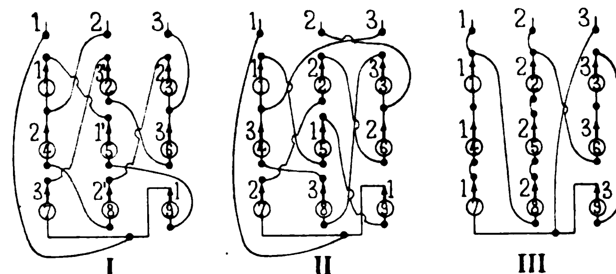


Fig. 58. — Schéma des connexions d'un bobinage à 9 bobines à trois polarités : I, 2 pôles (triphasé-hexaphasé) ; II, 4 pôles (triphasé irrégulier) ; III, 6 pôles (triphasé).

dans le cas où les nombres de pôles sont 2, 4, 6 avec rotor à bagues. Pour les nombres de pôles multiples de 2, 4, 6, ce danger disparaît ; il en est de même si le rotor est à cage d'écureuil, celle-ci étouffant, en pratique, tous les champs parasites.

Le brevet de M. Weinert indique encore d'autres couplages, mais ceux-ci conduisent à un plus grand nombre de bornes et ne paraissent pas à retenir pour cette raison.

C. Bobinages de rotor. — 1. MOTEURS DÉMARRANT SUR RÉSISTANCES AUX TROIS POLARITÉS. — La solution la plus simple consiste à adopter un bobinage triphasé à 6 pôles, comportant par conséquent 9 bobines, montées en étoile et réunies à 9 bagues. Les bagues seront 3 par 3 équipotentielles à 6 pôles ; leurs tensions seront à 9 phases aux deux autres polarités. On adoptera un pas diamétral à 6 pôles.

2. MOTEURS NE DÉMARRANT SUR RÉSISTANCES QU'A UNE OU DEUX POLARITÉS. — Un bobinage à 6 pôles avec bobines 3 par 3 en parallèle est en court-circuit pour 2 et pour 4 pôles.

Un bobinage à 4 pôles avec bobines diamétralement opposées en parallèle est en court-circuit pour 2 et pour 6 pôles.

Un bobinage à 2 pôles en court-circuit pour 6 pôles (du type étudié dans la première partie) est également en court-circuit pour 4 pôles si l'on met en parallèle les bobines diamétralement opposées.

Un moteur 4 et 6 pôles, du type à 7 bagues, est en court-circuit pour 2 pôles.

Le bobinage 2 et 6 pôles pour diphasé à 6 pôles à 7 bagues, ou pour triphasé avec 9 bagues, est en court-circuit pour 4 pôles si l'on met en parallèle les bobines diamétralement opposées. Il est, en général, préférable d'employer le bobinage à 9 bagues, permettant le démarrage sur résistances aux trois polarités.

Un bobinage 2 et 4 pôles, du type habituel à 6 bagues, donne un court-circuit monophasé à 6 pôles et ne peut convenir (même remarque que ci-dessus).

D. Utilisation du rotor comme primaire. — 1. Moteurs a secondaire en court-circuit. — On pourra utiliser un bobinage de stator à 2 et 4 pôles du type hexaphasé à 18 bornes de la figure 9, que l'on mettra en court-circuit pour 6 pôles en réunissant toutes les bornes et un rotor à 6 pôles en court-circuit pour 2 et 4 pôles.

On pourra encore adopter un stator à 2 et 6 pôles à 14 bornes en court-circuit pour 4 pôles (en mettant en parallèle les bobines diamétralement opposées), et un rotor à 4 pôles en court-circuit pour 2 et 6 pôles.

2. Moteurs permettant le démarrage sur résistances aux trois polarités. — Le bobinage rotorique à 9 bagues étant triphasé à 6 pôles permet l'alimentation du rotor à cette polarité.

Le bobinage du stator pour 2 et 4 pôles pourra être du type hexaphasé à 12 bobines et 18 bornes (fig. 9). Dans le choix du pas, on devra se tenir aux environs du pas diamétral à 4 pôles pour avoir un coefficient de bobinage acceptable à 6 pôles. On pourra, suivant les cas, adopter le couplage en étoile aux deux polarités (série à 4 pôles, série parallèle à 2 pôles), ou bien coupler en série et en triangle à 4 pôles, en série parallèle et en étoile à 2 pôles. Les bobines auront 3 par 3 la même phase à 6 pôles.

E. Moteur en cascade interne. — Nous étudierons dans la quatrième partie de cette étude, un moteur à cascade interne (moteur Hunt) qui permet la réalisation de 4/8/12 pôles et autres multiples de 2/4/6 pôles, à l'exclusion de 2/4/6 pôles avec un stator à 15 ou à 24 bornes et un rotor à 3 bagues seulement, le démarrage sur résistances pouvant avoir lieu aux 3 polarités.

F. Utilisation du phénomène Görges (pour mémoire). — Moteur 2 et 6 pôles dont on rend le rotor monophasé sur le couplage 2 pôles; ce moteur donne la vitesse qui correspond à 4 pôles.

IX. Moteurs à trois polarités dans les rapports de 6 à 4 et à 3. (Moteurs à 6/8/12 pôles). — Le bobinage à 6/8/12 pôles, très intéressant, car il donne trois vitesses en progression arithmétique régulière et à espacement modéré (1 000/750/500 t : mn pour 50 p : s), est en pratique d'une réalisation assez incommode si l'on ne veut pas aboutir à un nombre de bornes très élevé.

Différents schémas ont été proposés [1]; la plupart donnent une répartition irrégulière des forces magnétomotrices à l'une au moins des polarités. Le montage que nous indiquons ci-dessous n'échappe pas à cet inconvénient; il a l'avantage d'un nombre de bornes relativement assez réduit.

A. Bobinage hexaphasé à 6 pôles hexaphasé irrégulier à 8 pôles/triphasé à 12 pôles. — Ce bobinage étant triphasé à la grande polarité comporte 18 bobines, ce qui est le nombre minimum admissible pour 12 pôles. A 8 pôles, il y a 4,5 bobines par champ double, ce qui conduit forcément à un couplage irrégulier; nous constaterons toutefois que les trois phases restent identiques entre elles, de sorte que leurs courants seront égaux entre eux et auront le même déphasage. Les inductions obtenues sont malheureusement assez irrégulières. Le diagramme de répartition des bobines aux trois polarités est donné par la figure 59.

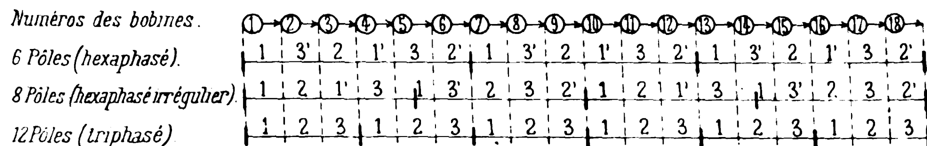


Fig. 59. — Diagramme de répartition entre les différentes phases des 18 bobines d'un bobinage à 3 polarités 6 pôles (hexaphasé), 8 pôles (hexaphasé irrégulier), 12 pôles (triphasé).

Le couplage se fait en triangle aux trois polarités; en série par deux bobines et en parallèle par trois à 6 pôles, en série par trois et en parallèle par deux à 8 et à 12 pôles. Le schéma des connexions est donné par la figure 60. Le nombre des bornes est de 21. Le pas sera diamétral à 12 pôles pour assurer une bonne répartition des forces magnétomotrices à cette polarité.

1. Étude de l'irrégularité du bobinage au couplage 8 pôles; détermination du coefficient de bobinage correspondant a ce couplage. — Pour faire cette étude, nous reporterons sur un diagramme (fig. 61) les positions relatives des axes des bobines des différentes phases. La largeur comprise entre les deux traits qui bordent ce diagramme représente un pas polaire. La largeur de la zone couverte par une bobine dans le champ à 8 pôles représentant $\frac{4 \times 360°}{18} = 80°$, les axes des bobines successives seront écartés sur notre diagramme de $\frac{80}{180} = \frac{4}{9}$ de la largeur d'un pas polaire. Le bord du

[1] Voir notamment Pestarini, *Loc. cit.*, et Blathy, *Brevet français n° 534 374* du 16 avril 1921.

premier pas polaire étant pris au bord de la bobine 1 de la figure 57, l'axe de cette bobine est à 40° ou $\frac{2}{9}\pi$ du

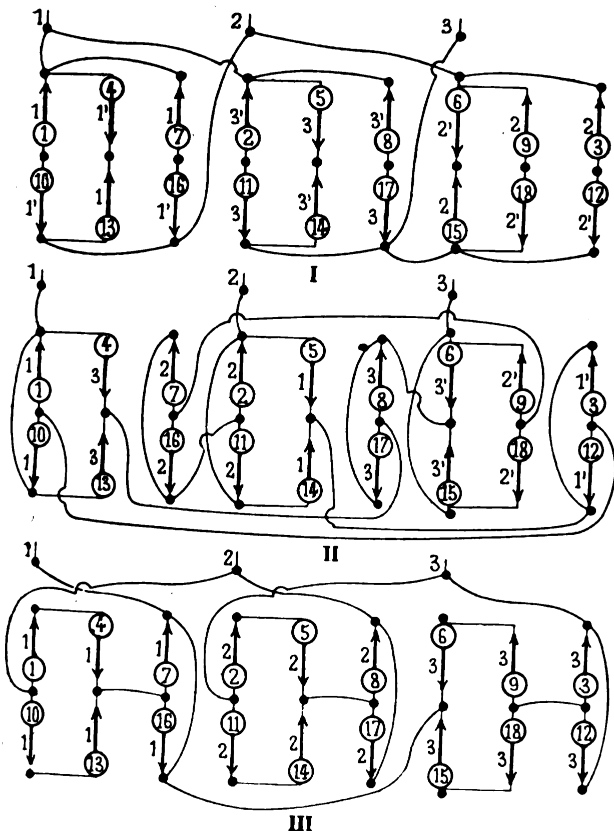


Fig. 60. — Schéma des connexions d'un bobinage à 18 bobines à trois polarités : I, 6 pôles (hexaphasé); II, 8 pôles (hexaphasé irrégulier); III, 12 pôles (triphasé).

trait vertical délimitant à gauche le pas polaire, l'axe de la bobine 2 à $\frac{4}{9}\pi$ à droite du précédent et ainsi de

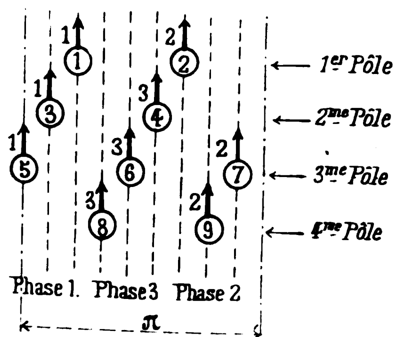


Fig. 61. — Diagramme de répartition dans le champ de la moitié des bobines d'un bobinage à 18 bobines pour 8 pôles (hexaphasé irrégulier).

suite, les pas polaires successifs étant disposés les uns au-dessous des autres. Les bobines dont la phase porte un indice « prime » sont reportées sans s'occuper de cet indice, puisque le décalage de 180° de la force magnétomotrice de la bobine est obtenue par simple inversion des connexions d'entrée et de sortie. Le bobinage se composant de deux moitiés identiques (la répartition des phases entre les bobines 10 à 18 est la même qu'entre les bobines 1 à 9), on n'a exécuté ce diagramme que pour la moitié du bobinage.

On voit que chaque phase du demi-bobinage comporte 3 bobines décalées l'une par rapport à l'autre de 20°. Les axes des trois phases sont exactement décalés de 60°. Les trois phases seront donc rigoureusement identiques entre elles.

1° *Coefficient de bobinage.* — Le coefficient de bobinage est le produit de trois facteurs : le coefficient habituel correspondant à la largeur de la zone couverte par la bobine élémentaire $\left(80^\circ = \frac{2\pi}{9}\right)$,

$$q' = \frac{\sin\frac{2\pi}{9}}{\frac{2\pi}{9}} = 0{,}925\,;$$

le second facteur correspond au pas choisi qui est diamétral à 12 pôles, raccourci de 1/3 à 8 pôles

$$q'' = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0{,}865\,;$$

et le troisième qui tient compte du décalage de 20° des trois bobines élémentaires, soit

$$q''' = \frac{1 + 2\cos\frac{\pi}{9}}{3} = 0{,}96\,;$$

d'où le coefficient de bobinage

$$q = q'q''q''' = 0{,}77.$$

2° *Importance des harmoniques.* — La décomposition en série de Fourier de la force magnétomotrice d'un bobinage de cet ordre est d'une extrême complication. Nous ne chercherons donc pas à déterminer l'impor-

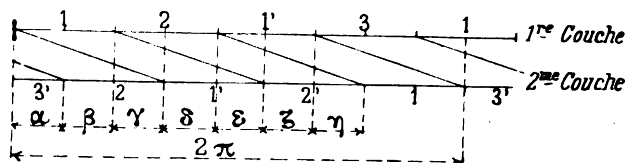


Fig. 62. — Diagramme de répartition des forces magnétomotrices dans les deux couches d'un bobinage à 18 bobines pour 8 pôles (hexaphasé irrégulier).

tance individuelle des harmoniques, nous nous contenterons de nous rendre compte d'une manière approximative de leur importance globale. Pour cela, nous appliquerons la méthode déjà indiquée dans la pre-

mière partie de cette étude pour expliquer l'utilité du chevauchement des bobines des deux couches.

Représentons (fig. 62) les deux couches du bobinage et construisons graphiquement (fig. 63) les forces magnétomotrices OA, OB, OC ... résultantes dans chacune des zones α, β, γ ... du bobinage. On constate immédiatement qu'après la zone δ dont la force

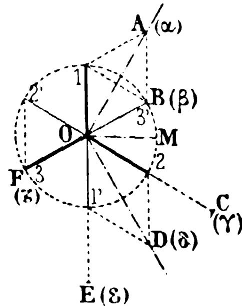


Fig. 63. — Diagramme de composition des forces magnétomotrices des deux couches d'un bobinage à 18 bobines pour 8 pôles (hexaphasé irrégulier).

magnétomotrice est représentée par OD, on retrouve des forces magnétomotrices symétriques des précédentes; OE (zone ε) est symétrique de OC (zone γ), OF (zone ζ) est symétrique de OB (zone β) et ainsi de suite. On verrait de même que OA est un axe de symétrie.

On trouve ainsi un axe de symétrie toutes les trois zones. On a pu, par suite, ne faire le tracé des forces magnétomotrices résultantes que pour les premières zones.

Construisons maintenant suivant la méthode connue de Görges le diagramme des forces magnétomotrices

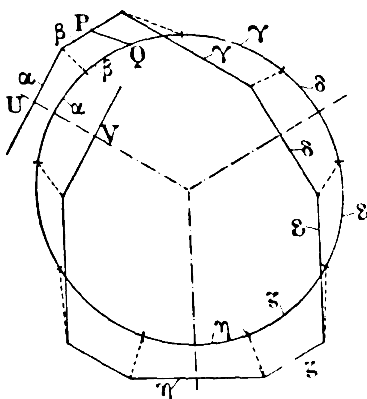


Fig. 64. — Diagramme des forces magnétomotrices résultantes d'un bobinage à 18 bobines à 8 pôles, hexaphasé irrégulier, pour un champ double, permettant l'évaluation des forces magnétomotrices parasites.

résultantes, en portant bout à bout les vecteurs des forces magnétomotrices élémentaires en grandeur et en phase; on obtient ainsi le diagramme de la figure 64, tracé seulement pour un champ double du moteur. Ce diagramme se fermerait après un deuxième champ double, ce qui est évident puisque le bobinage à 8 pôles est formé de deux demi-bobinages identiques.

Le nombre des zones qui correspondent à un double pas polaire étant de 9, la périphérie du cercle donnant la même force magnétomotrice sinusoïdale que le bobinage considéré, est égale au produit d'une longueur représentant le double de la force magnétomotrice d'une couche du bobinage pour une zone, par le nombre de ces zones (9) et par le coefficient de bobinage (0,77). OM étant sur le diagramme de la figure 63, la force magnétomotrice d'une couche pour une zone, on a, en appelant R le rayon du cercle

$$R = \frac{2 \times OM \times 9 \times 0{,}77}{2\pi}.$$

Si on prend maintenant les points tels que P et Q correspondants du cercle et du diagramme polygonal, la droite qui joint ces points représente en grandeur et en phase la force magnétomotrice qui produit les champs parasites au point correspondant de l'entrefer. Nous avons relevé sur le diagramme la valeur moyenne de cette force magnétomotrice parasite PQ. Le rapport de cette valeur moyenne à celle de la force magnétomotrice sinusoïdale équivalente est

$$\frac{\text{valeur moyenne de PQ}}{R} = 0{,}286.$$

Ce rapport donne une mesure de l'importance de la dispersion due à ces champs parasites. Pour un moteur diphasé ordinaire à pas diamétral, le même travail donne un rapport 0,11; pour un bobinage triphasé (et non hexaphasé) en anneau ou en tambour à pas raccourci de 1/3, bobinage comportant des harmoniques pairs importants qui est à éviter comme nous le savons, on trouve 0,269, soit une valeur à peu près égale à celle fournie par le présent bobinage.

Dans les moteurs à cage, la plus grande partie de ces champs parasites est étouffée par la cage qui constitue un court-circuit pour toutes les polarités, de sorte que le fonctionnement demeurera assez satisfaisant.

Il semble qu'il doive n'en être pas de même pour le moteur à bagues: en réalité le bobinage de rotor à bagues que nous emploierons comporte des bobines en parallèle espacées d'un champ double. Or, si l'on se reporte au diagramme de la figure 64 on constate que les points éloignés d'un double pas polaire, tels que U et V sont, l'un à l'intérieur du cercle des forces magnétomotrices équivalentes et l'autre, à l'extérieur; les champs parasites y sont donc de sens contraires et les forces électromotrices induites par ces champs parasites dans les spires en parallèle du rotor y seront mises en court-circuit; le rotor étouffera donc ces champs parasites à peu près comme le ferait une cage d'écureuil. La dispersion supplémentaire due à l'irrégularité du bobinage sera donc très réduite.

3° *Remarque*. — Le bobinage étant composé de deux moitiés parfaitement symétriques, aucune attraction magnétique déséquilibrée due aux champs parasites n'est à craindre; il n'y aura donc pas de vibrations à redouter de ce fait.

2. Inductions aux trois polarités. — Les coefficients de bobinage ont, pour 6 et 12 pôles les valeurs habituelles pour les moteurs à rapport de polarités égal à 2, soit 0,83 et 0,676. On a donc

A 12 pôles

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega\, 3n \times 0{,}83\, \Phi_{12} \times 10^{-8};$$

A 8 pôles

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega\, 3n \times 0{,}77 \times \Phi_8\, 10^{-8};$$

A 6 pôles

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega\, 2n \times 0{,}676\, \Phi_6 \times 10^{-8};$$

d'où

$$\frac{B_{12}}{1} = \frac{B_8}{0{,}73} = \frac{B_6}{0{,}925}.$$

Le moteur est fortement désaturé à 8 pôles, ce qui, joint à la dispersion malgré tout assez forte à cette polarité, constitue une circonstance défavorable.

3. Puissances normales. — On a

$$\frac{I_{n12}}{1} = \frac{I_{n8}}{1} = \frac{I_{n6}}{1{,}5}.$$

4. Modifications de ce bobinage. — Pour améliorer ce bobinage, il faut diminuer l'induction à 12 pôles pour pouvoir l'augmenter à 8 pôles. On peut obtenir ce résultat en couplant à 12 pôles en étoile, en série par 2 bobines et en parallèle par 3, ce qui donne

$$\frac{B_{12}}{0{,}93} = \frac{B_8}{0{,}785} = \frac{B_6}{1}.$$

L'induction est réduite, à 12 pôles, dans le rapport $\frac{\sqrt{3}}{2}$, mais ceci oblige à sortir toutes les extrémités des 18 bobines; on a donc 36 bornes.

On peut aussi ajouter un petit bobinage auxiliaire pour le fonctionnement à 12 pôles, ce qui augmente le nombre des bornes de 3 unités et permet de régler à volonté l'induction à 12 pôles, le rapport des inductions à 6 et à 8 pôles demeurant fixe.

B. Bobinages de rotor. — 1. Rotors permettant le démarrage sur résistances aux trois polarités. — Un bobinage à 24 bobines peut être réalisé avec 11 bagues: les connexions sont faites en étoiles multiples suivant le schéma de la figure 65. Le bobinage est à courant diphasé à 12 pôles, hexaphasé (monté en triphasé avec 3 bagues) à 8 pôles, à 8 phases à 6 pôles.

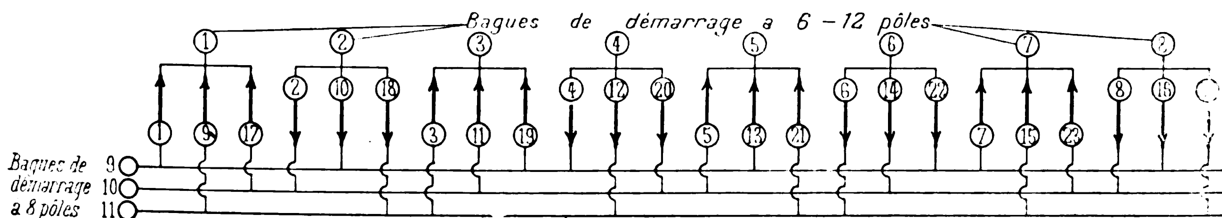


Fig. 65. — Schéma des connexions d'un bobinage de rotor à 24 bobines à 3 polarités, 6 pôles à 8 phases, 8 pôles (hexaphasé), 12 pôles (diphasé).

Les bagues 1 à 8 servent au démarrage à 6 et à 12 pôles et constituent des points neutres à 8 pôles. Les bagues 9 à 11 servent au démarrage à 8 pôles et constituent les points neutres à 6 et à 12 pôles.

Les bobines étant mises en parallèle 8 par 8 à 8 pôles, des courants de circulation pourront se fermer par ces bagues pour étouffer les champs parasites du stator si l'on a soin de mettre en court-circuit entre elles, les bagues 1 à 8.

On adoptera un pas allongé de 1/4 à 12 pôles, ce qui donnera un recouvrement à moitié des bobines des deux couches; ce pas sera raccourci de $\frac{1}{6}$ à 8 pôles, de sorte que le bobinage du rotor sera excellent comme répartition du champ à cette polarité, ce qui contribue à améliorer le fonctionnement de la machine à la vitesse correspondante. A 6 pôles, le pas sera raccourci de $\frac{3}{8}$.

2. Rotors ne permettant le démarrage sur résistances qu'à une ou deux polarités. — Un bobinage à 12 pôles avec bobines 6 par 6 en parallèle est en court-circuit pour 8 et 6 pôles.

Un bobinage à 8 pôles avec bobines 4 par 4 en parallèle est en court-circuit pour 6 et 12 pôles.

Un bobinage à 6 pôles avec bobines diamétralement opposées en parallèle est en court-circuit pour 8 et 12 pôles.

Un bobinage 6 et 12 pôles à 6 bagues du type classique avec bobines 3 par 3 en parallèle est en court-circuit pour 8 pôles.

Un bobinage 8 et 12 pôles à 7 bagues du type normal, composé de deux bobinages 4 et 6 pôles juxtaposés, avec bobines diamétralement opposées en parallèle, est en court-circuit pour 6 pôles.

Un bobinage 6 et 8 pôles, à 7 bagues, du type normal comporte 12 bobines et est monophasé à 12 pôles; il ne peut convenir. Cette combinaison doit être évitée.

C. Utilisation du rotor comme primaire. — 1. Moteurs a secondaire en court-circuit. — On utilisera un stator 6 et 12 pôles à bobines en parallèle, en court-circuit pour 8 pôles et un rotor à 8 pôles à 3 bagues en court-circuit pour 6 et 12 pôles.

2. Moteurs démarrant sur résistances aux trois polarités. — On utilisera le bobinage rotorique à 11 bagues comme primaire à 8 pôles où il permet l'alimentation en courant normal triphasé. On pourra ainsi obtenir telle induction que l'on désire à cette polarité.

Pour le stator, on pourra conserver le même bobinage que précédemment; à 8 pôles les bobines diamétralement opposées groupées deux par deux en parallèle débiteront des courants à 9 phases régulières, de sorte que la courbe de la force magnétomotrice du stator deviendra excellente.

On peut aussi exécuter un stator à 18 bornes suivant le schéma de la figure 66. A 6 et à 12 pôles, on réunira en parallèle les bobines trois par trois comme il est indiqué par le schéma; le montage sera composé de trois bobinages 2 et 4 pôles en parallèle; les connexions entre les trois groupes de bobines en parallèle peuvent être faites en étoile ou en triangle suivant les inductions que l'on désire réaliser aux deux polarités. A 8 pôles, les connexions volantes sont supprimées et les neuf groupes de deux bobines débitent sur résistances des courants à 9 phases.

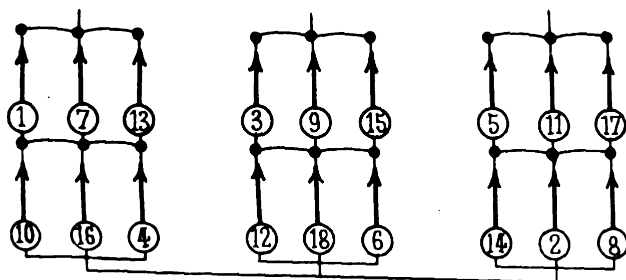


Fig. 66. — Schéma des connexions d'un bobinage de stator à 18 bobines à 3 polarités pouvant servir de primaire à 6 pôles (hexaphasé) et à 12 pôles (triphasé) et de secondaire à 8 pôles (9 phases).

D. Moteurs en cascade. — Nous verrons dans la quatrième partie de cette étude un type de moteur en cascade interne ($p_1 + p_2 = 6$) qui permet de réaliser des moteurs à 4, 6, 8 et 12 pôles démarrant sur résistances aux 4 polarités avec 8 bagues et bobinage statorique à 24 bornes. Ce type de machine peut être, bien entendu, utilisé pour 6, 8 et 12 pôles.

E. Utilisation du phénomène de Görges (pour mémoire). — Moteur 6 et 8 pôles avec rotor monophasé donnant la vitesse de 12 pôles par le phéomène de Görges. (Voir première partie).

X. Moteurs à trois polarités dans les rapports de 4 à 2 et à 1. (Moteurs à 2/4/8 pôles). — Ces vitesses, très espacées, peuvent être utiles dans quelques cas particuliers, par exemple pour commander des pompes ou compresseurs à piston dont le débit est proportionnel à la vitesse. Elles ont, de plus, l'avantage de conduire à un nombre de bornes assez réduit [1].

A. Bobinage hexaphasé à 2 pôles/hexaphasé à 4 pôles/triphasé à 8 pôles. — Nous adopterons trois bobines par champ double à 8 pôles, soit 12 bobines; le bobinage sera hexaphasé à 2 et à 4 pôles. Le diagramme de répartition des bobines entre les différentes phases est donné par la figure 67. Le couplage des bobines se fait en série et en étoile à 8 pôles, en série parallèle et en étoile à 4 pôles, en série parallèle et en triangle à 2 pôles (fig. 68). Le nombre des bornes est égal à 15.

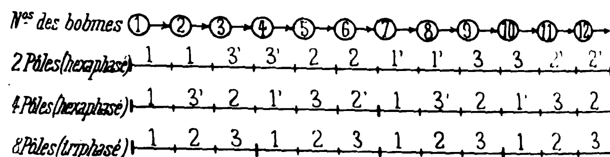


Fig. 67. — Diagramme de répartition des phases aux trois polarités d'un bobinage 2 pôles (hexaphasé), 4 pôles (hexaphasé), 8 pôles (triphasé).

Pour réduire le plus possible la dispersion à 8 pôles où le montage est triphasé, il faudrait adopter un pas diamétral ou égal au triple du pas diamétral à cette polarité; un pas diamétral à 8 pôles serait raccourci de 3/4 à 2 pôles; l'utilisation de la matière serait très mauvaise à cette dernière polarité. Un pas égal au triple du pas diamétral de 8 pôles conduirait, ainsi qu'il serait aisé de le vérifier, à une induction excessive à 4 pôles (ou à des inductions trop basses aux deux autres polarités). On sera donc amené à faire un sacrifice sur la dispersion à 8 pôles et à admettre qu'il soit égal aux 8/3 du pas diamétral à 8 pôles, ce qui équivaut, pour les coefficients de bobinage, à un pas raccourci d'un tiers; le chevauchement des bobines des deux couches sera supprimé; l'inconvénient sera minime pour les moteurs à cage, mais la dispersion pourra être assez forte dans les moteurs à rotor bobiné. A 4 pôles, le pas sera égal aux 4/3 du pas diamétral, et à 2 pôles aux 2/3 du pas diamétral.

1. Coefficients de bobinage. — Ils auront les valeurs indiquées dans le tableau XII.

[1] Signalons aussi l'existence du *Brevet français* n° 570 406 du 31 août 1923, dû à M. Mathivet, qui concerne un moteur à 2.4 et 8 pôles à 24 bornes.

TABLEAU XII. — *Valeur des coefficients de bobinage des moteurs à 2, 4 et 8 pôles à pas raccourci de 1/3 à 2 pôles.*

RANG DE L'HARMONIQUE	2 PÔLES (hexaphasé)	4 PÔLES (hexaphasé)	8 PÔLES (triphasé)
1	0,830	0,830	0,715
2	0,000	0,000	0,357
4	0,000	0,000	0,178
5	0,165	0,165	0,143
7	0,119	0,119	0,103

2. INDUCTIONS AUX TROIS POLARITÉS. — n étant le nombre de spires d'une bobine, on a

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega\, 4n \times 0{,}715 \sqrt{3}\, \Phi_8 \times 10^{-8}, \quad \text{à 8 pôles;}$$

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega\, 2n \times 0{,}83 \sqrt{3}\, \Phi_4 \times 10^{-8}, \quad \text{à 4 pôles;}$$

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega\, 2n \times 0{,}83\, \Phi_2 \times 10^{-8}, \quad \text{à 2 pôles;}$$

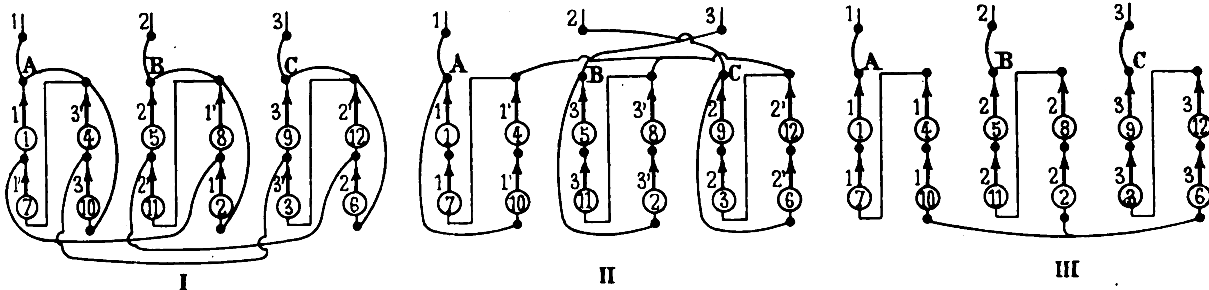


Fig. 68. — Schéma des connexions d'un bobinage à trois polarités : I, 2 pôles (hexaphasé); II, 4 pôles (hexaphasé); III, 8 pôles (triphasé).

d'où

$$\frac{B_8}{1{,}33} = \frac{B_4}{1{,}15} = \frac{B_2}{1}.$$

Le moteur est assez saturé à 8 pôles ce qui permet de maintenir un couple suffisant à cette polarité, malgré la dispersion.

3. PUISSANCES NORMALES. — Les puissances normales et courants normaux sont proportionnels aux valeurs suivantes :

$$\frac{I_{n2}}{2\sqrt{3}} = \frac{I_{n4}}{2} = \frac{I_{n8}}{1}.$$

4. AMÉLIORATION DE CE BOBINAGE PAR CHANGEMENT DU PAS ET ADOPTION DE BOBINAGES SUPPLÉMENTAIRES A 4 PÔLES. — On peut supprimer la dispersion supplémentaire à 8 pôles en adoptant un pas triple du pas diamétral à cette polarité; les coefficients de bobinage deviennent alors 0,885 à 2 pôles, 0,68 à 4 pôles, et 0,83 à 8 pôles, ce qui donne

$$\frac{B_8}{1{,}23} = \frac{B_4}{1{,}5} = \frac{B_2}{1}.$$

On pourra réduire l'induction à 4 pôles par l'adoption de 3 bobinages supplémentaires branchés aux bornes A, B, C du schéma, ayant 14 à 15 pour 100 du nombre de spires normal à 4 pôles; ces bobinages du type ordinaire à 4 pôles, avec pas diamétral à cette polarité auront un coefficient de bobinage de 0,956, et équivaudront à une augmentation du nombre de spires de la phase, de

$$\frac{0{,}956}{0{,}68} \times 14 \text{ à } 15 \text{ centièmes} = 20 \text{ à } 21 \text{ centièmes}.$$

ce qui ramènera l'induction à 4 pôles à la même valeur qu'à 8 pôles. Ceci augmentera de 3 unités le nombre des bornes de la machine. On pourra, si on le préfère, ne faire à 4 pôles la mise en triangle du bobinage qu'après le bobinage supplémentaire et donner à celui-ci seulement 8,5 pour 100 environ du nombre de spires de chaque phase à 4 pôles, ces spires ayant bien entendu une section $\sqrt{3}$ fois plus forte.

B. Bobinages de rotors. — 1. MOTEURS DÉMARRANT SUR RÉSISTANCES AUX TROIS POLARITÉS. — Le plus simple sera d'adopter un rotor à 12 bobines que l'on montera en étoile simple avec 12 bagues. La considération des inductions n'intervenant pas pour le rotor, on prendra un pas triple du pas diamétral à 8 pôles qui donnera une bonne courbe de champ à cette polarité. Les résistances seront triphasées à 8 pôles, hexaphasées à 4 pôles, à 12 phases à 2 pôles. On pourra à ces deux dernières polarités ne pas mettre toutes les bobines en circuit pendant le démarrage, et démarrer avec 3 ou 6 résistances seulement, si l'on n'a pas besoin du couple maximum au démarrage.

2. MOTEURS DÉMARRANT SUR RÉSISTANCES A UNE OU DEUX POLARITÉS SEULEMENT. — Un bobinage à 8 pôles avec bobines 4 par 4 en parallèle est en court-circuit pour 2 et 4 pôles.

Un bobinage à 4 pôles avec bobines 4 par 4 en parallèle est en court-circuit pour 2 et 8 pôles.

Un bobinage à 2 pôles avec bobines 2 par 2 en parallèle, est en court-circuit pour 4 et 8 pôles. Dans ces deux derniers cas, il conviendra généralement d'augmenter le nombre des circuits en parallèle par des connexions supplémentaires pour avoir un nombre de phases suffisant à 8 pôles (voir ce qui a été dit sur ce sujet dans la 1re partie).

Un bobinage 4 et 8 pôles du type classique, avec bobines diamétralement opposées en parallèle est en court-circuit pour 2 pôles.

Les bobinages 2 et 4 pôles en court-circuit pour 8 pôles et 2 et 8 pôles en court-circuit pour 4 pôles, sont d'une réalisation peu commode.

C. **Utilisation du rotor comme primaire.** — 1. MOTEURS A SECONDAIRE EN COURT-CIRCUIT. — On pourra utiliser un stator 4 et 8 pôles en court-circuit pour 2 pôles, et un rotor 2 pôles en court-circuit pour 4-8 pôles.

Si l'on ne veut pas admettre l'alimentation du rotor en primaire à la grande vitesse, on peut utiliser le bobinage 2, 4 et 8 pôles précédent (fig. 66) pour le stator; on se servira du stator comme primaire à 2 et à 8 pôles, et on le mettra en court-circuit à 4 pôles; on pourra alors adopter un pas triple du pas diamétral à 8 pôles et éviter toute dispersion supplémentaire sans avoir à craindre d'induction excessive à 4 pôles. Le rotor sera bobiné à 4 pôles, en court-circuit pour 2 et 8 pôles.

2. MOTEURS DEVANT DÉMARRER SUR RÉSISTANCES AUX TROIS POLARITÉS. — On montera les 12 bobines du rotor de la manière suivante : on réunira au point neutre les entrées des 6 bobines de numéros impairs, et les sorties des 6 bobines de numéros pairs, les autres extrémités étant réunies aux bagues. On vérifiera alors que les tensions aux bagues seront triphasées à 4 pôles, hexaphasées à 8 pôles et qu'elles demeureront dodécaphasées à 2 pôles. Le stator conservera le bobinage normal à 12 bobines et 15 bornes; les pas, aussi bien au stator qu'au rotor, seront triples du pas diamétral à 8 pôles; de la sorte on n'aura à craindre aucune dispersion anormale à 8 pôles. On alimentera le stator à 2 et à 8 pôles, le rotor à 4 pôles.

On réalisera ainsi un moteur excellent aux trois polarités.

D. **Utilisation du fonctionnement en moteur à champ double.** — On pourrait réaliser la vitesse de marche à 4 pôles par fonctionnement à champ double sur le couplage 8 pôles; le seul avantage serait de permettre l'adoption du pas triple du pas diamétral à 8 pôles sans avoir à craindre d'induction successive à la moyenne vitesse.

E. **Utilisation du phénomène de Görges** (pour mémoire). — Un moteur à 2 et 4 pôles, à rotor monophasé peut donner la vitesse de 8 pôles par le phénomène de Görges (voir 1re partie).

XI. **Moteurs à rapports de polarités divers.** — Nous avons réuni ci-dessous des renseignements divers concernant les combinaisons de polarités autres que celles étudiées précédemment.

Nous y avons ajouté le relevé des combinaisons de polarités qui seront étudiées dans les troisième et quatrième parties, et quelques renseignements bibliographiques divers, pour que le lecteur puisse savoir rapidement, en parcourant cette liste, où il pourra trouver des renseignements concernant une combinaison déterminée de vitesses.

A. **Moteurs à 2 polarités.** — 1. MOTEURS 6 PÔLES, 10 PÔLES. — Cette combinaison de vitesses a été étudiée par Reist et Maxwell (1). Elle peut être réalisée en triphasé avec 18 groupes, ce qui est le nombre maximum, et 33 bornes; on peut aussi exécuter un enroulement diphasé irrégulier à 8 groupes et 16 bornes se prêtant au montage Scott.

2. MOTEUR 10 ET 12 PÔLES. — On trouvera un couplage 10 pôles triphasé régulier, 12 pôles diphasé irrégulier dans le brevet français n° 534304 du 16 avril 1921 de M. Blathy.

3. COUPLAGE A COURANT DIPHASÉ DE SIEMENS. — Rappelons que le couplage diphasé à 8 bornes de Siemens est applicable toutes les fois que les quotients des deux nombres de pôles par leur plus grand commun diviseur sont l'un pair, l'autre impair.

4. UTILISATION DU ROTOR COMME PRIMAIRE. — Il est toujours facile de réaliser un moteur en court-circuit à deux polarités, en utilisant le stator comme primaire pour l'une des polarités, et le rotor pour l'autre, chacun des deux bobinages étant constitué de manière à être en court-circuit pour la polarité où il sert de secondaire.

B. **Moteurs à plus de 2 polarités.** — 1. MOTEUR 4, 6, 8, 12 PÔLES. — Le brevet n° 621623 de M. Reinert, déjà mentionné, indique un schéma de moteur à 4, 6, 8 et 12 pôles à 36 bornes, donnant lieu à une répartition irrégulière des forces magnétomotrices à 4 et à 8 pôles.

2. MOTEURS A ALIMENTATION PAR PHASES MULTIPLES. — Dans la troisième partie de cette étude, on trouvera les combinaisons suivantes qui conviennent particulièrement, mais non exclusivement, pour des moteurs en court-circuit :

8-10-12 14-16 pôles (1er bobinage).

6-8-10-12-14-16 pôles, avec possibilité d'addition de la vitesse de 18 pôles en moteur en cascade, et de celle de 14 pôles à champ double, ces deux dernières vitesses exigeant un certain nombre de bagues sur le rotor.

4 6-8-10 pôles avec possibilité d'addition de 12 pôles en cascade et de 10 pôles à champ double (avec

(1) REIST et MAXWELL, *La Lumière électrique*, 17 juin 1911, t. XIV (2e série), p. 331-334.

quelques bagues comme dans la combinaison précédente).

8-10-12-14-16 pôles (2e bobinage), 6-8-10 pôles.

Utilisation du rotor comme primaire. — Nous verrons, en outre, deux combinaisons comportant l'utilisation du rotor comme primaire :

6-8-10-12-14-16 pôles ;

6-8-10-12-14-16-18 pôles ;

8-10-12-14-16 pôles (3e solution).

Signalons encore un bobinage 4-6-8-12 pôles, breveté par M. de Kando (brevet français n° 572593 du 1er mars 1922) qui rentre dans la catégorie des bobinages de cette 3e partie.

3. Moteurs en cascade interne. — Dans la 4e partie de cette étude, qui concerne les moteurs en cascade interne, on trouvera les combinaisons suivantes convenant particulièrement pour les moteurs devant démarrer sur résistances à toutes les polarités :

Nombres de pôles multiples de 4, 6, 8, 10 ($p_1 + p_2 = 5$).

Nombres de pôles multiples de 4, 6, 8, 10, 12, 14 ($p_1 + p_2 = 7$).

4-6-8-12 pôles ($p_1 + p_2 = 6$).

4-6-8-10-12 pôles ($p_1 + p_2 = 6$).

6-8-10-16 pôles ($p_1 + p_2 = 8$).

10-14-24 pôles ($p_1 + p_2 = 12$).

8-10-12-16-24 pôles ($p_1 + p_2 = 12$).

8-10-12-14-16-24 pôles ($p_1 + p_2 = 12$).

8-12-20 pôles.

12-16-28 pôles.

4-8-12-16-20 pôles.

Ces trois dernières combinaisons comportent la mise en cascade du rotor primaire avec le stator secondaire.

4. Combinaisons diverses comportant l'utilisation du rotor comme primaire. — Nous allons indiquer quelques combinaisons particulièrement utiles comportant l'utilisation du rotor comme primaire (1).

1° *Moteur à 4-6-8-12 pôles.* — On utilise le stator comme primaire à 4 et 8 pôles, et le rotor pour 6 et 12 pôles.

Le rotor à 6 et 12 pôles à 6 bagues avec bobines 3 par 3 en parallèle, est de lui-même en court-circuit pour 4 et 8 pôles, et ne présente aucune difficulté de réalisation.

Le stator 4 et 8 pôles classique à 2 × 6 = 12 bobines, avec bobines diamétralement opposées en parallèle est bien en court-circuit pour 6 pôles, mais ne l'est pas pour 12 pôles. En mettant les 6 bornes du stator en court-circuit on ne réalise qu'un court-circuit monophasé. Pour réaliser un court-circuit polyphasé à 12 pôles, il faut doubler le nombre des bobines et le porter à 24 ; les bobines diamétralement opposées sont couplées en parallèle, conformément à la figure 69.

Pour réaliser 4 et 8 pôles, on couplera les 6 points A, A', A'', B, B', B'' à la manière habituelle. Les bobines mises 2 à 2 en parallèle constituent un court-circuit pour 6 pôles. Pour réaliser le court-circuit pour 12 pôles, on devra mettre en court-circuit les points A, A', A'', B, B', B'', C, C', C'', D, D', D'' et le point neutre E, soit 13 points ; si le montage est fait en triangle pour 8 pôles, la connexion du point neutre disparaît et il n'y a que

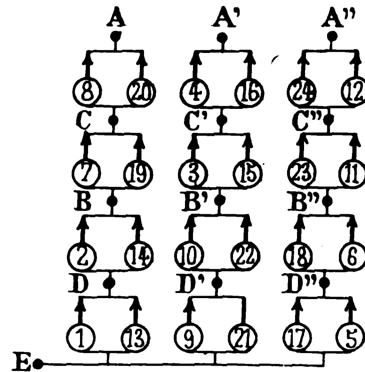


Fig. 69. — Schéma d'un bobinage 4 et 8 pôles en court-circuit pour 6 pôles, et pouvant servir en outre de secondaire à 12 pôles.

12 points à relier en court-circuit. Le court-circuit ainsi réalisé est diphasé. Ces 13 bornes permettent d'ailleurs de démarrer sur résistances à 12 pôles, celles-ci étant intercalées l'une entre A, A', A'', E et B, B', B'' et l'autre entre C, C', C'' et D, D', D''.

2° *Moteur à 6-8-12-16 pôles.* — On exécute un stator à 6 et 12 pôles en court-circuit pour 8 et 16 pôles en mettant les bobines à 120° en parallèle, avec connexions de mise en parallèle supplémentaires dans les bobines, pour avoir un nombre suffisant de points en court-circuit à 16 pôles.

Le rotor est à 8 et 16 pôles avec bobines à 90° en parallèle, ce qui le met en court-circuit pour 6 et 12 pôles.

3° *Moteur à 4-6-8-12-16 pôles.* — Le stator sera du type 4-8-16 pôles étudié précédemment (rapports 4/2/1) avec bobines diamétralement opposées en parallèle, qui sera en court-circuit naturellement pour 6 pôles, et dont on court-circuitera toutes les bornes pour 12 pôles ; ceci permettrait d'ailleurs de démarrer sur résistances diphasées à cette polarité.

Le rotor sera bobiné pour 6 et 12 pôles à 6 bagues avec bobines à 120° en parallèle ; il sera en court-circuit pour 4, et 8 et 16 pôles ; on devra prévoir dans chaque bobine des points de mise en parallèle supplémentaires pour avoir un nombre suffisant de courts-circuits à 16 pôles.

4° *Moteur à 6-8-10-12-16 pôles.* — Le rotor est pourvu du même bobinage à 6 bagues que dans le cas précédent.

Le stator porte deux bobinages, l'un à 10 pôles, l'autre à 8 et 16 pôles. Si le bobinage à 8 et 16 pôles était conçu comme dans le cas précédent, il serait en court-circuit, non seulement pour 6 et 12 pôles, mais aussi pour 10 pôles, ce qui est inadmissible. On constitue

(1) Plusieurs de ces combinaisons ont été indiquées par M. Creedy dans son *Brevet anglais n° 143600* du 20 février 1919.

alors le bobinage 8 et 16 pôles comme il est indiqué par la figure 70. Les sections diamétralement opposées de ce bobinage étant en série, les champs à 6 et à 10 pôles donnent une force électromotrice résultante nulle dans

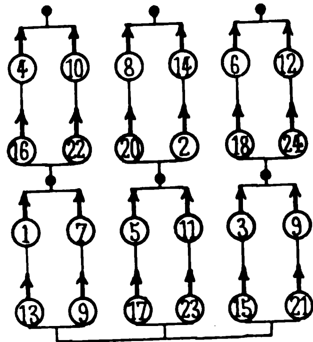


Fig. 70. — Schéma de bobinage 4 et 8 pôles en court-circuit pour 12 pôles et inactif pour 6 et 10 pôles.

chaque groupe de 2 sections en série, et le bobinage 8-16 pôles est inactif pour ces deux nombres de pôles; mais le champ à 12 pôles y donne des forces électromotrices qui s'ajoutent; les forces électromotrices des deux circuits en parallèle sont en opposition à 12 pôles, de sorte que le bobinage est en court-circuit à cette polarité.

Le bobinage à 10 pôles est constitué de bobines diamétralement opposées mises en série et en opposition, de telle sorte que les champs dont les nombres de paires de pôles sont pairs n'y donnent aucune force électromotrice; au contraire tous les champs dont les nombres de paires de pôles sont impairs y donnent des forces

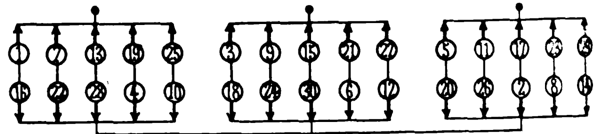


Fig. 71. — Schéma de bobinage à 10 pôles en court-circuit pour 6 pôles et inactif pour 4-8-12 pôles.

électromotrices qui s'ajoutent. En mettant 5 circuits en parallèle, on constitue ainsi un bobinage à 10 pôles en court-circuit pour 6 pôles, et inactif à 4, 8 et 12 pôles (fig. 71).

(*A suivre*).

H. DE PISTOYE.

Revues, analyses et informations

L'ampèremètre d'induction (1).

L'auteur expose d'abord le principe des ampèremètres d'induction en reprenant le modèle original de l'appareil. L'organe fixe est constitué par un enroulement autour d'un noyau formant un circuit magnétique de forme rectangulaire présentant un très petit entrefer; dans ce dernier est logé un disque d'aluminium qui coupe à angle droit les lignes de force du champ magnétique. Si un des pôles en face de ce disque est divisé en deux parties, et si on entoure une de ces deux moitiés d'un anneau de cuivre, le flux dans cette partie du pôle sera déphasé par rapport à celui passant dans l'autre moitié et l'action mutuelle de ce flux et des courants induits dans le disque développera un couple proportionnel à la grandeur des deux flux et au sinus de leur angle de déphasage. On peut considérer que l'ensemble est équivalent à un transformateur de courant dont le circuit magnétique serait divisé en deux moitiés : l'une, sans secondaire, correspond à un transformateur en circuit ouvert; l'autre, avec le secondaire fermé sur lui-même, figure un transformateur en court-circuit. Ces deux transformateurs ont toutefois le même courant primaire. Si donc on établit le diagramme vectoriel de chacun d'eux, puis qu'on superpose ces deux diagrammes en faisant coïncider les vecteurs représentant le courant magnétisant, on obtient un diagramme du système complet. L'étude de ce diagramme montre que si la réactance de l'anneau de cuivre est négligeable, le couple produit est proportionnel à la puissance développée et est maximum quand le déphasage qu'il produit est de 45°. Mais, en réalité, cet anneau forme une charge secondaire inductive; d'où réduction du couple agissant sur le disque et du déphasage du flux qui ne peut plus guère dépasser 35°.

Pour pouvoir obtenir ce déphasage de 45° (et même plus pour avoir une compensation automatique des variations de fréquence et de température), on a adopté le dispositif suivant : les deux pôles, au lieu d'avoir un enroulement commun, sont constitués de deux noyaux placés en face l'un de l'autre. Les deux enroulements sont en série, mais l'un est shunté par une résistance non inductive. On démontre que le couple agissant sur le disque est une fonction de l'intensité du courant passant dans ce shunt. La courbe du couple en fonction de ce courant montre qu'il est maximum lorsque ce courant est égal à 0,707 fois le courant total. L'allure de cette courbe permet donc d'établir des appareils dans lesquels les variations de fréquence ou de température sont compensées automatiquement. En effet, toute augmentation de la fréquence ou de la température tend à augmenter le courant dans le shunt, ce qui produit une diminution du couple qui, d'autre part, tend à croître du fait de l'augmentation des courants induits dans le disque. Les deux effets se contrarient et le couple ne varie pas. En pratique, on cherche à obtenir un angle de 70° pour le déphasage des flux dans les deux pôles afin de réaliser un plus grand écart pour la compensation automatique de part et d'autre de la fréquence et de la température normale.

On peut également établir des voltmètres basés sur les mêmes principes. — J. S.

(1) Francis-E.-J. OCKENDEN. *The electrical Review*, 29 juillet et 5 août 1927, t. CI, p. 173-174 et 215-216, 2900 mots, 8 figures.

SECTION DE LÉGISLATION

Le point de départ de l'indemnité en raison du maintien par la commune d'un tarif extracontractuel

(Arrêt du Conseil d'Etat du 18 mai 1927)

Nous ne pouvons reproduire tous les arrêts qui ont confirmé la jurisprudence basée par le Conseil d'État pour la première fois dans la décision du 30 mars 1916, sur la théorie de l'extracontractualité. Mais, à chaque étape, nous avons indiqué les résultats acquis, qu'ils soient favorables ou non aux concessionnaires. Aujourd'hui, nous reproduisons une décision qui répond à cette question : « Quand le caractère extracontractuel a été reconnu, quel est le jour qui marque le point de départ de l'indemnité mise à la charge de la commune ? ». Doit-on admettre que le concessionnaire est présumé avoir renoncé à réclamer pour toute la durée qui est antérieure à la demande de relèvement du tarif. On va voir que c'est le contraire qui est exact.

I. **Résumé des principes connus.** — On dit que l'exploitation d'une concession entre dans une période extracontractuelle, lorsque le prix de revient du gaz ou du courant électrique distribué commence à atteindre des prix qui, si l'on se rapporte à l'époque où le contrat a été conclu, sont hors de proportion avec tout ce que l'on pouvait prévoir. C'est la conséquence du conflit mondial de 1914 et des conséquences économiques vraiment incalculables qui en ont été la suite directe. Les compagnies de gaz ont été les premières victimes de cette modification profonde : car c'est la houille, qui, de toutes les matières premières, a le plus rapidement connu les prix excessifs. Il a fallu ensuite, notamment dans l'arrêt du 23 juin 1922 (affaire Ville de Morlaix) préciser que toutes les matières premières doivent entrer en ligne de compte ainsi que tous les facteurs qui influent sur le prix de revient : « il faut faire état, dit le Conseil d'Etat dans cet arrêt, du coût de la main-d'œuvre, de la diminution éventuelle du rendement du charbon en gaz et en coke, à raison de la mauvaise qualité, ainsi que de l'importance des frais généraux ». Le Conseil d'Etat a ensuite transporté la même jurisprudence dans le domaine de l'électricité. On se rappelle certaines dispositions du début qui ont provoqué quelque surprise. Le Conseil d'Etat, pour l'énergie d'origine hydraulique, a rejeté des demandes d'expertise, sans donner de motifs péremptoires, alors que dans d'autres affaires, il a accepté le principe de l'expertise pour vérifier les allégations du concessionnaire sur l'extracontractualité, en se basant sur ce qu'elles étaient rendues vraisemblables par un avis favorable donné par l'ingénieur du Contrôle à un relèvement des tarifs (arrêt du 28 mars 1924, Société du Haut-Grésivaudan contre les Communes de Lumbin et de La Terrasse). Dans une décision du 23 janvier 1925, il a confirmé la décision des premiers juges qui avaient ordonné une expertise, et il n'a pas donné de motif en ce qui concerne la vraisemblance des allégations du concessionnaire. Dans une affaire plus récente (19 février 1926, Société industrielle des Parquets de Chêne contre Commune de Chauvigny) le Conseil d'Etat revient encore sur la même question et accepte la demande de l'expertise parce que, dit-il, il existe un commencement de preuve rendant admissible l'allégation du demandeur, dans ce fait qu'à la suite d'un procès basé sur la loi Falliot, le concessionnaire n'a maintenu son courant qu'en acceptant une majoration de 150 pour 100.

L'arrêt dont on va lire le texte a été rendu dans une hypothèse plus simple, puisqu'il s'agissait d'une concession gazière. Le résultat qui s'en dégage sera acquis aux concessions d'électricité qui se trouveront dans les mêmes conditions d'extracontractualité.

II. **Faits ayant donné lieu au procès actuel.** — Au premier abord, ils ne paraissent pas sortir de l'ordinaire, nous allions dire de la banalité de ces sortes d'instance. A la date du 1er novembre 1916, la ville de Pauillac et la compagnie concessionnaire de la distribution du gaz, la Société industrielle girondine, avaient conclu un avenant, d'après lequel les tarifs de vente du gaz devaient être périodiquement revisés suivant les *fluctuations* constatées dans le cours de la *houille*. Après cet accord, de nombreuses causes de surélévation se manifestaient (indépendamment du prix de la houille) dans les frais généraux, la main d'œuvre et les matières premières autres que le charbon. Ces bouleversements économiques étaient imprévus et imprévisibles au moment de la signature de l'avenant, et la société concessionnaire s'inspirant de l'esprit de ce contrat réclama une augmentation de tarifs. Son raisonnement, d'ailleurs impeccable, était le suivant : « en

1916, la ville a reconnu que la surélévation nous était due, parce que le charbon était la seule matière qui eût dépassé, à ce moment, les limites susceptibles d'être prévues. Si nous démontrons que, depuis ce moment, d'autres éléments du prix de revient ont augmenté dans des proportions aussi gigantesques, il n'existe aucune raison pour rejeter notre demande afférente à ces différents écarts ». La ville avait opposé le silence à ces réclamations répétées; une instance devint alors nécessaire et fut accueillie par le conseil de préfecture de la Gironde, dans les termes classiques. Sans condamner la ville à un relèvement de tarifs, les juges avaient ordonné une expertise pour chiffrer la perte supportée par la société ; mais ils s'étaient refusés à faire remonter le calcul au delà du 21 décembre 1921, date à laquelle ils admettaient que la demande de relèvement de tarifs avait été présentée au maire.

III. Sens précis de la décision rendue. — On voudra bien ne pas confondre deux dates qui sont bien différentes, et, malgré cela, sont prises souvent l'une pour l'autre. Le conseil de préfecture n'a jamais déclaré que le préjudice devait être estimé à partir de l'introduction de l'instance par la société réclamante. Une semblable décision n'aurait pas soutenu l'examen. Quand un plaideur assigne devant un tribunal une personne qui lui cause un préjudice, il fait remonter sa demande à la date à laquelle ce préjudice a commencé, et réclame la réparation intégrale à laquelle il a droit, à moins qu'il se heurte à une prescription spéciale.

Le conseil de préfecture avait admis que la demande ne pouvait pas rétroagir au delà du jour où la compagnie concessionnaire avait sollicité une *modification de l'avenant qu'elle déclarait insuffisant*. Il avait admis une sorte d'abandon présumé de la part du concessionnaire pour la période antérieure à la réclamation d'un relèvement, ce qui est une supposition bien gratuite et injustifiée.

La décision du Conseil d'Etat s'explique facilement. Il est toujours difficile de savoir à quel moment précis, une demande de relèvement est formulée : sans doute, il est aisé de se reporter à la lettre officielle reçue à l'Hôtel de Ville par laquelle le concessionnaire « prie Monsieur le Maire de transmettre sa pétition à Messieurs les membres du Conseil municipal ». Mais, pratiquement, cette démarche ne peut être considérée que comme la dernière étape d'une série de réclamations officieuses. On retrouve la trace de cette idée dans cette phrase de l'arrêt : « A *supposer* que la Ville de Pauillac n'ait été saisie que le 21 décembre 1921 (*ce que le concessionnaire conteste d'ailleurs*) des réclamations de ce dernier... »

Connaîtrait-on cette date exactement, il serait contraire à la théorie dite de l'extracontractualité de lui donner une importance trop considérable. Le Conseil d'Etat a admis le principe que les contrats administratifs reposent, en réalité, sur divers éléments qui doivent se faire équilibre : le concessionnaire qui assure un service public n'en accepte pas la charge avec l'intention d'y trouver sa ruine, mais avec celle de réaliser des bénéfices normaux. La commune contractante ne doit pas avoir la pensée de mettre en perte l'industriel qui l'exonère d'une obligation qu'elle devrait assumer elle-même et qu'elle sera peut-être contrainte de reprendre, en cas de défaillance de son substitué : si ce dernier commet des erreurs de calcul, il doit en supporter les conséquences, mais si ces erreurs sont imputables, non pas à un manque absolu de prévoyance, mais à une impossibilité de prévoir, ce qui est essentiellement différent, la commune doit compenser la rupture de cet équilibre, ou réparer la plus grande partie des pertes auxquelles, par son obstination elle a amené le concessionnaire.

Cette obligation de la commune tient à la nature du contrat administratif; elle est née en même temps que lui et demeure coexistante, sans qu'il soit nécessaire, pour le concessionnaire, de la déclencher, en quelque sorte, par une demande de relèvement; le juge n'aura donc qu'à rechercher au moyen d'une expertise, à partir de quel moment, les parties contractantes sont entrées dans la période de l'extracontractualité, et la réparation aura son origine à ce moment. En réalité, tout concédant veut que le concessionnaire assume un risque, mais un risque susceptible d'être étudié, raisonné, établi, par des chiffres, et le concessionnaire accepte qu'il en soit ainsi. Quand les éléments du calcul sont bouleversés, on pourrait dire que le risque n'est plus contractuel, c'est le risque créé (¹) par les circonstances : immédiatement, il aurait dû être générateur d'une modification raisonnable dans les tarifs. Pour quels motifs réduirait-on son obligation, en acceptant comme date une date de relèvement?

IV. Texte de l'arrêt du Conseil d'Etat du 18 mai 1927. — Vu les lois des 28 pluviôse, an 8 et 24 mai 1872.

En ce qui concerne le point de départ de la période extracontractuelle :

Considérant que la ville et son concessionnaire ont, à la date du 1er novembre 1916, conclu un avenant aux termes duquel les tarifs de vente du gaz devaient désor-

(¹) D'une façon générale, le conseil évolue dans le sens de la responsabilité de l'Administration, en raison d'un risque qui a eu des conséquences sur des tiers, alors même qu'aucun contrat n'est jamais intervenu et même qu'aucune faute précise ne pouvait être alléguée : des grenades mises dans les casemates d'un fort de la région parisienne, font explosion, sans qu'on puisse démontrer une imprudence quelconque dans la manutention de ces explosifs. Le Conseil d'Etat admet, dans l'arrêt du 28 mars 1919 (*Recueil mensuel de Dalloz*, année 1919, troisième partie, p. 1, Affaire Régnault Desroziers) que ces opérations comportaient des risques excédant les limites de ceux qui résultent normalement du voisinage (voir : APPLETON, *Traité du Contentieux administratif*, n° 239). On ne saurait être surpris que, dans le domaine contractuel, le dépassement du risque normal susceptible d'être envisagé, au moment de la convention, soit admis comme un bouleversement devant amener logiquement une revision ou, en l'absence de revision des tarifs, une indemnité.

mais être périodiquement revisés suivant les fluctuations constatées dans le cours de la houille; qu'à la suite de la hausse exceptionnelle qui s'est produite postérieurement à 1916 et sans qu'il ait été possible de le prévoir à cette date, dans les prix de main-d'œuvre et des matières premières autres que le charbon ainsi que dans les dépenses afférentes aux frais généraux, la société a demandé à la ville, qui a refusé, de nouveaux relèvements de tarifs; que si, par l'arrêté attaqué, le conseil de préfecture a reconnu que le concessionnaire a droit à compensation pour les charges extracontractuelles dont l'avenant de 1916 n'a pu le dédommager, il a, dans son arrêté avant-dire droit, limité la mission des experts à la détermination du préjudice éprouvé par la société postérieurement au 21 décembre 1921, par le motif que c'est à cette date seulement que la société aurait formulé sa demande de relèvement de tarifs;

Considérant qu'à supposer que la ville de Pauillac n'ait été saisie que le 21 décembre 1921, ce que le concessionnaire conteste d'ailleurs, des réclamations de ce dernier, cette circonstance ne pouvait à elle seule être regardée comme constituant une reconnaissance implicite du fait que la société n'avait jusqu'à ce jour subi aucune charge extracontractuelle et ne pouvait dès lors la priver du droit de demander une indemnité pour le préjudice qu'elle justifierait avoir déjà subi dans le passé, depuis la date à laquelle la majoration du prix de revient du gaz aurait excédé les prévisions que les parties avaient pu former le 1er novembre 1916; qu'ainsi la mission des experts a été inexactement déterminée par l'arrêté avant-dire droit et que c'est à tort que, dans l'intérêt par lequel il a ultérieurement fixé le montant des charges extracontractuelles, le conseil de préfecture n'a tenu compte que de celles subies par la société postérieurement au 21 décembre 1921.

Considérant que l'état de l'instruction ne permet pas de déterminer, dès à présent, la date à partir de laquelle, compte tenu des relèvements de tarifs prévus par l'avenant du 1er novembre 1916 en cas de hausse du prix du charbon, l'économie du contrat aurait été bouleversée par suite de l'élévation du prix de revient du gaz, au delà de la limite extrême de majoration que les parties avaient pu envisager lors de la conclusion de cet avenant; qu'il y a lieu dès lors de renvoyer les parties devant le conseil de préfecture pour y être procédé sur ce point à un complément d'expertise.

Article premier. — L'arrêté avant-dire droit du 27 avril 1923 est réformé en tant qu'il a limité la mission des experts à la détermination des charges extracontractuelles subies par la société concessionnaire postérieurement au 21 décembre 1921.

Art. 2. — L'arrêté du 16 janvier 1925 par lequel le conseil de préfecture a statué, après l'expertise, est annulé.

Art. 3. — Les parties sont renvoyées devant le conseil de préfecture interdépartemental siégeant à Bordeaux pour, si elles ne s'entendent pas à l'amiable, être statué après qu'il aura été procédé par les experts précédemment désignés, à un complément d'expertise à l'effet : 1° de rechercher quel a été le prix maximum de revient du mètre cube de gaz ayant pu entrer au 1er novembre 1916, date de la conclusion de l'avenant dans les prévisions des parties; 2° de déterminer le montant de la charge extracontractuelle supportée par la compagnie concessionnaire pendant la période qui s'est écoulée depuis le jour où ce prix limite a été dépassé, jusqu'au 1er janvier 1922, point de départ de la période envisagée par les experts lors de la première mission remplie par eux; 3° d'évaluer en appréciant tous les faits de la cause, la part de ladite charge que l'interprétation raisonnable du contrat permet de faire supporter au concessionnaire.

Art. 4. — Les dépens exposés devant le Conseil d'État y compris ceux du recours incident sont mis à la charge de la ville.

Paul Bougault,
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Législation, jurisprudence, réglementation

Décret portant revision du décret du 17 octobre 1907 sur l'organisation du contrôle des distributions d'énergie électrique.

Voici le texte de ce décret, en date du 26 octobre 1927 et publié au « Journal officiel » du 28 octobre, page 11 064.

Le Président de la République française.

Sur le rapport du ministre des Travaux publics, de l'Intérieur, de l'Agriculture, du Commerce et de l'Industrie,

Vu la loi du 15 juin 1906, modifiée et complétée par les lois des 19 juillet 1922, 27 février et 13 juillet 1925, article 298, sur les distributions d'énergie électrique notamment les articles 16 et 18, paragraphe 3° ;

Vu le décret du 17 octobre 1907 (modifié par les décrets des 6 septembre 1912 et 28 février 1920)(1) sur l'organisation du contrôle des distributions d'énergie électrique et notamment le chapitre IV, articles 9, 10, 11, 12 et 13;

Vu l'avis du Président du conseil, ministre des Finances, en date du 22 mars 1927;

Le Conseil d'État entendu,

Décrète :

Article premier. — Les dispositions des articles 9, 10, 11, 12 et 13 formant le chapitre IV du décret du 17 octobre 1907 (modifié par les décrets des 6 septembre 1912 et 28 février 1920) sur l'organisation du contrôle des distributions

(1) Décret du 28 février 1920 organisant le service du contrôle des distributions d'énergie électrique. *Revue générale de l'Électricité*, 27 mars 1920, t. VII, p. 446-447.

d'énergie électrique, sont remplacées par les dispositions ci-après :

Chapitre IV : *Frais de contrôle.*

Art. 9. — Le montant des frais de contrôle est calculé d'après la longueur réelle des canalisations, sans faire rentrer en compte les branchements desservant les immeubles.

Les canalisations aériennes empruntant les mêmes supports et les canalisations souterraines dont les conducteurs sont juxtaposés, sont considérées comme formant une seule ligne dont la longueur est égale à celle de la voie canalisée.

Chaque permission ou concession donne lieu à la perception des frais de contrôle distincts pour les lignes qu'elle autorise.

Les frais de contrôle de l'exploitation sont calculés comme il est dit ci-dessus, pour chaque ligne ou groupe de lignes, à partir du premier jour du trimestre au cours duquel est délivrée l'autorisation de circulation de courant et jusqu'au dernier jour du trimestre au cours duquel l'exploitation prend fin.

Indépendamment des frais de contrôle de l'exploitation, il est dû pour le contrôle de la construction, une somme fixée à forfait et égale au montant des frais de contrôle de l'exploitation pour une année entière.

Art. 10. — Le ministre des Travaux publics arrête chaque année les bases d'après lesquelles sont fixés à forfait les frais de contrôle dus à l'Etat par les entrepreneurs de distributions établies en vertu de permissions ou de concessions.

Ces frais, proportionnels à la longueur des lignes, ne peuvent dépasser 40 fr par kilomètre de ligne et par an pour les distributions soumises au contrôle exclusif de l'Etat et 20 fr par kilomètre de ligne et par an, pour les distributions soumises au contrôle des municipalités sous l'autorité du ministre des Travaux publics.

Art. 11. — Les frais de contrôle dus aux municipalités sont déterminés par le conseil municipal. Ces frais ne peuvent dépasser 20 fr par kilomètre de ligne et par an.

Lorsque le contrôle municipal est exercé sur la demande des municipalités par les agents du contrôle de l'Etat, en vertu du deuxième alinéa de l'article 6 ci-dessous, les frais de contrôle ainsi déterminés sont perçus au profit de l'Etat.

Lorsque le contrôle municipal est exercé par les agents du contrôle de l'Etat, en vertu des deuxième et quatrième alinéas de l'article 7 ci-dessus, les frais de ce contrôle municipal sont fixés à 20 fr par kilomètre de ligne et par an ; ils sont perçus au profit de l'Etat.

Le maire adresse, au commencement de chaque année, à l'ingénieur en chef du contrôle, le relevé des sommes encaissées au cours de l'année précédente, accompagné de l'indication de l'emploi qui en a été fait.

Art. 12. — Les frais de contrôle dus à l'Etat sont versés annuellement au Trésor sur le vu d'un état arrêté par le ministre ou par le préfet délégué à cet effet et formant titre de perception.

Les frais dus aux communes sont acquittés à la caisse municipale sur le vu d'un ordre de versement établi par le maire.

Pour les lignes nouvelles, le premier état comprend les frais de contrôle de la construction et mentionne la date à partir de laquelle sont dus les frais de contrôle de l'exploitation.

A défaut de payement par l'entrepreneur, le recouvrement est poursuivi en conformité des règles générales de la comptabilité publique de l'Etat ou de la comptabilité communale.

Art. 13. — Le nouveau tarif maximum fixé par les articles 10 et 11 ci-dessus sera applicable à dater du 1er janvier 1927 ; il pourra être revisé tous les cinq ans à partir de cette date.

Art. 2. — Le présent décret recevra son application à dater du 1er janvier 1927.

Art. 3. — Les ministres des Travaux publics, de l'Intérieur, de l'Agriculture, du Commerce et de l'Industrie sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au « Journal officiel » et inséré au « Bulletin des lois ».

Fait à Paris, le 26 octobre 1927.

Sur un cas où il est possible de procéder à une augmentation de capital sans publication préalable d'une annonce légale.

Le « Journal officiel » du 21 août 1927 publie, page 2735 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12 849. — M. Baroux, député, demande à M. le ministre des Finances : 1° s'il est vrai, comme le signalent plusieurs journaux financiers, qu'en dépit de la loi du 30 janvier 1907 et du décret du 27 février 1907, modifié par les décrets des 3 février 1912, 10 octobre 1917, 28 avril 1918 et 30 avril 1920, que la banque Oustric, 8, rue Auber, a procédé à une ou plusieurs augmentations de capital, sans publication préalable au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » ; 2° dans le cas de l'affirmative : *a*) quelles sont les raisons pour lesquelles cette banque se met ainsi au-dessus des lois ; *b*) quelles sanctions seront prises contre elle. (Question du 17 juin 1927.)

Réponse. — 1° Il est exact que la banque Oustric et Cie a procédé à deux augmentations de capital sans publication préalable au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » ; 2° aucune infraction aux prescriptions de la loi du 30 janvier 1907 ne saurait être relevée à la charge de la banque en question. Les actions nouvelles n'ont été souscrites que par trente-deux personnes (anciens actionnaires), qui avaient été individuellement pressenties. L'opération n'a donc pas comporté d'appel au public et, par suite, les prescriptions de la loi précitée n'étaient pas applicables.

Sur l'application de l'impôt général sur le revenu des membres d'une société à responsabilité limitée augmentant son capital sur ses réserves.

Le « Journal officiel » du 21 août 1927 publie, page 2730 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12 479. — M. Emile Bender, député, demande à M. le ministre des Finances, étant donné que, dans les sociétés à responsabilité limitée la cessibilité des parts n'existe qu'entre associés et que l'engagement de l'associé ne peut être maintenu sans son assentiment, si, pour les motifs retenus par le Conseil d'Etat en matière de société anonyme, l'impôt général sur le revenu est dû par les membres d'une telle société et que celle-ci augmente son capital sans offrir à ceux-ci aucune distribution, à l'aide de ses réserves, qui sont directement converties en parts réparties entre les associés. (Question du 19 mai 1927.)

Réponse. — Ainsi que l'a jugé le Conseil d'Etat, les sommes prélevées sur les réserves d'une société anonyme et réparties entre les actionnaires sous la forme d'actions nouvelles sans que les attributaires aient eu la faculté, soit de percevoir en numéraire la part de réserves leur revenant, soit de céder librement leurs nouveaux titres, ne doivent pas entrer en ligne de compte pour l'établissement de l'impôt général dû par les actionnaires. — Mais les décisions rendues jusqu'alors dans cet ordre d'idées s'appliquent toutes au cas de sociétés par actions et l'on ne peut considérer la jurisprudence qui en découle comme devant nécessairement s'étendre aux sociétés à responsabilité limitée, dont le fonctionnement est régi par des dispositions particulières. On estime donc que les sommes distribuées aux membres de ces sociétés sous la forme de parts sociales doivent, comme celles qui sont réparties en numéraire, être comprises dans les bases de l'impôt général dû par les bénéficiaires.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 21. 26 NOVEMBRE 1927.

AVIS : Renouvellement des abonnements. — *Nous prions instamment ceux de nos lecteurs dont l'abonnement expire fin décembre de bien vouloir nous adresser le montant de leur renouvellement pour 1928 (100 fr pour la France, 250 fr pour la Belgique et le Luxembourg, 10 ou 12 dollars, suivant conditions postales, pour tous les autres pays) avant le 15 décembre prochain, date à partir de laquelle nous en ferons faire le recouvrement par la poste pour Paris et les départements (frais de recouvrement en plus, 5,55 fr).*

Les abonnés français pourront utiliser à cet effet la formule de chèque postal insérée dans le présent numéro. Les frais ne sont alors que de 0,40 fr.

Le cinquantenaire de l'invention du télégraphe multiple par Baudot. — Dans la matinée du mercredi 9 novembre 1927 a eu lieu une cérémonie que, faute de place, nous n'avons pu signaler dans notre dernier numéro : l'inauguration dans la cour du poste central télégraphique de la rue de Grenelle, à Paris, du buste d'Emile Baudot, le créateur du premier appareil télégraphique rapide, aujourd'hui employé dans le monde entier.

Cette cérémonie était présidée par M. Bokanowski, ministre du Commerce et de l'Industrie. M. Serre, directeur de l'Exploitation télégraphique au Sous-Secrétariat des Postes, Télégraphes et Téléphones, a retracé la vie de Baudot et mis en relief le progrès réalisé par l'invention de Baudot en permettant plusieurs communications simultanées sur la ligne télégraphique Paris-Bordeaux. Puis M. Bokanowski a pris la parole pour commémorer l'œuvre de Baudot.

On a souvent et avec raison, a dit le ministre, reproché à la France d'être une semeuse d'idées et de laisser aux autres nations le bénéfice moral et pratique de ses inventions.

On ne peut pas en dire autant pour le télégraphe. Depuis le précurseur Chappe et son appareil à signaux jusqu'à Baudot, inventeur du télégraphe multiple et imprimeur, en passant par Rouvier, qui « duplexa » le Morse en 1856, et Mayer, qui le « sextupla » en 1872, la France a toujours occupé une place prépondérante dans le progrès en matière de télégraphe électrique.

Aujourd'hui, le « Baudot » et ses dérivés sont en usage dans le monde entier. Et n'est-ce pas un hommage universel de reconnaissance au grand inventeur que cette parole qu'un ingénieur anglais prononça au cours de la dernière Conférence télégraphique de Berlin : « On sent la grande ombre de Baudot planer sur cette conférence... » ?

Et n'est-ce pas un autre hommage que la motion proposée pendant le même congrès et adoptée à l'unanimité que le nom de « Baud », abréviation de Baudot, soit employé pour indiquer l'unité de vitesse de transmission?

Ainsi le nom de Baudot se trouve immortalisé à côté de ceux d'Ampère et de Coulomb.

M. Bokanowski a ensuite rappelé les noms des premiers collaborateurs de Baudot, dont la plupart sont, comme Baudot, aujourd'hui décédés; puis il a remis la croix de chevalier de la Légion d'honneur à deux d'entre eux, nommés à ce grade par décret en date du 28 octobre 1927, publié dans le « Journal officiel » du 9 novembre, page 11 386, et portant la mention suivante :

Ont été nommés au grade de chevalier dans l'Ordre national de la Légion d'honneur :

MM. Robichon (Noël-Jean-Gabriel), directeur départemental breveté des Postes et Télégraphes, en retraite; 43 ans de services civils, et François de La Poussardière (Marius-Alexandre), chef de poste central télégraphique de 1re classe, en retraite; 43 ans de services civils, collaborateurs et continuateurs de l'œuvre d'Emile Baudot, inventeur de l'appareil de télégraphie « multiple ». Par les perfectionnements apportés au système, ont permis à l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones, tout en réalisant une sensible économie, d'accroître le rendement et d'assurer la parfaite sécurité des communications télégraphiques entre l'Algérie et la métropole.

Ajoutons que lorsque, le 17 juin 1874, Baudot prit son premier brevet pour l'invention dont la mise en pratique en 1877 sur la ligne télégraphique Paris-Bordeaux devait démontrer toute l'importance, il n'était âgé que de 28 ans et depuis quatre ans seulement dans l'Administration des Postes et Télégraphes. Il naquit, en effet, le 11 septembre 1845, à Magneux, dans la Haute-Marne, et ce ne fut qu'en 1870 qu'il quitta la ferme où il travaillait avec son père pour entrer dans les services télégraphiques. Il fut immédiatement séduit par le caractère scientifique de sa nouvelle profession et, comme il n'avait reçu qu'une instruction primaire dans une école de campagne, il occupa ses loisirs à compléter cette instruction, étudiant notamment la mécanique et l'électricité. Guidé en même temps par la pratique, il ne tarda pas à percevoir les perfectionnements qu'il était possible d'apporter au mode de transmission télégraphique alors utilisé et, comme il est dit plus haut, ce fut dès 1874 qu'il prit son premier brevet. Un an plus tard, il parvint à réaliser une installation qui donna des résultats si satisfaisants que les Ateliers Dumoulin-Froment entreprirent la construction des appareils mis en service en 1877. Depuis cette époque jusqu'à sa mort, survenue en 1903, Baudot se consacra exclusivement au perfectionnement de son invention, secondé dans ses recherches, d'une part, par la Maison Carpentier, d'autre part, par l'Administration des Postes et Télégraphes. Celle-ci le récompensa de ses services en le nommant, en 1880, contrôleur, puis, en 1882, inspecteur-ingénieur. Mais, par suite des règlements concernant les inventions faites par des employés, que la loi sur les brevets d'invention récemment votée par la Chambre des Députés n'abolit qu'en partie, elle ne put lui verser aucune redevance pour les nombreux appareils qu'elle construisit ou fit construire. Aussi, sans avoir partagé le triste sort de beaucoup d'inventeurs morts dans la misère, Baudot n'a-t-il pas connu le plaisir que lui eût procuré la possession d'une fortune lui permettant de se consacrer complètement à la recherche et la réalisation de nouvelles inventions. Mais, comme beaucoup d'autres de sa génération, Baudot était un modeste et un philosophe, se contentant de son sort et trouvant dans l'accomplissement du labeur quotidien l'entière satisfaction de ses désirs. L'hommage que vient de rendre à sa mémoire l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones était donc des plus mérités.

A propos de l'accumulateur électrique Almeida. — A la suite de la publication dans la presse quotidienne, notamment dans « Le Quotidien » du 3 octobre et « Le Figaro » du 5 octobre 1927, d'articles élogieux sur l'accumulateur Almeida, quelques-uns de nos lecteurs, dont plusieurs de pays étrangers assez éloignés comme la République argentine, nous ont téléphoné ou écrit pour nous demander des renseignements concernant cet accumulateur.

Nous croyons donc utile de rappeler que tous les renseignements qu'il nous a été possible de recueillir à ce sujet ont été publiés dans une note (1) et un article (2) insérés dans les numéros de cette revue des 3 et 10 septembre 1927, note et article qui ont pu passer inaperçus d'un certain nombre de nos lecteurs par suite de leur publication pendant la période des vacances.

Les articles publiés récemment dans la presse quotidienne ne nous apportent d'ailleurs pas de renseignement nouveau : tous reproduisent, plus ou moins longuement et sous des formes légèrement différentes, les allégations antérieurement publiées par les journaux espagnols et dont nous avons donné quelques extraits dans la note précitée, allégations qui sont en opposition complète avec les résultats des essais faits en Allemagne par l'Accumulatoren Fabrik Aktien Gesellschaft et signalés dans cette même note ainsi que dans notre « Documentation » (3).

On trouve toutefois dans l'un de ces articles quelques nombres concernant la capacité et le rendement de l'accumulateur Almeida, qu'il convient de relever.

Au sujet de la capacité, il y est dit que cet accumulateur peut donner 22 ampères (sic) par kilogramme de plaques; il faut évidemment lire 22 ampères-heures et il serait utile de savoir à quel régime de décharge

(1) A propos d'un nouvel accumulateur électrique : l'accumulateur Almeida. *Revue générale de l'Électricité*, 3 septembre 1927, t. XXII, p. 329-330.

(2) L. Jumau; A propos de l'accumulateur électrique « Almeida ». *Revue générale de l'Électricité*, 10 septembre 1927, t. XXII, p. 375-377.

(3) L'accumulateur électrique Almeida. *Revue générale de l'Électricité*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 99 D.

correspond cette capacité. Mais ne chicanons pas sur ces détails et faisons seulement remarquer que si c'est là tout ce que peut donner le nouvel accumulateur dans les meilleures conditions de décharge, on ne voit pas les avantages qu'il peut présenter à ce point de vue sur les accumulateurs actuels : cette capacité massique en quantité ne correspond en effet qu'à une capacité massique en énergie d'environ 40 watts-heures par kilogramme de plaques, alors que certains accumulateurs au plomb ont pu donner jusqu'à 80 watts-heures par kilogramme de plaques. C'est d'ailleurs la même opinion qu'exprimait l' « Elektrotechnische Zeitschrift » du 30 juin 1927 en relatant, dans la note précitée, les résultats des essais effectués par l'Accumulatoren Fabrik Aktiengesellschaft : « Les essais, écrivait-il, ont prouvé indubitablement que l'énergie de l'accumulateur Almeida, par rapport à son poids, est notablement moindre que dans les accumulateurs au plomb et les accumulateurs alcalins employés en pratique pour des applications spéciales. »

Le même article nous apprend que le rendement en puissance (sic) de l'accumulateur Almeida atteindrait 93 pour 100 au lieu des 80 à 85 pour 100 des meilleurs accumulateurs au plomb. Il est évident que le rédacteur de l'article a voulu parler du rendement en énergie, mais il ne semble pas que l'on ait obtenu une valeur aussi élevée dans les essais faits en Allemagne, car la phrase de l' « Elektrotechnische Zeitschrift » que nous venons de reproduire était suivie de la suivante : « Il en est de même aussi pour le rendement ».

Il serait donc indispensable, pour qu'on puisse se faire une opinion sur les mérites du nouvel accumulateur, que le révérend père Almeida, ou la société financière qui a été créée pour l'exploitation de ses brevets, se décidât à publier des résultats d'essais présentant toute garantie de sincérité. Pour le moment nous ne pouvons que renvoyer les lecteurs qui désirent se rendre compte de ses qualités techniques à la seule étude vraiment scientifique publiée jusqu'ici sur cette question : l'article de notre collaborateur L. Jumau, rappelée plus haut.

Société française des Electriciens. — Séance du 5 novembre 1927. — L'ordre du jour de cette séance comportait deux communications.

La première, due à M. Matignon, professeur au Collège de France, avait pour objet une étude sur le *Glucinium*.

L'oxyde de glucinium, ou glucine, a été découvert par Vauquelin en 1798 dans l'émeraude de Limoges ou béryle, qui est un silicate double d'aluminium et de glucinium ($SiO^2)^6 Al^2O^3 (GlO)^3$.

Debray et Wœhler obtinrent le glucinium métallique en réduisant son chlorure, le premier par le sodium, le second par le potassium.

Lebeau obtint le glucinium en électrolysant le fluorure double de glucinium et de potassium $GlF^2 KF$; les quantités de métal pur obtenues par Lebeau étaient très faibles. Le professeur Fister et ses élèves parvinrent à en obtenir des quantités plus importantes qui leur permirent d'étudier les propriétés physiques du glucinium.

Le glucinium a pour poids atomique 9,1 ; il est bivalent ; sa densité est de 1,84, c'est donc un métal très léger ; sa température de fusion est de 1290°C ; il est très dur, cassant, très difficile à limer, et malléable à la température du rouge ; il est douze fois moins conducteur de l'électricité que l'aluminium ; il est très attaquable, à froid, par les acides sauf par les acides sulfurique et azotique concentrés qui ne l'attaquent qu'à chaud. Dans la classification de Mendelejeff le glucinium se classe entre le lithium et le bore.

En Allemagne, un consortium s'est fondé pour étudier la fabrication industrielle du glucinium. On est parvenu, par électrolyse d'un mélange de $NaF GlF^2$, de $BaF^2 GlF^2$, et de $BaF^2 2 (GlF^2)$, à obtenir le métal avec un rendement de 38 à 44 pour 100 ; l'opération se fait à la température de 1350°C, sous une tension de 80 v et avec une intensité de courant de 50 A.

M. Matignon, qui s'est livré à de nombreuses recherches sur le glucinium, estime que ce métal est appelé à rendre de grands services dans les alliages extra-légers auxquels il donne des propriétés assez analogues à celles obtenues avec le silicium.

La deuxième communication qui avait pour titre *L'almelec*, était présentée par M. Suhr, ingénieur en chef du Service des recherches à la Compagnie de Produits chimiques d'Alais, Froges et Camargue.

En réalité le conférencier n'a pas parlé de l'almelec, alliage d'aluminium et de magnésium, mais d'un nouvel alliage, dénommé « alliage J. L. », d'aluminium et de cuivre, qui contient 4,75 pour 100 de cuivre.

Une fois l'alliage coulé, il subit un premier laminage, puis il est porté à une température de 530°C et maintenu à cette température pendant une demi-heure. Trempé ensuite à l'eau, on obtient un corps présentant une contrainte de rupture de 28 à 30 kg : mm² et une résistivité électrique de 4,3 microhms-centimètres.

Après recuit à 175°C, la contrainte de rupture s'élève à 40 kg : mm² et la résistivité s'abaisse entre 3,6 et 3,7 microhms-centimètres.

Si on écrouit ensuite le métal, la contrainte de rupture a une valeur variant de 55 à 56 kg : mm² et une résistivité électrique de 3,7 à 3,8 microhms-centimètres ; mais le fil obtenu étant excessivement fragile, il faut lui faire subir un recuit adoucissant. M. Suhr montra que les meilleurs résultats, tant au point de vue de la contrainte de rupture que de la conductivité, étaient obtenus pour un recuit à 125°C qui permet d'obtenir un fil présentant une contrainte de rupture plus grand que 45 kg : mm² et une résistivité inférieure à 3,7 microhms-centimètres.

Pour des fils de diamètre de 2 mm et au-dessous, on peut arriver à des coefficients de rupture plus grands que 50 kg : mm². Le métal J. L., tout en ayant des propriétés comparables à celles du bronze siliceux n° 2 a, de plus, sur ce bronze, l'avantage d'être beaucoup plus léger, de sorte que, utilisé sous forme de fil conducteur, les flèches, pour des portées égales, sont inférieures à celles des conducteurs en bronze siliceux. Par exemple, pour une portée de 100 m, la flèche du bronze siliceux n° 2 est de 2,45 m tandis que celle de l'alliage J. L. n'est que de 1,40 m.

Ce métal est appelé à rendre de très grands services pour l'établissement des lignes télégraphiques et téléphoniques et des lignes de distributions rurales d'électricité. — H. C.

La Semaine de Discussions d'octobre 1927 de la Société française des Electriciens

La Semaine de Discussions organisée par la Société française des Electriciens a été annoncée dans cette revue le 27 août (*). A chacune des six sections du Comité d'Administration de la Société française des Electriciens était consacrée une journée de la semaine du 24 au 29 octobre, suivant le programme mentionné dans notre numéro précité et modifié comme nous l'avons indiqué dans notre numéro du 22 octobre (**). Cette quatrième Semaine de Discussions, la première datant de décembre 1924, fut donc ouverte le lundi 24 octobre par M. Fabry, président de la Société française des Électriciens ; la première section entreprit aussitôt ses travaux, dont nous donnons le compte rendu dans les lignes qui suivent. On trouvera dans les prochains numéros l'exposé des questions traitées et discutées dans les cinq autres sections.

Travaux de la première Section

Les questions étudiées par la première Section du Comité d'Administration de la Société française des Electriciens se rapportent à la production et à l'utilisation mécaniques de l'électricité. Celles qui furent discutées dans la journée du 24 octobre 1927, la première de cette Semaine de Discussions, touchent à l'échauffement des machines électriques, à l'influence des harmoniques sur la tension de réactance, à l'amorçage des génératrices asynchrones isolées et aux courbes de la tension des alternateurs.

I. **Echauffement des machines électriques.** — A. **Rapport de M. Roth.** [1] — Sous le titre d' « Introduction à l'étude analytique de l'échauffement des machines électriques », M. Ed. Roth présente un important travail dans lequel il se propose de montrer dans quelles mesures les résultats de la théorie de la propagation de la chaleur peuvent être appliqués à un calcul pratique de l'échauffement des machines.

L'équation qui est à la base de ces calculs est celle de Poisson, de la forme générale suivante :

$$K_x \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + K_z \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} + w = 0,$$

où K_x, K_y et K_z sont les coefficients de conductibilité thermique suivant les trois directions des axes Ox, Oy, Oz ; θ, la température, et w, la quantité de chaleur due à la source de chaleur se trouvant à l'intérieur du corps ; en l'espèce, dans le cas des machines électriques, ce w est dû aux courants dans les conducteurs et dans les autres pièces métalliques de la machine et encore à l'hystérésis. Cette équation résulte, rappelons-le, du principe de la conservation de la chaleur ; si le corps ne comporte aucune source interne de chaleur, $w = 0$, l'équation prend la forme de l'équation de Laplace. Pour intégrer cette équation, il est nécessaire de fixer les conditions à la surface du corps auquel elle s'applique, conditions qui entraînent l'introduction de nouveaux coefficients dits « coefficients de conductibilité thermique extérieure », ou, selon l'expression adoptée par M. Roth, « coefficient d'émission de chaleur » On trouvera, dans le rapport, à la fin de cette

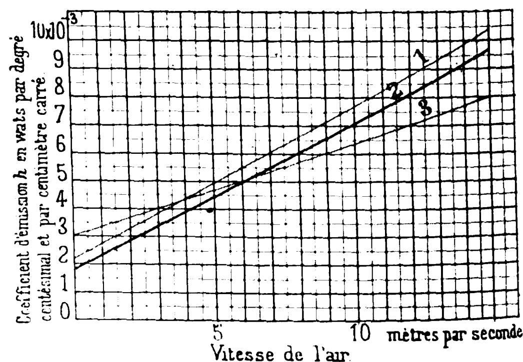


Fig. 1. — Courbes relevées expérimentalement des variations du coefficient d'émission de chaleur des évents des machines en fonction de la vitesse de l'air de refroidissement, pour de faibles valeurs de cette vitesse : 1 et 3, courbes relevées par L. Ott ; 2, courbe relevée par E. Roth.

introduction, les valeurs numériques des coefficients de conductibilité thermique de la plupart des matériaux employés dans la construction électrotechnique, ainsi que des données sur les coefficients d'émission de chaleur dans les évents des machines électriques ; un certain nombre de ces résultats ont été empruntés à des publications diverses, et d'autres, inédits, ont été déduits de mesures entreprises à la Société alsacienne de Constructions mécaniques (fig. 1 et 2).

Abordant l'étude du problème à une dimension (problème du mur), M. Roth applique la théorie à la résolution du problème de la répartition de la tem-

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 27 août 1927, t. XXII, p. 289.

(**) *Revue générale de l'Electricité*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 121 B.

(1) E. Roth, introduction à l'étude analytique de l'échauffement des machines électriques. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, août 1927, t. VII (4e série), p. 840-966.

pérature du cuivre sur la longueur du stator d'une machine à courant alternatif, en faisant remarquer que, pour le ramener à un problème à une dimension, il faut d'abord admettre que la température du cuivre est constante sur toute la section de l'encoche et, de plus, faire intervenir une hypothèse sur les conditions de refroidissement du fer dans lequel est logé le cuivre. « Différentes hypothèses sont possibles, ajoute-t-il, la première, la plus simple, admet que la température du cuivre dans l'encoche et celle du fer entourant l'encoche sont les mêmes, en d'autres termes qu'il n'y

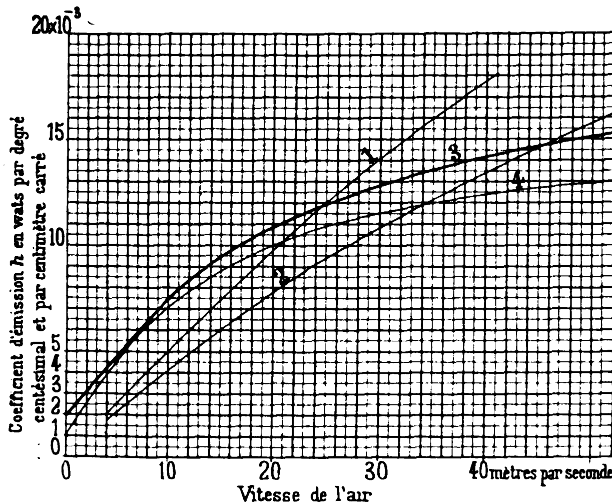


Fig. 2. — Mêmes courbes que sur la figure 1, mais pour des vitesses de l'air plus élevées : 1 et 2, courbes relevées par G. Lake, la courbe 1 se rapportant aux surfaces rugueuses et la courbe 2, aux surfaces lisses; 3, courbe relevée par E. Roth; 4, courbe relevée par G. Belfils.

a aucun échange de chaleur entre cuivre et fer. Dans cette hypothèse le cuivre n'est refroidi que dans les évents et par les parties frontales.

» Une deuxième hypothèse, également simple, suppose connue la température du fer, sans faire intervenir les conditions de refroidissement du fer. Cette hypothèse a quelque chose d'arbitraire de ce fait.

» Une troisième hypothèse, celle qui se rapproche le plus de la vérité, tient compte de toutes les surfaces rayonnantes; elle admet seulement que la conductibilité du fer dans le plan des tôles est infiniment grande par rapport à la conductibilité transversale, en d'autres termes que la température des tôles est la même dans tous les points d'un même plan perpendiculaire à l'axe de la machine. »

Sur la figure 3 sont représentées les courbes établies en appliquant les résultats du calcul à un alternateur bien défini et ceci successivement, dans la première et la dernière hypothèse. La courbe 1 se rapporte au cas où l'on n'admet aucun échange de chaleur entre le fer et le cuivre; la première partie de la courbe, à gauche, représente la température du cuivre de la partie de la bobine qui est dans le fer et la deuxième partie, celle de la partie frontale de la bobine.

Les courbes 2 montrent la répartition de cette température dans la dernière hypothèse, lors de la marche en charge normale de la machine. Si on admet, toujours dans la troisième hypothèse, que la machine fonctionne en court-circuit, toute la chaleur ne provenant que du cuivre, on obtient les courbes 3, et enfin, dans la marche à vide, seul le fer contenant la source de

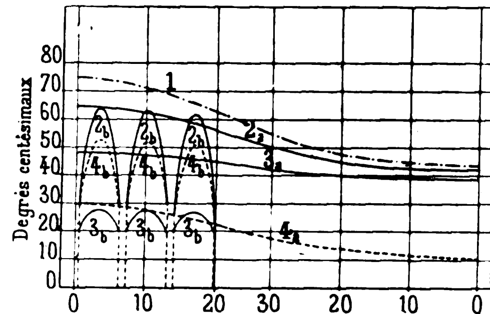


Fig. 3. — Courbes de la répartition de la température dans le stator d'un alternateur : 1, courbe calculée en admettant la première hypothèse; 2a et 2b, 3a et 3b, 4a et 4b, courbes relatives respectivement au cuivre et au fer établies en admettant la troisième hypothèse; les courbes 2 se rapportant au cas de la marche en charge normale; les courbes 3, à la marche en court-circuit et les courbes 4, à la marche à vide.

chaleur, la température varie comme le montrent les courbes 4.

Une application analogue, qui est longuement exposée dans le rapport de M. Roth, est celle relative au problème de la répartition de la température dans l'encoche du rotor d'un turboalternateur : en supposant la largeur de l'encoche et celle de la dent suffisamment petites par rapport à leurs profondeurs, et les coefficients de conductibilité thermique des métaux employés, cuivre et fer, assez élevés, pour qu'avec une approximation suffisante, la température puisse être considérée comme constante sur toute la largeur du cuivre dans l'encoche et sur toute la largeur du fer dans la dent, on ramène ce problème à la recherche de la variation de la température du cuivre, sur la hauteur de l'encoche, c'est-à-dire au problème à une dimension.

Dans la dernière partie de son rapport, M. Roth traite le problème à deux dimensions, se référant, pour l'étude théorique, aux travaux de Fourier. Il montre comment ce dernier a établi les fonctions définies par des séries qui portent son nom et qui satisfont à l'équation de Laplace ; le cas le plus simple est celui du prisme rectangulaire infini, dont la solution est donnée sous la forme connue d'une somme d'harmoniques entiers. Si le prisme a une longueur finie, la solution se présente sous la forme d'une somme d'harmoniques fractionnaires. Les coefficients de cette série ont une expression sinon compliquée, du moins longue à calculer, de la forme

$$S = \frac{4 \sin u}{2u + \sin 2u};$$

aussi, dans son souci de donner à son travail un caractère pratique, M. Roth a-t-il donné à la fin de son rapport des tables des valeurs numériques de cette fonction *S*.

Ces longs calculs, que nous ne pouvons reproduire ici, trouvent une application immédiate dans l'étude de la répartition de la température dans les sections droites d'une colonne de transformateur ou d'une bobine inductrice. Nous relevons, dans cette application, la méthode de résolution de l'équation de Poisson qui, comme nous l'avons dit au début, diffère de celle de Laplace par la présence d'un terme constant qui s'ajoute à la somme des dérivées partielles de second ordre de la température; la méthode proposée rappelle celle adoptée dans la résolution des équations différentielles linéaires à coefficients constants avec second membre. Les résultats du calcul sont comparés à des résultats de mesures, comparaison qui montre une concordance très satisfaisante entre la théorie et l'expérience.

En terminant, le rapporteur annonce une suite de ce travail, suite qui sera réservée à l'étude d'autres exemples pratiques à deux dimensions et à celle des problèmes à trois dimensions. En ce qui concerne les résultats acquis, il importait de les enregistrer et notre but, en donnant ici ce compte rendu tout à fait incomplet, dans lequel nous avons volontairement évité les développements des calculs exposés dans le rapport, bien qu'ils en forment l'essence même, a été de montrer la voie parcourue par M. Roth dans ses recherches sur l'application des théories de la physique mathématique à la technique.

B. **Discussion**. — Tout en soulignant l'intérêt des études théoriques telles que celle entreprise par M. Roth, M. Langlois, dans une note lue par M. Demany, montre les difficultés que l'on rencontre dans la prédétermination exacte des échauffements des machines à cause du caractère arbitraire de certaines valeurs introduites dans le calcul. « Seules, conclut M. Langlois, les méthodes de comparaison basées sur de nombreux essais interprétés avec le secours de la théorie, peuvent donner la certitude nécessaire aux réalisations nouvelles. »

Ce point de vue, qui est malheureusement celui d'un trop grand nombre de techniciens, et qui, mal interprété, peut avoir le défaut d'attribuer une trop grande valeur à l'empirisme, est combattu par M. Mailloux. Ce dernier fait ressortir le véritable caractère de l'étude de M. Roth : mise au point de la question de l'échauffement sur des bases scientifiques parmi lesquelles M. Roth a précisément choisi celles qui pouvaient le mieux convenir aux cas pratiques envisagés.

Après une communication de M. Perrin sur des procédés de calcul permettant de réduire le nombre des paramètres dans la résolution de l'équation de Poisson, appliquée à l'étude de la répartition de la température dans les sections droites d'une colonne de transformateur, M. Darrieus signale l'intérêt que présente l'étude des similitudes des lois de la propagation de la chaleur et de celles de l'hydrodynamique; puis M. Pomey formule quelques remarques sur la convergence des séries introduites par Fourier et rappelle que cette question a été traitée, en particulier, par H. Poincaré dans son ouvrage sur la « Théorie analytique de la propagation de la chaleur ».

Dans un autre ordre d'idées, M. Ehrmann présente une note sur certains dispositifs de refroidissement des machines électriques plus rationnels que ceux utilisés habituellement : cette solution consiste à prévoir des tôles de deux profils différents dont la superposition alternée permet de réaliser des surfaces de refroidissement multiples à grande étendue totale, de sorte que le flux de chaleur est dirigé parallèlement au plan des tôles, direction suivant laquelle la conductibilité thermique est 50 à 70 fois plus grande que suivant la direction perpendiculaire à ce plan.

II. **Signification physique de la tension de réactance dans les machines à champ tournant.** — Dans un article publié dans ces colonnes [1], M. J. Le Monnier a fait ressortir la nécessité de considérer la tension de réactance dans les machines à pôles saillants comme résultant non seulement du flux de fuites, mais encore de la présence des harmoniques du champ magnétique de l'induit. Cette conception d'une double cause de la tension de réactance a fait l'objet d'une communication de l'auteur dans la séance du 4 mai 1927 de la première Section de la Société française des Electriciens [2] et a été reprise en cette Journée de Discussions du 24 octobre 1927.

M. Belfils ne croit pas que l'influence des harmoniques ait l'importance que lui attribue M. Le Monnier ; il montre par des calculs que l'ordre de grandeur de la tension qui en résulte est très faible. En ce qui concerne les pertes supplémentaires, M. Belfils rappelle les discussions d'octobre 1926 qui ont mis au point cette question ; à ce propos, rappelons que M. Le Monnier avait formulé quelques réserves sur les conclusions présentées au cours de ces discussions, réserves qui sont mentionnées dans le compte rendu que nous avons donné de cette discussion dans ces colonnes [3].

III. **Le fonctionnement en régime amorcé d'une génératrice asynchrone isolée.** — A. **Rapport de MM. Langlois et Létrillart** [4]. — Pour qu'une machine s'amorce, il faut que certaines conditions, s'ajoutant, bien entendu, à celle de l'existence du magnétisme rémanent, soient satisfaites; ces condi-

(1) J. Le Monnier; Essai sur la signification physique de la tension de réactance dans les machines à champ tournant. *Revue générale de l'Electricité*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 101-108.

(2) *Bulletin de la Société française des Electriciens*, juin 1927, t. VII (4e série), p. 709-717.

(3) *Revue générale de l'Electricité*, 20 novembre 1926, t. XX, p. 731-740.

(4) R. Langlois et P. Létrillart; Le fonctionnement en régime amorcé d'une génératrice asynchrone isolée. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, septembre 1927, t. VII (4e série), p. 973-1006.

tions se traduisent par des relations entre les constantes des circuits de la machine et, éventuellement, du circuit extérieur. Dans le cas des machines à courant alternatif, il y a lieu de faire intervenir la fréquence qui, dans le circuit amorcé, peut différer de celle de rotation. Ces relations sont les suivantes :

$$R_1 + R_e = 0 \quad \text{et} \quad \omega L_1 + \omega L_e = 0,$$

où R_1 et L_1 désignent la résistance et l'inductance équivalentes de la machine, R_e et L_e, ces mêmes grandeurs relatives au circuit extérieur, ω la pulsation d'amorçage définie par

$$\omega = \frac{\omega_0}{1 - g},$$

ω_0 étant la pulsation correspondant à la vitesse de rotation et g, le glissement rapporté à la pulsation d'amorçage.

Les auteurs appliquent ces formules à deux cas bien définis : la machine d'induction simple sur capacité et la machine série à collecteur polyphasée sur résistance. En ce qui concerne la première question, nous rappellerons que M. Bethenod l'a traitée dans ces colonnes et nous n'y reviendrons pas (1).

Voyons plutôt, comme exemple d'application de la méthode générale résumée ci-dessus, celle qu'en font MM. Langlois et Létrillart à l'étude du deuxième problème. Il s'agit d'une machine série à collecteur, tournant à la vitesse N_0, son rotor étant fermé sur une impédance

$$Z_e = R_e + j\omega L_e$$

et les balais étant décalés en vue du fonctionnement en génératrice, c'est-à-dire en arrière de la ligne neutre par rapport au sens de rotation. L'impédance équivalente de la machine peut se mettre sous la forme

$$Z = a + bj = R + j\left[\omega L_1 - K\omega M + g\left(\omega L_2 - \frac{1}{K}\omega M\right)\right]$$

où L_1 et L_2 représentent respectivement l'inductance du stator et celle du rotor, R, la résistance totale de la machine, et

$$K = \cos\alpha + j\sin\alpha,$$

coefficient dû au décalage des balais défini par l'angle α.

Les conditions de l'amorçage sont

$$b = \omega L_e \quad \text{et} \quad a + R_e = 0.$$

La première relation, après simplification, peut s'écrire

$$1 - (1 + g)\frac{\beta}{\mu_1}\cos\alpha + g\beta^2\frac{\mu_1}{\mu_2} + \frac{L_e}{L_1} = 0,$$

relation obtenue en remplaçant M et L_2 par leurs valeurs en fonction de L_1. Pour discuter ce résultat, les auteurs substituent à la variable g une nouvelle variable s définie par

$$s = \frac{g}{g - 1}$$

et l'on a

$$s = \frac{\frac{\beta_1}{\mu_1}\cos\alpha + 1 + \frac{L_e}{L_1}}{\beta^2\frac{\mu_1}{\mu_2} + 2\frac{\beta}{\mu_1}\cos\alpha + 1 + \frac{L_e}{L_1}}.$$

Cette expression permet de calculer, pour une machine déterminée, entraînée à une vitesse fixée et pour un angle de décalage des balais donné, la fréquence de l'amorçage. Notons, en particulier, que si s est égal à 1 on obtient du courant continu quelle que soit la vitesse de rotation de la machine.

La deuxième relation établie au début devient, en y remplaçant a par sa valeur,

$$R + R_e = \omega_0 M \sin\alpha;$$

il s'agit là d'une condition limite qui donne la tension à laquelle la machine va s'amorcer. En effet, la courbe de magnétisme de la machine, établie pour la fréquence d'amorçage correspondant à la vitesse considérée, a pour équation, dans sa portion rectiligne,

$$V = \omega L_1 I_m,$$

I_m étant le courant magnétisant ramené au stator, ou encore, en tenant compte du rapport

$$\frac{\omega M I \sin\alpha}{I_m} = \frac{\omega L_1 I}{I},$$

la condition de réactance nulle étant supposée satisfaite,

$$V = \omega M I \sin\alpha;$$

le point de fonctionnement est obtenu par l'intersection de cette caractéristique et de la droite

$$V = (R + R_e)I,$$

d'où la conclusion que l'amorçage n'a lieu que si

$$R + R_e < \omega M \sin\alpha,$$

condition fixant la limite de l'angle de décalage des balais pour que la machine puisse s'amorcer.

Dans la dernière partie, les auteurs ont résolu par des essais le problème des caractéristiques de machines asynchrones fonctionnant comme génératrices sur un circuit d'utilisation en régime amorcé. Ces essais ont été effectués sur un moteur autocompensé, sur un moteur shunt à double jeu de balais et sur un moteur asynchrone avec changeur de fréquence à cascade.

(1) J. Bethenod ; Auto-amorçage des machines à rotor cylindrique associées à des condensateurs. *Revue générale de l'Électricité*, 8 septembre 1923, t. XIV, p. 307-308.

Les résultats en sont donnés sous forme de courbes réunies dans 23 planches à la fin du rapport.

Notons enfin qu'il est fait mention dans ce rapport d'un moteur asynchrone avec changeur de fréquence, qui est en construction aux Ateliers de Constructions électriques de Jeumont et qui sera prévu pour fonctionner en génératrice autonome à certaines époques de l'année.

B. **Discussion.** — Il ressort des observations auxquelles donna lieu ce rapport que l'auto-amorçage des moteurs présente un certain nombre de difficultés résultant d'abord de la faible valeur du magnétisme rémanent et ensuite, ainsi que le fait remarquer M. Darrieus, de la résistance au contact des balais, ou plus exactement, de la force contre-électromotrice prenant naissance à ce contact.

IV. **Courbe de la tension des alternateurs.** — A. **Rapport de M. Ricalens** (¹). — Dans une note, plutôt qu'un rapport, sous le titre de « La forme d'onde de la tension en charge dans les alternateurs », M. Ricalens démontre sans peine qu'il est impossible d'imposer une réglementation de la forme de la courbe de la tension d'un alternateur en charge, cette forme dépendant non seulement des éléments caractéristiques de l'alternateur, mais encore des conditions dans lesquelles a lieu ce fonctionnement en charge. Il y a deux causes distinctes qui interviennent pour modifier, dans la marche en charge, la courbe de la tension à vide, d'abord la réaction d'induit et, de plus, les constantes du réseau : la présence de transformateurs saturés font mettre en évidence des harmoniques d'ordre 3 et d'ordre supérieur; celle de câbles de forte capacité peut donner lieu à la résonance de courants harmoniques. Si l'alternateur fonctionne en parallèle avec d'autres machines, la courbe de la tension que l'on relève est celle d'une tension résultante. En admettant même que l'on voulût fixer des règles pour la forme de la courbe de la tension d'un alternateur en charge, il serait nécessaire de préciser les conditions du régime considéré et le résultat, bien que satisfaisant pour le cas ainsi défini, ne constituerait pas une garantie pour d'autres conditions de marche en charge du même alternateur.

Ce rapport soulève la question de l'influence du réseau sur la courbe de tension des alternateurs, influence qu'il est possible de réduire, disent les exploitants désireux d'imputer aux constructeurs la responsabilité des déformations de ces courbes.

B. **Rapport de M. de la Gorce.** — Nous ne faisons que signaler pour mémoire cette communication qui est le compte rendu d'une méthode d'étude de la déformation des courbes de tension des alternateurs, proposée par M. Blondel et décrite dans ces colonnes (¹).

Le procédé consiste à amplifier les harmoniques, que l'on se propose de déceler lors du relevé oscillographique de la courbe, soit à l'aide d'amplificateurs thermoioniques, soit, plus simplement, par l'introduction d'un condensateur en série dans le circuit de l'oscillographe. Cette dernière méthode, d'application facile, présente quelques causes d'erreurs que M. Blondel a fait ressortir dans son exposé précité, et M. de la Gorce montre que, malgré ces erreurs, elle donne des résultats d'une approximation pratiquement très suffisante.

C. **Discussion.** — M. Roth saisit l'occasion de cette dernière communication pour rappeler la définition du coefficient de déformation de la courbe de tension proposée par le Comité électrotechnique français à la Commission électrotechnique internationale, définition basée sur la détermination de ce coefficient par la méthode du résidu; la solution envisagée, due à M. Boucherot, a été examinée dans les Semaines de Discussions de la Société française des Electriciens de décembre 1924 (²) et d'octobre 1925 (³); elle semble avoir été reconnue comme très satisfaisante par les délégués des comités nationaux à la dernière réunion de la Commission électrotechnique internationale à Bellagio. Signalons néanmoins une des objections formulées par la délégation du Comité électrotechnique allemand : dans la définition proposée, les signes des harmoniques n'apparaissent pas; or, ainsi que le montre M. Hammerer par des applications numériques dans un récent article paru dans « Elektrotechnische Zeitschrift » (⁴), les signes des harmoniques influent sur la déformation de la courbe.

Pour terminer, notons encore une remarque de M. Pomey qui fait ressortir l'analogie de la méthode de M. Blondel, présentée par M. de la Gorce, avec une méthode appliquée en télégraphie et qui consiste à relever la courbe non d'un courant, mais de la force électromotrice induite par ce courant, ce qui revient à faire apparaître en facteur, en dérivant par rapport au temps, l'ordre n de l'harmonique. — A. C.

(A suivre).

(¹) J. Ricalens; La forme d'onde de la tension en charge dans les alternateurs. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, septembre 1927, t. VII (4ᵉ série), p. 969-972.

(¹) A. Blondel; Nouvelle méthode d'étude des impuretés harmoniques des courbes de tension des alternateurs ou des réseaux au moyen d'une courbe oscillographique déformée systématiquement. *Revue générale de l'Electricité*, 4 et 11 décembre 1926, t. XX, p. 833-837 et 885-891.

(²) *Bulletin de la Société française des Electriciens*, août-septembre-octobre 1924, t. IV (4ᵉ série), p. 915-934. Résumé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 10 janvier 1925, t. XVII, p. 43-44.

(³) *Revue générale de l'Electricité*, 21 novembre 1925, t. XVIII, p. 844-845.

G. Belfils. Mesure du « résidu » des courbes de tension par la méthode du pont filtrant. *Revue générale de l'Electricité*, 3 avril 1926, t. XIX, p. 523-529.

(⁴) O. Hammerer. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 15 septembre 1927, t. XLVIII, p. 1321-1327.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Ondes mobiles : propagation, formation et production (Suite) (*)

DEUXIÈME PARTIE : Etude de la formation des ondes mobiles

Cette partie de l'étude est consacrée aux origines et à la génération des ondes à front raide. L'auteur examine en détail les trois causes principales susceptibles de déterminer la formation d'ondes mobiles, à savoir les surtensions d'origine atmosphérique, la fermeture et l'ouverture d'un circuit, la formation d'arcs à la terre ou d'amorçage entre phases des lignes de transmission d'énergie électrique, tandis que les recherches expérimentales et les considérations pratiques concernant ces ondes, ainsi que les mesures de protection à envisager feront l'objet d'articles ultérieurs.

I. **Origines et génération des ondes mobiles ou à front raide.** — Jusqu'à présent, nous avons parlé des ondes mobiles sans émettre la moindre hypothèse sur leur formation et nous nous sommes bornés à en étudier la propagation, tant du point de vue du phénomène physique que du point de vue mathématique. Cela nous a renseigné sur les formes d'ondes pouvant exister, sur les déformations qu'elles subissent pendant leur propagation et sur leurs transformations aux points de transition et de réflexion.

Nous allons maintenant étudier le processus de leur formation dans les divers cas qui peuvent se présenter en pratique. Nous aurons ainsi à examiner successivement : les phénomènes d'origine atmosphérique, les phénomènes de fermeture et d'ouverture d'un circuit, les arcs à la terre et amorçages entre phases.

D'une manière générale il y a production d'une onde à front raide chaque fois qu'une cause quelconque modifie dans un temps très court l'équilibre électrique en un point d'un circuit.

D'une manière plus générale encore, une onde mobile prend naissance pour toute variation, si lente soit-elle, du courant ou du potentiel dans un circuit. Mais alors, la considération de l'onde mobile perd toute utilité et l'on peut supposer sans erreur appréciable que le second régime transitoire, dont nous avons déjà parlé à propos d'analogies hydrauliques, ou même le nouveau régime permanent, s'établit instantanément. Nous reviendrons sur ce point particulièrement intéressant au paragraphe III de la troisième partie de cette étude, relatif au rôle des ondes mobiles dans l'établissement des courants.

II. **Surtensions d'origine atmosphérique.** — L'atmosphère est le siège d'un grand nombre de phénomènes électriques (1) ayant les répercussions les plus diverses sur les lignes aériennes et les installations qui y sont reliées. Ces répercussions peuvent être rangées en deux catégories : les charges statiques et les ondes à front raide. Nous ne nous occuperons ici que des dernières, nous réservant d'étudier les premières dans un prochain article. Nous n'en parlerons que dans leurs relations avec les ondes à front raide.

Lorsqu'un nuage orageux fortement électrisé se trouve au-dessus d'une ligne aérienne, il agit par influence sur cette dernière et provoque la concentration de charges dans la partie influencée. A ce moment, si un éclair jaillit entre le nuage considéré et un nuage voisin ou la terre, même si la décharge se produit assez loin pour n'avoir aucune action inductive appréciable sur la ligne, les charges qui s'étaient concentrées sur cette dernière se trouvent brusquement

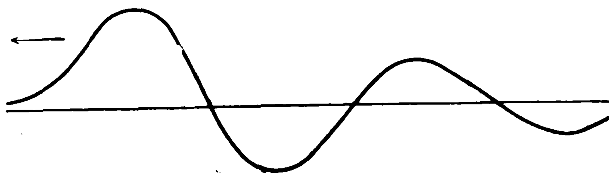


Fig. 1. — Onde oscillatoire produite par la décharge d'un nuage situé dans le voisinage d'une ligne aérienne.

libérées et donnent naissance à deux ondes mobiles se propageant de part et d'autre de la zone influencée.

On conçoit aisément que la forme des ondes ainsi produites est sinusoïdale amortie, avec des déformations plus ou moins grandes (fig. 1). Leur fréquence,

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 19 novembre 1927, t. XXII, p. 815-826.

(1) On pourra consulter utilement pour l'étude générale de ces phénomènes l'ouvrage suivant : B. Chauveau; *Electricité atmosphérique*, G. Doin, éditeur, 1922, 1924, 1925, qui est le seul traité d'ensemble publié en France sur la question.

assez variable selon les cas, est de l'ordre de 10^4 à 10^5 p : s. Leur amplitude est limitée par l'imperfection même de l'isolement de la ligne. Les dangers qu'elles font courir aux appareils branchés aux extrémités de la ligne sont très variables. Ils sont d'autant plus grands que l'isolement est meilleur, que l'amortissement dans la ligne est moindre, que le lieu de formation est plus proche.

Il peut arriver que l'élévation de potentiel due aux charges statiques soit suffisante pour amorcer un arc à la terre. En ce cas, une onde de décharge se propage sur la ligne de part et d'autre du point d'amorçage. Nous étudierons en détail ce phénomène au paragraphe IV qui suit, sur les arcs à la terre; mais il n'est pas inutile de rappeler, lorsque l'occasion s'en présente, ce point important trop souvent ignoré ou négligé des exploitants : les charges statiques sont l'une des principales causes d'amorçage des arcs à la terre sur les lignes aériennes. Lorsqu'un éclair jaillit dans le voisinage immédiat d'une ligne aérienne, il agit fortement sur cette dernière par induction à cause des puissances considérables mises en jeu par la foudre.

Hâtons-nous de dire que les hypothèses les plus diverses et quelquefois même les plus fantaisistes ont été émises à ce propos. Il n'y a par contre qu'un petit nombre de travaux [1] ayant une valeur réelle, car ils sont basés sur des résultats d'expériences.

Contrairement à l'opinion admise jusqu'à ces dernières années [1], les décharges de la foudre ne seraient pas oscillantes. Elles auraient un caractère nettement apériodique ou, à l'extrême limite, périodique amorti, mais si amorti que la seconde demi-période serait tout à fait négligeable en comparaison de la première. Il est difficile d'affirmer catégoriquement une conclusion en une pareille matière, étant donné les difficultés considérables rencontrées par les expérimentateurs.

Les idées émises par N.-E. Dorsey éclairent la question d'un jour tout nouveau et il est fort possible, sinon probable, que l'établissement de la décharge prenne un temps considérable par rapport à celui nécessaire au courant pour parcourir la longueur de l'éclair une fois celui-ci établi. On pourrait alors se trouver en présence d'une décharge oscillatoire très amortie dont la première demi-période serait très longue par rapport à la seconde. Il semble plutôt, étant donné qu'on ne saurait, sans commettre une erreur grossière, assimiler un nuage électrisé à une simple armature de condensateur, car les charges y sont réparties sur de grands espaces assez peu conducteurs, que la décharge une fois amorcée se continue durant un certain temps dans le

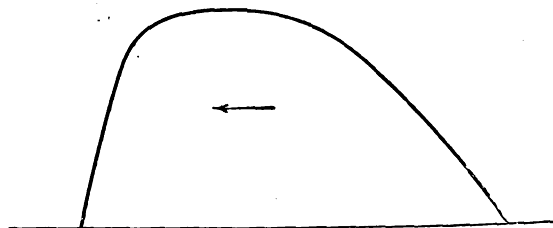


Fig. 2. — Décharge apériodique due à la foudre.

même sens avec décroissance de l'intensité, par l'apport de nouvelles charges provenant de points du nuage éloignés du point d'amorçage initial. C'est ce qui expliquerait la forme générale des relevés oscillographiques de H. Norinder (fig. 2) [2].

S'il est bien difficile de pénétrer le processus des décharges orageuses, il est bien plus malaisé encore d'analyser leurs effets sur les lignes de transmission. Il faut, en effet, tenir compte, en plus de la diversité de l'impulsion initiale, de l'influence propre de la ligne qui peut rendre oscillatoire une impulsion unidirectionnelle (analogie avec la formation d'ondes amorties à la surface d'un liquide au point de chute d'un corps) et de la position de la ligne dans le champ produit par l'éclair.

Quoi qu'il en soit, et sans entrer plus avant dans l'étude d'une question qui nous entraînerait trop hors

(1) Parmi ces travaux nous citerons les suivants, sans aucune prétention de n'en pas omettre de fort intéressants.

C.-T.-R. Wilson; Quelques déterminations du signe et de la grandeur des décharges électriques dans les coups de foudre. *Proceedings of the royal Society of London*, 1er septembre 1916, t. XCII, p. 555-574, analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 6 janvier 1917, t. I, p. 4 D.

C.-T.-R. Wilson; Recherches sur les décharges de la foudre et sur le champ électrique des orages. *Proceedings of the royal Society of London*, 6 mai 1920, analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 16 octobre 1920, t. VIII, p. 119 D.

W.-J. Humphreys; L'électricité atmosphérique. *Journal of the Franklin Institute*, juillet, août, septembre et octobre 1918, t. CLXXXVI, p. 73-75, 211-222, 341-370 et 481-484, analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 19 avril 1919, t. V, n° 16, p. 121 D.

U. Bordoni; Les phénomènes électriques de l'atmosphère et la protection des édifices contre la foudre. *L'Elettrotecnica*, 25 mars, 5, 15 et 25 avril 1924, t. XI, p. 190-195, 213-222, 240-244, 261-270, analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 29 novembre 1924, t. XVI, p. 213 D.

H. Norinder; Recherches sur la distribution du champ électrique pendant les orages. *Electrical World*, 2 février 1924, t. LXXXIII, p. 222-226, analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 26 juillet 1924, t. XVI, p. 33 D.

H. Norinder; Recherches sur la nature des décharges électriques des orages. *Compte rendu des travaux de la troisième session de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension*, 1925, t. II, p. 385-394; rapport analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 22 août 1925, t. XVIII, p. 298-299.

H. Norinder; Étude expérimentale des perturbations dues aux orages et des ondes transitoires. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 13 janvier 1927, t. XLVIII, p. 53-54, analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 11 juin 1927, t. XXI, p. 186 D.

N.-E. Dorsey; Considérations nouvelles au sujet de la foudre. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, février 1926, t. XVI, p. 87-93, analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 3 juillet 1926, t. XX, p. 16.

(1) Voir B. Chauveau. *Électricité atmosphérique*, déjà cité.

(2) Malgré l'intérêt considérable et la valeur réelle de ces travaux, nous n'adopterons pas les conclusions pour le moins prématurées de M. H. Norinder qui croit prochain le jour où une réglementation pourra être édictée pour l'isolement des transformateurs devant supporter les surtensions d'origine atmosphérique.

du cadre que nous nous sommes tracé, nous pouvons admettre avec de nombreux auteurs (1) comme un fait certain, la production par la foudre d'ondes à front très raide (gradient de potentiel pouvant atteindre plusieurs centaines de volts par mètre) ayant un caractère apériodique ou périodique très amorti sur les lignes de transmission, l'amplitude étant limitée par l'isolement; ce qui est très suffisant pour nous guider sûrement dans la recherche des meilleurs dispositifs de protection, d'autant plus que les phénomènes atmosphériques, bien que responsables d'un grand nombre d'accidents sur les réseaux aériens, ne constituent pas l'unique cause génératrice d'ondes à front raide.

Lorsque la foudre frappe directement les lignes, il y a production de fronts d'ondes encore plus raides que lorsque le point de chute est éloigné. Il y a, en plus, des phénomènes destructifs généralement très localisés, ce qui vient appuyer singulièrement la théorie de N.-E. Dorsey, suivant laquelle la foudre ne suivrait pas les lignes de force du champ électrique.

On peut rapprocher des surtensions d'origine atmosphérique celles qui peuvent prendre naissance dans les lignes au voisinage immédiat des antennes d'émission de très puissants postes de télégraphie sans fil. Le cas est très rare en pratique et ne présente guère d'intérêt. Les trains d'ondes hertziennes traversant l'espace sont rigoureusement sans action sur les lignes, étant donné les puissances insignifiantes mises en jeu.

III. Ondes dues à la fermeture et à l'ouverture d'un circuit. — Lorsqu'on réunit, en fermant un interrupteur, deux portions de circuit présentant entre elles une différence de potentiel, le moment précis où commence la fermeture n'est pas celui où les plots de l'interrupteur viennent en contact, car un arc s'amorce entre ces plots avant que le contact soit établi.

A titre d'exemple, prenons le cas d'un interrupteur dans l'huile pour courant triphasé à une tension de 30 000 v entre phases, soit 17 320 v pour la tension étoilée, ce qui donne $17\,320\sqrt{2} = 24\,700$ v pour la valeur maximum de la tension instantanée. Supposons que la vitesse de fermeture soit de 3 m : s et que l'huile, déjà usagée, ait une tension de percement de 20 000 v : cm. Un arc pourra donc s'amorcer lorsque les plots seront à une distance de 1 cm. Le plot mobile mettra pour parcourir cette distance un temps de plus de 1/300 s, soit plus d'un sixième de période. Dans ces conditions, on voit qu'à de très rares exceptions près, il n'y aura jamais fermeture au moment d'un zéro de tension, et que si, par hasard, le fait se produisait pour une phase, il ne saurait en être de même pour les deux autres. Ce simple calcul est encore bien plus démonstratif s'il s'agit d'un interrupteur aérien ou des sectionneurs qui, dans les petits postes, servent à mettre en service ou hors service les transformateurs; car les tensions d'amorçage dans l'air sont bien plus faibles que dans l'huile.

Ainsi donc, l'étude des conditions de fermeture d'un circuit se ramène à l'étude du percement des isolants et nous nous trouvons ainsi à nouveau en face d'un problème encore incomplètement résolu. Néanmoins, en ce qui concerne la formation d'une onde à front raide au moment de la fermeture, nous pouvons nous montrer plus catégoriques, puisque nous possédons des résultats d'expériences pour nous permettre d'étayer nos travaux (voir le paragraphe I du troisième article de cette étude, relatif aux vérifications expérimentales).

Sans vouloir entrer dans l'étude détaillée du percement des isolants, nous rappellerons quelques faits :

Lorsqu'on soumet un isolant à une contrainte diélectrique, il se produit dans l'isolant, sous l'influence du champ électrique, des efforts moléculaires qui, à la limite de la tension de percement, provoquent la perte des propriétés isolantes.

Le percement d'un isolant n'est jamais instantané et le temps qui s'écoule entre l'instant d'application de la tension et le percement est d'autant plus court que le rapport entre la tension appliquée et la tension limite de percement est plus grand. Il sera donc toujours possible d'obtenir le percement d'un diélectrique en un temps très court comme celui correspondant au passage d'une onde à front raide (ordre de grandeur, 10^{-5} à 10^{-6} seconde). Seulement, si un isolant est percé par une tension, 10 000 v par exemple, au bout d'une seconde, il sera percé en un 100 millième de seconde par une tension de 20 000, 30 000 ou même peut-être davantage (pour l'air le rapport n'est pas aussi élevé).

Sous l'influence du champ électrique, il se produit une diminution de la résistivité de l'isolant permettant le passage d'un courant croissant jusqu'à ce que, l'arc

(1) P. Bunet; A propos de la foudre. *L'Industrie électrique*, 10 septembre 1925, t. XXXIV, p. 389-399.

F.-W. Peek *Proceedings of the american Institute of electrical Engineers*, juin 1919, t. XXXVIII, p. 717-744, analysé dans *Revue générale de l'Electricité*, 24 janvier 1920, t. VII, p. 27 D.

E.-E.-F. Creighton; Recherches sur les effets de l'électricité atmosphérique en vue de la suppression des parafoudres en ce qui concerne les lignes de transmission d'énergie à haute tension. *Electrical World*, 15 mars 1924, t. LXXXIII, p. 521-523, analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 4 octobre 1924, t. XVI, p. 123 D.

Perturbation produite par un coup de foudre. *Revue B B C*, mai 1921, t. VIII, p. 109-113.

On pourra consulter également l'ouvrage de I. van Dam sur les surtensions ainsi que l'article de M. E. Poirson : note sur les protections contre la foudre, publié dans la *Revue générale de l'Electricité*, 31 décembre 1921, t. X, p. 943-952, encore que les calculs contenus dans cet article soient sujets à caution — à cause de l'impossibilité que nous avons signalée d'assimiler un nuage à une armature de condensateur — et les conclusions également.

M. Peters; Le klydonographe. *Compte rendu des travaux de la troisième session de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension*, 1925, t. II, p. 351-375; rapport analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 22 août 1925, t. XVIII, p. 296-298.

Everret-S. Lee et C.-M. Foust. Mesure des surtensions provoquées par la foudre dans les lignes de transmission d'énergie; *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, février 1927, t. XLVI, p. 149-158, analysé dans la *Revue générale de l'Electricité* 4 juin 1927, t. XXI, p. 179 D.

étant franchement amorcé, sa résistance interne soit très faible.

Ainsi donc, lorsque nous fermons un interrupteur entre un générateur de capacité supposé infinie et un élément de circuit, la chute de tension décroissante

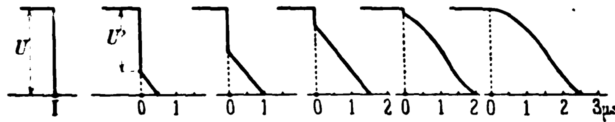


Fig. 3. — Formation d'un front d'onde de charge à la fermeture d'un interrupteur : U, tension du générateur ; U', chute de tension dans l'interrupteur pendant la fermeture.

due au passage du courant à travers l'isolant d'abord (pendant la durée d'amorçage de l'arc), puis à travers l'arc de longueur décroissante, fait que le potentiel du plot auquel est joint l'élément de circuit augmente progressivement jusqu'à atteindre la valeur du poten-

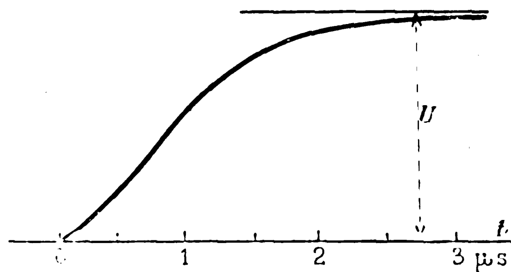


Fig. 4. — Onde de fermeture dans le cas d'un générateur de capacité infinie.

tiel du générateur. Et c'est ce qui détermine, comme le montre clairement la figure 3, la forme du front d'une onde de fermeture.

Selon toute vraisemblance, d'après les résultats expérimentaux que nous avons obtenus et autant qu'il

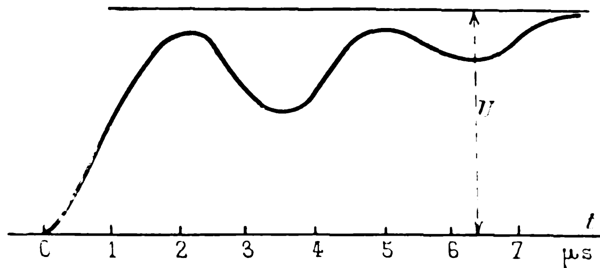


Fig. 5. — Onde de fermeture dans le cas d'un générateur de capacité finie.

est possible de faire des rapprochements entre la formation d'une onde de charge sur un circuit électrique et l'établissement d'un courant dans un canal au moment de l'ouverture d'une vanne, le phénomène est apériodique ou périodique amorti et l'allure du front d'une onde de charge est celui des figures 4 et 5 (1) suivant le cas, représentant la variation de la tension dans le temps, au point de fermeture.

Si l'on tient compte de l'amortissement de ces ondes au fur et à mesure de leur propagation, on obtient pour

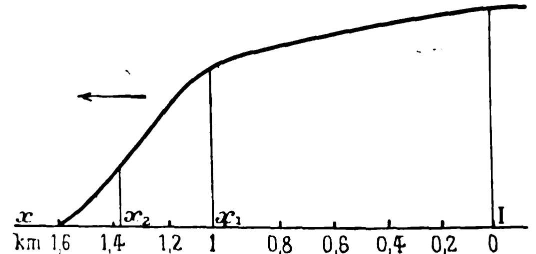


Fig. 6. — Répartition de la tension le long d'une ligne pendant le passage d'une onde de charge, dans le cas d'un générateur de capacité infinie : I, interrupteur.

la représentation du potentiel le long d'un circuit à un instant t les figures 6 et 7 qui fixent l'ordre de grandeur de la raideur des fronts d'onde de fermeture. La différence de potentiel existant à cet instant entre deux points est représentée par la différence des ordonnées en ces points.

De ce qui précède, on peut déduire que la raideur du front de l'onde déclenchée par la fermeture d'un inter-

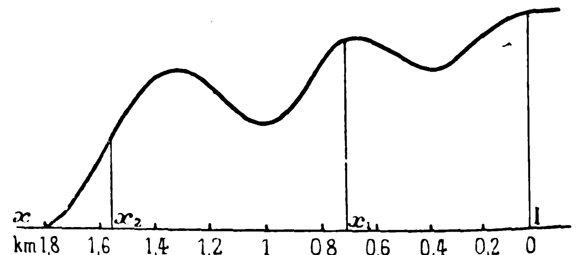


Fig. 7. — Répartition de la tension le long d'une ligne pendant le passage d'une onde de charge, dans le cas d'un générateur de capacité finie : I, interrupteur.

rupteur est d'autant plus grande que la durée de fermeture est moindre, temps nécessaire au percement d'un diélectrique dans lequel baigne l'interrupteur (2).

(1) La forme de la figure 5 est due à ce que la capacité de la source n'est pas infinie. Il en résulte une chute de tension, compensée ensuite par l'apport de nouvelles charges, d'où l'allure oscillatoire. Dans ce cas, l'amplitude de l'onde initiale est un peu plus faible que la tension U du générateur au moment de la fermeture.

(2) Divers travaux théoriques et expérimentaux ont été entrepris, en particulier en Allemagne, pour déterminer la longueur des fronts d'onde et, partant, leur raideur, notamment dans le cas des montages employés dans l'essai des transformateurs aux ondes de choc. Les méthodes de mesure employées sont infiniment discutables ; aussi ne croyons-nous pas devoir attacher un intérêt pratique aux résultats ainsi obtenus, qui donnent pour l'ordre de grandeur des longueurs des fronts d'onde, quelques mètres au plus. Si nous admettons la possibilité de production de pareils gradients de potentiel, nous voyons que nous ne sommes plus en pré-

Un interrupteur dans l'air donne un front moins raide qu'un interrupteur dans l'huile et pour ce dernier, la raideur du front croît avec la rigidité diélectrique de l'huile employée. Ces résultats sont pleinement confirmés par l'expérience.

Si nous considérons maintenant ce qui se passe au moment de l'ouverture d'un circuit, nous obtenons des résultats analogues à ceux correspondant à une fermeture, avec toutefois quelques différences. En effet, dans une fermeture, l'onde de charge précède et établit, comme nous le montrerons au paragraphe III de la troisième partie de cette étude (Rôle physique des ondes de charge et de décharge), un second régime transitoire qui précède à son tour le régime permanent. Au contraire, dans un phénomène de rupture, le second régime transitoire précède l'onde de décharge finale et détermine avec les conditions locales de l'ouverture dans l'interrupteur l'amplitude et la forme de l'onde finale de décharge.

Nous avons donc à considérer deux cas, suivant que le circuit à interrompre est uniquement résistant ou inductif.

Dans le premier cas (circuit résistant), l'amplitude de l'onde de décharge est égale à la tension de service, et la raideur de son front est d'autant plus atténuée que l'arc de rupture dure plus longtemps. En pratique, un arc de rupture dure toujours beaucoup plus longtemps qu'un arc de fermeture et l'on a pour l'onde de décharge ainsi déterminée, une forme inverse de celle de la figure 4 et beaucoup plus étalée, représentée sur la figure 8 [1]. Dans ces conditions, une onde d'ouverture de circuit ne présente aucun danger en comparaison d'une onde de fermeture.

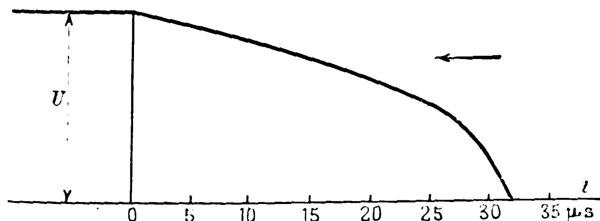


Fig. 8. — Onde d'ouverture apparaissant sur un circuit non inductif.

Dans le cas d'un circuit inductif, la variation de courant qui se produit, dès que commence l'ouverture de l'interrupteur, libère les charges accumulées et la tension augmente. Elle peut atteindre, dans certains cas, plusieurs fois la tension de service. A ce moment, l'arc s'étant beaucoup allongé s'éteint brusquement, entraînant la production d'une onde de grande amplitude et de front très raide (figure 9).

Dans les exemples qui précèdent, nous avons supposé que la capacité du générateur était très grande par rapport à la capacité linéique du circuit, ce qui revient à supposer que la tension du générateur reste constante, la quantité d'électricité contenue dans l'onde qui prend naissance ne diminuant pas sensiblement celle contenue dans le générateur. C'est en pratique le cas d'une ligne aérienne, d'un câble ou d'un transformateur que l'on branche par l'intermédiaire d'un interrupteur sur les barres omnibus d'une usine génératrice ou d'un poste (la capacité des barres et de tout ce qui y est relié, dans le voisinage immédiat de l'interrupteur, est grande par rapport à la capacité linéique de l'élément mis en circuit).

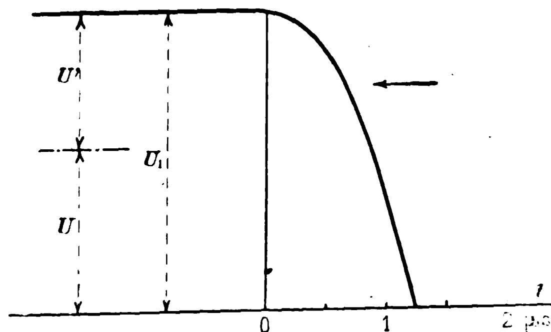


Fig. 9. — Onde d'ouverture apparaissant sur un circuit inductif : U', tension en service ; U'', chute de tension dans l'arc ; U_1, tension de l'onde de décharge.

Dans le cas d'un interrupteur inséré sur une ligne aérienne ou souterraine ou d'un interrupteur reliant une ligne à un transformateur, on a, au contraire, deux conducteurs d'impédances égales ou différentes, mais il ne serait pas exact de supposer que l'une est très grande par rapport à l'autre.

Appelons Z_1, l'impédance de l'élément de circuit chargé et Z_2 celle de l'élément neutre et fermons l'interrupteur qui les sépare. Une onde de charge de tension u_2 parcourt la seconde ligne, tandis qu'une onde de décharge de tension u_1 parcourt la première, ces deux ondes s'éloignant l'une et l'autre de l'interrupteur.

Ecrivons que, de part et d'autre de l'interrupteur, les tensions et les courants sont égaux. On a

$$U_1 - u'_1 = u_2$$

$$i_2 = \frac{u_2}{Z_2} = -\frac{u'_1}{Z_1};$$

sence d'ondes planes. La quantité d'énergie dissipée par radiation devient considérable et l'onde qui pénètre dans l'enroulement à essayer a un front de longueur infiniment plus grande. Nous n'avons pas cru devoir rapporter ici ces travaux parmi lesquels nous citerons ceux de Toppler, *Archiv für Elektrotechnik*, 1925, t. xv, p. 305 ; Brinder, *Archiv für Elektrotechnik*, 1925, t. xv, p. 296.

[1] Les temps portés en abscisses sur la figure 8 se réfèrent non pas à la durée totale de l'ouverture qui varie de 1/5 à 1/200 de seconde, mais seulement à la fin de l'ouverture qui détermine la partie un peu inclinée de l'onde d'ouverture.

d'où nous tirons

$$\left.\begin{aligned} u'_1 &= - U_1 \frac{Z_1}{Z_1+Z_2} \\ u_2 &= U_1 \frac{Z_2}{Z_1+Z_2} \qquad i_2 = \frac{U_1}{Z_1+Z_2} \end{aligned}\right\} \quad (20)$$

Ces équations, tout comme les équations (16), (17), (18) et (18 *bis*), ont un caractère général et sont valables quelle que soit la forme des ondes, sous les réserves faites pour les précédentes.

La figure 10 montre les valeurs respectives des amplitudes et du gradient de potentiel des ondes de

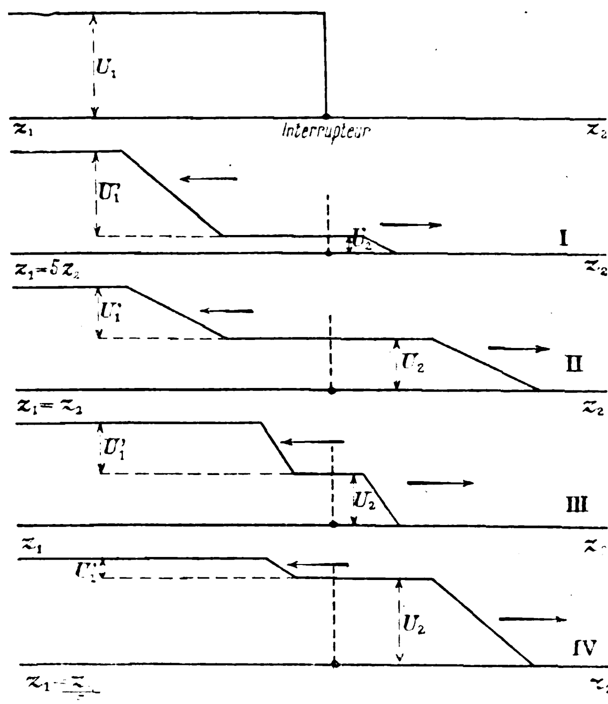


Fig. 10. — Ondes de charge et de décharge apparaissant à la fermeture d'une ligne chargée sur une ligne inerte : I. fermeture d'une ligne aérienne sur un câble; II. fermeture d'une ligne aérienne sur une autre; III. fermeture d'un câble sur un autre; IV, fermeture d'un câble sur une ligne aérienne.

charge et de décharge pour $Z_1 = 5 Z_2$ et $v_1 = 3 v_2$, $Z_1 = Z_2$ et $v_1 = v_2$, $Z_2 = 5 Z_1$ et $v_2 = 3 v_1$, c'est-à-dire pour des cas correspondant très sensiblement à la fermeture d'un câble sur une ligne aérienne, d'une ligne aérienne sur une autre, d'un câble sur un autre, et d'une ligne aérienne sur un câble [1].

On remarquera que le cas de la fermeture d'une ligne d'impédance Z_2 sur une source de capacité très grande peut se déduire facilement des formules (1) en y faisant $Z_1 = 0$. On a alors

$$u'_1 = 0, \qquad u_2 = U_1, \qquad i_2 = \frac{u_2}{Z_2}.$$

Dans tout ce qui précède, nous n'avons considéré que la formation des ondes de charge et de décharge sans nous occuper de ce qu'elles deviennent par la suite. Cette seconde partie fait l'objet des paragraphes III et IV du prochain article de cette étude sur le « Rôle physique des ondes de charge et de décharge ».

IV. Arcs à la terre. Amorçages entre phases. — Que ces accidents soient provoqués par l'élévation de potentiel due aux charges statiques, aux surtensions induites par les décharges atmosphériques, aux réflexions d'ondes, aux oscillations de basse et moyenne fréquences qui peuvent prendre naissance sur les réseaux, ou plus simplement par des causes fortuites, comme le contact d'une branche d'arbre ou d'un oiseau sur une ligne aérienne, l'affaiblissement d'un isolant, la perforation d'un isolateur, un coup de pioche dans un câble, la rupture d'un câble sous l'influence d'un tassement de terrain, etc., nous n'avons pas la prétention d'analyser ici des phénomènes dans leur ensemble, car ils méritent à eux seuls une importante étude [1], mais seulement de signaler qu'ils sont une importante cause de formation d'ondes à front raide.

Prenons en effet le cas le plus simple qui est celui d'un arc à la terre sur une phase d'une ligne aérienne ou d'un câble. Si nous supposons nulle, — ce qui est un cas extrême — la résistance du défaut, nous pouvons déduire immédiatement des formules (1), en y faisant $Z_2 = 0$, qu'une onde de décharge à front raide d'amplitude $u'_1 = - u_1$, égale et de signe contraire à la valeur instantanée de la tension de service à l'instant de l'amorçage, prend naissance et se propage sur la ligne de part et d'autre du défaut. Comme dans le cas d'une fermeture de circuit, son amplitude initiale est au plus, et généralement, égale à la valeur maximum de la tension étoilée de service.

[1] S'il y a, dans le voisinage immédiat de l'interrupteur, une capacité concentrée comme celle due aux barres dans un poste de coupure, les ondes de charge et de décharge prendront une forme légèrement oscillatoire, comme celle de la figure 5, l'amplitude initiale de l'onde de charge étant un peu augmentée et celle de l'onde de décharge un peu diminuée.

[1] On pourra consulter avec fruit les études suivantes : W.-D.-A. Peaslee; Les arcs à la terre sur les lignes à haute tension. *Electrical World*, 28 août 1920, t. LXXVI, p. 404-427; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 12 février 1921, t. IX, p. 54 D.

J.-F. Peters et J. Slepian; Tensions induites par les arcs à la terre. *Journal of the american Institute of the electrical Engineers*, août 1923, t. XLII, p. 780-792; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 16 février 1924, t. XV, p. 65 D.

J.-F. Peters et J. Slepian; Sur les arcs à la terre. Discussion. *Journal of the american Institute of the electrical Engineers*, octobre 1923, t. XLII, p. 1078; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 31 mai 1924, t. XV, p. 235 D.

J.-F. Peters et J. Slepian; Etude des surtensions. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 17 janvier 1924, t. XLV, p. 45; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 28 juin 1924, t. XV, p. 278 D.

Un arc à la terre s'éteignant et se rallumant périodiquement pour des raisons bien connues avec une fréquence de quelques centaines de périodes par seconde, c'est tout une série d'ondes successives qui se propagent sur le réseau, leur amplitude devenant rapidement plus grande que celle de l'onde initiale, la succession des phénomènes de rupture ayant pour effet d'accroître notablement la tension. On conçoit alors aisément, si l'on y ajoute les variations de potentiel par rapport au sol des phases saines, sur l'ensemble du réseau, lorsque le fil neutre est isolé, que les arcs à la terre aient des effets destructifs si puissants et si variés, surtout sur les réseaux de câbles, où les défauts ont une résistance très faible (quelques ohms au plus et souvent beaucoup moins).

On constate souvent sur les réseaux de câbles alimentés par de puissantes usines génératrices au moment où un arc à la terre jaillit sur un feeder, des amorçages entre spires sur les bobines de limitation des courants de court-circuit, ce qui est la preuve de la raideur très grande du front des ondes déclenchées. Dans le voisinage immédiat du défaut, le gradient de potentiel au front d'une onde peut atteindre plusieurs milliers de volts par mètre comme nous avons pu le déduire de l'observation des distances d'amorçage entre spires, à la suite d'arcs à la terre sur des feeders de forte section.

Lorsque, pour une cause quelconque, un amorçage se produit entre phases, il y a formation d'ondes à front raide sur les deux conducteurs de part et d'autre du défaut. L'amplitude est égale à la moitié de la tension instantanée existant à l'endroit du défaut au moment où il se produit. Si l'amorçage est consécutif à une forte surtension transversale, l'amplitude des ondes induites est de l'ordre de grandeur de la valeur instantanée maximum de la tension composée, soit $U_e \sqrt{3}\sqrt{2}$, c'est-à-dire 2,5 fois la tension simple. La raideur du front d'onde est forcément très grande.

La résistance des défauts a pour effet de réduire l'amplitude des ondes déclenchées.

(*A suivre*).

Ch. LEDOUX,
Ingénieur I. E. T.

Considérations sur les notions de fréquence et de longueur d'onde
Applications à la radiodiffusion

Dès les premiers âges de la radioélectricité, on a préconisé l'utilisation de la longueur d'onde, qui paraissait la notion fondamentale caractéristique de la nature de l'onde. Depuis quelques années, on constate que cette notion semble être de jour en jour délaissée au profit de la notion, en quelque sorte symétrique, de fréquence. Ce phénomène de régression est d'autant plus curieux qu'il marque un rapprochement entre le domaine de la haute fréquence et le domaine de l'électricité industrielle, où la notion de fréquence — et pour cause — peut seule être prise en considération, sauf peut-être dans le cas des longues lignes de transmission d'énergie, où la notion de longueur d'onde peut être utilisée avec fruit. Dans l'article qu'on va lire, l'auteur indique les raisons qui ont amené ce changement de point de vue et dont les moins sérieuses ne sont pas celles invoquées par la radiodiffusion. Il montre également tout le profit qu'en a recueilli l'Union internationale de Radiophonie, dont les initiatives en la matière ne sauraient être trop louées et dont le « Plan de Genève » fera époque dans l'histoire de la radiodiffusion européenne.

I. Considérations relatives à la nature des notions de fréquence et de longueur d'onde. — Les phénomènes périodiques sont généralement caractérisés par la fréquence des vibrations. Mais, dès que le phénomène cesse d'être stationnaire et donne naissance à un rayonnement, on a coutume de définir sa nature par sa longueur d'onde. Il paraît, en effet, rationnel de recourir à une notion nouvelle pour exprimer un fait nouveau : la production d'ondes. Pourtant la notion de longueur d'onde n'est pas sans présenter certains inconvénients, puisque, après s'en être exclusivement servi pendant une trentaine d'années, on éprouve le besoin de définir une émission à la fois par sa longueur d'onde et par sa fréquence, en attendant de ne plus employer que cette dernière notion, ce qui, d'après maints indices, ne tardera pas à se produire. Cette circonstance est déterminée par des raisons profondes qui tiennent tant à la nature physique du phénomène qu'aux applications qui en sont faites et que nous allons préciser.

Dès l'année 1921, le Comité technique interallié de Radiotélégraphie, qui s'était réuni à Paris au cours de l'été, avait préconisé l'emploi de la notion de fréquence plutôt que de celle de longueur d'onde [1]. Ce point de vue ne rallia pas tout de suite l'ensemble des techniciens, si l'on en juge par l'opinion qu'ils exprimèrent à l'époque [2] dans les termes suivants :

« Cette manière de voir, séduisante parce qu'elle étend à la radiotechnique la notion de fréquence, si utilisée en électrotechnique générale, ne laisse pas toutefois de présenter des inconvénients sérieux.

» Il n'est pas sans danger de poursuivre trop loin l'analogie qui existe entre les phénomènes électriques à haute et à basse fréquence.

(1) Voir à ce sujet : G. MALGORN : le Comité technique interallié de Radiotélégraphie. *Revue générale de l'Électricité*, 4 février 1922, t. XI, p. 147-155.

(2) A propos des nouvelles notations radioélectriques. *Radioélectricité*, avril 1922, t. III, n° 4, p. 146.

» Dans l'industrie électrique des transmissions d'énergie, on n'a pas à tenir compte du rayonnement, ni de la longueur d'onde : c'est la notion de fréquence qui est primordiale. Elle se déduit d'ailleurs de la connaissance du nombre de pôles et de la vitesse de rotation de la génératrice.

» Dans l'industrie radioélectrique, au contraire, les machines d'alimentation ne déterminent pas obligatoirement la fréquence des ondes électromagnétiques. Lorsqu'il s'agit d'un générateur à arc ou d'un poste à lampes, ce sont les constantes électriques des circuits, et principalement de l'antenne, qui définissent la fréquence de l'émission. Dans ce cas, la fréquence n'apparait plus comme une donnée première, mais comme une grandeur déduite par le calcul.

» La notion de longueur d'onde, par contre, s'introduit naturellement dans la pratique des radiocommunications. On sait qu'une antenne horizontale simple, isolée à l'une de ses extrémités et reliée à la terre à l'autre extrémité, vibre en « quart d'onde », c'est-à-dire que sa longueur mesure, à peu près, le quart de la longueur d'onde propre de l'antenne. D'une façon générale, il existe pour tous les types d'antenne, un rapport simple entre les dimensions de l'antenne et la longueur d'onde de l'émission. Aussi est-il naturel de faire appel à la notion de longueur d'onde plutôt qu'à celle de fréquence, puisqu'on mesure avec une même unité fondamentale, le mètre, à la fois la longueur d'onde et la longueur de l'antenne.

» On peut mesurer directement une longueur d'onde en mètres, par exemple au moyen d'un résonateur constitué par un fil tendu isolé, tandis que, en télégraphie sans fil du moins, la notion de fréquence n'est guère accessible qu'au calcul ».

Cette argumentation, qui n'est pas sans intérêt, mérite pourtant d'être discutée point par point. Le technicien peut parfois se laisser entrainer par des fictions abstraites ou géométriques, qui satisfont l'esprit parce qu'elles paraissent simples ou élégantes. Mais il est tôt ou tard ramené à la réalité physique des phénomènes et c'est là toute l'histoire de la controverse entre la longueur d'onde et la fréquence.

Depuis fort longtemps et avant même qu'on ait pénétré sa réalité physique, la notion d'onde est devenue géométrique. Comme il s'agit d'un phénomène progressif, fonction à la fois de l'espace et du temps, les deux notions de longueur d'onde et de fréquence (ou de période) jouent en quelque sorte des rôles symétriques. Mais la fréquence parlait mal à l'imagination, tandis qu'on s'est fait illusion sur la simplicité apparente de la notion de longueur d'onde. Une longueur qu'on peut exprimer en mètres : rien de plus simple à priori. Ce devrait être une grandeur facile à mesurer, puisqu'il suffit de la comparer à une longueur. En pratique, on n'a que de très rares occasions de mesurer une longueur d'onde avec un mètre : le cas ne se présente qu'au laboratoire pour certaines ondes très courtes, dont la longueur peut être directement mesurée sur un résonateur constitué par deux fils conducteurs parallèles (fils de Lecher).

Il est incontestable qu'il existe un rapport entre la longueur d'une antenne — ou plutôt entre ses dimensions — et sa longueur d'onde propre. Mais on n'a jamais pu définir ce rapport avec précision, ce qui rend caduque tout espoir de mesure.

Il est de notoriété publique qu'une antenne unifilaire, isolée à l'une de ses extrémités et mise à la terre à l'autre, vibre en « quart d'onde », c'est-à-dire que sa longueur totale l mesure le quart de la longueur d'onde propre de la vibration λ. En fait, pour les antennes verticales les mieux dégagées, le rapport $\frac{\lambda}{l}$ atteint la valeur 4,5. Lorsque l'antenne s'incline et devient horizontale, longue, basse et mal dégagée, le rapport $\frac{\lambda}{l}$ égale 5, 6 et même 8. Encore n'est-il question que des antennes unifilaires élémentaires qui sont censées vibrer en « quart d'onde » ou en « demi-onde ».

Lorsque la forme de l'antenne se complique — antenne en nappe, en cage, en éventail, en parapluie — les présomptions de longueur d'onde deviennent de plus en plus difficiles et l'on est contraint de recourir au calcul. En pratique, on arrive à mesurer les longueurs d'onde, en les comparant entre elles au moyen de procédés purement radioélectriques où la longueur n'intervient pas. La mesure est effectuée au moyen de résonateurs électriques (ondemètres), qu'il serait d'ailleurs plus logique de graduer en fréquences qu'en longueurs d'onde, comme nous le verrons plus loin. Dans aucun cas, autre que celui mentionné plus haut pour certaines ondes très courtes, on ne mesure la longueur d'onde en la comparant à une longueur, ce qui semble bien démontrer qu'il s'agit là d'une notion géométrique plus fictive que physique.

La fréquence, au contraire, apparait comme une grandeur physique tangible et mesurable. On ne la calcule que dans le cas des alternateurs à haute ou basse fréquence, en fonction du nombre de pôles et de la vitesse angulaire. Indépendamment de la notion d'onde et des conceptions géométriques qu'on peut en donner, la fréquence est une entité physique qui, en divers cas, se révèle directement à nos sens. Rappelons qu'en acoustique, elle correspond à la hauteur de la note musicale, que l'oreille apprécie facilement sans recourir à aucune mesure. En optique, elle implique la notion de couleur, dont un œil exercé saisit spontanément toutes les finesses. Voilà ce que nous pourrions appeler les « arguments sensibles » en faveur du rôle prépondérant de la fréquence.

L'un des meilleurs arguments théoriques est certainement le suivant : la fréquence est indépendante du milieu de propagation, tandis que la longueur d'onde en dépend. La fréquence f est, en effet, déterminée par les dimensions du système vibratoire, par exemple par la longueur du pendule simple synchrone, par le diamètre du volant du balancier de la montre ainsi que par le couple du ressort de rappel, par les constantes

électriques du circuit oscillant. En particulier, pour un circuit électrique oscillant à constantes localisées dont l'inductance est L et la capacité C, la fréquence a pour expression

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

tandis que la longueur d'onde est

$$\lambda = \frac{v}{f} = 2\pi v \sqrt{LC}.$$

La longueur d'onde, proportionnelle à la vitesse de l'onde dans le milieu où elle se propage, est inversement proportionnelle à l'indice de réfraction — ou à la racine carrée du pouvoir inducteur spécifique — de ce milieu. Une onde qui, dans l'éther ou dans l'air, se propage avec la vitesse de la lumière, ne possède plus dans l'eau que les trois quarts de cette vitesse et dans le verre que les deux tiers. Il en est de même pour une onde canalisée le long d'une ligne. Cette variation de vitesse et de longueur d'onde est extrêmement importante dans les hautes couches ionisées de l'atmosphère. C'est elle qui détermine l'inclinaison du front de l'onde et sa réfraction vers la terre suivant un processus analogue au phénomène du mirage [1]. Au contraire, la fréquence d'un phénomène vibratoire reste constante. Un rayon de lumière monochromatique conserve sa couleur, qu'il se propage dans le vide, dans l'air, dans l'eau pure, dans le verre incolore. Une note de musique conserve sa hauteur, même si la vibration qui lui donne naissance se propage dans l'air, dans l'eau, dans le métal. Il paraît donc plus rationnel d'utiliser, de préférence à la notion de longueur d'onde, celle de fréquence, indépendante du milieu de propagation.

Au point de vue pratique, il existe un fait capital : la fréquence se prête facilement à la mesure, à telle enseigne que c'est toujours la fréquence qu'on mesure et jamais la longueur d'onde. S'il apparait à peu près impossible, à l'usage, de comparer directement une longueur d'onde à une longueur, il est, au contraire, simple et rationnel de compter un nombre de vibrations n qui se succèdent pendant un certain temps t et d'en déduire la fréquence $f = \frac{n}{t}$. On a coutume de mesurer la longueur d'onde avec des ondemètres qui sont des circuits ocillants pourvus d'un condensateur à capacité variable, dont le cadran est gradué en longueurs d'onde. Mais en réalité, c'est la fréquence du courant alternatif résonnant qu'on mesure, telle qu'elle est définie par les constantes électriques du circuit, puisque aussi bien l'on ne saurait mesurer la longueur d'onde d'un courant qui n'en a pas.

Il en est de même pour les mesures faites en valeur absolue. Les deux appareils avec lesquels on détermine couramment les longueurs d'onde sont le « multivibrateur » Abraham et le résonateur piézoélectrique. L'un et l'autre sont étalonnés en fréquences et non pas en longueurs d'onde. Le multivibrateur est un générateur de courants à haute fréquence très riches en harmoniques : la vibration fondamentale est comparée à celle d'un diapason dont la fréquence de vibration est mesurée avec une grande précision. Dans le résonateur piézoélectrique, c'est la fréquence des vibrations ultrasonores du cristal de quartz qu'on détermine par comparaison avec celle d'un diapason entretenu électriquement. Ces quelques exemples suffisent à montrer qu'en fait, la fréquence — et non la longueur d'onde — est la seule grandeur pratiquement mesurable.

On peut faire valoir en outre, en faveur de la notion de fréquence, un argument d'ordre à la fois théorique et pratique, que la radiodiffusion a imposé à l'attention des techniciens. C'est celui de la plage de fréquences occupée par une émission. Nous l'exposons en détail dans le troisième paragraphe de cet article.

II. Unités de fréquence et de longueur d'onde. — Les physiciens n'ont pas eu besoin de créer une unité particulière pour la longueur d'onde qui s'exprime en mètres et en ses sous-multiples. C'est même la seule longueur exprimée en mètres dans tous les pays du monde, même en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis où le mètre est exclusivement réservé à cet usage.

Lorsqu'il existe une correspondance commode entre les dimensions de l'antenne et sa longueur d'onde propre, comme dans le cas de l'antenne simple vibrant en « quart d'onde » ou en « demi-onde », les Français et les Allemands sont les seuls à s'en douter, puisque les Anglo-Saxons mesurent les dimensions de l'antenne en pieds et la longueur d'onde en mètres. Il en est d'ailleurs de même pour les relations entre la longueur d'onde d'une émission et sa portée, l'une étant mesurée en mètres et l'autre en milles marins. On sait, en effet, qu'on admet, pour les émissions sur ondes longues, que la portée est de l'ordre de 500 fois la longueur d'onde.

En fait, la notion de longueur d'onde implique toujours celle de fréquence. On « exprime » bien la longueur d'onde en mètres, mais on ne la « mesure » pas : on la calcule à partir de la fréquence.

Comme la fréquence se déduit facilement d'un nombre de vibrations n et d'un temps t, on l'a primitivement considérée comme une notion secondaire et on n'a fait choix pour l'exprimer d'aucune unité : on emploie donc le terme « périodes de vibration par seconde ». L'incommodité d'un terme aussi long pour désigner une fréquence n'a échappé à aucun technicien, surtout en raison de l'essor de la radiodiffusion qui a imposé un usage constant de cette notion. Depuis quelques années, les Etats-Unis ont fait prévaloir le terme de « cycle » au lieu de celui de « période ». Mais il ne s'agit là que d'un changement de terme et non d'une unité nouvelle. Encore n'est-il pas beaucoup plus court ni commode de se servir de « cycles par seconde » que de « périodes par seconde », d'autant plus que le déve-

[1] René MESNY. *Les Ondes électriques courtes*. Les Presses universitaires de France, éditeur. 1927.

loppement des expressions numériques a obligé à recourir aux unités multiples de « kilocycle par seconde » et même de « myriacycle par seconde ».

Voici d'ailleurs l'opinion générale des radiotechniciens français au moment où le Comité technique interallié de Radiotélégraphie (Paris 1921) a adopté les nouvelles notations américaines ([1]) :

« On est conduit à prendre comme unité pratique de fréquence la kilopériode par seconde ou le kilocycle par seconde, d'où il résulte quelque incommodité. Outre que le néologisme de kilocycle est peu suggestif et ne parle pas à l'esprit, nombreux sont ceux qui ne s'assimilent pas le concept de kilocycle par seconde aussi facilement que celui de mètre.

» Notons encore la confusion qui ne manquera pas de résulter de l'emploi des deux notations. La longueur d'onde de 600 m, réservée aux appels sur mer, correspond à la fréquence de 500 kilocycles par seconde. De plus, tout opérateur serait obligé de connaître la correspondance des longueurs d'onde et des fréquences : semble-t-il très heureux que la longueur d'onde de 450 m, d'un usage constant, s'exprime par 666,66 kilocycles par seconde? Qu'il nous soit permis d'en douter.

» Il est à remarquer que la nouvelle notation complique l'étude des transmissions sur les grandes longueurs d'onde, pour lesquelles les fréquences sont relativement basses. On est alors conduit à exprimer ces fréquences en fractions décimales : c'est ainsi que les radiocommunications transatlantiques sont généralement assurées entre 17 et 25 kilocycles par seconde et que la station de Bordeaux-Croix-d'Hins transmet sur 12,8 kilocycles par seconde. Prochainement, deux correspondants se brouilleront pour quelques dixièmes de kilocycles! »

Dès lors qu'on est résolu à employer la fréquence de préférence à la longueur d'onde pour les raisons que nous venons de développer, il ne reste plus qu'à donner à l'unité de fréquence un nom commode et il ne semble pas que le terme de kilocycle par seconde réponde à ce souhait des usagers. Mais nous ne pensons pas qu'il faille faire état des confusions qui pourraient résulter de l'emploi simultané des nombres exprimant des longueurs d'onde ou des fréquences et ce n'est pas la perspective de cette confusion passagère qui peut enrayer la décision de s'exprimer « en fréquence » si l'on y trouve des avantages certains. De même l'objection que les fréquences se trouveraient exprimées en fractions décimales ne tient pas. Et cela est si vrai que, depuis qu'on estime que la notion de fréquence est plus importante que celle de longueur d'onde, tout au moins pour les transmissions radiotéléphoniques sur ondes courtes, ce sont les fréquences attribuées qu'on exprime par des nombres entiers en kilocycles par seconde, tandis que les longueurs d'onde correspondantes le sont en fractions de mètre.

([1]) A propos des nouvelles notations radioélectriques. *Radioélectricité*, Loc. cit.

Il semble d'ailleurs logique, d'après ce que nous avons vu, de considérer la fréquence comme une entité, puisque c'est une notion physique directement sensible et mesurable, et d'attribuer à son unité une dénomination simple, commode et digne de l'importance de cette notion. Certains techniciens ont estimé qu'il suffirait de donner un nom à l'inverse de l'unité de temps, à l'inverse de la seconde.

Différentes grandeurs ou fonctions inverses, dont le rôle est moins primordial que celui de la fréquence, possèdent une appellation propre. La cotangente, fonction inverse de la tangente, est certainement moins utile au mathématicien que la fréquence, notion inverse de celle du temps, ne l'est au physicien et au technicien. Et les électriciens se servent sûrement moins du mho, unité de la conductance, notion inverse de celle de résistance, qu'ils n'emploient l'unité de fréquence, notion inverse de celle du temps.

Un effort méritoire dans ce sens vient d'être fait par les Allemands qui ont proposé le terme de « hertz » pour qualifier l'unité de fréquence, c'est-à-dire le cycle ou période par seconde. Depuis plusieurs mois, les fréquences d'émission des stations allemandes de radiodiffusion sont exprimées en « kilohertz », ce qui simplifie le langage. Nous sommes heureux de constater aujourd'hui que la Commission technique de l'Union internationale de Radiophonie a suivi cette initiative. Pour la première fois, le 31 août 1927, elle a exprimé officiellement la mesure de la fréquence en « kilohertz » au lieu de « kilocycles par seconde » dans la rédaction de ses bulletins, statistiques et spécifications de stations de radiodiffusion. Il est à souhaiter que la Conférence radiotélégraphique de Washington, qui siège en ce moment, ratifie promptement cette initiative, aussi utile qu'intéressante, de l'Union internationale de Radiophonie.

III. Notion d'intervalle de fréquences en radiodiffusion. — Les communications radiotélégraphiques sont réalisées en établissant et en interrompant une émission d'ondes entretenues sur une fréquence unique, correspondant dans l'air ou l'éther à une longueur d'onde unique. C'est le cas qui se présente notamment pour les émissions par alternateur à haute fréquence ou stations à lampes. Dans ce système par « tout ou rien », l'onde est établie à une amplitude donnée ou coupée sans transition par le jeu de la manipulation.

Dans certains systèmes de transmission par convertisseurs à arc, on n'opère pas la coupure de l'émission, mais on change sa fréquence pendant les intervalles des signaux, afin d'éviter de désamorcer l'arc. Il en résulte que l'émission persiste pendant toute la durée de la communication soit sur l'onde dite « de travail », qui transmet les signaux, soit sur une onde voisine de longueur légèrement différente, appelée « onde de compensation ». Ainsi, quel que soit le mode de transmission adopté, par alternateur, par lampes ou par arc, l'émission radiotélégraphique ne fait vibrer l'éther

que sur une seule fréquence, tout au plus sur deux fréquences. La condition d'encombrement minimum de l'éther est ainsi réalisée.

Il en est tout autrement pour l'émission radiophonique, qui occupe constamment l'éther, qu'elle soit modulée ou non. Lorsque l'onde n'est pas modulée, tout se passe comme si la station émettait un trait continu sur une fréquence unique, celle de l' « onde porteuse ».

Mais lorsque l'onde porteuse est modulée par la voix ou par la musique, tout se passe comme si la station émettait non plus sur une seule fréquence, mais sur toute une gamme de fréquences, réparties de part et d'autre de la fréquence de l'onde porteuse.

Si F est la fréquence de l'onde porteuse et f celle de l'une des nombreuses ondes sonores qui constituent la voix ou la musique, la modulation de l'onde porteuse se traduit par l'expression

$$\cos 2\pi Ft \times \cos 2\pi ft = \frac{1}{2} \cos 2\pi (F - f) t - \frac{1}{2} \cos 2\pi (F + f) t.$$

Ce qui signifie que l'onde modulée résulte de la superposition de deux ondes, dont les fréquences sont respectivement égales à celle de l'onde porteuse diminuée ou augmentée de celle de l'onde de modulation. Si la station émet sur 1 000 m de longueur d'onde (fréquence de 300 kilohertz), lorsqu'un instrument de musique donne un la₃ (870 hertz) devant le microphone, l'émission modulée comportera en réalité deux ondes dont les fréquences respectives seront 300 870 et 299 130 hertz.

Or, dans le cas d'une émission par radiodiffusion, F est une constante qui ne dépend que des caractéristiques de la station, tandis que f est variable sur toute la gamme des fréquences acoustiques, laquelle s'étend depuis zéro jusqu'à quelques milliers de cycles par seconde. Il résulte des enregistrements oscillographiques qu'il y a lieu de tenir compte pratiquement, pour obtenir une reproduction excellente de la voix ou de la musique, des ondes acoustiques et de leurs harmoniques jusqu'à la fréquence de 5 000 cycles par seconde environ.

On ne peut, en effet, négliger l'influence des harmoniques, grâce auxquels il est possible de reconnaître le timbre de la voix ou des instruments de musique. C'est donc, en fait, une gamme de fréquences de 10 000 cycles par seconde ou 10 kilohertz que couvre une émission radiophonique, puisqu'à la fréquence de l'onde porteuse, il convient d'ajouter et de retrancher une bande de 5 000 cycles par seconde pour trouver les limites de la plage. Dans l'exemple précédent d'une transmission sur 1 000 m de longueur d'onde, ces limites correspondraient aux fréquences respectives de 295 000 et 305 000 hertz.

Ainsi, chaque émission de radiodiffusion encombre l'éther sur une plage de 10 000 hertz : c'est en quelque sorte la largeur de la route qu'il convient de lui frayer dans la gamme des fréquences.

On remarque immédiatement que cet encombrement s'exprime « en fréquences ». C'est cette nouvelle raison, très impérieuse, qui milite en faveur de l'adoption de la notion de fréquence pour l'usage de la radiodiffusion, alors que la notion de longueur d'onde passe au second plan. Néamoins, pour tenir compte de l'habitude déjà enracinée de s'exprimer en longueurs d'onde, il n'est pas inutile de traduire dans le langage des longueurs d'onde les résultats auxquels on parvient dans le domaine des fréquences.

Les déductions sont très différentes suivant la longueur des ondes envisagées. Sur les grandes ondes, telles que celle de la Tour Eiffel (2 650 m, 113 kilohertz), la plage, qui s'étend de 108 à 118 kilohertz, mesure environ 9 pour 100 de la fréquence de l'onde porteuse. Pour Radio-Paris (1 750 m, 171 kilohertz), la plage de 166 à 176 kilohertz ne mesure déjà plus que 6 pour 100. Sur l'émission de Paris-Ecole supérieure des Postes et des Télégraphes (458 m, 655 kilohertz), la plage n'est plus que de 1,5 pour 100. Enfin pour la station de Radio-Vitus (322 m, 930 kilohertz), la plage se réduit à 1,1 pour 100. La largeur de la plage, qui mesure l'encombrement d'une émission radioélectrique dans l'éther, est donc en raison directe de la longueur de l'onde porteuse. On saisit ainsi l'intérêt incontestable qui résulte de l'emploi d'ondes porteuses de longueurs faibles, c'est-à-dire de fréquences élevées. Alors que les communications radiotélégraphiques, effectuées sur une fréquence unique, peuvent exister simultanément dans l'éther en nombre théoriquement illimité, les émissions de radiodiffusion ne peuvent être établies, sous peine d'interférer dangereusement entre elles, qu'en nombre limité. Mais la limitation est d'autant plus restreinte que l'encombrement des émissions est plus faible, autrement dit que la fréquence est plus élevée. De 100 à 1 000 m de longueur d'onde, on peut établir 10 fois plus de communications radiophoniques indépendantes que de 1 000 à 10 000 m ; et de 10 à 100 m, on peut en établir 100 fois plus.

IV. **Répartition des fréquences des émissions de radiodiffusion d'après le « Plan de Genève ». Etat actuel et avenir de la question.** — Le développement incessant du nombre des stations de radiodiffusion a entraîné, au moins en Europe, des interférences considérables entre les différentes émissions, en raison surtout du chevauchement des plages de modulation dont nous venons de parler. La première méthode employée pour venir à bout des interférences, celle des représailles des stations lésées, échoua comme l'a montré M. Raymond Braillard, président de la Commission technique de l'Union internationale de Radiophonie [1]. La loi du talion a simplement conduit à augmenter la puissance des stations et non à la recherche de la sélectivité.

En l'absence de conférences internationales compétentes — la dernière Convention radiotélégraphique in-

[1] Raymond Braillard et Edmond Divoire ; la mesure exacte et précise des longueurs d'onde dans les stations d'émission. *L'Onde électrique*, août 1927, t. VI, p. 357-387.

Répartition officielle des fréquences et longueurs d'onde des stations européennes de radiodiffusion, entre 200 et 600 m de longueur d'onde.

FRÉQUENCE en myriahertz	LONGUEUR D'ONDE en mètres	STATIONS DE RADIODIFFUSION	NATIONALITÉS	PUISSANCE DANS L'ANODE en kilowatts
51	588,2	ZURICH	Suisse	1,45
51	588,2	GRENOBLE P. T. T.	France	0,50
52	577	FRIBOURG-EN-BRISGAU	Allemagne	0,75
—	—	UZHOROD (²)	Tchécoslovaquie	—
—	—	VIENNE II	Autriche	0,75
53	566	BERLIN II	Allemagne	1,50
—	—	MIKKELI	Finlande	0,10
—	—	AUGSBOURG (²)	Allemagne	—
—	— (325)	SARAGOSSE (¹)	Espagne	—
—	—	SARAJEVO (²)	Yougoslavie	—
—	—	HAMAR	Norvège	0,70
—	—	BLŒMENDAAL	Hollande	0,05
54	555,6	BUDAPEST	Hongrie	2
55	545,6	SUNDSVALL	Suède	1
56	535,7	MUNICH	Allemagne	0,75
57	526,3	RIGA	Lettonie	1,20
58	517,2	VIENNE I	Autriche	5
59	508,5	BRUXELLES	Belgique	1,50
60	500 (303)	MADRID (Madrilena) (¹)	Espagne	1
—	—	HELSINGFORS II	Finlande	0,50
—	—	PALERME (²)	Italie	—
—	—	TROMSŒ (²)	Norvège	—
—	—	BOURGES (²)	France	—
—	—	VALENCE	Espagne	0,5
—	— (462)	BARCELONE II (¹)	Espagne	1
—	—	LINKÖPING	Suède	0,25
—	— (495)	ABERDEEN (¹)	Grande-Bretagne	1,50
—	— (434)	PORSGRUND (¹)	Norvège	0,70
61	491,8	DAVENTRY II	Grande-Bretagne	30
62	483,9	BERLIN I	Allemagne	4
63	476,2	LYON P. T. T.	France	1
64	468,8	LANGENBERG	Allemagne	25
65	461,5	OSLO	Norvège	1,5
66	454,5	STOCKHOLM	Suède	1,5
67	447,8 (458)	PARIS P. T. T (¹)	France	0,5
—	445	NOTODDEN	Norvège	—
68	441,2	BRNO	Tchécoslovaquie	3
69	434,8 (346)	SAINT-SÉBASTIEN (¹)	Espagne	1,5
—	—	FREDERIKSTAD	Norvège	0,7
—	—	JASSY (²)	Roumanie	—
70	428,6	FRANCFORT	Allemagne	4
71	422,6 (449)	ROME (¹)	Italie	3
72	416,7	GÖTEBORG	Suède	1
73	411	BERNE	Suisse	1,5
74	405,4 (425)	GLASGOW (¹)	Grande-Bretagne	1,5
75	400	MONT-DE-MARSAN	France	0,3
—	—	TAMPÈRE	Finlande	0,25
—	—	AIX-LA-CHAPELLE	Allemagne	—
—	—	CORK	Irlande	0,50
—	—	AALESUND (²)	Norvège	—
—	—	CHARLEROI (²)	Belgique	—
—	—	PLYMOUTH	Grande-Bretagne	0,2
—	—	BILBAO (Carlton) (¹)	Espagne	0,5
—	—	SÉVILLE	Espagne	0,5
76	394,7	HAMBOURG	Allemagne	4
77	389,6	TOULOUSE (Radio-Toulouse)	France	2
78	384,6	MANCHESTER	Grande-Bretagne	1,5
79	379,7	STUTTGART	Allemagne	4
80	375	MADRID	Espagne	1,5
80	375 (500)	HELSINGFORS (¹)	Finlande	—
81	370,4	BERGEN	Norvège	1

(¹) Station n'observant pas cette réglementation. La longueur d'onde indiquée entre parenthèses est alors celle employée.
(²) Station en projet.

Répartition officielle des fréquences et longueurs d'onde des stations européennes de radiodiffusion, entre 200 et 600 m de longueur d'onde (Suite).

FRÉQUENCE en myriahertz	LONGUEUR D'ONDE en mètres	STATIONS DE RADIODIFFUSION	NATIONALITÉS	PUISSANCE DANS L'ANODE en kilowatts
82	365,8	LEIPZIG	Allemagne	4
83	361,4	LONDRES	Grande-Bretagne	3
84	357,1	GRAZ	Autriche	1,5
84	357,1	FALUN	Suède	—
85	353	CARDIFF	Grande-Bretagne	1,5
86	348,9	PRAGUE	Tchécoslovaquie	5
87	344,8 (325)	BARCELONE I (1)	Espagne	2
88	340,9	PARIS (Petit-Parisien)	France	0,5
89	337	COPENHAGUE	Danemark	0,7
90	333,3	NAPLES	Italie	1,5
90	333,3	REYKJAVIK	Islande	1
91	329,7	KÖNIGSBERG	Allemagne	1
92	326,1	BOURNEMOUTH	Grande-Bretagne	1,5
93	322,6	BRESLAU	Allemagne	4
94	319,1	DUBLIN	Irlande	1,5
95	315,8	MILAN	Italie	1
96	312,5	NEWCASTLE	Grande-Bretagne	1,5
97	309,3	MARSEILLE P. T. T.	France	0,5
98	306,1	BELFAST	Grande-Bretagne	1,5
99	303	NUREMBERG	Allemagne	0,75
100	300	TIRANA (2)	Albanie	—
100	300 (187,5)	KOSICE	Tchécoslovaquie	—
101	297	AGEN	France	0,25
—	—	LIVERPOOL	Grande-Bretagne	0,20
—	— (344,8)	CADIX (1)	Espagne	0,50
—	—	HANOVRE	Allemagne	0,75
—	—	EIDSVOD (2)	Norvège	—
—	—	JYVALSKYLA	Finlande	0,1
—	—	VARBERG	Suède	—
102	294,1 (375)	MADRID (Iberica) (1)	Espagne	1
—	—	UDDEVALLA	Suède	0,20
—	—	SWANSEA	Grande-Bretagne	0,20
—	—	HULL	Grande-Bretagne	0,20
—	—	LIÉGE (2)	Belgique	0,10
—	—	STOKE-ON-TRENT	Grande-Bretagne	0,20
—	—	DUNDEE	Grande-Bretagne	0,20
—	—	INNSBRUCK	Autriche	0,50
103	291,3	LYON (Radio-Lyon)	France	1,50
104	288,5	EDIMBOURG	Grande-Bretagne	0,50
105	285,7	TALLINN	Esthonie	—
106	283	DORTMUND	Allemagne	1,50
107	280,4	CRACOVIE	Pologne	—
108	277,8	CAEN (2)	France	—
—	—	TROLLHATTAN	Suède	0,25
—	—	LEEDS	Grande-Bretagne	0,50
—	(335)	CARTAGÈNE (1)	Espagne	0,50
—	—	HANKO	Finlande	0,10
—	—	STAVANGER (2)	Norvège	—
—	—	SALZBOURG (2)	Autriche	—
109	275,2	ANGERS (2)	France	0,25
—	—	NOTTINGHAM	Grande-Bretagne	0,20
—	— (400)	SALAMANQUE (1)	Espagne	0,50
—		DRESDE	Allemagne	0,75
—		NORRKÖPING	Suède	0,25
—	(310)	ZAGREB (1)	Yougoslavie	0,35
—	—	GAND (2)	Belgique	—
110	272,7	CASSEL	Allemagne	0,75
—		SHEFFIELD	Grande-Bretagne	0,20
—		OVIEDO (1)	Espagne	—
—	—	HUDIKSVALL	Suède	0,25
—		KLAGENFURT	Autriche	1,50

(1) Station n'observant pas cette réglementation. La longueur d'onde indiquée entre parenthèses est alors celle employée.
(2) Station en projet.

Répartition officielle des fréquences et longueurs d'onde des stations européennes de radiodiffusion, entre 200 et 600 m de longueur d'onde (Suite et fin).

FRÉQUENCE en myriahertz	LONGUEUR D'ONDE en mètres	STATIONS DE RADIODIFFUSION	NATIONALITÉS	PUISSANCE DANS L'ANODE en kilowatts
110	272,7	Gênes (²)	Italie	—
—	—	Danzig	Danzig	0,75
—	—	Kristiansand (²)	Norvège	—
111	270,3	Lwow	Pologne	1,50
112	267,8	Lisbonne (²)	Portugal	—
113	265,5	Anvers	Belgique	0,10
114	263,2 (300)	Bratislava (¹)	Tchécoslovaquie	0,50
115	260,9	Malmö	Suède	—
116	258,6	Turin	Italie	—
117	256,4	....	Tchécoslovaquie	—
118	254,2	Pori	Finlande	0,10
—	—	Kiel	Allemagne	0,75
—	—	Malaga (²)	Espagne	—
—	—	Kalmar	Suède	0,25
—	—	Venise (²)	Italie	—
—	—	Linz (²)	Autriche	—
—	— (279)	Rennes P. T. T. (¹)	France	0,50
119	252,1	Brème	Allemagne	0,20
—	—	Bradford	Grande-Bretagne	0,20
—	—	Montpellier	France	0,20
—	—	Skien (²)	Norvège	—
—	—	Ostende (²)	Belgique	—
—	—	Saffle	Suède	0,50
120	250	Gleiwitz	Allemagne	0,75
—	—	Oulu	Finlande	0,10
—	—	Oporto (²)	Portugal	—
—	— (287)	Lille (¹)	France	0,50
—	—	Eskilstuna	Suède	0,25
121	247,9	Posen	Pologne	—
122	245,9 (260)	Toulouse P. T. T. (¹)	France	0,50
123	243,9	Trondjhem (²)	Norvège	—
124	241,9	Munster	Allemagne	1,50
125	240	....	....	—
126	238,1 (275)	Bordeaux P. T. T. (¹)	France	—
127	236,2	Bucarest	Roumanie	—
127	236,2	Stettin	Allemagne	0,75
128	234,4	Vilna (²)	Pologne	—
129	232,6	Moraska-Ostrawa	Tchécoslovaquie	(provisoire)
130	230,8	Trieste (²)	Italie	—
131	229	Helsingborg	Suède	0,25
131	229	Umea	Suède	0,25
132	227,3	Vigo (²)	Espagne	—
133	225,6	Belgrade	Yougoslavie	2,50
134	223,9	Leningrad II	Russie	1
135	222,2	Strasbourg	France	—
136	220,6	Odessa	Russie	1,20
137	219	Kovno III (²)	Lithuanie	—
138	217,4	Luxembourg (²)	Luxembourg	—
139	215,8	Sofia (²)	Bulgarie	—
140	214,3	Viborg (²)	Finlande	—
141	212,8	....	....	—
142	211,3	Kieff	Russie	—
143	209,8	Smolensk	Russie	—
144	208,3	Athènes (²)	Grèce	—
145	206,9	Minsk (²)	Russie	—
146	205,5	Minsk (²)	Russie	—
147	204,1	Gafle	Suède	0,625
147	204,1	Spire	Allemagne	—
148	202,7	Kristinehamm	Suède	—
148	202,7	Astura (²)	Espagne	—
149	201,3	Jönköping	Suède	0,25
153	196	Karlskrona	Suède	0,35

(¹) Station n'observant pas cette réglementation. La longueur d'onde indiquée entre parenthèses est alors celle employée.
(²) Station en projet.

ternationale de Londres remonte à 1912 et n'a pu, pour cause, se préoccuper de la radiodiffusion — un organisme international s'est créé à Genève, qui s'est imposé la lourde tâche d'unifier, de normaliser et d'organiser en matière de radiodiffusion, où il y avait tout à faire. Fondée en mars 1925, l'Union internationale de Radiophonie représente la majeure partie des intérêts de la radiodiffusion européenne. L'œuvre capitale de cet organisme est sans contredit la répartition entre 200 et 600 m, des longueurs d'onde affectées en Europe aux besoins de la radiodiffusion. Adoptée à Genève en mars 1926, cette répartition, connue sous le nom de « Plan de Genève », est entrée en application le 15 novembre 1926 et a déjà donné la plupart des résultats escomptés en ce qui concerne la suppression des interférences provenant des stations de radiodiffusion. On doit seulement regretter qu'il subsiste des causes permanentes de troubles du fait que certaines stations, notamment celles de l'Etat français et d'Espagne, persistent à ne pas observer la longueur d'onde qui leur a été attribuée dans l'intérêt général des émetteurs et des auditeurs.

Voici en quoi consiste le plan de Genève dont nous avons reproduit la répartition sur les tableaux annexés à cet article. Nous avons vu plus haut que chaque émission radiophonique occupait une plage de fréquences de 10 kilohertz. Afin d'éviter les interférences, l'Union internationale de Radiophonie a adopté les prescriptions suivantes :

1° Attribution des fréquences d'émission de 10 en 10 kilohertz.

2° Répartition des fréquences suivant la méthode polygonale, en tenant compte de la situation géographique des postes émetteurs.

3° Précision de la longueur de l'onde émise par l'emploi d'un ondemètre de la Commission technique.

4° Stabilité de l'onde émise.

5° Suppression des harmoniques de l'onde porteuse.

Pour faciliter son travail, l'Union internationale de Radiophonie a résolu logiquement d'attribuer des fréquences et non pas des longueurs d'onde. En raison de l'intervalle de fréquences adopté, la suite des fréquences des émissions, exprimées en myriahertz, se présente comme la suite des nombres entiers consécutifs de 50 à 150 pour toutes les ondes comprises entre 600 m et 200 m de longueur d'onde. Par suite, les longueurs d'onde sont exprimées en nombres fractionnaires, puisque à un nombre entier de myriahertz ne correspond que rarement un nombre entier de mètres.

Si, par hasard, une interférence insoupçonnée se produit entre deux stations, il suffit de procéder à un échange de fréquences pour l'éliminer.

Pour le moment, le plan de Genève n'est relatif qu'aux stations transmettant sur ondes courtes, c'est-à-dire entre 200 et 600 m comme l'indique les tableaux ci-dessus. Mais, eu égard aux besoins sans cesse croissants de la radiodiffusion européenne et à son caractère de service public, l'Union internationale de Radiophonie préconise l'utilisation de gammes de longueurs d'onde aussi étendues que possible, notamment de celles comprises entre 1 050 et 1 300 m, 1 550 et 1 875 m. En attendant l'application du plan relatif aux stations de radiodiffusion sur grandes ondes, quelques remaniements amiables des fréquences de ces stations pourront être opérés, notamment en ce qui concerne celles de Leningrad, Hilversum, Varsovie, Kalundborg, Rome, Kœnigswusterhausen, Motala et Prague.

Signalons que l'application de ce programme est déjà très avancée, grâce aux travaux de M. R. Braillard et de ses collègues de la Commission technique, qui viennent de mettre au point l'ondemètre très précis (1) dont le besoin se faisait impérieusement sentir. La plage de fréquences de 10 kilohertz oblige, en effet, à disposer d'un ondemètre dont la précision est très supérieure à la valeur relative de cette plage, c'est-à-dire à 2 pour 100, pour 600 m et à 0,66 pour 100, pour 200 m de longueur d'onde. Or jusqu'à ce jour, on se contentait d'appareils donnant des mesures dont l'approximation était de 1 pour 100. Grâce au nouvel ondemètre, dont seront pourvues toutes les stations de radiodiffusion, et grâce aux stabilisateurs piézoélectriques, il est d'ores et déjà possible de maintenir la fréquence de l'onde porteuse constante avec une approximation de 0,0003 à 0,0004, ce qui, eu égard à la gamme des longueurs d'onde utilisées, peut être considéré comme un résultat très satisfaisant.

V. **Conclusion**. — Des considérations que nous venons d'exposer tant au point de vue théorique qu'au point de vue de l'exploitation et de la pratique quotidienne, il paraît résulter que la notion de fréquence devient de jour en jour plus importante que celle de longueur d'onde, qui tend à passer au second plan. La réalité physique, la constance du phénomène, la facilité de mesure par les nouvelles méthodes du multivibrateur, du résonateur piézoélectrique, de l'hétérodyne et du superhétérodyne, la commodité du rapprochement avec les phénomènes acoustiques qui interviennent en radiodiffusion, tout cet ensemble de circonstances concourt à donner la préférence à la fréquence. Cependant, pour ménager une transition nécessaire entre les deux notations, la fréquence et la longueur d'onde des émissions seront indiquées concurremment pendant le temps nécessaire pour que les usagers puissent changer d'habitude. Déjà l'Union internationale de Radiophonie mentionne simultanément la longueur d'onde en mètres et la fréquence en kilohertz. En Grande-Bretagne, la British Broadcasting Corporation se conforme également à ce nouveau point de vue, tout comme, en Allemagne, la Reichs Rundfunk Aktien Gesellschaft. Il n'est d'ailleurs pas douteux que, dans un avenir prochain, la mémoire ne retienne l'indication de la fréquence en kilohertz avec autant de facilité que celle de la longueur d'onde en mètres.

Michel Adam,
Ingénieur E. S. E.

(1) R. Braillard et E. Divoire. *Loc. cit.*

Revues, analyses et informations

La décharge de Geissler dans l'argon (1).

Lorsqu'une électrode exploratrice, ou *collecteur*, est placée sur le parcours d'une décharge électrique, sa surface se recouvre d'une couche lumineuse qui présente un aspect différent du reste du gaz ionisé. La limite extérieure de la gaine, qui est une région occupée par des charges en volume, marque la limite de l'effet perturbateur du collecteur. Il en résulte qu'une étude de la caractéristique du courant en fonction du potentiel du collecteur est susceptible de fournir des renseignements précis sur le potentiel de l'espace environnant et sur le nombre et la nature des ions. Cette méthode a été appliquée avec un succès considérable aux arcs éclatant dans la vapeur de mercure et autres gaz, aux décharges lumineuses émanant d'un filament incandescent et à la diffusion des électrons et on a traité théoriquement avec quelques détails sa validité et l'étendue de ses applications. Elle peut aussi servir, ainsi que l'on devait s'y attendre, pour analyser la décharge lumineuse émanant d'une cathode froide et les présentes expériences constituent une extension d'un travail préliminaire effectué dans ce domaine.

Le nombre des variables de ce type de décharge est important. Les auteurs se sont cantonnés présentement dans l'étude des phénomènes qui se produisent dans des conditions peu différentes de celles qui correspondent à une chute de potentiel cathodique normale, avec une pression gazeuse de l'ordre de celle d'une colonne de mercure de 1 mm, une différence de potentiel de l'ordre de 250 v et une densité de courant de 0,1 milliampère par centimètre carré. L'espace obscur cathodique a alors une épaisseur inférieure à 1 cm et la région comprise entre la limite diffuse de la lueur négative et l'anode n'est presque pas lumineuse. Les auteurs se sont préoccupés de décrire les caractéristiques générales de la décharge, plutôt que leurs relations avec les propriétés spécifiques du gaz employé, qui était l'argon.

Le tube à décharge comporte deux électrodes circulaires portées par une tige de verre recourbée. L'une d'elles est reliée par une tige de nickel à une pièce de fer, permettant de mouvoir le système en bloc à l'intérieur du tube, au moyen d'un électroaimant extérieur. Les connexions avec les électrodes sont réalisées par de légers ressorts de nickel soudés à des fils de cuivre, eux-mêmes scellés dans des tubes latéraux. Le collecteur, situé dans la région comprise entre les électrodes, est constitué par un fil de molybdène de 0,2 mm de diamètre protégé, à l'exception du dernier centimètre, par une gaine de verre. Le tube principal a 4 cm de diamètre et la distance entre les électrodes est égale à 5 cm.

L'argon, qui avait été purifié par passages répétés sur du calcium, était admis dans le tube, dans lequel la pression avait été ramenée à celle d'une colonne de mercure de 10^{-4} mm. Entre le réservoir et le tube à décharge, il passait sur de l'anhydride phosphorique et à travers un siphon à air liquide. Les impuretés spectroscopiques étaient l'hydrogène et le mercure; on n'observait pas de bandes dues au carbone ou à l'azote.

Pour alimenter le tube, on utilise le courant d'une batterie de 300 accumulateurs, réglé par un diode thermoionique et mesuré au moyen d'un microampèremètre. Le collecteur peut être porté à un potentiel de ± 250 v par rapport à l'anode et le courant qui le traverse est mesuré au moyen d'un galvanomètre convenablement shunté.

Les mesures comportent la lecture de l'intensité du courant i_t qui traverse le tube, celle de l'intensité du courant i_c au collecteur et celle du potentiel V de ce dernier.

Les formules utilisées pour trouver les concentrations et températures des électrons lents quand ils sont recueillis dans un champ retardateur sont les suivantes :

$$\frac{d\,(\log I)}{dV} = \frac{e}{kT} \qquad (1)$$

et

$$I_0 = Ne\left(\frac{kT}{2\pi m}\right)^{\frac{1}{2}}, \qquad (2)$$

où I est le courant d'électrons au collecteur (au potentiel V), corrigé par rapport aux ions positifs et I_0 le courant d'électrons au collecteur par unité de surface de celui-ci, lorsqu'il est au potentiel spatial. N, T et e/m sont la concentration, la température et la charge spécifique des électrons et k la constante des gaz par molécule. Le potentiel spatial est la valeur du potentiel de l'électrode exploratrice au delà de laquelle la relation linéaire (1) cesse d'être valable.

Les principaux résultats obtenus, qui sont probablement de validité générale pour des décharges similaires dans des tubes larges, avec bas potentiels et faibles densités de courant, sont les suivants :

1° La concentration d'électrons et le courant d'ions positifs atteignent un maximum au milieu de la lueur négative;

2° Le courant est transporté à partir de la lueur négative à travers l'espace obscur de Faraday, par des électrons lents se déplaçant dans des champs électrique et de diffusion combinés. L'énergie moyenne des électrons est très approximativement constante dans cette partie de la décharge;

3° Le champ électrique est inversé entre l'espace obscur cathodique et le milieu de la lueur négative, et des électrons primaires y sont probablement présents.

Les causes d'incertitude qui subsistent encore, sont principalement la concentration des ions positifs et la détection des électrons primaires. Cette dernière dépend de l'analyse des courants d'ions positifs. — L. B.

(1) K.-G. Emeleus et N.-L. Harris. *Philosophical Magazine*, juillet 1927, t. IV (7e série) p. 49-64, 4 000 mots, 7 figures, 5 tableaux.

SECTION INDUSTRIELLE

Sur l'étude des moteurs asynchrones polyphasés à plusieurs vitesses *(Suite)* (*)

TROISIÈME PARTIE : **Bobinages à phases multiples**

L'auteur étudie une méthode de couplage due à M. Creedy, basée sur l'alimentation des bobinages par phases multiples, méthode absolument générale, qui permet la réalisation de polarités quelconques, en nombre quelconque. Pour les moteurs à secondaire en court-circuit ayant plus de 4 vitesses, cette méthode est généralement celle qui donne le nombre minimum de bornes. Aussi l'auteur signale des moteurs à 5 vitesses avec 12 bornes et à 6 vitesses avec 18 bornes.

Nous avons vu dans la seconde partie de cette étude, des bobinages diphasés à 6 pôles, triphasés à 4 ou à 8 pôles, qui comportent l'utilisation d'un autotransformateur de phases. M. F. Creedy a considérablement développé et modifié cette idée en réalisant des bobinages statoriques à polarités multiples alimentés par autotransformateurs à grand nombre de phases [1]. On a construit sur ce principe des moteurs ayant jusqu'à 9 polarités.

I. Système primitif en étoile ou en polygone simple à phases multiples. — **A. Principe de ce montage.** — 1. Cas général. — Proposons-nous, par exemple, de construire un moteur à 2, 4 et 6 pôles. Soit un autotransformateur à 13 phases, ce nombre étant choisi, comme nous le verrons, parce qu'il est premier avec les nombres de paires de pôles à réaliser au moteur. Construisons un moteur dont le bobinage soit formé de treize bobines, du type à deux faisceaux par entaille, ces treize bobines étant montées en étoile, ou en polygone.

Le diagramme vectoriel des phases de l'autotransformateur étant celui de la figure 1, si nous réunissons les phases successives de l'autotransformateur aux bobines successives du moteur (fig. 2 *a*), nous obtiendrons une distribution bipolaire des courants et des forces magnétomotrices à la périphérie de la machine ; nous aurons réalisé un moteur bipolaire à 13 phases.

Si maintenant nous réunissons les bornes du moteur à celles de l'autotransformateur prises de deux en deux (fig. 2 *b*), nous obtiendrons une distribution tétrapolaire des courants et des forces magnétomotrices à la périphérie du stator, puisque la distance angulaire de deux phases voisines est le double de ce qu'elle était précédemment, de sorte qu'un vecteur représentant les phases successives rencontrées à la périphérie du moteur décrit un angle 4π avant de retomber sur la phase correspondant à la bobine initiale. De même, si on

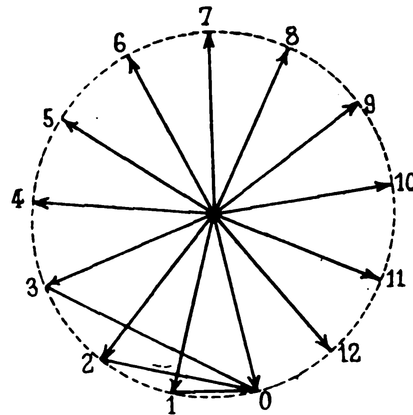


Fig. 1. — Diagramme vectoriel des tensions fournies par un transformateur de phases à phases multiples

réunit les bornes du moteur à celles de l'autotransformateur, prises de trois en trois, la distribution des forces magnétomotrices sera hexapolaire (fig. 2 *c*).

Les figures 3 *a*) *b*) et *c*) représentent les diagrammes vectoriels des forces électromotrices induites par bobine dans le cas où les bobines sont couplées en polygone. On voit que ces diagrammes sont constitués par des polygones à 13 côtés, convexe pour 2 pôles, étoilés pour 4 et 6 pôles.

1° *Nombre des bobines ou des phases.* — Il est évident que le nombre des bobines ou des phases devra être

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 5, 12 et 19 novembre 1927, t. XXII, p. 725-745, 775-796 et 829-852.

(1) F. Creedy. *The Electrician*, 2 février 1917, t. LXXVIII, p. 545-548 et 12 janvier 1923, t. XC, p. 35-36. — *Engineering*, 19 janvier et février 1923, t. CXV, p. 87-92 et 156-158. — *Journal of the Institution of electrical Engineers*, mars et septembre 1923, t. LXI, p. 309-337, et 960-962, analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 24 mai 1924, t. XV, p. 964-966. — *Brevet anglais n° 18 887*, du 20 août 1914.

premier avec les nombres de paires de pôles pour que, en prenant les phases de deux en deux, de trois en trois, ou plus généralement de p en p on ne retombe sur la phase initiale qu'après avoir rencontré toutes les

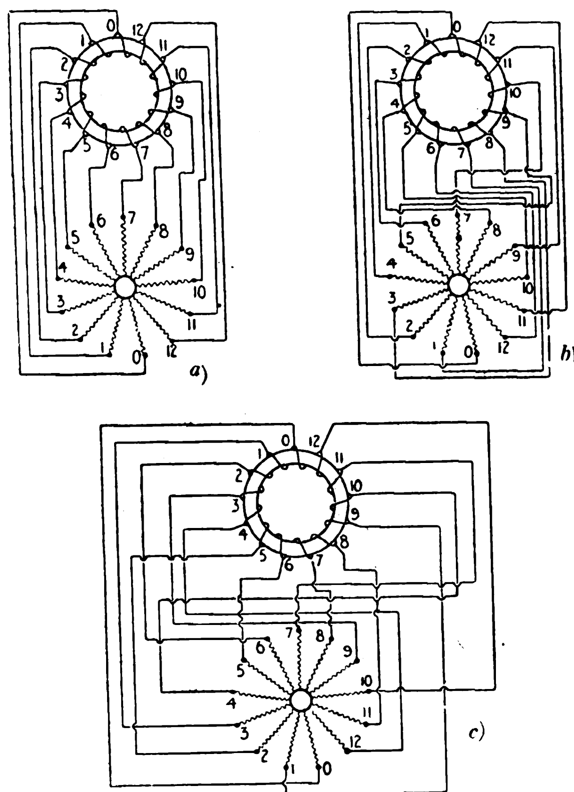


Fig. 2. — Schéma d'un enroulement en 13 sections permettant de faire varier le nombre de pôles : *a*) connexions pour 2 pôles ; *b*) connexions pour 4 pôles ; *c*) connexions pour 6 pôles.

phases ; de la sorte, toutes les bobines de l'autotransformateur seront utilisées à toutes les polarités. S'il n'en était pas ainsi, à certaines polarités, on n'utiliserait que

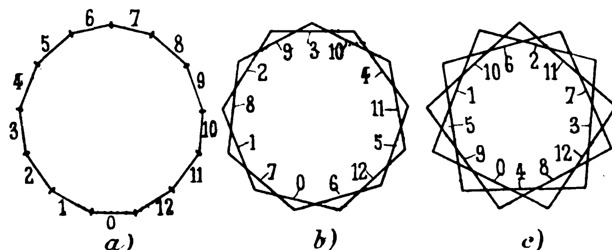


Fig. 3. — Diagrammes vectoriels des forces électromotrices induites dans les bobines d'un moteur à alimentation par phases multiples : *a*) pour 2 pôles ; *b*) pour 4 pôles ; *c*) pour 6 pôles.

certaines des bobines de l'autotransformateur, qui seraient surchargées, tandis que d'autres demeureraient inutilisées ; les dimensions de l'autotransformateur seraient augmentées.

Pour construire un moteur à 6, 8, 10, 12, 14, 16 pôles par exemple, on pourra employer un moteur et un autotransformateur à 31 phases, ce nombre étant premier avec 3, 4, 5, 6, 7 et 8. On aura, pour le nombre maximum de pôles, sensiblement deux phase par pôle ($16 \times 2 = 32$), ce qui est suffisant pour éviter une dispersion excessive à la grande polarité ; on descend quelquefois cependant jusqu'à 1,5 phase par pôle ; mais nous verrons que, pour obtenir des inductions convenables aux différentes polarités, il faut adopter un pas fortement raccourci à la grande polarité ; dans ces conditions, avec environ 1,5 phase par pôle, c'est-à-dire avec des forces magnétomotrices à peu près triphasées, et un pas fortement raccourci, la dispersion serait, nous le savons, très forte ; il ne faudra donc descendre à 1,5 phase par pôle que si le couple demandé à la grande polarité n'est pas trop élevé.

Pour faire un moteur à 9 polarités : 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 pôles, nous pourrons de même adopter 47 bobines et 47 phases.

2° *Choix du nombre d'encoches.* — Le nombre d'encoches à choisir est un multiple du nombre des bobines.

2. Réduction du nombre de prises dans le cas où toutes les polarités sont impaires. — Dans le cas, assez rare, où tous les nombres de paires de pôles sont impairs, on a, à toutes les polarités, des pôles de noms contraires en deux points diamétralement opposés du moteur. On peut alors adopter un nombre pair de bobines et grouper en permanence, en série et en opposition, les bobines diamétralement opposées.

B. **Choix du pas.** — Si le bobinage était à pas diamétral à la grande polarité, la répartition des phases étant, en outre, à peu près diphasée à cette polarité, le coefficient de bobinage serait voisin de 0,91. A la grande vitesse que nous supposerons triple de la petite vitesse, le pas serait raccourci des deux tiers, ce qui introduirait un cofficient de bobinage égal à 0,5 ; la répartition des phases étant sensiblement dodécaphasée à cette vitesse, le coefficient de bobinage correspondant au nombre des phases serait voisin de 0,99 ; le coefficient de bobinage résultant serait

$$0,5 \times 0,99 = 0,495.$$

Si le montage des bobines est en étoile, la tension par bobine est constante quelle que soit la polarité ; les flux par pôle sont universellement proportionnels aux coefficients de bobinage ; on aura donc

$$\frac{\text{flux petite polarité}}{\text{flux grande polarité}} = \frac{0,91}{0,495} = 1,83$$

alors que, pour conserver la même induction dans l'entrefer, ce rapport devrait être égal à 3.

Le moteur sera désaturé de 39 pour 100 à la grande vitesse. Si le couplage était fait en polygone (comme c'est le cas sur les schémas des figures 2 et 3), la ten-

sion par bobine, égale respectivement pour 2,4 et 6 pôles aux vecteurs $\overline{o-1}$, $\overline{o-2}$, $\overline{o-3}$ de la figure 1 (ce qui a conduit à la figure 2) décroîtrait quand la vitesse augmente et les conditions seraient encore plus mauvaises.

Si au contraire nous partons d'un pas déjà fortement raccourci à la grande polarité, le résultat sera meilleur; supposons le raccourcissement de 50 pour 100 à cette polarité; le coefficient de bobinage correspondant deviendra

$$0,91 \times 0,707 = 0,643.$$

A la petite polarité, où le pas sera raccourci des cinq sixièmes, il sera égal à

$$0,99 \times 0,259 = 0,257;$$

d'où

$$\frac{\text{flux petite polarité}}{\text{flux grande polarité}} = \frac{0,643}{0,257} = 2,5.$$

L'induction ne sera plus réduite que de 16,5 pour 100 en passant de la grande à la petite polarité.

En raccourcissant encore davantage, on pourrait augmenter encore la constance de l'induction dans l'entrefer; mais ceci serait aux dépens de l'utilisation du cuivre qui baisse au fur et à mesure de la réduction du pas. On est d'ailleurs limité dans cet ordre d'idées par la considération suivante : si le pas a des spires (fig. 4)

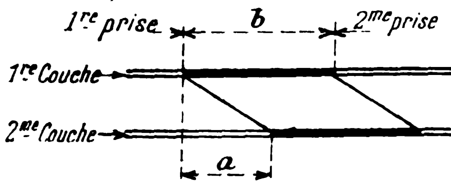


Fig. 4. — Schéma de bobine en 2 couches avec pas de bobinage inférieur à la largeur de la bobine.

devenait inférieur à la largeur b d'une bobine, on aurait, dans certaines encoches, à la couche supérieure et à la couche inférieure, des conducteurs parcourus par des courants de signes contraires dont les effets s'annuleraient. La largeur périphérique b d'une bobine est donc une limite inférieure du pas. En pratique, pour améliorer la courbe de répartition des forces magnétomotrices, on se tiendra même, comme nous l'avons indiqué dans les remarques générales sur le choix du pas, au voisinage de $a = 1,5\ b$. Si le nombre de bobines est égal au double du nombre de pôles de la grande polarité, ceci conduit à un pas minimum voisin de 0,75 fois le pas diamétral de cette polarité; si ce nombre était 1,5 fois le nombre de pôles, on ne devrait pas tomber beaucoup au-dessous du pas diamétral.

On diminuerait la variation d'induction entre la grande et la petite polarité, en augmentant le nombre des phases, ce qui accroît le coefficient de bobinage à la grande polarité, mais entraîne naturellement une plus grande complication de l'appareil de manœuvre.

C. Courant magnétisant, couple et puissance aux différentes polarités. — Le courant magnétisant est proportionnel au carré de l'induction dans l'entrefer, abstraction faite de la saturation du fer; il diminuera donc légèrement quand la vitesse augmentera.

Le courant qui peut être absorbé par chaque bobine pour un même échauffement demeure le même à toutes les polarités, si on néglige l'amélioration de la ventilation aux grandes vitesses. La puissance que le moteur est susceptible de fournir normalement, pour un échauffement limite donné, est donc à peu près indépendante de la vitesse; le couple normal varie donc en raison inverse de la vitesse.

Il n'en est pas de même pour le couple maximum dont le moteur est capable sans décrocher : la réactance de fuites du moteur est sensiblement proportionnelle aux ampères-conducteurs résultants de chaque entaille; dans un bobinage en deux couches, ces ampères-conducteurs varient proportionnellement au coefficient de bobinage correspondant au raccourcissement du pas; il en résulte que la réactance de fuites du moteur est proportionnelle à ce coefficient, et que le courant de court-circuit lui est inversement proportionnel.

Si le pas est raccourci de 25 pour 100 à la grande polarité, le coefficient de bobinage relatif au raccourcissement du pas varie en passant de la grande à la petite polarité de 0,925 à 0,38, c'est-à-dire dans le rapport de 2,4 à 1; le courant de court-circuit passe donc en même temps de 1 à 2,4; le diamètre du cercle de fonctionnement est donc à peu près proportionnel à la vitesse, et le couple maximum du moteur demeure à peu près constant.

D. Constitution des transformateurs. — Les autotransformateurs de phases nécessaires avec ce type de bobinage sont d'une construction assez compliquée. Le

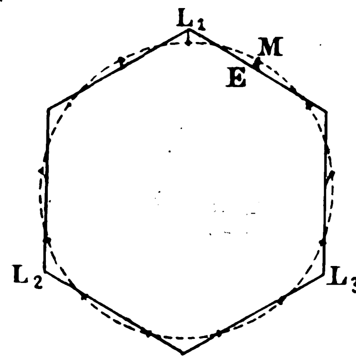


Fig. 5. — Schéma d'autotransformateur à phases multiples (13 phases).

procédé le meilleur, sur réseau triphasé, consiste généralement à employer un autotransformateur dont le bobinage principal est (fig. 5) du type dit en zigzag, dont les trois phases sont couplées en triangle au lieu d'être couplées en étoile à la manière habituelle. On réalise ainsi un polygone des tensions qui est un hexa-

gone, alimenté par la ligne en L_1, L_2, L_3. Sur le diagramme vectoriel, on trace un cercle aussi voisin que possible de cet hexagone; on divise ce cercle en un nombre de parties égal au nombre de phases demandé, et on relie chaque point M du cercle à l'hexagone par une droite EM parallèle à l'un des côtés de l'hexagone. Pour réaliser pratiquement la tension correspondante, il n'y a qu'à prévoir un petit bobinage auxiliaire donnant la tension EM, branché sur le bobinage principal au point correspondant à E.

Les longueurs telles que EM sont toutes, ou presque toutes, différentes entre elles, car le nombre de prises est généralement premier avec 3, puisqu'il doit être premier avec tous les nombres de paires de pôles parmi lesquels se trouvent généralement des multiples de 3 : 6, 12, 18... pôles. Les tensions correspondantes sont difficiles à réaliser avec exactitude puisqu'elles doivent être multiples de la tension par spire du transformateur. En outre, les bobinages des trois phases sont différents, ce qui complique la construction.

D'après M. Creedy, les autotransformateurs de ce genre ont la dimension d'un transformateur capable de transformer 30 à 40 pour 100 de la puissance absorbée par le moteur.

E. **Bobinages de rotors.** — Les rotors sont généralement à cage d'écureuil; exceptionnellement ils portent des bobinages permettant l'insertion de rhéostats de démarrage à une polarité, et la marche en court-circuit aux autres polarités.

II. **Bobinage à phases et à couplages multiples.** — Le système précédent présente des inconvénients. Le bobinage du moteur constitué comme nous l'avons vu est d'une réalisation très facile, mais le transformateur et l'appareil de manœuvre, malgré quelques simplifications apportées à ce dernier [1], sont fort compliqués.

A. **Simplification du transformateur par couplages multiples du moteur.** — M. Creedy a, en premier lieu, cherché à simplifier le transformateur, dont l'exécution est bien difficile avec le système primitif pour les raisons que nous avons indiquées. A cet effet, il a diminué le nombre de phases de cet appareil, et son importance, en faisant une partie de la transformation de phases sur le moteur lui-même, par les procédés suivants [2].

1. Couplage des bobines deux a deux en série. — Quand le nombre des bobines est pair, le nombre des phases devrait aussi être pair. On peut donc, à toutes les polarités, grouper deux à deux les bobines de phases opposées et les alimenter ainsi par une seule phase du transformateur, réduisant ainsi de moitié le nombre des phases de celui-ci ; c'est ce qui est d'usage courant pour les montages hexaphasés usuels alimentés en triphasé; nous en avons vu de très nombreux exemples dans la seconde partie de cette étude.

2. Couplage mixte des bobines en étoile-triangle. — Quand, après cette première opération, le nombre des bobines est encore pair, on peut les grouper en étoile-polygone sur le moteur : ainsi un couplage mixte étoile-triangle (fig. 6) comporte 6 phases, et, en tenant compte

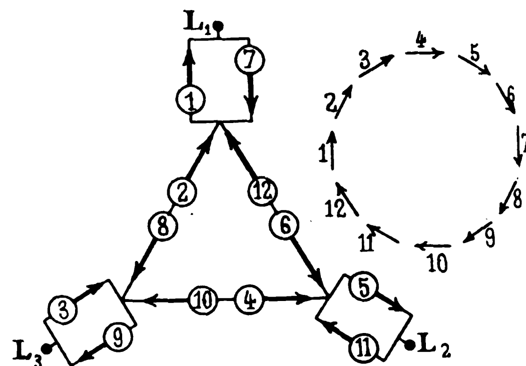


Fig. 6. — Schéma d'un couplage mixte en étoile-triangle série-parallèle d'un bobinage à 12 bobines pour alimentation par un réseau triphasé.

du premier artifice, 12 phases, avec seulement trois bornes triphasées d'alimentation désignées par L_1, L_2, L_3 sur le schéma. Comme le courant dans les branches de l'étoile est $\sqrt{3}$ fois ce qu'il est dans les côtés du triangle, on couple les bobines par deux en parallèle en étoile, et par deux en série en triangle de façon à réaliser, à 15 pour 100 près, l'égalité des courants dans les différentes bobines. On pourrait de même réaliser 8 phases sur alimentation diphasée avec un montage étoile-carré.

3. Utilisation de la connexion Scott. — On peut monter les bobines du moteur suivant la connexion Scott de façon à réaliser des forces magnétomotrices

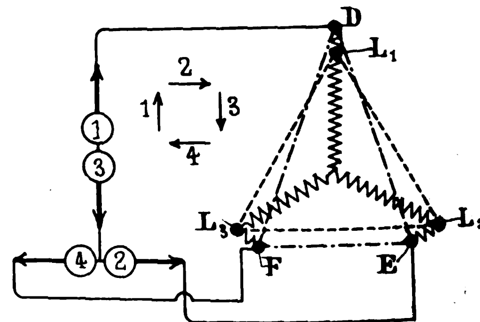


Fig. 7. — Schéma de couplage d'un bobinage à 4 bobines en montage Scott pour alimentation par autotransformateur triphasé.

diphasées avec une alimentation triphasée. Nous avons vu à plusieurs reprises, dans la seconde partie de cette

[1] *Brevet anglais n° 18 887* du 20 août 1914 de M. F. Creedy.

[2] *Brevet anglais n° 123 395* du 20 février 1918 de M. F. Creedy. Un couplage basé sur des principes un peu analogues a été indiqué par M. de Kando dans son *Brevet français n° 572 593* du 1er mars 1922 pour 4, 6, 8, 12 pôles.

étude, la condition qui doit être, en pareil cas, remplie par le pas du bobinage.

La figure 7 représente le schéma d'un tel montage. Comme on dispose d'un transformateur, on peut prévoir sur celui-ci les prises DEF nécessaires pour obtenir la différence de 15 pour 100 qui doit exister entre la base et la hauteur du triangle des vecteurs des tensions; l'adoption de bobinages auxiliaires à la place de ces prises n'est donc pas à recommander.

4. Connexion des bobines en L. — On peut aussi être amené à faire le montage diphasé en L (fig. 8) qui

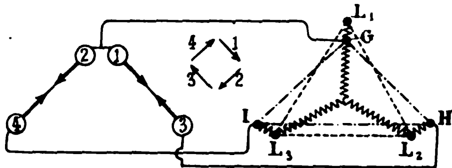


Fig. 8. — Schéma de couplage d'un bobinage à 4 bobines en montage en L pour alimentation par autotransformateur triphasé.

donne des phases disposées à $\frac{\pi}{4}$ des précédentes; les prises du transformateur sont désignées par GHI sur le schéma; en ce cas, aucune condition spéciale n'est imposée au pas.

On peut, sur réseau triphasé, réaliser 8 phases, en combinant les montages Scott et en L (fig. 9).

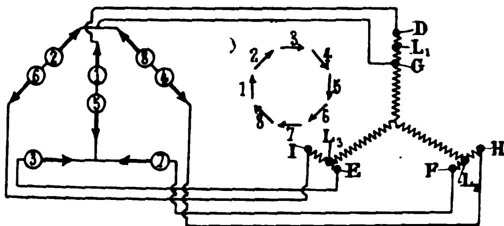


Fig. 9. — Schéma de couplage d'un bobinage à 8 bobines en montage Scott et en L pour alimentation par autotransformateur triphasé.

5. Choix du nombre de bobines. — Quand le réseau est triphasé, on choisit un nombre de bobines qui soit multiple de 3. On obtient alors un nombre de phases multiple de 3, pour tous les nombres de pôles non multiples de 3, ce qui facilite la répartition des prises qui, pour ces polarités, sont symétriques sur les trois phases.

En définitive, pour pouvoir tirer pleinement parti des remarques 1, 2 et 5, on adopte, sur réseau triphasé, un nombre de bobines qui soit multiple de $2 \times 2 \times 3 = 12$, c'est-à-dire en pratique 24 ou 36 bobines.

Enfin, le nombre des bobines n'étant plus premier avec la plupart des nombres de paires de pôles, le nombre des phases différentes du bobinage varie d'une polarité à l'autre : si le nombre des bobines N et le nombre des paires de pôles p ont un plus grand commun diviseur d, le nombre des phases différentes du bobinage est $\frac{N}{d}$.

B. **Application à un bobinage à 36 bobines.** — Dans le cas de 36 bobines, pour des polarités p variant de 1 à 12 (le nombre de pôles doit être limité à 24 pour avoir au moins 3 bobines pour 2 pôles), on peut établir le tableau I,

Tableau I. — *Détermination du nombre de phases et du décalage des prises du transformateur pour alimentation d'un bobinage à 36 bobines.*

N	p	d	$\frac{N}{d}$	Nombre de phases du transformateur	Décalage des prises du transformateur
36	1	1	36	9	± 10°
»	2	2	18	9	± 20°
»	3	3	12	3	
»	4	4	9	9	± 20°
»	5	1	36	9	± 10°
»	6	6	6	3	
»	7	1	36	9	± 10°
»	8	4	9	9	± 20°
»	9	9	4	3 (Scott)	
»	10	2	18	9	± 20°
»	11	1	36	9	± 10°
»	12	12	3	3	

Les décalages relatifs des phases de l'autotransformateur se déterminent comme suit : dans le cas de 36 phases, celles-ci sont décalées de 10° en 10°; l'alimentation triphasée donne les phases 0°, 120°, 240°; la première remarque fournit les phases 60°, 180°, 300°; la deuxième remarque (couplage étoile-triangle) donne 30°, 90°, 150°, 210°, 270°, 330°, c'est-à-dire qu'avec les trois phases normales de la ligne, on en a douze régulièrement espacées dans le bobinage. Le transformateur devra donner deux autres groupes de trois phases décalés respectivement de 10° en avant et en arrière sur celles de la ligne, chacun de ces groupes fournissant 12 phases dans le bobinage.

Pour obtenir 18 phases décalées de 20° les unes par rapport aux autres, on observe que les trois bornes de ligne, avec la première remarque, donnent 0°, 60°, 120°, 180°, 240°, 300°; la seconde remarque ne s'applique plus ici puisque les phases 30°, 90°, etc., n'ont plus à être réalisées. L'autotransformateur devra donner des tensions déphasées respectivement de 20° en avant et en arrière sur celles de la ligne.

Pour obtenir 9 phases, la première remarque ne s'appliquant plus, on retombe sur les prises décalées de 20° en avant et en arrière, comme pour 18 phases.

On aura donc à prévoir un autotransformateur donnant des tensions à 10° et à 20° en avant et en arrière sur celles de la ligne et, en outre, les prises nécessaires au montage Scott. La figure 10 représente un tel autotransformateur. La ligne aboutit en L_1 L_2 L_3 : les prises

$\pm 10°$ sont marquées B_1 à B_9 ; les prises $\pm 20°$ sont marquées K_1 à K_9 ; les prises Scott sont désignées par D, E, F. Les rayons 10° et 20° tels que OB_1, OK_2 étant légèrement différents entre eux, les prises B_1 et K_1 correspondantes, en phase avec la tension de ligne, ne coïncident pas. L'autotransformateur comporte donc 24 bornes.

Le pas, en raison du montage Scott à 18 pôles, est obligatoirement de 2 bobines, c'est-à-dire que les conducteurs de retour de la bobine 1 sont superposés aux conducteurs d'aller de la bobine 3 ou de la bobine 35.

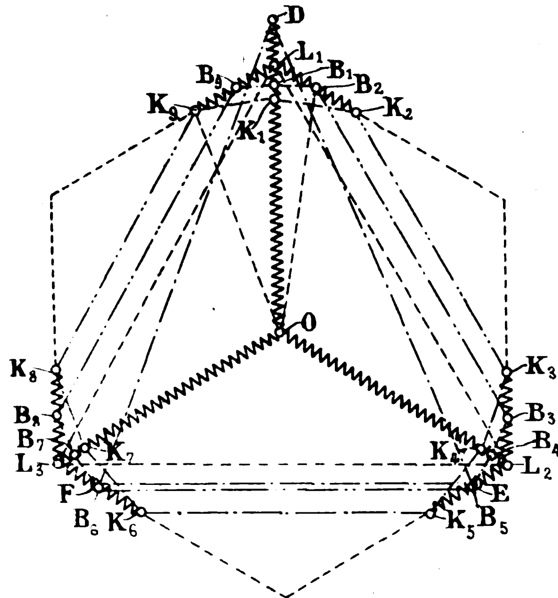


Fig. 10. — Schéma d'autotransformateur pour alimentation d'un bobinage à 36 bobines.

C. **Application à un bobinage à 24 bobines.** — Le nombre de pôles sera limité à 16 de façon à avoir au moins trois bobines pour deux pôles. Le tableau II détermine le nombre de phases aux différentes polarités.

TABLEAU II. — *Détermination du nombre de phases et du décalage des prises du transformateur pour alimentation d'un bobinage à 24 bobines.*

N	p	d	$\frac{N}{d}$	NOMBRE DE PHASES DU TRANSFORMATEUR	DÉCALAGE DES PRISES DU TRANSFORMATEUR
24	1	1	24	6	$\pm 7°,5$
»	2	2	12	3	
»	3	3	8	6 (Scott et L)	
»	4	4	6	3	
»	5	1	24	6	$\pm 7°,5$
»	6	6	4	3 (Scott)	
»	7	1	24	6	$\pm 7°,5$
»	8	8	3	3	

Les trois bornes de ligne donnant 12 phases grâce aux deux premières remarques, il suffirait de trois autres prises décalées de 15° sur les précédentes, par exemple en avant, pour obtenir les 24 phases ; on préfère exécuter deux jeux de prises à 7°,5 en avant et en arrière sur les phases de la ligne pour obtenir une plus grande symétrie.

Souvent on profite de la présence du transformateur pour alimenter le moteur sous des tensions diverses, ce qui permet de régler l'induction aux différentes polarités. C'est le cas pour le schéma de la figure 11 qui donne les connexions complètes des 24 bobines pour 8, 10, 12, 14 et 16 pôles d'après le brevet de M. Creedy. Le bobinage comporte 38 bornes et le transformateur en a 18, y compris les bornes de ligne. Le pas, en raison du montage Scott à 12 pôles, est obligatoirement de 2 bobines, c'est-à-dire que les conducteurs de retour de la bobine 1 sont superposés aux conducteurs d'aller de la bobine 3 (ou de la bobine 23). Cette même considération empêche d'exécuter des moteurs à 24 bobines donnant à la fois 6 et 12 pôles, car le montage Scott intervenant aussi pour 6 pôles, il faudrait, pour réaliser cette dernière polarité, un pas de 4 bobines (conducteurs de retour de la bobine 1 superposés aux conducteurs d'aller de la bobine 5 ou de la bobine 21).

III. **Bobinages en étoile-polygone.** — Cette nouvelle modification permet une diminution considérable du nombre de bornes du moteur, ce qui entraine une grosse simplification de l'appareil de manœuvre. Le mode de bobinage employé maintient automatiquement, dans une large mesure, la constance des inductions, quelle que soit la polarité, ce qui permet de supprimer sur le transformateur, les prises servant uniquement au réglage de l'induction ; les prises Scott disparaissent aussi ; il subsiste des prises diphasées régulières quand le nombre de bobines est multiple de 8, de sorte que le nombre de bornes du transformateur diminue généralement et celui-ci se trouve simplifié ; par contre, la puissance réellement transformée, dans le cas de marche en autotransformateur, augmente légèrement, mais cet inconvénient est de beaucoup inférieur aux avantages résultant des simplifications précédentes.

A. **Principe des bobinages en étoile-polygone** [1]. — Considérons un stator portant $N = 4N'$ (N' étant un entier) bobines régulièrement réparties. Connectons-les comme il est indiqué par la figure 12 dans le cas de $N' = 3$ (12 bobines) : toutes les bobines de rang impair sont branchées en étoile ; celles de rang pair sont montées en polygone ; les connexions sont faites de façon que l'entrée d'une bobine impaire soit réunie aux sorties de deux bobines paires ou la sortie d'une bobine impaire aux entrées de deux bobines paires.

[1] *Brevet anglais n° 175 583* du 30 décembre 1920 ; *Brevet français n° 547 021* du 6 février 1922.

1. Le nombre de pôles est égal a 2 N'. — Établissons dans le circuit magnétique qui porte ce bobinage un champ à 2 N' pôles (6 pôles dans le cas de l'exemple considéré); il y aura deux bobines par pôle; le bobinage sera donc un bobinage diphasé.

Pour marquer par des flèches les sens des forces électromotrices induites, nous procéderons comme suit : nous considérerons un mobile entré, par exemple, par l'extrémité libre de la bobine 1 et parcourant celle-ci, puis continuant à se déplacer dans le polygone dans le sens 2, 4, ..., 12. A chaque sommet, ce mobile est rejoint par d'autres mobiles semblables arrivant par les diverses sections en étoile qui sont donc toutes parcourues de l'extrémité libre vers le sommet du polygone, le sens de circulation sur ce dernier étant celui des aiguilles d'une montre. Quand un vecteur est parcouru de l'entrée marquée par un cercle vers la sortie indiquée par une flèche, la force électromotrice induite a le sens indiqué sur l'étoile des phases située à droite de la figure 13; s'il est parcouru en sens inverse,

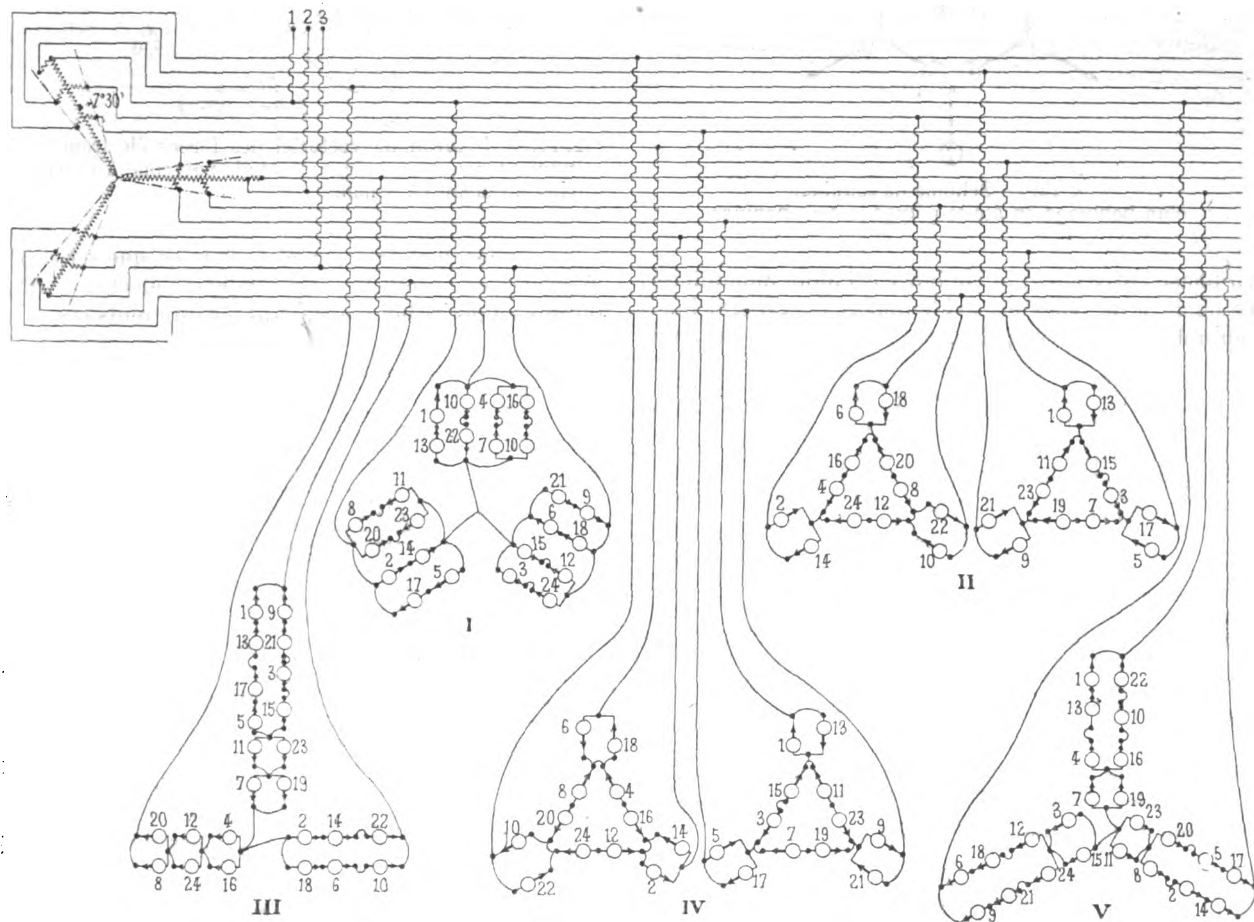


Fig. 11. — Schémas de couplage d'un moteur à 24 bobines et de son autotransformateur pour 8, 10, 12, 14, 16 pôles : I. pour 8 pôles ; II, pour 10 pôles ; III, pour 12 pôles ; IV, pour 14 pôles ; V, pour 16 pôles.

le sens de la flèche du vecteur correspondant est également inversé. Ainsi, pour les vecteurs 1, 2, 5, 6, 9, 10, les sens sont inversés. On voit alors que les tensions de toutes les sections impaires (sections en étoile) seront en phase; celles de toutes les sections paires s'ajouteront, vu la manière dont elles sont connectées; le diagramme vectoriel sera celui de la figure 13. Bien entendu, pour ne pas former court-circuit, il faudra ouvrir le polygone en un point, par exemple entre les sections 1 et 12. Il serait peu pratique d'alimenter un tel bobinage en diphasé, puisque toutes les bobines d'une phase seraient en série, tandis que toutes celles de l'autre phase devraient être alimentées séparément, ne pouvant être couplées ni en parallèle, ni en série, d'après le mode de connexion adopté. On renoncera donc à la réalisation de 2 N' pôles.

2. Le nombre de pôles est différent de 2 N'. — Examinons maintenant (fig. 14) comment variera la différence de phase de deux bobines consécutives quand le nombre de pôles varie : la différence de phase de deux bobines voisines est $\frac{2\pi \times p}{4 N'}$; pour chaque variation d'une unité du nombre p de paires de pôles, cet angle varie donc de $\frac{2\pi}{4 N'}$ $\left(\text{de } \frac{\pi}{6} \text{ dans l'exemple considéré}\right)$. Pour les

nombres de pôles inférieurs à $2N'$, l'angle est aigu; pour $2p = 2N'$ il est droit; de $2N'$ à $6N'$ il est obtus; pour $4N'$ pôles il est égal à π, c'est-à-dire que les forces électromotrices induites dans toutes les bobines sont

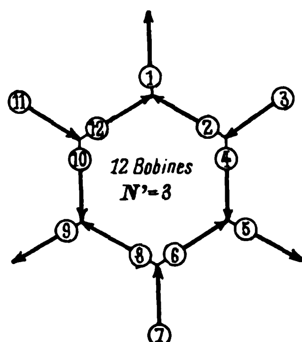


Fig. 12. — Schéma de couplage d'un bobinage en étoile-polygone à 12 bobines.

en phase entre elles; le bobinage est alors monophasé; ce nombre de pôles est évidemment en général inadmissible. Pour $6N'$ pôles, on retombe sur un angle

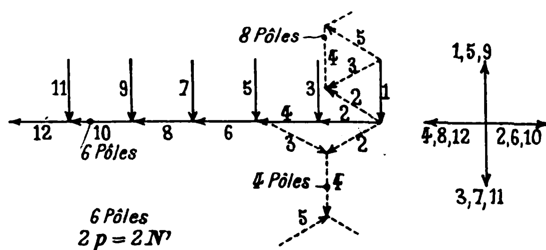


Fig. 13. — Diagramme vectoriel des forces électromotrices induites dans un bobinage étoile-polygone pour un nombre de pôles $2p = 2N'$; en trait ponctué, modification du diagramme pour $2p = 2(N' \pm 1)$.

droit, c'est-à-dire sur des conditions identiques au cas de $2N'$ pôles. Enfin de $6N'$ à $8N'$ pôles, l'angle est de nouveau aigu comme de 0 à $2N'$.

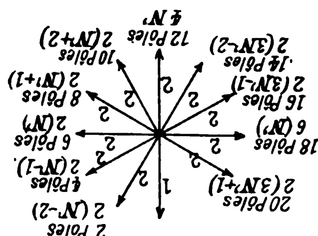


Fig. 14. — Diagramme vectoriel du décalage des phases des forces électromotrices induites dans deux bobines consécutives 1 et 2 pour différentes valeurs du nombre de pôles.

Vu la manière dont les connexions sont faites (entrée d'une section en étoile réunie à la sortie d'une section en polygone, ou vice versa) les angles du diagramme vectoriel des forces électromotrices induites dans le bobinage seront les suppléments des angles de la figure 14, c'est-à-dire que pour $2p < 2N'$ les angles des sections consécutives seront obtus et que, pour $2N' < 2p < 6N'$, ces angles seront, au contraire, aigus.

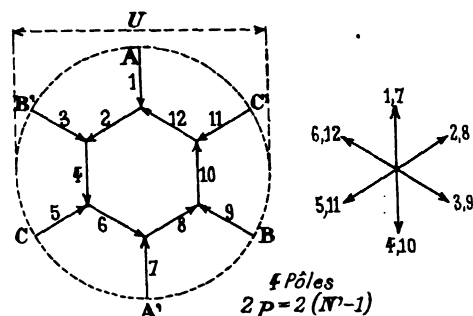


Fig. 15. — Diagramme vectoriel des forces électromotrices induites dans un bobinage étoile-polygone à 12 bobines dans un champ à 4 pôles.

Il est dès lors très facile de voir ce que seront les diagrammes vectoriels des forces électromotrices induites dans le bobinage, dans les différents cas.

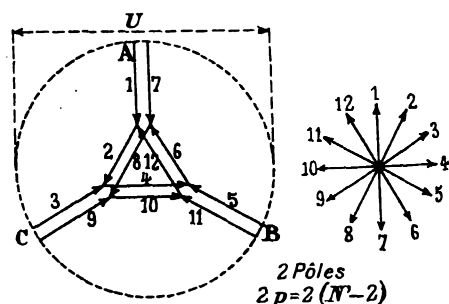


Fig. 16. — Diagramme vectoriel des forces électromotrices induites dans un bobinage étoile-polygone à 12 bobines, dans un champ à 2 pôles.

Nous avons vu le cas de $2p = 2N'$ (fig. 13).

1° *Le nombre de pôles est inférieur à* $2N'$. — Pour $2p = 2(N' - 1)$, soit pour 4 pôles dans le cas de

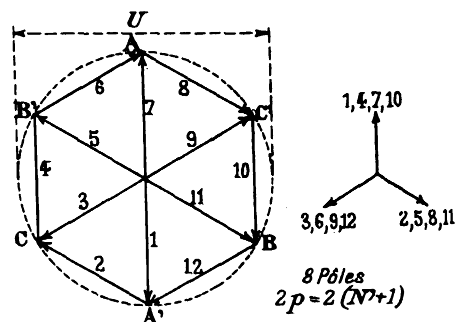


Fig. 17. — Diagramme vectoriel des forces électromotrices induites dans un bobinage étoile-polygone à 12 bobines, dans un champ à 8 pôles.

l'exemple considéré (fig. 15), l'angle de deux côtés consécutifs, c'est-à-dire d'une section en étoile avec une

section en polygone, qui était droit dans la figure 13, augmente de $\frac{2\pi}{4N'} = \frac{\pi}{6}$; l'angle de deux côtés consécutifs du polygone est double du précédent ; il était égal à π ; il devient égal à

$$\pi - 2\frac{2\pi}{4N'} = \pi\left(1 - \frac{1}{N'}\right),$$

ce qui est l'angle au sommet d'un polygone régulier convexe de $2N'$ côtés. Le diagramme vectoriel des forces électromotrices induites sera donc un polygone régulier convexe de $2N'$ côtés (un hexagone régulier dans le cas de l'exemple), avec, aux $2N'$ sommets, $2N'$ rayons dirigés vers l'extérieur, puisque les angles des vecteurs correspondant à deux sections voisines sont obtus. Les tensions d'alimentation devront être hexaphasées.

Pour $2p = 2(N' - 2)$, c'est-à-dire pour 2 pôles dans le cas de l'exemple (fig. 16), les angles varient encore de $\frac{2\pi}{4N'} = \frac{\pi}{6}$; les angles aux sommets du polygone des forces électromotrices deviennent $\pi\left(1 - \frac{2}{N'}\right)$ ce qui est l'angle au sommet d'un polygone régulier convexe de N' côtés (un triangle dans le cas de l'exemple) ; comme il y a $2N'$ côtés en polygone et $2N'$ en étoile, chaque côté du triangle et chaque rayon de l'étoile sera doublé ; les sections diamétralement opposées seront équipotentielles ; les tensions d'alimentation seront triphasées.

Pour $2p = 2(N' - 3)$, le polygone des tensions à $2N'$ côtés deviendrait triple, c'est-à-dire que l'on doit décrire trois tours complets, en en parcourant les côtés avant de retomber sur le point de départ ; les côtés se superposent trois à trois ou ne se superposent pas suivant que $2N'$ est, ou non, multiple de 3 ; dans le cas de la négative, le polygone est étoilé. Il faut $\frac{2N'}{3}$ phases pour l'alimentation du bobinage si $2N'$ est multiple de 3 et $2N'$ phases dans le cas contraire.

On voit que, à chaque diminution de deux unités du nombre de pôles, la somme des angles des différents vecteurs augmente de 2π ; comme ces angles sont les angles extérieurs du polygone, le nombre de tours complets que forme le polygone avant de se fermer, augmente d'une unité. D'une façon générale, si le nombre de pôles passe à $2p = 2(N' - K)$, K étant un entier, le polygone à $2N'$ côtés fait K tours complets avant que l'on ait épuisé tous les côtés. Les coïncidences des côtés du polygone des tensions sont déterminées par la règle suivante : soit D le plus grand commun diviseur de $2N'$ et de K ; puisque, après avoir pris $2N'$ côtés, on revient au point initial en ayant décrit K tours complets, après avoir pris $\frac{2N'}{D}$ côtés, on revient aussi au point initial après avoir décrit $\frac{K}{D}$ tours complets, étant donné que $\frac{2N'}{D}$ et $\frac{K}{D}$ sont des entiers. A partir de ce moment, on retombe sur les mêmes côtés que l'on parcourt D fois chacun. Le nombre des phases d'alimentation sera $\frac{2N'}{D}$. Toutes les fois que K sera pair, $2N'$ et K auront au moins 2 pour facteur commun ; le nombre des phases d'alimentation sera au moins réduit de moitié. Quand N' est impair et K pair, le nombre de paires de pôles qui est $N' - K$ est impair. Quand N' et K sont pairs tous les deux, le nombre de paires de pôles est pair : le nombre de phases sera donc certainement réduit de moitié quand le nombre de paires de pôles sera pair ou impair, suivant que le quart du nombre des sections (N') sera également pair ou impair.

2° *Le nombre de pôles est compris entre $2N'$ et $6N'$.* — Examinons maintenant ce qui se passe dans le cas où le nombre de pôles est compris entre $2N'$ et $6N'$. Soit $2p = 2(N' + 1)$, c'est-à-dire 8 pôles dans l'exemple que nous avons considéré plus haut. L'angle des phases des tensions des bobines consécutives 1 et 2 devient aigu sur le diagramme ; le sens d'enroulement des vecteurs des tensions change donc (l'amorce des diagrammes correspondant à 4 et à 8 pôles est indiquée en pointillé sur la figure 13) ; le diagramme vectoriel devient celui de la figure 17, où les vecteurs en étoile sont à l'intérieur du polygone ; dans le cas particulier de l'exemple considéré, où le polygone est un hexagone, si les nombres de spires sont les mêmes pour les sections en étoile et pour les sections en polygone, les extrémités des vecteurs en étoile aboutissent exactement au centre de l'hexagone.

Une difficulté se présente ici : les diagrammes des figures 15 et 16 peuvent être considérés comme représentant aussi bien les courants que les tensions puisque les courants ont évidemment dans toutes les bobines un déphasage constant sur la force électromotrice induite. Considérons donc ces diagrammes comme des diagrammes de courants et examinons sur la figure 15 ce qui se passe à un des sommets du polygone, par exemple au sommet où aboutissent les vecteurs 1, 2, 12 ; en ce point, d'après les conventions faites sur le sens des parcours des mobiles, ceux-ci arrivent par 1 et 12 et s'en vont par 2 ; or on voit que la somme des courants 1 et 12 est exactement égale au courant 2 ; l'alimenta-

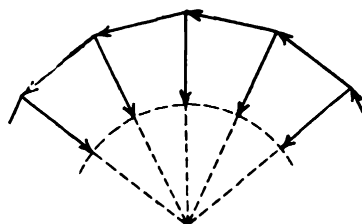


Fig. 18. — Diagramme vectoriel de principe des forces électromotrices induites dans un bobinage étoile-polygone pour un nombre de pôles supérieur à $2N'$.

tion du bobinage par les six extrémités libres des bobinages en étoile se fait donc normalement sans aucune

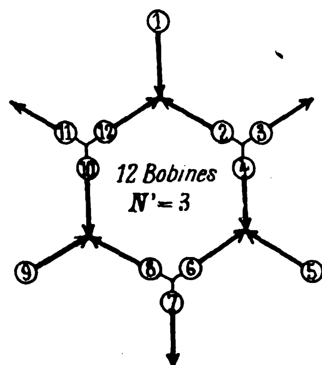


Fig. 19. — Schéma de couplage d'un bobinage en étoile-polygone à 12 bobines avec inversion des connexions des bobines en étoile.

difficulté. Il en est de même dans le cas de la figure 16, en supposant que les courants dans les branches de

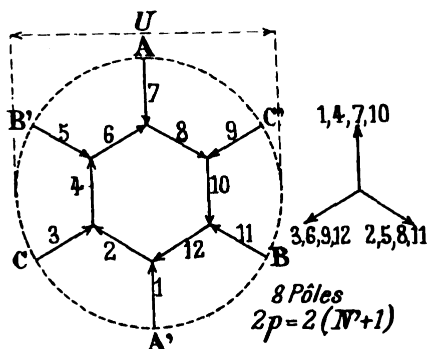


Fig. 20. — Diagramme vectoriel des forces électromotrices induites dans le bobinage étoile-polygone de la figure 19 dans un champ de 8 pôles.

l'étoile sont $\sqrt{3}$ fois plus grands que dans les côtés du triangle. Au contraire, dans la figure 17, la somme des

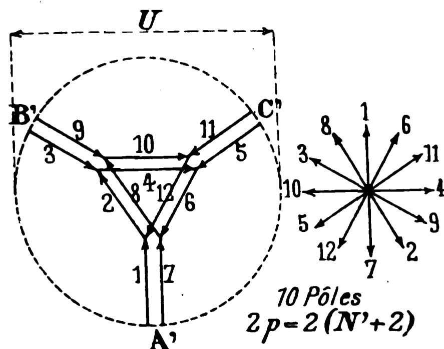


Fig. 21. — Diagramme vectoriel des forces électromotrices induites dans le bobinage étoile-polygone de la figure 19 dans un champ à 10 pôles.

courants 1 et 12, est égale et de signe contraire au courant 2. D'ailleurs la différence de potentiel est nulle entre les extrémités libres des sections en étoile dans le cas particulier de l'exemple considéré ; l'alimentation

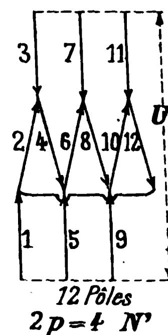


Fig. 22. — Diagramme vectoriel des forces électromotrices induites dans le bobinage étoile-polygone de la figure 19 dans un champ de 12 pôles.

ne peut donc plus se faire en ces points. On peut alors alimenter le bobinage par les sommets du polygone et

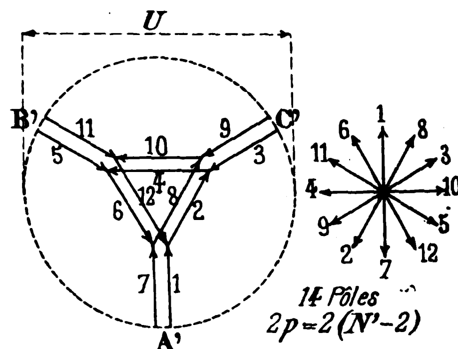


Fig. 23. — Diagramme vectoriel des forces électromotrices induites dans un bobinage étoile-polygone de la figure 19 dans un champ de 14 pôles.

réunir en court-circuit, dans le cas de l'exemple, les extrémités précédemment libres des sections en étoile.

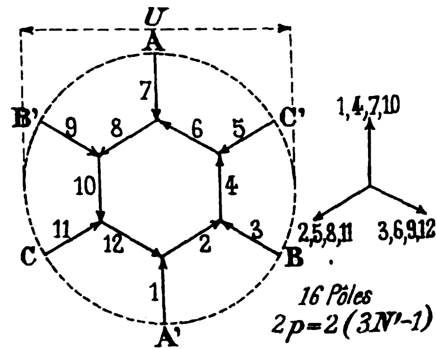


Fig. 24. — Diagramme vectoriel des forces électromotrices induites dans le bobinage étoile-polygone de la figure 19 dans un champ de 16 pôles.

Le sens de circulation du courant fourni par la ligne est alors inversé dans les sections en étoile, tandis

qu'il demeure le même dans les bobines en polygone. Il n'y a plus alors aucune difficulté, mais on est obligé de prévoir six bornes de plus sur le moteur. Dans le cas général où le polygone n'est pas un hexagone (ou même dans le cas de l'hexagone, si les nombres de spires des sections en étoile et en polygone sont différents), les vecteurs en étoile n'ont pas leurs extrémités au centre (fig. 18), mais sur un cercle de diamètre généralement inférieur à celui du cercle circonscrit au polygone ; il faudrait alors réunir les extrémités correspondantes des bobines à un second jeu de prises du transformateur donnant les mêmes phases que celles qui alimentent les sommets du polygone, mais sous une tension moindre ; c'est là une complication évidemment inadmissible.

On préfère alors inverser les connexions des bobines en étoile (fig. 19), de façon à rejeter les vecteurs de tension correspondants à l'extérieur du polygone. Dans ces conditions, le diagramme des tensions reprend (fig. 20) la même apparence que dans le cas de $2p = 2(N' - 1)$ pôles (fig. 15).

Si le nombre de pôles passe à $2(N' + 2)$, soit à 10 pôles pour l'exemple étudié, on retombe (fig. 21) sur un diagramme semblable à celui de la figure 16 puisque (voir fig. 16) les angles aux sommets sont les mêmes dans les deux cas.

Pour $2p = 2(N' + K)$ pôles, le polygone des forces électromotrices induites sera le même que pour $2p = 2(N' - K)$ pôles.

Pour $2p = 4N'$, l'alimentation est monophasée, comme nous l'avons observé, et le système ne peut évidemment convenir en général pour ce nombre de pôles (12 dans le cas de l'exemple) (fig. 22). Nous verrons cependant un cas d'application de cette polarité.

Enfin, pour $2p = 2(3N' - K)$, les vecteurs sont symétriques de leurs positions pour $2p = 2(N' + K)$ (voir fig. 14) et le diagramme vectoriel sera le même en retournant la figure autour d'un axe passant par le centre et le vecteur 1. Ainsi, dans le cas de l'exemple étudié, 16 pôles donneront le même diagramme que 8 pôles (fig. 24) 14 pôles donneront le même diagramme que 10 pôles (fig. 23).

Pour $2p = 6N'$ (18 pôles), on retomberait sur le même diagramme que pour $2p = 2N'$ (fig. 13), toujours avec symétrie par rapport au vecteur 1.

Enfin, $2p = 2(3N' + K)$ donneront le même diagramme que $2p = 2(N' - K)$; l'angle des vecteurs 1 et 2 dans l'étoile des phases deviendrait aigu, et il faudrait de nouveau inverser les sections en étoile par rapport aux sections en polygone.

Il peut sembler superflu, à première vue, de considérer les cas où $2p$ est supérieur à $4N'$, puisqu'il n'y a alors même pas une bobine par pôle, mais nous verrons des bobinages constitués par plusieurs bobinages élémentaires de $4N'$ sections chacun, et établis pour plus de $4N'$ pôles.

3° *Remarque.* — **En pratique**, le passage de

$$2p = 2(N' - K) \text{ à } 2p = 2(N' + K)$$

oblige à ajouter $4N'$ bornes sur le moteur. Pour réduire le nombre des bornes, on a toujours avantage à adopter un bobinage à plus grand nombre de bobines, de façon à rendre toutes les polarités cherchées inférieures à la nouvelle valeur de $2N'$, et à éviter ainsi le changement de couplage des bobines en étoile. L'emploi de bobinages comportant le passage de $2p = 2(N' - K)$ à $2p = 2(N' + K)$ pôles ne sera donc intéressant que dans le cas où le changement de connexions ne sera pas réalisé par l'appareil de manœuvre, par exemple dans le cas d'un changement de polarité effectué une fois pour toutes (moteur de ventilateur de mines dont on change la vitesse par suite d'une modification dans le régime d'aération de celle-ci). Il est alors intéressant de réduire N' pour diminuer le nombre de bobines du moteur et le nombre de phases de l'autotransformateur.

B. Rapport des nombres de spires à adopter pour les bobines en étoile et en polygone. — Dans tous les cas où l'alimentation se fait par les extrémités libres des bobines en étoile (le cas de la fig. 17 étant, par conséquent, seul excepté), le vecteur du courant dans ces bobines est égal à la différence géométrique des vecteurs des courants dans les bobines contiguës du polygone. C'est la nécessité de réaliser cette condition qui nous a amené à inverser les connexions des bobines en étoile en passant de

$$2p = 2(N' - 1) \text{ à } 2p = 2(N' + 1) \text{ pôles.}$$

Dans l'exemple étudié, pour 4, 8 et 16 pôles (diagramme hexagonal), le courant dans les sections en étoile sera égale au courant dans les sections en polygone. Pour 2, 10 et 14 pôles (diagramme triangulaire), le courant dans les sections en étoile sera $\sqrt{3}$ fois le courant dans les sections en polygone.

Les conditions optima seraient évidemment que les forces magnétomotrices soient les mêmes dans les sections en étoile et dans les sections en polygone. Si l'on n'avait à réaliser que 10 et 14 pôles, par exemple, polarités où le rapport des courants dans les deux types de bobines est le même et égal à $\sqrt{3}$, il n'y aurait aucune difficulté à remplir cette condition ; il suffirait de donner aux bobines en polygone $\sqrt{3}$ fois plus de spires de sections $\sqrt{3}$ fois plus faible qu'aux bobines en étoile. Si l'on a — ce qui est le cas général — à réaliser des polarités pour lesquelles le rapport des courants dans les deux types de sections est différent, on adoptera, pour le rapport de ces nombres de spires, une valeur intermédiaire entre les valeurs extrêmes correspondant aux différentes polarités.

Si l'on a besoin d'un couple énergique à basse vitesse, où la dispersion est toujours importante, on choisira une valeur voisine de celle qui correspond à la réalisation des conditions optima pour le plus grand nombre de pôles. A grande vitesse, la réalisation de l'égalité des forces magnétomotrices des différentes bobines est

moins importante, la dispersion étant toujours, proportionnellement, beaucoup moindre dans le cas des petits nombres de pôles.

C. **Règles concernant l'ordre des connexions des phases.** — Les règles de symétrie que nous allons étudier permettent de simplifier les appareils de manœuvre en laissant certains groupes de connexions fixes pour plusieurs polarités. Elles facilitent, en outre, l'établissement des schémas et le repérage des connexions.

Pour faciliter l'exposition, nous nous référerons constamment dans ce qui suit, au cas de l'exemple étudié précédemment, où le nombre des phases d'alimentation du bobinage est de 3 ou de 6 suivant les polarités. Nous appellerons A, B, C, A', B', C', les 6 phases du transformateur, qui, bien entendu, sont toujours orientées de même sur les diagrammes vectoriels; les lettres correspondantes ont été inscrites sur les figures.

1. Ordre des connexions des phases dans les cas de $2p = 2(N' - K)$ et de $2p = 2N(' + K)$, K étant un entier quelconque inférieur a N'. — Nous avons vu que les diagrammes sont semblables pour $2p = 2(N' - K)$ et pour $2p = 2(N' + K)$.

Cette similitude provient de l'égalité des angles des vecteurs consécutifs après inversion des extrémités des

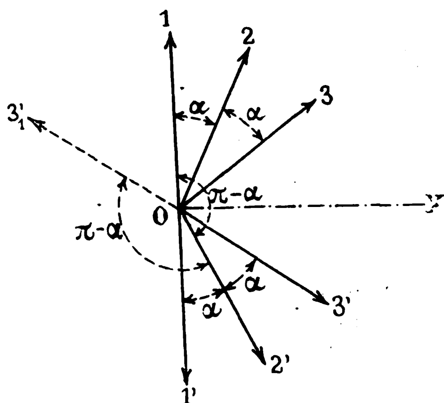


Fig. 25. — Diagramme vectoriel des forces électromotrices induites dans un bobinage en étoile-polygone pour $2p = 2(N' \pm K)$ pôles.

bobines en étoile. Reprenons, en effet, la figure 14. Pour $2p = 2(N' - K)$, l'angle de deux vecteurs consécutifs 1 et 2 (fig. 25) a une certaine valeur α. Pour $2p = 2(N' + K)$, l'angle correspondant (angle de 1 et de 2') a la valeur $\pi - \alpha$. Mais, par suite de l'inversion des sections en étoile, 1 vient en 1', et l'angle de 1' et 2' se retrouve égal à α. La bobine 3, dont le vecteur est décalé de α sur le vecteur 2 à la première polarité donne, avant inversion, un vecteur $3'_1$ décalé de $\pi - \alpha$ sur 2'; après inversion, on retrouve 3' décalé de α sur 2', et ainsi de suite. On voit que l'on rend ainsi la figure symétrique de la figure primitive par rapport à un axe OX perpendiculaire au vecteur 1, ce qui change le sens de rotation des phases, mais non leur ordre de succession. Ces résultats sont manifestes en comparant les figures 15 ($2p = 2(N' - 1) = 4$ pôles) et 20 ($2p = 2(N' + 1) = 8$ pôles), ou bien les figures 16 ($2p = 2(N' - 2) = 2$ pôles), et 21

$$(2p = 2(N' + 2) = 10 \text{ pôles}).$$

Il est évident d'ailleurs que la position de l'axe de symétrie n'est déterminée que par le choix du vecteur origine: en changeant celui-ci, on modifie la position de l'axe de symétrie; on pourra donc choisir la position de cet axe à volonté, la seule chose qui importe étant le changement du sens de rotation des phases, obtenue en passant de la figure primitive à la figure symétrique.

Pour passer de l'une des polarités à l'autre, il faudra donc :

1° Inverser les connexions des bobines en étoile;

2° Changer le sens de rotation du champ par interversion de deux des fils de ligne.

2. Ordre des connexions des phases dans les cas de $2p = 2(N' + K)$ et de $2p = 2(3N' - K)$, K étant un entier quelconque inférieur a N'. — Nous avons vu (fig. 14) que les angles des vecteurs correspondant à 2 phases consécutives sont respectivement $\pi - \alpha$ et $\pi + \alpha$, quand on passe de $2p = 2(N' + K)$ pôles à $2p = 2(3N' - K)$ pôles. Il y a donc symétrie par rapport à un axe OX coïncidant avec le vecteur origine (fig. 26). Cela est d'ailleurs manifeste dans la comparaison

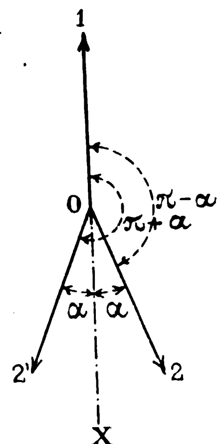


Fig. 26. — Diagramme vectoriel des forces électromotrices induites dans un bobinage en étoile-polygone pour $2p = 2(N' + K)$ et pour $2p = 2(3N' - K)$ pôles.

des figures 20 ($2p = 2(N' + 1) = 8$ pôles) et 24 ($2p = 2(3N' - 1) = 16$ pôles) ou bien encore des figures 21 ($2p = 2(N' + 2) = 10$ pôles) et 23 ($2p = 2(N' - 2) = 14$ pôles). Il y aura donc simplement changement du sens de rotation des phases.

On peut se demander comment ceci peut modifier la polarité, car le changement du sens de rotation du moteur, à polarité constante s'obtient par ce même changement du sens de rotation des phases. Cela tient à ce que, pour les valeurs de $2p$ supérieures à $4N'$ le bobinage à $4N'$ bobines n'a même plus une bobine par pôle, et est, par conséquent, incapable de produire seul la polarité $2p = 2(3N' - K)$ pôles. Pour produire cette polarité, il faut au moins deux bobinages semblables, composés chacun de $4N'$ bobines et dont les éléments sont alternés à la périphérie.

Supposons donc que le bobinage se compose de deux bobinages élémentaires à $4N'$ sections chacun ; 1, 2 et 2' (fig. 27) étant, comme précédemment, les vecteurs correspondant aux deux premières bobines du premier bobinage, les vecteurs correspondant à la bobine intermédiaire du deuxième bobinage sont 1_a et $1_a'$ décalés respectivement de $\frac{\pi - \alpha}{2}$ et de $\frac{\pi + \alpha}{2}$ sur le vecteur origine. L'axe de symétrie du second bobinage est OX_a perpendiculaire à l'axe de symétrie OX (coïncidant avec le vecteur origine) du premier bobinage. De la sorte, si l'ordre des vecteurs de l'ensemble des deux bobinages est, à la première polarité, représenté par la figure 28 *a*, à la deuxième polarité il est représenté par la figure 28 *b*, où, non seulement les sens de rotation sont changés, mais où les vecteurs contigus des deux bobinages ne sont plus les mêmes.

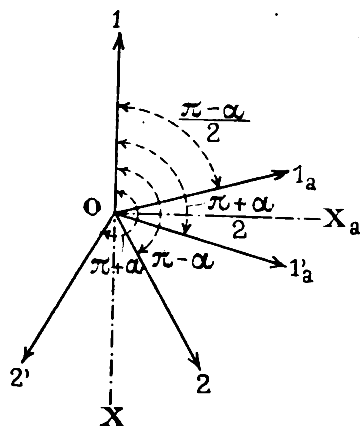


Fig. 27. — Diagramme vectoriel des forces électromotrices induites dans un bobinage double en étoile-polygone pour $2p = 2(N' + K)$ et pour $2p = 2(3N' - K)$ pôles.

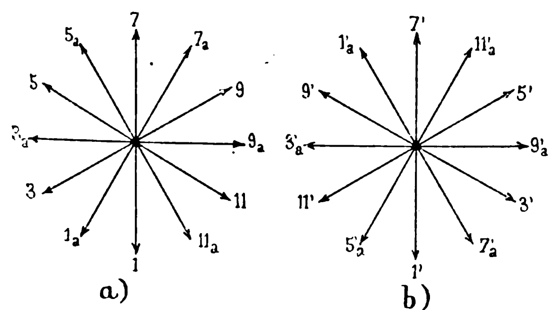


Fig. 28. — Diagramme vectoriel montrant la symétrie des phases des forces électromotrices induites dans un bobinage double en étoile-polygone pour $2p = 2(N' + K)$ et pour $2p = 2(3N' - K)$ pôles.

Dans le cas de trois bobinages, les trois axes seraient décalés de $\frac{\pi}{3}$, dans le cas de n bobinages, ils seraient décalés de $\frac{\pi}{n}$.

3. Ordre des connexions des phases dans le cas de $2p = N' + H$, et de $2p = N' - H$, ou de $2p = 3N' + H$ et de $2p = 3N' - H$, ou de $2p = 5N' + H$ et de $2p = 5N' - H$, N' étant un entier pair ou impair en même temps que H. — Nous allons établir que l'ordre des connexions des phases est le même de 4 en 4 bobines pour $2p = N' + H$ pôles et pour $2p = N' - H$ pôles, mais en tournant en sens inverse.

En effet, pour $N' + H$ pôles, la somme des angles des $4N'$ sections entre elles est $\pi(N' + H)$; le décalage des sections de 4 en 4 est $\frac{\pi(N' + H)}{N'}$.

Pour $2p = N' - H$ pôles, la somme des angles est de même $\pi(N' - H)$ et pour 4 sections elle est $\frac{\pi(N' - H)}{N'}$.

Or on a identiquement

$$\frac{\pi(N' + H)}{N'} \equiv 2\pi - \frac{\pi(N' - H)}{N'},$$

ce qui montre l'identité de l'ordre des phases de 4 en 4, avec inversion du sens de rotation ; il y a donc symétrie par rapport au vecteur origine pour ces sections.

De deux en deux sections, les angles sont respectivement

$$\frac{\pi(N' + H)}{2N'} \quad \text{et} \quad \frac{\pi(N' - H)}{2N'},$$

et l'on a identiquement

$$\frac{\pi(N' + H)}{2N'} \equiv \pi - \frac{\pi(N' - H)}{2N'}$$

ce qui montre que pour les sections prises de 2 en 2, il y a en outre décalage de π, c'est-à-dire qu'il y a symétrie par rapport à un axe perpendiculaire au vecteur origine.

Ainsi, soient 1, 3, 5 (fig. 29) les vecteurs représentatifs des première, troisième et cinquième bobines à la polarité $2p = N' - H$. Posons

$$\frac{\pi(N' - H)}{N'} = \alpha ;$$

on a alors

$$\frac{\pi(N' + H)}{N'} = 2\pi - \alpha ;$$

A la seconde polarité, le vecteur 5' est symétrique du

vecteur 5 par rapport à un axe OX coïncidant avec le vecteur origine ; le vecteur 3′ est symétrique du vecteur 3 par rapport à un axe OX′ perpendiculaire au vecteur origine.

Comme les sections connectées aux bornes du moteur sont les sections étoiles, c'est-à-dire des sections prises de 2 en 2, cette règle est applicable à toutes les sections connectées aux bornes pour $2p = N' - H$ et $2p = N' + H$ pôles,

Ainsi, dans le cas des figures 16 ($2p = N' - 1 = 2$ pôles) et 15 ($2p = N' + 1 = 4$ pôles), le vecteur 1 étant origine, les vecteurs 5 et 9 sont les vecteurs correspondant au décalage de 4 unités ; ces vecteurs occupent dans les deux figures des positions symétriques par rapport au vecteur 1 ; au contraire les vecteurs intermédiaires 3, 7, 11 sont symétriques par rapport à un axe perpendiculaire au précédent.

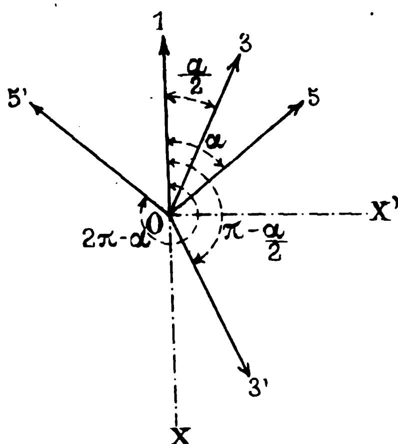


Fig. 29. — Diagramme vectoriel des forces électromotrices induites dans un bobinage en étoile-polygone pour $2p\, N' \mp H$ pôles.

Pour $2p = 3N' + H$ et pour $2p = 5N' + H$ pôles, la démonstration est la même en remplaçant respectivement 2π par 6π et par 10π, π par 3π et par 5π. Les figures 20 ($2p = 3N' - 1 = 8$ pôles) et 21

$$(2p = 3N' + 1 = 10 \text{ pôles})$$

d'une part, 23 ($2p = 5N' - 1 = 14$ pôles) et 24 ($2p = 5N' + 1 = 16$ pôles) d'autre part, donnent des exemples de ces symétries.

D. Variation de l'induction en fonction du nombre de pôles. — Dans le montage primitif de M. Creedy (fig. 2), en supposant les bobinages du moteur montés en polygone, la tension appliquée à une bobine était représentée vectoriellement par

o — 1 (fig. 1) pour 2 pôles ;

o — 2 (fig. 1) pour 4 pôles ;

o — 3 (fig. 1) pour 6 pôles,

ce qui a conduit aux diagrammes de la figure 3. Cette tension va donc en croissant au fur et à mesure que le nombre de pôles augmente, alors que la section offerte au passage du flux dans l'entrefer et la denture, varie en raison inverse du nombre de pôles ; l'induction croît donc très rapidement avec le nombre de pôles. Pour réduire cette variation, on est amené, comme nous l'avons vu : 1° à monter les bobines en étoile pour que la tension par bobine demeure constante quelle que soit la polarité ; 2° à raccourcir le pas au-dessous de la valeur correspondant au pas diamétral de la grande polarité pour rattraper, par le jeu des coefficients de bobinage, une partie de la variation des sections d'entrefer et maintenir l'induction à une valeur suffisante aux petites polarités. Ce raccourcissement du pas entraîne une réduction de l'utilisation de la matière aux petites polarités (grandes vitesses) ; on aurait évidemment intérêt, pour obtenir une bonne utilisation du cuivre aux basses polarités, à adopter un pas, non raccourci, mais légèrement allongé à la grande polarité, de façon qu'aux basses polarités, le raccourcissement ne soit pas excessif. Le résultat auquel on aboutit avec ce montage est, en définitive, comme nous l'avons vu, la réalisation d'un moteur de puissance à peu près constante quelle que soit la vitesse, c'est-à-dire dont le couple normal varie en raison inverse de la vitesse, alors que, pour la plupart des applications, on a besoin d'un couple constant, ou même croissant avec la vitesse.

1° *Nombre de pôles inférieurs à* $2N'$. — Dans le montage avec couplage des bobines en étoile-polygone pour les nombres de pôles inférieurs à $2N'$, les conditions sont complètement changées : le polygone des tensions par bobine était dans le montage primitif un polygone convexe pour 2 pôles, et, pour les nombres de pôles supérieurs, un polygone étoilé dont les côtés s'allongeaient d'autant plus que le nombre de pôles était plus élevé (fig. 3). Dans le montage actuel, c'est exactement l'inverse : le polygone des tensions est convexe pour $2p = 2(N' - 1)$ pôles, et devient, aux polarités plus faibles, un polygone étoilé, ou un polygone à nombre de côtés D fois plus faible, dont, par conséquent, les côtés s'allongent quand la polarité diminue. La tension par bobine augmente donc au fur et à mesure que le nombre de pôles diminue, ce qui tend à maintenir l'induction constante dans l'entrefer. Le fait qu'il y a des sections en étoile aux sommets des polygones a, d'ailleurs, pour effet de rendre la variation de tension par bobine plus lente qu'elle ne serait si toutes les sections étaient en polygone, ce qui améliore encore la loi de variation des inductions, comme on s'en rend compte aisément. La puissance du moteur croît avec la vitesse, et le couple réalisé peut être à peu près constant quelle que soit la vitesse.

On peut, bien entendu, agir en outre sur les inductions par un choix convenable du pas, et, dans une faible mesure, par le choix du rapport des nombres de spires des sections en étoile et en polygone.

2° *Nombres de pôles supérieurs à* $2N'$. — Si maintenant on considère les polarités $2p = 2(N' + K)$, les conditions sont renversées ; le polygone des tensions étant le même pour $2(N' + K)$ et pour $2(N' - K)$ pôles,

la tension par bobine et l'induction augmenteront au fur et à mesure que le nombre de pôles augmente ; les conditions seront donc défavorables. On emploiera donc de préférence pour les stators les connexions donnant $2p = 2(N' - K)$ pôles ; nous verrons que les nombres de pôles $2p = 2(N' + K)$ sont néanmoins intéressants dans certains cas.

E. **Nombre de bobines à adopter.** — Le nombre de bobines doit être multiple de 4 ; de plus, pour obtenir

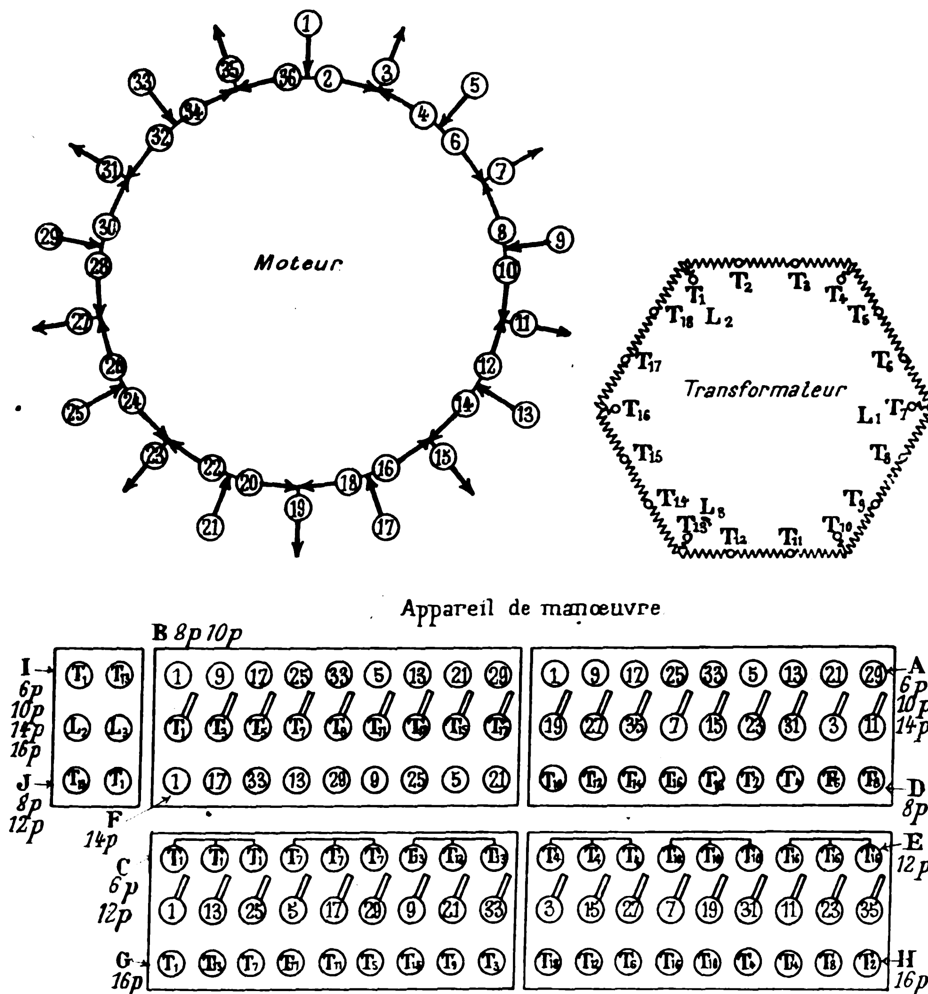


Fig. 30. — Schéma de couplage d'un bobinage en étoile-polygone à 36 bobines, de son autotransformateur et de son appareil de manœuvre pour 6, 8, 10, 12, 14, 16 pôles.

la symétrie des trois colonnes du transformateur de phases, on adopte un multiple de 3. Le nombre de bobines devra donc, ici encore, être multiple de 12 ; pratiquement, on choisira 24 ou 36 bobines.

F. **Première application : moteur à 36 bobines pour 6, 8, 10, 12, 14, 16 pôles.** — Soit à construire un moteur à bobinage étoile-polygone simple, composé de 36 bobines (fig. 30) pour 6, 8, 10, 12, 14, 16 pôles. Pour 36 bobines, $4N' = 36$; $N' = 9$; 16 pôles $= 2(N' - 1)$. Nous avons uniquement affaire aux polarités inférieures à $2N'$; il n'y aura donc pas à inverser les sections en étoile, et le stator comportera autant de bornes que de sections en étoile, soit 18 bornes.

1. Nombre de phases du transformateur. — Le nombre de phases du transformateur se détermine comme nous l'avons indiqué ; le tableau III résume cette détermination : d étant le plus grand commun diviseur de K et

Tableau III. — *Détermination du nombre de phases d'un autotransformateur pour un bobinage à 36 bobines à 6 polarités.*

K	$2p = 2(N' - K)$		d	Nombre de phases
1	16		1	18
2	14		2	9
3	12		3	6
4	10	$N' = 9$	2	9
5	8		1	18
6	6		6	3
7	4		1	18
8	2		2	9

de $2\ N' = 18$, le nombre des phases d'alimentation du moteur est $\frac{2\ N'}{d}$. Le schéma de l'autotransformateur est représenté sur la figure 30. Le bobinage est monté en hexagone comme il a été indiqué précédemment. Les bobinages auxiliaires sont au nombre de 6, branchés

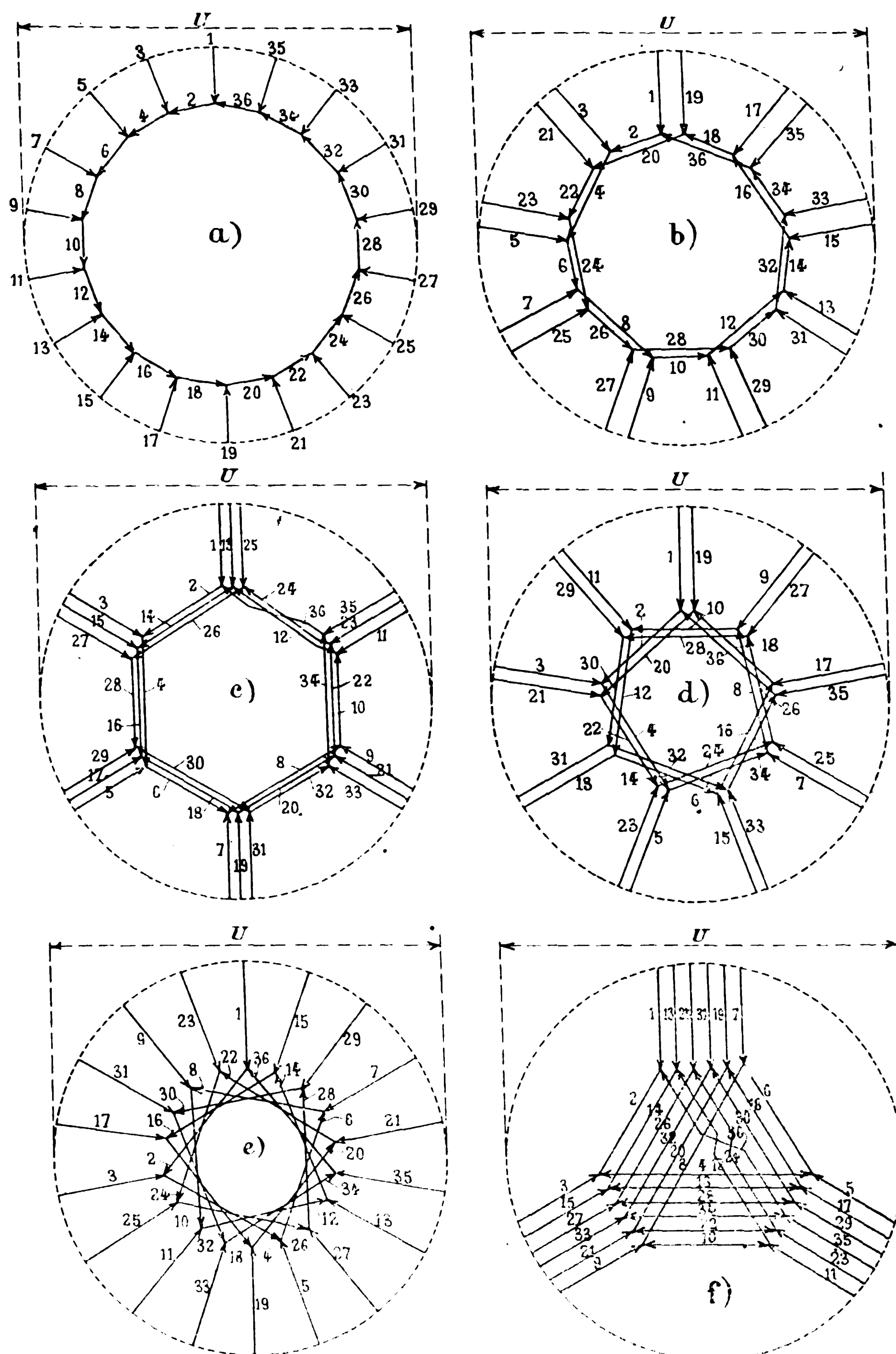


Fig. 31. — Diagrammes des forces électromotrices induites dans un bobinage en étoile-polygone à 36 bobines : *a*), pour 16 pôles ; *b*), pour 14 pôles ; *c*), pour 12 pôles ; *d*), pour 10 pôles ; *e*), pour 8 pôles ; *f*), pour 6 pôles.

aux sommets de l'hexagone. La ligne est réunie aux extrémités de 3 de ces derniers bobinages.

Les valeurs des nombres de pôles qui se correspondent en vertu de la troisième règle de symétrie énoncée

plus haut ($2p = N' \pm H$), ont été réunies sur le tableau par un trait de renvoi ; N' étant dans le cas présent un nombre impair, les valeurs correspondantes de d sont toujours l'une paire, l'autre impaire, et les nombres de phases correspondants sont doubles l'un de l'autre.

Bien que la marche à 2 et à 4 pôles ne soit généralement pas demandée nous avons indiqué sur ce tableau et sur quelques-uns des suivants, à titre de renseignement, les éléments relatifs à ces polarités. Une des raisons qui empêche généralement le fonctionnement à 4 pôles est le grand nombre de bagues nécessaires au rotor pour atteindre la vitesse correspondante.

La figure 31 donne les 6 diagrammes vectoriels relatifs aux 6 polarités demandées.

2. Détermination du rapport des nombres de spires des sections en étoile et des sections en polygone. — Le polygone des forces électromotrices induites a 18 côtés. Pour la polarité $2p = 2(N' - K)$, chaque côté du poly-

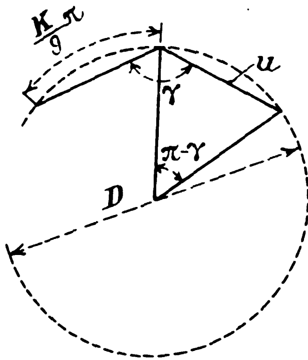


Fig. 32. — Schéma permettant le calcul du courant dans les bobines d'un bobinage en étoile-polygone à 36 bobines pour les différents nombres de pôles.

gone sous-tend un arc égal à K dix-huitièmes du cercle circonscrit. L'angle γ au sommet du polygone (fig. 32) a pour valeur $\gamma = \pi \frac{18 - 2K}{18} = \pi \frac{9 - K}{9}$.

Le rapport $\frac{I_E}{I_P}$ du courant dans les sections en étoile au courant dans les sections en polygone, est $2 \sin \frac{\gamma}{2} = 2 \sin \frac{K_1}{18} \pi$. Le tableau IV donne les valeur de γ et de $\frac{I_E}{I_P}$. Il est évident que le moteur serait très mauvais à 16 pôles si l'on donnait le même nombre de spires aux sections en étoile et aux sections en polygone ; le rapport des forces magnétomotrices des bobines successives serait 0,348 ; comme il n'y a guère plus de 2 bobines par pôle, on serait à peu près dans les conditions d'un moteur diphasé où le courant dans une phase serait presque triple du courant dans l'autre, ce qui est évidemment inadmissible. Si, d'autre part, on cherchait à réaliser l'égalité des forces magnétomotrices des deux types de bobines à 16 pôles, en donnant aux sections en étoile $\frac{1}{0{,}348} = 2{,}87$ fois plus de spires qu'aux sections en polygone, à 6 pôles, où le courant dans les sections en étoile est $\sqrt{3}$ fois plus grand que dans les sections en polygone, le rapport des forces magnétomotrices des bobines successives deviendrait $2{,}87 \times 1{,}73 = 4{,}97$, ce qui serait excessif ; de plus, la densité de courant serait probablement exagérée dans les conducteurs des bobines en étoile.

Tableau IV. — *Valeur de γ et du rapport $\frac{I_E}{I_P}$.*

$2p$	K	γ	$\frac{I_E}{I_P}$
16	1	160°	0,348
14	2	140°	0,684
12	3	120°	1,000
10	4	100°	1,286
8	5	80°	1,532
6	6	60°	1,73
4	7	40°	1,88
2	8	20°	1,97

On adoptera un moyen terme : si l'on donne aux bobines en étoile 1,3 fois le nombre de spires des bobines en polygone, le rapport

$$\frac{\text{force magnétomotrice des bobines en étoile}}{\text{force magnétomotrice des bobines en polygone}}$$

sera égal à :

$$1{,}3 \times 0{,}348 = 0{,}45 \text{ à 16 pôles ;}$$

$$1{,}3 \times 1{,}73 = 2{,}25 = \frac{1}{0{,}45} \text{ à 6 pôles.}$$

Le rapport de la force magnétomotrice maximum à la force magnétomotrice minimum sera le même aux deux polarités extrêmes. Si le couple résistant est important à 16 pôles, il conviendra d'adopter un rapport plus élevé, de l'ordre de 1,5, pour réduire la dispersion et d'augmenter le couple maximum de surcharge à 16 pôles. Au contraire, à grande vitesse, à 6 pôles, le couple de surcharge est généralement largement suffisant et la différence des forces magnétomotrices des bobines successives pourra augmenter un peu la dispersion sans inconvénient notable.

Nous donnerons donc aux bobines en étoile 1,5 fois plus de spires qu'aux bobines en polygone. Le rapport des forces magnétomotrices des bobines consécutives sera 0,52 à 16 pôles et 2,6 à 6 pôles.

3. Choix du pas du bobinage. Valeurs de l'induction aux différentes polarités. — Nous choisirons un pas tel que l'induction dans l'entrefer soit à peu près la même à 6 et à 16 pôles.

1° *Force électromotrice induite par bobine.* — Pour connaître cette induction, il faut d'abord déterminer la force électromotrice induite par bobine. Appelons u (fig. 32) la longueur d'un côté du polygone des forces électromotrices induites, c'est-à-dire la force

électromotrice induite dans une bobine en polygone. Nous avons vu que l'angle au sommet γ a pour valeur

$$\gamma = \pi \frac{9-K}{9}.$$

D étant le diamètre du cercle circonscrit, on a

$$u = \frac{D}{2} \times 2 \sin \frac{\pi - \gamma}{2} = D \sin \frac{K}{18} \pi.$$

La longueur du vecteur représentatif des sections en étoile étant $1,5\,u$, le diamètre du cercle passant par les extrémités des sections en étoile, qui représente la tension fixe U fournie par le transformateur est

$$U = D + 2 \times 1,5\,u = D + 3\,u.$$

Le rapport de la tension appliquée à une section en polygone à la tension fixe du transformateur, sera

$$\frac{u}{U} = \frac{u}{D+3u} = \frac{1}{\dfrac{1}{\sin \frac{K}{18}\pi} + 3}.$$

On peut alors établir le tableau V qui donne ce rapport.

TABLEAU V. — *Valeurs du rapport de la tension appliquée à une section à la tension fixe du transformateur.*

$2p$	K	$\sin \frac{K}{18}\pi$	$\frac{u}{U}$
16	1	0,174	0,114
14	2	0,342	0,169
12	3	0,5	0,2
10	4	0,643	0,22
8	5	0,766	0,232
6	6	0,865	0,241
4	7	0,94	0,247
2	8	0,985	0,249

2° *Coefficients de bobinage.* — Le flux par pôle dépend non seulement de la tension par bobine, mais aussi des coefficients de bobinage. Déterminons ces coefficients : ils se composent d'un coefficient q' relatif à la largeur occupée par une bobine à la périphérie de l'entrefer et d'un coefficient q'' correspondant au pas de la bobine. Pour $2p = 2(N-K)$ pôles, une bobine occupe un angle électrique $\frac{2\pi(N-K)}{36}$. Le coefficient de bobinage correspondant est

$$q' = \frac{\sin \frac{\pi(N-K)}{36}}{\frac{\pi(N-K)}{36}}.$$

En appelant α le rapport du pas choisi au pas diamétral à 16 pôles, on a, à cette polarité,

$$q'' = \sin \alpha \frac{\pi}{2}.$$

A une autre polarité, le rapport du pas de bobinage au pas diamétral devient $\alpha \frac{N-K}{8}$, et l'on a

$$q'' = \sin \left(\alpha \frac{N-K}{8} \frac{\pi}{2}\right).$$

On a donc, en définitive, à 16 pôles

$$q_{16} = \frac{\sin \frac{8\pi}{36}}{\frac{8\pi}{36}} \sin \alpha \frac{\pi}{2}$$

et à 6 pôles

$$q_6 = \frac{\sin \frac{3\pi}{36}}{\frac{3\pi}{36}} \sin \left(\alpha \frac{3}{8} \frac{\pi}{2}\right).$$

3° *Choix du pas.* — Pour déterminer α nous allons écrire l'égalité des inductions à 6 et à 16 pôles.

Appelons S la section offerte au passage du flux dans l'entrefer, B l'induction dans ce dernier ; on a

$$\frac{B_{16}}{B_6} = \frac{u_{16}}{u_6} \frac{S_6}{S_{16}} \frac{q_6}{q_{16}}.$$

D'après ce que nous avons vu

$$\frac{u_{16}}{u_6} = \frac{0,114}{0,241}.$$

D'autre part

$$\frac{S_6}{S_{16}} = \frac{16}{6}.$$

On a donc

$$\frac{B_{16}}{B_6} = \frac{0,114}{0,241} \times \frac{16}{6} \times \frac{\frac{36}{3\pi} \sin \frac{3\pi}{36} \sin \left(\alpha \frac{3}{8} \frac{\pi}{2}\right)}{\frac{36}{8\pi} \sin \frac{8\pi}{36} \sin \alpha \frac{\pi}{2}}.$$

Nous désirons rendre ce rapport égal à l'unité ; on a donc

$$\frac{\sin \left(\alpha \frac{\pi}{2}\right)}{\sin \left(\alpha \frac{3}{8} \frac{\pi}{2}\right)} = 1,35,$$

d'où $\alpha \frac{\pi}{2} = 114°$.

La largeur d'une bobine étant de 80 degrés électriques à 16 pôles, le pas devrait être $\frac{2 \times 114}{80} = 2,85$ fois

la largeur d'une bobine, ce qui ne sera généralement pas possible à réaliser à cause du nombre limité des encoches. S'il y a 4 encoches par bobine (perforation à 144 encoches) on aura le choix pour la valeur du pas, entre 2,75 et 3 fois la largeurs d'une bobine. Nous savons qu'il y a généralement intérêt à faire chevaucher les bobines des deux couches ; nous adopterons donc 2,75 ; le pas est alors $2,75 \times 80^\circ = 220^\circ$ à 16 pôles, $\alpha = \frac{220}{180} = 1,22$.

4° *Calcul de l'induction.* — Le pas étant déterminé, on peut calculer l'induction à chaque polarité ; elle est proportionnelle à $\frac{u}{Sq}$, ou, ce qui revient au même, à $\frac{u \times 2p}{q}$. On peut alors établir le tableau IV.

Tableau VI. — *Variation de l'induction en fonction de la polarité.*

$2p$	K	$N'-K$	q'	q''	q	$\frac{u}{U}$	$\frac{u \times 2p}{q}$	$\frac{B}{B_{16}}$
16	1	8	0,92	0,94	0,865	0,114	2,12	1
14	2	7	0,94	0,994	0,935	0,169	2,52	1,19
12	3	6	0,955	0,991	0,945	0,2	2,54	1,20
10	4	5	0,97	0,934	0,905	0,22	2,43	1,15
8	5	4	0,98	0,819	0,802	0,232	2,31	1,09
6	6	3	0,99	0,656	0,650	0,241	2,22	1,05
4	7	2	0,995	0,46	0,458	0,247	2,15	1,01
2	8	1	0,999	0.237	0,237	0,249	2,11	0,995

La constance des inductions est remarquable pour une machine à grand nombre de pôles alimentée à potentiel constant.

5° *Bobinage du rotor.* — Pour les rotors, la question de l'induction ne se pose pas ; la seule considération qui règle le choix du pas est la bonne utilisation de la matière à toutes les polarités. Ici, le coefficient de bobinage variant de 0,865 à 0,65 quand on passe de 16 à 6 pôles, le pas choisi pour le stator est également à peu près, le meilleur possible pour le rotor.

4. Appareils de manœuvre [1]. — L'appareil de manœuvre est représenté schématiquement sur la figure 30 sous forme de quatre inverseurs à 9 pôles et d'un inverseur bipolaire. Ce dernier sert à intervertir deux des bornes de ligne désignées par L_2 et L_3 pour tirer parti de la troisième règle de symétrie indiquée plus haut.

Pour 16 pôles, on ferme G, H et I ; les règles de symétrie feraient correspondre 2 pôles à 16 pôles ; 2 pôles n'est pas demandé. Pour 14 pôles on ferme A, F et I ; la polarité correspondante est 4 pôles, non demandée. Pour 12 pôles, on ferme C, E et J ; la polarité correspondante est 6 pôles ; nous savons que les bornes prises de deux en deux restent couplées, de même avec simple changement de sens de rotation ; on laissera donc C fermé, et on basculera J en I ; les 9 autres bornes du bobinage, au lieu d'être couplées par E seront couplées par A. Pour 10 pôles, on ferme B, A et I. Pour la polarité correspondante, 8 pôles, on laisse B fermé, on bascule I en J et on remplace A par D.

[1] M. Creedy a donné dans le *Journal of the Institution of electrical Engineers*, mars 1923, t. LXI, p. 309-326, de nombreux schémas d'appareils de manœuvre établis sous forme de combinateurs ou de démarreurs automatiques ; la description de ces appareils sort du cadre de cette étude.

5. Cas du moteur a 6-10-14 pôles. — Dans le cas où ces trois polarités sont seules requises, les bobines diamétralement opposées sont deux à deux de même phase (fig. 31 *b, d, f*). On peut alors les coupler deux à deux à demeure, en série, avec 9 bornes seulement, suivant le schéma de la figure 33, ce qui est en général

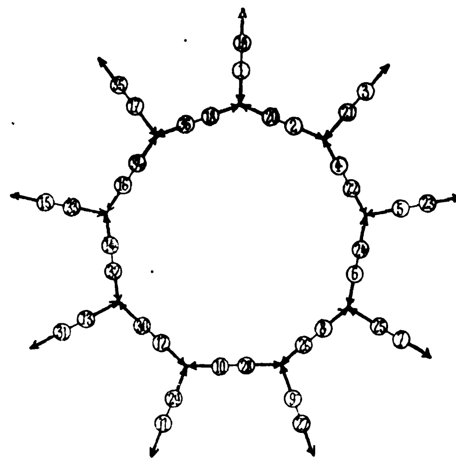


Fig. 33. — Schéma de couplage d'un bobinage en étoile-polygone à 36 bobines devant réaliser seulement 6, 10 et 14 pôles.

plus avantageux que le couplage en parallèle résultant du montage à 18 bornes.

6. Utilisation d'une vitesse supplémentaire par fonctionnement en moteur a champ double. — Supposons que le rotor du moteur porte un bobinage de même type que celui du stator, avec 9 bagues, chacune de celles-ci étant connectée à deux sections suivant le schéma de la figure 31 *b* ; un tel rotor pourra démarrer sur résistances à 10 pôles, car les connexions des bobines entre elles sont les mêmes qu'à 14 pôles, l'ordre des phases étant seul changé (fig. 31 *d*). Pour démarrer sur résistances à 6 pôles il suffira de réunir les balais des bagues 3 par 3 en court-circuit (fig. 31 *f*). Le démarrage peut donc en définitive se faire sur résistances pour 14, 10 et 6 pôles.

Un rotor ainsi établi permet, comme nous allons le voir, le fonctionnement en moteur à champ double à 14 pôles ; la vitesse correspondante est presque exactement la moyenne des vitesses qui correspondent à 6 et à 8 pôles ; en effet, à 50 périodes par seconde, par exemple, la vitesse de synchronisme en moteur syn-

chrone à champ double à 14 pôles est $2 \times 428 = 856$ t : mn; les vitesses de fonctionnement en charge à 6 et à 8 pôles, en tenant compte d'un glissement de 2 pour 100, sont 980 et 735 t : mn ; on voit que 856 t : mn divise presque exactement en deux parties égales l'intervalle qui sépare ces deux vitesses; cet intervalle est d'ailleurs le plus grand dans l'échelle des vitesses réalisées par le moteur ; il est donc intéressant de pouvoir y intercaler une vitesse intermédiaire.

Il suffira pour l'obtenir de démarrer en moteur à 6 pôles, et en passant à la vitesse du synchronisme du moteur à champ double, de coupler stator et rotor pour 14 pôles, l'un et l'autre étant alimentés en parallèle par le transformateur. Il faut bien entendu que le rotor soit bobiné pour la même tension que le stator.

Si le moteur est prévu pour marche à 4 pôles, on peut également fonctionner en moteur à champ double au double de la vitesse de marche à 10 pôles, ce qui divise à peu près exactement l'intervalle séparant les vitesses de marche à 4 et à 6 pôles. Mais pour pouvoir faire le couplage au passage de cette nouvelle vitesse, il faut démarrer en moteur à bagues à 4 pôles, ce qui exige 18 bagues au rotor, nombre généralement inadmissible (¹).

7. Utilisation d'une vitesse supplémentaire par fonctionnement en moteur a cascade interne. — L'examen des figures 31 *c*) et 31 *f*) montre que le bobinage, couplé pour 6 pôles, est en court-circuit pour 12 pôles ; ceci permet, comme nous le verrons dans la quatrième partie de cette étude, de constituer un bobinage statorique qui, alimenté à 6 pôles, donnera passage à des courants secondaires à 12 pôles, constituant ainsi un bobinage statorique de moteur en cascade à 18 pôles.

Si le bobinage rotorique est pourvu de 6 bagues et couplé pour 12 pôles, nous verrons dans la quatrième partie de cette étude, qu'il peut fonctionner comme rotor en cascade à 6 + 12 pôles en laissant alternativement une bague sur deux en circuit ouvert et en mettant en court-circuit les autres.

Le moteur peut donc fonctionner en moteur en cascade à 18 pôles. Un tel fonctionnement ne sera d'ailleurs admissible, comme nous le verrons, que si le moteur fonctionnant en moteur ordinaire à 6 pôles est très peu saturé, pour permettre la superposition du flux à 12 pôles et du flux à 6 pôles. Un tel couplage permet le démarrage sur résistances en mettant progressivement en court-circuit par un rhéostat, les trois bagues qui doivent être court-circuitées à la marche en cascade. Si l'on accepte le démarrage en moteur, en cascade, en court-circuit, les trois bagues peuvent être court-circuitées en permanence et, par conséquent, supprimées ; il suffit donc alors de conserver les trois autres bagues dont la mise en court-circuit permettra d'atteindre les autres vitesses du moteur.

On ne pourra d'ailleurs pas user à la fois de la possibilité de marche en cascade et de celle de fonctionnement en moteur à champ double indiquée précédemment, le rotor devant être couplé différemment dans les deux cas, à moins de pourvoir celui-ci de 18 bagues, ce qui sera bien rarement acceptable.

8. Utilisation de vitesses supplémentaires par inversion des connexions des bobines en étoile. — On pourrait, avec le même bobinage, réaliser 20, 22 et 24 pôles, tout en conservant au moins 1,5 bobine par pôle, en inversant, comme nous l'avons expliqué, les connexions de toutes les bobines en étoile; ceci obligerait à ajouter 36 bornes sur le stator et compliquerait considérablement l'appareil de manœuvre, qui comporterait 4 inverseurs supplémentaires à 9 directions.

A part l'inversion des connexions des bobines en étoile, et de deux des fils de ligne, le couplage serait le même pour 20 pôles que pour 16, pour 22 que pour 14, pour 24 que pour 12 (voir première règle de symétrie). Le pas devrait être modifié (le pas choisi précédemment est presque égal à un double pas polaire à 24 pôles); mais, malgré cette précaution, les inductions aux différentes polarités seraient beaucoup plus variables que dans le moteur de 6 à 16 pôles. Le rotor devrait être, en pareil cas, un rotor en court-circuit, l'inversion des connexions des bobines en étoile ne pouvant évidemment pas se faire sur le rotor sans de grosses difficultés.

En réalité, cette combinaison ne sera jamais avantageuse quand les connexions devront être faites par l'appareil de manœuvre, car le stator comporterait 54 bornes, alors qu'un moteur à 48 bobines ($N' = 12$) permet d'atteindre 22 pôles avec 24 bornes seulement. Pour obtenir en supplément la seule polarité de 24 pôles, on serait donc amené à 30 bornes de plus. On peut d'ailleurs avec le moteur à 48 bobines, atteindre 24 pôles en cascade sans bornes supplémentaires en utilisant un rotor à 12 bagues.

G. Deuxième application. Moteur à 24 bobines pour 4, 6, 8, 10 pôles. — L'étude se ferait exactement comme dans le cas précédent. Ici $N' = 6$. Les nombres de phases du transformateur sont donnés par le tableau VII.

Tableau VII. — *Détermination du nombre de phases du transformateur pour un bobinage à 24 bobines.*

d	$2p$	K	Nombre de phases
1	10	1	12
2	8	2	6
3	6	3	4
4	4	4	3
5	2	1	12

La marche en moteur à champ double à 10 pôles peut être réalisée avec un rotor bobiné à 12 bagues ; elle permet d'obtenir une vitesse qui divise en deux parties presque égales l'intervalle de vitesse corres-

(¹) Des moteurs de locomotives italiennes ont cependant été exécutés avec 16 bagues. Voir Pestarini, *L'Elettrotecnica*, 15 janvier 1922, t. IX, page 31.

pondant aux nombres de pôles 4 et 6 : ainsi, à 50 p : s, elle donne 1 200 t : mn.

La marche en cascade à 12 pôles est possible en couplant le stator pour 4 pôles.

Enfin, l'inversion des bobines en étoile permettrait d'obtenir 14 et 16 pôles, mais avec 36 bornes, nombre plus grand que celui du moteur à 36 bobines (18 bornes) ; cette combinaison est donc à rejeter toutes les fois que les connexions doivent être faites par l'appareil de manœuvre.

H. Troisième application. Moteur à 24 bobines en deux circuits distincts pour 8, 10, 12, 14, 16 pôles. —

1. Intérêt de ce bobinage. — Avec 24 bobines groupées en deux bobinages indépendants de 12 sections, le point d'inversion étant à 6 pôles ($2N' = 6$), on peut réaliser 8 à 16 pôles, sans changer les connexions des bobines en étoile, avec 12 bornes seulement. A 16 pôles, il y a encore 1,5 bobine par pôle, ce qui est suffisant. Le fonctionnement à 12 pôles est possible bien que $4N' = 12$: nous avons dit que pour $4N'$ pôles, un bobinage à $4N'$ bobines est monophasé ; ici les phases des deux bobinages élémentaires sont en quadrature, de sorte que la machine est diphasée à cette polarité ; le fonctionnement ne présente donc aucune difficulté à 12 pôles. On a, pour les différentes polarités

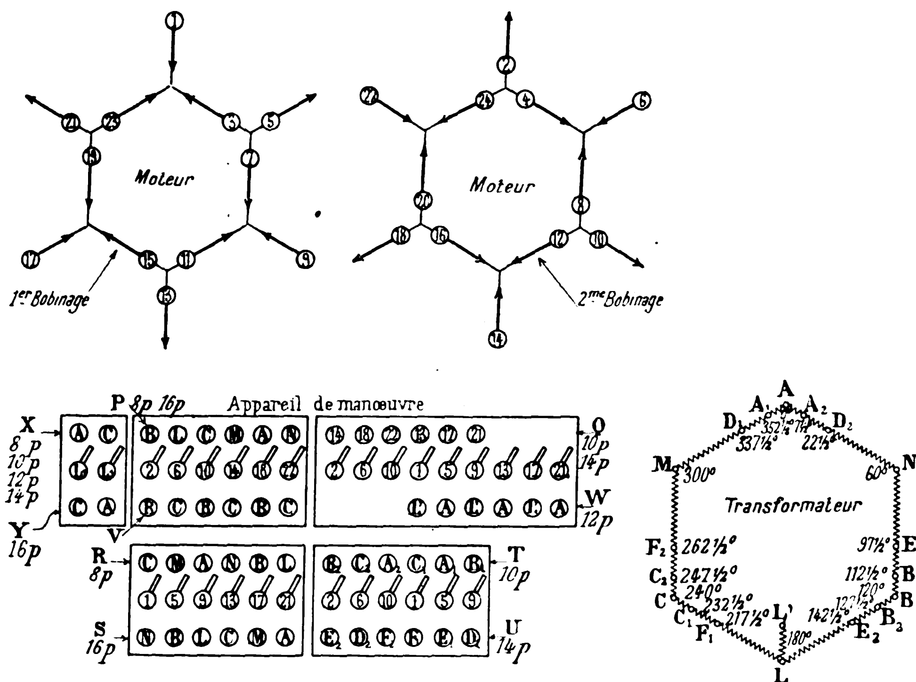


Fig. 34. — Schéma de couplage d'un bobinage double en étoile-polygone à 24 bobines (2 bobinages de 12 bobines), de son autotransformateur et de son appareil de manœuvre pour 8, 10, 12, 14 et 16 pôles.

$$8 \text{ pôles} = 2\,(N' + 1)$$
$$10 \quad \text{id} = 2\,(N' + 2)$$
$$12 \quad \text{id} = 4\,N'$$
$$14 \quad \text{id} = 2\,(3\,N' - 2)$$
$$16 \quad \text{id} = 2\,(3\,N' - 1)$$

Les diagrammes vectoriels correspondant à 8, 10, 12, 14 et 16 pôles, pour un circuit, sont ceux des figures 20 à 24. L'ensemble du bobinage, du transformateur et de l'appareil de manœuvre sont représentés par la figure 34.

Par rapport à la solution à 36 bobines et 18 bornes, qui est excellente, comme nous le savons, la présente combinaison a l'inconvénient, comme nous allons le voir, de donner une moindre régularité des inductions aux différentes polarités ; le moteur réalisé est notamment assez médiocre à grande vitesse, l'induction étant trop basse à 8 pôles. Le couplage du bobinage aux bornes étant le même à 8 et à 16 pôles (fig. 20 et 24) les puissances réalisables à ces deux vitesses seront les mêmes, si l'on néglige l'augmentation de puissance due au meilleur refroidissement à 8 pôles ; le couple normal variera donc, pour ces polarités, en raison inverse de la vitesse. En outre, le moteur à 36 bobines permet de réaliser 4 et 6 pôles qui échappent à la présente combinaison. L'avantage de la réduction du nombre des bornes (12 au lieu de 18 pour 36 bobines), le transformateur ayant d'ailleurs une borne de plus pour le bobinage à 24 bobines, est donc acheté au prix d'assez sérieux inconvénients. Cette solution est recommandable surtout quand on a besoin d'un couple énergique à petite vitesse. On pourrait rendre le moteur excellent à toutes les polarités en l'alimentant sous tension variable

par des prises convenables du transformateur, mais on compliquerait beaucoup ce dernier, et il est plus simple de revenir alors à la solution par moteur à 36 bobines.

Ce bobinage est, bien entendu, excellent pour les rotors, puisqu'il réduit le nombre de bagues, sans présenter d'inconvénient. On peut donner un point commun aux 2 circuits et réduire le nombre des bagues à 11.

2. Nombre de phases du transformateur. — Les bobines 1 et 2 sont en étoile, 3 et 4 en polygone, 5 et 6 en étoile, etc; les bobines voisines des deux bobinages sont couplées de façon inverse (entrée à la place de sortie et réciproquement pour une raison que nous expliquerons plus loin). Les décalages des bobines consécutives sont les suivants :

8 pôles : $\frac{2\pi \times 4}{24} = \frac{\pi}{3} = 60°$ et, avec inversion des connexions, $\pi - \frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{3} = 120°$

10 pôles : $\frac{2\pi \times 5}{24} = \frac{5\pi}{12} = 75°$ id id $\pi - \frac{5\pi}{12} = \frac{7\pi}{12} = 105°$

12 pôles : $\frac{2\pi \times 6}{24} = \frac{\pi}{2} = 90°$ id id $\pi - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2} = 90°$

14 pôles : $\frac{2\pi \times 7}{24} = \frac{7\pi}{12} = 105°$ id id $\pi - \frac{7\pi}{12} = \frac{5\pi}{12} = 75°$

16 pôles : $\frac{2\pi \times 8}{24} = \frac{2\pi}{3} = 120°$ id id $\pi - \frac{2\pi}{3} = \frac{\pi}{3} = 60°$.

A 8 pôles, le diagramme de la figure 20 montre que le décalage des phases des 6 bobines en étoile de l'un des bobinages élémentaires est de 60°; les phases d'alimentation de ce bobinage devront donc être simplement hexaphasées ; comme le décalage des bobines 1 et 2 en étoile, appartenant respectivement aux premier et deuxième bobinages, est égal à 120°, les phases d'alimentation des deux bobinages se superposeront. Il en sera de même à 16 pôles. Les diagrammes vectoriels complets à 8 et 16 pôles sont donnés par la figure 35 *a*) et *e*).

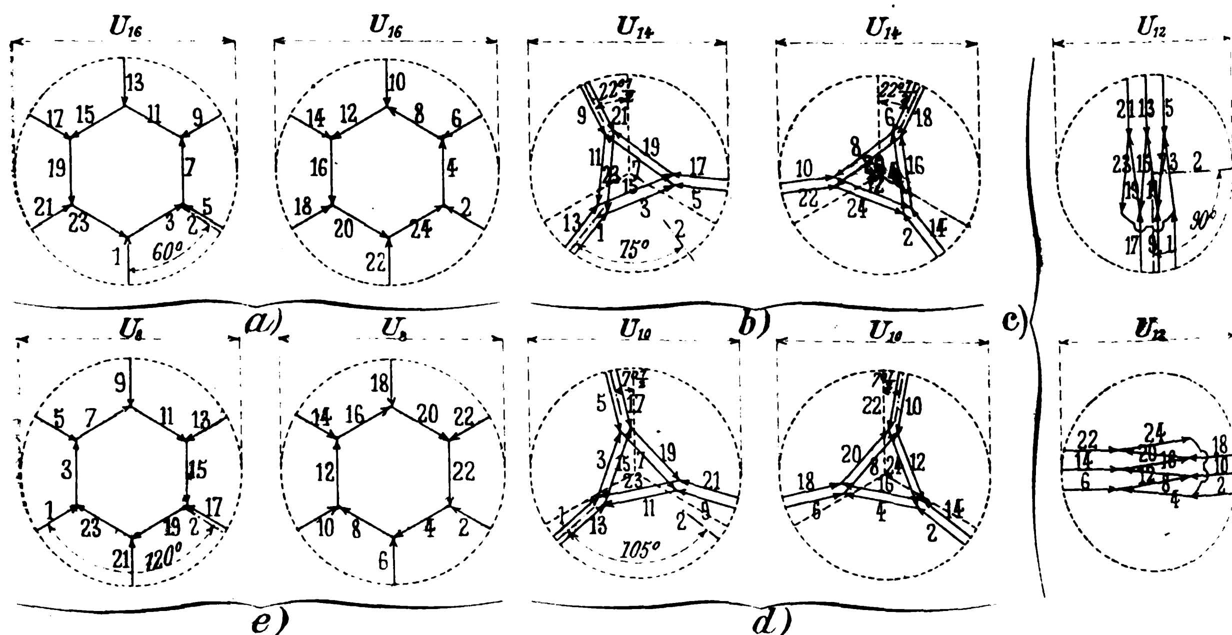


Fig. 35. — Diagrammes des forces électromotrices induites dans un bobinage double en étoile-polygone à 24 bobines : *a*), pour 16 pôles ; *b*), pour 14 pôles ; *c*), pour 12 pôles ; *d*), pour 10 pôles ; *e*), pour 8 pôles.

A 10 et à 14 pôles, au contraire, les angles des phases des bobines 1 et 2 étant respectivement de 105° et de 75°, les phases d'alimentation des deux bobinages seront distinctes. A 10 pôles, 105° étant égal à 120° — 2 × 7°,5 les bobines seront couplées sur des prises situées à 7°,5 en avant et en arrière des bornes de ligne. A 14 pôles, 75° = 120° — 2 × 22°,5, les bornes du transformateur seront à 22°,5 en avant et en arrière des bornes de ligne. Les diagrammes vectoriels à 10 et à 14 pôles sont donnés par les figures 35 *b*) et *d*).

On pourrait déterminer les décalages à 16 et à 14 pôles en fonction de ceux à 8 et à 10 pôles par la considération des règles de symétrie établies antérieurement.

A 12 pôles, chaque bobinage élémentaire est monophasé, l'ensemble est diphasé (fig. 35 *c*).

3. Détermination du rapport des nombres de spires des bobines en étoile et des bobines en polygone. — Le rapport des courants des bobines en étoile et en polygone est

$$\frac{I_E}{I_P} = 1, \text{ à 8 et à 16 pôles.}$$

$$\frac{I_E}{I_P} = \sqrt{3}, \text{ à 10 et à 14 pôles.}$$

$$\frac{I_E}{I_P} = 2, \text{ à 12 pôles.}$$

Pour obtenir une répartition aussi satisfaisante que possible des forces magnétomotrices aux différentes polarités, il sera naturel de donner aux sections en étoile environ 0,75 fois le nombre de spires des sections en polygone ; ainsi l'égalité des forces magnétomotrices des différentes bobines sera obtenue avec une erreur maximum de 33 pour 100 (dans le cas de 12 pôles).

4. Choix du pas. — Le diagramme des forces électromotrices étant le même à 8 et à 16 pôles, la force électromotrice par bobine est la même dans les deux cas.

Si l'on cherche à déterminer le pas par la condition que l'induction soit la même aux polarités extrêmes — ce que nous avons fait pour le moteur à 36 bobines — on aboutit à une impossibilité car on trouve qu'il faudrait avoir

$$\cos \frac{\alpha}{2} \frac{\pi}{2} = \frac{2}{\sqrt{3}}.$$

On vérifie que pour réduire au minimum la différence des inductions aux polarités extrêmes, il faut diminuer le plus possible le pas. En pratique, le pas polaire à 16 pôles étant égal à 1,5 fois la largeur de bobine, si l'on ne veut pas avoir dans une même encoche, des conducteurs parcourus par des courants de sens opposés, on ne peut pas raccourcir le pas de plus du tiers à cette polarité ; pour avoir de bonnes courbes de forces magnétomotrices et réduire les harmoniques pairs (la distribution du bobinage est exactement triphasée à 16 pôles), il faut même avoir un certain recouvrement des bobines de phases différentes ; on adoptera donc, en pratique, une valeur du rapport α du pas de bobinage au pas polaire à 16 pôles comprise entre l'unité et $\frac{5}{6}$ ($\alpha = \frac{5}{6}$ correspond à un raccourcissement d'une entaille dans le cas de 4 encoches par bobine).

5. Valeurs de l'induction aux différentes polarités. — Le calcul se fait comme pour le moteur à 36 bobines. Il convient seulement de remarquer que la tension fournie par le transformateur varie légèrement avec la polarité

$$U_{14} = 0{,}875\, U_{16}, \qquad U_{10} = 0{,}937\, U_{16}$$

$$U_8 = U_{16}, \qquad U_{12} = \frac{\sqrt{3}}{2} U_{16} = 0{,}865\, U_{16}$$

Dans ces conditions, on peut établir le tableau VIII.

Tableau VIII. — *Variations des caractéristiques du moteur en fonction de la polarité.*

$2p$	$\frac{u}{U}$	$\frac{U}{U_{16}}$	q'	$\alpha = 1$				$\alpha = \frac{5}{6}$			
				q''	q	$\frac{u \times 2p}{q}$	$\frac{B}{B_{16}}$	q''	q	$\frac{u \times 2p}{q}$	$\frac{B}{B_{16}}$
16	0,285	1	0,825	1	0,825	5,52	1	0,966	0,797	5,72	1
14	0,377	0,875	0,86	0,981	0,842	5,48	0,99	0,91	0,783	5,90	1,03
12	0,4	0,865	0,905	0,93	0,84	4,95	0,90	0,831	0,75	5,54	0,97
10	0,377	0,937	0,93	0,841	0,781	4,52	0,84	0,731	0,68	5,2	0,91
8	0,285	1	0,956	0,707	0,675	3,38	0,615	0,609	0,582	3,93	0,69

Les variations des inductions sont un peu plus réduites avec $\alpha = \frac{5}{6}$ qu'avec $\alpha = 1$, mais la dispersion est un peu augmentée, puisque le recouvrement des bobines n'a lieu qu'au quart et non à moitié.

Nous avons vu que les bobines voisines des deux bobinages élémentaires sont connectées en sens inverse (entrée pour sortie et vice versa). S'il n'en était pas ainsi, le décalage des prises pour 14 pôles serait de 105° au lieu de 75° et celui des prises pour 10 pôles, de 75° au lieu de 105° ; il faudrait intervertir les prises à 10 et à 14 pôles ; on aurait $U_{14} = 0{,}937\, U_{16}$ et $U_{10} = 0{,}875\, U_{16}$,

l'induction augmenterait à 14 pôles et diminuerait à 10 pôles, ce qui serait défavorable.

A 12 pôles, nous avons pris $U_{12} = \frac{\sqrt{3}}{2} U_{16}$, c'est-à-dire que nous adoptons la tension triangulaire; la tension diamétrale ($U_{12} = U_{16}$) donnerait une induction $\frac{2}{\sqrt{3}}$ fois plus forte, supérieure à celles de 14 et 16 pôles, et serait, par conséquent, nettement défavorable. A 12 pôles, on branche l'une des phases, c'est-à-dire l'un des bobinages élémentaires, sur le transformateur en B et en C, et l'autre phase en A et en L'; les potentiels moyens des deux phases sont inégaux, mais ceci est sans inconvénient, les deux phases étant indépendantes. Il n'y a ainsi qu'une seule borne, L', du transformateur qui soit spéciale à la marche à 12 pôles.

1° *Régularisation des inductions en faisant fonctionner le rotor comme primaire à certaines polarités.* — Si le rotor porte un bobinage semblable à celui du stator, on peut, en donnant au rotor un nombre de spires ou un pas différent de ceux du stator, alimenter le rotor par la ligne à 16, 14, 12 et 10 pôles et le stator à 8 pôles et obtenir ainsi une induction parfaitement satisfaisante à cette dernière polarité. Bien entendu, en pareil cas, on ne peut pas donner de point commun aux deux circuits du rotor et celui-ci doit être pourvu de 12 bagues

2° *Bobinage des rotors.* — Pour les rotors, ce dernier cas mis à part, le pas à choisir est celui qui donne le meilleur coefficient de bobinage moyen à toutes les polarités; ce sera à peu près le même que pour le moteur à 36 bobines, c'est-à-dire un pas voisin du pas diamétral à 12 pôles; ce dernier pas conviendra pour le stator quand il sert de secondaire à toutes les polarités sauf à 8 pôles.

6. Appareil de manœuvre. — Il est représenté schématiquement sur la figure 34 par trois inverseurs à 6 pôles et un à 9 pôles, et par un inverseur bipolaire de ligne (pour le moteur à 36 bobines, il y avait quatre inverseurs à 9 pôles et un bipolaire).

Pour 16 pôles, on ferme P, S et Y. Pour 8 pôles, en appliquant les règles de symétrie, on peut conserver P fermé, mais on bascule Y en X et S en R.

Pour 14 pôles, on ferme Q, U, X; pour 10 pôles, Q, T, X; pour 12 pôles V, W et X.

7. Vitesses supplémentaires. — Aucune vitesse supplémentaire n'est possible, ni en moteur à champ double, ni en moteur en cascade. Bien entendu, en inversant les connexions des bobines en étoile, on pourrait coupler pour 2 et pour 4 pôles, mais au prix d'un supplément de 24 bornes, qui est inacceptable puisque nous avons précisément cherché, en faisant ce bobinage, à réduire le nombre des bornes.

8. Amélioration du moteur a la vitesse maximum par fonctionnement en moteur a champ double a 16 pôles. — Nous avons observé que le moteur est médiocre à 8 pôles du fait que l'induction est insuffisante, ce qui limite le couple, et parce que la puissance possible, à égalité d'échauffement, est la même qu'à 16 pôles, si on néglige l'amélioration de refroidissement due à l'augmentation de vitesse.

Or, la vitesse à 8 pôles est la même, au glissement près, qu'à champ double à 16 pôles. Si donc, le moteur étant arrivé à la vitesse de marche normale, à 8 pôles, on le couple en moteur à champ double à 16 pôles, il n'aura qu'à accélérer de la quantité nécessaire pour compenser le glissement; l'accrochage aura lieu à peu près dans les mêmes conditions que pour un moteur synchrone ordinaire démarré en asynchrone.

En moteur à champ double à 16 pôles, le stator et le rotor étant en dérivation sur la ligne, la puissance, à égalité d'échauffement sera deux fois plus élevée qu'en moteur asynchrone à 8 pôles (ce qui s'explique par l'augmentation de l'induction et l'amélioration du coefficient de bobinage).

9. Connexions pour moteur a 10 et 14 pôles. — Dans le cas où l'on ne demande que la réalisation de 10 et de 14 pôles, les phases relatives des bobines d'un même bobinage étant les mêmes aux deux polarités (fig. 35 *b* et *d*), on peut coupler en série les bobines en polygone de même phase, qui normalement se trouvent en parallèle et laisser en parallèle les bobines en étoile (fig. 36). De la sorte, on réalise, à 15 pour 100 près, l'égalité des courants dans les deux types de bobines, ce qui permet de leur conserver le même nombre de spires, avantage sensible pour la fabrication. En outre, ceci diminue le nombre des circuits en parallèle, ce qui est généralement utile. Le bobinage rotorique correspondant n'aura que 6 bagues.

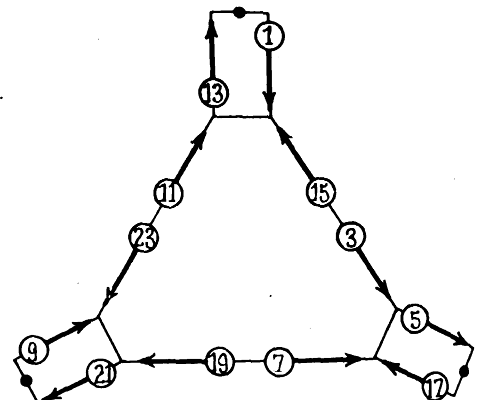


Fig. 36. — Schéma de couplage d'une moitié d'un bobinage double en étoile-polygone à 24 bobines devant fonctionner à 10 et 14 pôles seulement.

Ce bobinage ne présente qu'un intérêt assez limité comme moteur à bobinages en étoile-polygone, mais nous le retrouverons comme bobinage de rotor de moteur en cascade interne à 10, 14 et 24 pôles, polarités qu'il permet de réaliser avec 3 bagues seulement, conditions où ses avantages pratiques se trouvent très augmentés.

I. Quatrième application. Moteur à 16 bobines en deux circuits distincts pour 6, 8, 10 pôles. — En procédant comme dans l'application précédente, dans le cas de $N' = 2$, on trouverait un bobinage élémentaire comportant 8 bobines; ce bobinage conviendrait pour 6, 8, 10 pôles, et serait diphasé aux 3 polarités; il serait pourvu de 8 bornes, l'autotransformateur devant pouvoir donner des phases en avance et en retard de 11° 15' sur les 4 phases diphasées.

J. Application aux moteurs utilisant le rotor comme primaire (1). — 1. MOTEUR A 6, 8, 10, 12, 14, 16 POLES. — Nous avons vu, dans la deuxième partie de cette étude, un moteur à 6, 8, 10, 12 et 16 pôles comportant 2 bobinages statoriques, l'un pour 8, 16 pôles en court-circuit pour 12 pôles (fig. 16, 2me partie), l'autre pour 10 pôles, en court-circuit pour 6 pôles (fig. 17, 2me partie), et un bobinage rotorique à 6 et 12 pôles en court-circuit pour 8, 10 et 16 pôles.

Remplaçons le bobinage à 10 pôles par un bobinage 10 et 14 pôles, à 24 bobines groupées en deux circuits suivant les figures 34 et 35 modifiées par la figure 36, et alimenté par un autotransformateur convenable. La partie en triangle de chacun des deux circuits est en court-circuit pour 6 pôles. Au contraire, les six sections en étoile de chacun des circuits sont en phase entre elles, et pour les mettre en court-circuit, il faut réunir les trois extrémités du circuit, aux trois sommets du triangle, ce qui fait 6 bornes par circuit, ou 12 pour l'ensemble des deux circuits à 10 et 14 pôles.

2. MOTEUR A 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 POLES. — En remplaçant le bobinage du rotor par un bobinage à 9 phases avec 9 bagues, on peut réaliser facilement 6, 12 et 18 pôles par le rotor agissant comme primaire; le rotor comporte $3 \times 9 = 27$ bobines groupées 3 par 3 en parallèle. Les tensions aux bagues sont à 9 phases pour 6 et 12 pôles; elles sont triphasées à 18 pôles, les bagues étant équipotentielles 3 par 3 à cette polarité. Le bobinage statorique à 10 et 14 pôles sert de secondaire à 18 pôles dans les mêmes conditions que pour 6 pôles.

3. MOTEUR A 8, 10, 12, 14, 16 POLES. — On prévoira sur le rotor le bobinage à 10, 14 pôles du cas précédent et sur le stator un bobinage à 8, 12 et 16 pôles.

Le bobinage 8, 12 et 16 pôles sera composé de 2 bobinages à 4, 6 et 8 pôles d'un des types vus précédemment avec bobines 2 à 2 en parallèle; ce bobinage est en court-circuit pour 10 et 14 pôles.

Dans le bobinage à 10 et 14 pôles du rotor, les sections en étoile qui sont deux à deux en parallèle sont en court-circuit pour 8, 12 et 16 pôles, mais les forces électromotrices induites dans les sections en triangle s'annulent deux à deux. Pour réaliser la mise en court-circuit de celles-ci, on s'en tiendra au schéma de la figure 34 où les sections en triangle sont en parallèle 2 à 2, tandis que dans la figure 36 elles sont en série. Pour obtenir à peu près l'égalité des forces magnétomotrices des sections en étoile et des sections en triangle, à la marche à 10 et 14 pôles, on donnera aux sections en triangle, parcourues par un courant $\sqrt{3}$ fois plus faible que les sections en étoile, un nombre de spires double de celui des sections en étoile. Le rotor ainsi constitué n'aura que 6 bagues.

(A suivre.)

H. DE PISTOYE.

Revues, analyses et informations

Equipement électrique de la voie des Underground Railways de Londres (2).

L'auteur décrit la pratique suivie en matière d'équipement électrique de voie dans les chemins de fer, généralement en souterrain, exploités à Londres par les compagnies suivantes : District Railway, London electric Railway, Central London Railway, City and South London Railway. A l'exception des installations du réseau du District Railway, il s'agit de voies disposées normalement dans des tunnels à revêtement métallique, désignés vulgairement sous le nom de « tubes », les extensions se dirigeant vers la banlieue étant établies à ciel ouvert. Les renseignements fournis s'appliquent dans l'ensemble à un réseau comportant 330 km environ de voies simples, y compris 70 km de voies de garage. Vu la longueur du document (mémoire et compte rendu des discussions), nous nous bornerons à donner quelques indications d'ordre général sur le sujet traité en mettant en lumière quelques points qui ont paru présenter un intérêt particulier.

1° Les chemins de fer souterrains visés par le mémoire sont alimentés en courant continu à 600 v. avec prise de courant sur troisième rail et retour par quatrième rail isolé. L'emploi d'un quatrième rail, à l'origine, a été décidé dans l'idée, principalement, de se prémunir contre tous risques de troubles susceptibles d'être apportés dans les installations d'autres services publics (distributions d'eau et de gaz, télégraphes, téléphones) et en particulier dans les instruments utilisés dans les observatoires de l'Etat. Le système possède d'autres avantages, mais en raison de sa complication et de certains inconvénients auxquels il a donné lieu en service (surtensions anormales en cas de rupture du courant avec rail positif présentant un défaut à la terre), il est peu probable qu'il soit appliqué pour des électrifications nouvelles autres que les extensions au réseau existant;

2° L'article fournit des indications détaillées : *a*) sur les rails conducteurs, en ce qui concerne le métal, la section (l'auteur marque sa préférence pour le type à patin assez

(1) CREEDY. *Brevet anglais n° 143 600* du 20 février 1919.

(2) Arthur-R. COOPER. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, avril 1927, t. LXV, p. 389-414, 18 000 mots, 18 figures et discussion, p. 415-429, 15 000 mots, 1 figure.

large), la conductibilité, l'usure, l'emploi d'une couche protectrice de peinture trouvée onéreuse, à l'expérience, le dispositif d'ancrage au moyen d'un isolateur de traction, etc. ; *b*) sur les isolateurs de rail conducteur, en ce qui concerne la résistance d'isolement, l'inutilité d'un nettoyage périodique, les ruptures constatées dues à la fixation des isolateurs sur les traverses des voies de roulement, etc. ; *c*) sur les brûlures produites sur les rails de ces dernières voies par des arcs électriques accidentels et qui correspondent à un risque presque certain de rupture dans un avenir plus ou moins éloigné; *d*) sur les mesures de sécurité prises pour éviter le contact avec le rail conducteur (une planche fixée d'un seul côté représente le mode de protection normal); *e*) sur l'installation des câbles d'alimentation à haute tension; *f*) sur les méthodes adoptées pour débarrasser le rail conducteur du dépôt de glace qui s'y forme exceptionnellement par temps froid dans les sections à ciel ouvert; *g*) sur des dispositifs spéciaux permettant à un agent, en pleine voie, de couper le courant sur la section de ligne où il se trouve; *h*) sur deux appareils dont l'un enregistre la vitesse des trains au moment où ils passent à un endroit donné et dont l'autre indique, dans les mêmes conditions, la vitesse au mécanicien.

Discussion. — On a, en particulier, fait observer que le système de traction avec retour isolé est susceptible de donner lieu au moment de la rupture du courant circulant dans un circuit, long parfois de plusieurs kilomètres, à des surtensions de valeur anormale par le fait que ce circuit, constitué par deux conducteurs en métal magnétique formant une boucle largement ouverte possède une inductance élevée; mais des surtensions de même nature, provoquées par la rupture de courants de fortes intensités, ont été également constatées avec des circuits à caractère inductif moins accusé, aux chemins de fer du Midi de la France, notamment, qui utilisent une ligne de contact aérienne et le système de retour par les rails de roulement. — L. D.

Les communications électriques. Rapport annuel du Comité des Communications [1].

Ce rapport est une revue des progrès, applications et développements récents en matière de communications électriques, avec indication dans chaque branche, des études ou rapports faits sur le sujet à l'american Institute of electrical Engineers.

En télégraphie, on note un développement marqué des appareils imprimeurs sur bande, simplifiés; l'installation dans les grands centraux télégraphiques d'un système d'acheminement automatique des télégrammes vers les tubes pneumatiques desservant le bureau secondaire intéressé. Parmi les nouvelles facilités de communications internationales, il faut signaler la mise en service du câble télégraphique chargé au permalloy, New-York-Penzance.

Au point de vue téléphonie automatique, on compte aux Etats-Unis, en janvier 1927, 2 400 000 lignes équipées, l'accroissement dans l'année ayant été de 500 000.

Pour les liaisons interurbaines, on est arrivé aux Etats-Unis à supprimer presque entièrement la durée d'attente, quel que soit l'appel interurbain. Le résultat a été atteint, entre autres, grâce à une nouvelle méthode d'exploitation combinant le travail de l'opératrice interurbaine et de l'annotatrice. En outre, un nouveau type de table interurbaine a été mis en service, dans lequel les signaux précédemment placés dans les circuits de cordons sont reportés dans les circuits de ligne interurbaine et de ligne auxiliaire. Parmi les nouveaux câbles mis en service en 1926, le plus important est celui de Chicago à Saint-Louis. Le total de câbles mis en service au cours de l'année écoulée a été de 2 000 miles. Les systèmes de téléphonie et télégraphie par courant porteur ont pris un développement très rapide. Une des applications les plus intéressantes est celle faite sur les deux câbles téléphoniques de l'île de Santa-Catalina reliée à Los Angeles, en Californie. On a pu obtenir ainsi sur un câble à un seul conducteur six circuits supplémentaires à deux sens, donnant un total de sept circuits téléphoniques et un circuit télégraphique. Ces systèmes se sont également très développés sur les lignes de transmission d'énergie. Dans ce cas, le couplage est fait presque exclusivement par condensateur. L'année 1926 a vu également l'achèvement d'une nouvelle liaison téléphonique et télégraphique transcontinentale entre Chicago et Seattle. Pour la charge des câbles, on emploie maintenant couramment des bobines à noyau formé de poudre de permalloy comprimé. L'emploi de ce nouveau métal a conduit à une diminution du prix et des dimensions des bobines de charge.

Au point de vue amplification, des recherches récentes ont prouvé que la limite dans l'intensité des signaux à amplifier ne vient pas de bruits originaires des lampes ou des batteries d'alimentation, mais des caractéristiques internes des conducteurs. L'agitation thermique des électrons et atomes de ces conducteurs donne constamment naissance à des forces électromotrices très faibles qui engendrent des courants très faibles. Ceux-ci, une fois amplifiés, produisent les bruits limitant l'intensité des signaux susceptibles d'amplification. Ce fait a été vérifié en plongeant les conducteurs dans l'air liquide, ce qui opère une diminution sensible des bruits perçus dans le récepteur corrélativement à la diminution d'agitation thermique dans le conducteur.

En radiotélégraphie, le point saillant est le remplacement des ondes longues par les ondes courtes qui donnent une transmission plus certaine avec une dépense d'énergie beaucoup moins grande. En radiotéléphonie, l'année 1926 a vu l'ouverture du premier service transatlantique entre Londres et New-York qui a été étendu à toute l'Angleterre, d'une part, et aux Etats-Unis et Cuba, d'autre part.

Le réseau de transmission électrique des images a été étendu à Boston, Cleveland, Saint-Louis, Los Angeles et Atlanta. D'autre part, des essais satisfaisants de télévision ont été faits soit par fil entre Washington et New-York ou sans fil entre Whippany et New-York.

On peut citer aussi un nouveau système redresseur pour la charge des batteries, constitué de disques de cuivre partiellement oxydés, une nouvelle méthode d'injection des poteaux en bois au moyen d'une solution de zinc et d'arsenic, qui donne à l'air un arsénite de zinc pratiquement insoluble et indestructible. Enfin, pour terminer, signalons des perfectionnements de détail dans les systèmes d'alarme en cas d'incendie (simplification et accroissement de la sécurité de fonctionnement des appareils enregistreurs, isolement meilleur des postes d'appel pour les rues, systèmes de protection pour les entrées de circuits dans les bâtiments) et le développement de l'emploi des signaux lumineux pour la régularisation de la circulation urbaine. — J. S.

[1] *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, juillet 1927, t. XLVI, p. 712-716, 4 700 mots.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 27 MAI 1927.

Du rapport concernant l'exercice 1926 de cette société au capital de 50 millions de francs, et dont le siège est à Lyon, 27, rue de la République, nous extrayons les renseignements qui suivent :

Cet exercice, s'est ouvert en même temps que la société introduisait auprès des pouvoirs publics une demande de relèvement de tarifs. A la fin de l'exercice, cette demande n'était pas encore agréée.

Il aurait donc été impossible de songer à maintenir le même dividende que pour le dernier exercice si le régime hydraulique du Rhône et de l'Isère n'avaient pas été plus favorable qu'au cours de l'année précédente. Il a pu être fourni, en effet, environ 24 000 000 kw-h de plus que l'année dernière, de telle sorte que, malgré l'accroissement des dépenses d'exploitation et la hausse des impôts, les résultats financiers sont sensiblement égaux à ceux de 1925.

La société a continué, au cours de l'exercice, le programme de développement déjà signalé dans le précédent compte rendu [1] et en vue duquel il a été réalisé une augmentation de capital de 10 millions de francs, qui l'a porté de 40 à 50 millions de francs.

La souscription aux actions nouvelles a eu un plein succès et le versement de libération a été effectué avant le 31 décembre 1926.

Les efforts de cette année ont porté surtout sur le renforcement des feeders de 10 000 v, l'établissement de nouveaux postes de transformation, la mise au point des derniers éléments de l'usine thermique et l'installation du nouveau poste de départ des feeders.

Les usines de la Haute-Isère ont, elles aussi, au cours de l'exercice, poursuivi l'achèvement de leur installation, deux nouveaux groupes de turbines ont été équipés avec leurs alternateurs et les transformateurs correspondants. Cette usine peut actuellement fournir 52 000 ch. Il est vrai que ce maximum n'est utilisable qu'en période de bonnes eaux, l'étiage d'hiver restant actuellement le même. On a toutefois arrêté le projet d'établissement d'un barrage supérieur qui, par la constitution d'un vaste réservoir, assurerait une forte augmentation de puissance à l'étiage.

La société a, pour réaliser ce programme, souscrit, à concurrence de 6 millions de francs, à l'augmentation de capital de 9 millions de francs qu'a réalisée cette filiale.

La Société de Transports d'Energie des Alpes qui complète le programme de la Haute-Isère en assurant la transmission de l'énergie qui en provient, a terminé ses installations au cours de l'exercice, et le service provisoire qu'elle avait assuré l'an dernier a passé maintenant à son régime définitif.

[1] Voir *Revue générale de l'Electricité*, 14 août 1926, t. XX, p. 258-259.

L'ensemble de cette vaste organisation donne pleine satisfaction.

D'après le tableau comparatif des statistiques, on voit que d'une année à l'autre, le nombre d'abonnés est passé de 3 853 à 4 620 ; la puissance raccordée, de 3 408 à 4 583 ch ; le nombre de lampes desservies, de 131 623 à 200 595 ; l'énergie électrique distribuée, de 8 727 060 à 9 771 710.

L'examen du compte de profits et pertes montre que les frais généraux se montent à 1 953 958,51 fr, en diminution de 411 728,96 fr.

Les frais d'exploitation passent de 10 655 755,75 fr à 11 315 260,70 fr, représentant une augmentation de 659 504,95 fr.

Cette augmentation ne représente qu'une faible partie de l'augmentation résultant des charges nouvelles pour le personnel, comme il est dit plus haut. L'exploitation a, en effet, bénéficié d'une économie de plus d'un million de francs sur les frais de production d'énergie thermique.

Les frais d'adduction du courant de la Haute-Isère se montent à 5 108 424,35 fr, représentant une augmentation de 2 112 312,20 fr sur ceux de l'année dernière, par suite de l'augmentation de la quantité d'énergie achetée à la société filiale.

L'allocation à la caisse pour complément de retraites est la même que l'an dernier, soit 200 000 fr. Il y a lieu, pendant quelques années encore, de continuer à renforcer cette provision créée pour pourvoir à l'insuffisance des retraites dont les versements ne remontent pas à une époque assez ancienne pour produire, par capitalisation, une retraite en rapport avec les conditions de vie actuelle.

Les impôts et redevances ont augmenté encore cette année de 318 104,02 fr et se montent à 2 476 220,87 fr.

Les redressements et non valeurs ont exigé, cette année, une somme minime de 45 154,15 fr, soit 151 523,90 fr de moins que l'an dernier par suite de la meilleure tenue des valeurs du portefeuille.

Les dépréciations d'inventaires se chiffrent par 501 437,50 fr, en légère augmentation de 17 576,70 fr sur l'année dernière.

Les produits de l'exploitation sont en augmentation de 2 879 969,45 fr, avec un total de 29 813 945,60 fr.

Cette augmentation est un peu supérieure à celle de l'année dernière qui était de 2 811 407,75 fr, et provient de l'augmentation de l'énergie livrée au public ; cette augmentation a porté en proportion un peu plus forte sur l'énergie utilisée pour l'éclairage, ce qui a amélioré légèrement le prix moyen de vente du kilowatt-heure.

Les produits divers, par contre, sont en baisse de 99 866,08 fr et sont ramenés à 279 361,18 fr.

Le solde bénéficiaire résultant de ces différentes comparaisons accuse, lui, une légère amélioration de 236 373,36 fr et se monte à 7 301 335,30 fr.

Si l'on considère que le solde bénéficiaire de l'an dernier était, lui, en diminution de 604 472,83 fr sur celui de 1924,

on voit que l'on reste encore cette année au-dessous de ce bénéfice de 1924 d'une somme de 368 199,47 fr, et cela malgré que les produits de l'exploitation aient augmenté pendant ce temps de 5 691 377,20 fr, conséquence des retards apportés au relèvement des tarifs, pendant que les impôts, les frais de personnel, les dépenses d'entretien et de renouvellement absorbent plus que les augmentations des recettes d'exploitation.

Le bénéfice de l'exercice, de 7 301 335,30 fr, étant joint au report antérieur de 1 151 938,50 fr, diminué du solde impôts sur bénéfices de guerre, de 275 146,15 fr, donne une somme disponible de 8 178 127,65 fr qui se répartit comme il suit : 2 261 593,45 fr pour amortissements ; 1 500 000 fr de provision pour renouvellement de matériel ; 176 987,09 fr à la réserve légale ; un dividende de 5 pour 100 aux actions, soit 2 000 000 fr.

Il reste une somme de 2 239 547,11 fr sur laquelle 1 million de francs est distribué aux actions anciennes, 700 000 fr aux parts, 100 000 fr au conseil, 100 000 fr versés à une réserve libre et 100 000 fr pour l'amortissement du capital.

Le report à nouveau est de 239 547,11 fr.

Le dividende pour l'exercice 1926 est donc fixé à 27,50 fr par action et à 116,66 fr par part.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif.

	fr
Terrain et canal de dérivation	26 096 066,02
Installations hydroélectriques, réseau de canalisations	38 399 820,84
Terrains, transformateurs, colonnes montantes, éclairages d'escaliers, raccordements, usine de secours, forces hydrauliques et divers	26 717 955,99
Compte spécial (art. 41 des statuts)	9 562 545,97
Matériel, mobilier et outillage	136 187,30
Magasin, moteurs, compteurs, charbons, etc.	2 706 730,70
Recettes en recouvrement. Abonnés	4 641 316,15
Avances à l'enregistrement	317 771,67
Portefeuille	11 190 220,25
Caisse et banquiers	8 054 939,08
Avances sur travaux et fournitures	1 902 854,55
Actionnaires	375 »
	129 726 783,52

Passif.

	fr
Capital actions	50 000 000 »
Obligations à 4 pour 100 moins amortissements	24 999 770 »
Réserve légale	3 808 712,39
Réserve libre	260 000 »
Coupons restant à payer	1 291 593,61
Intérêts courus sur obligations	228 315 »
Fournisseurs, comptes ordinaires et retenues de garantie	7 724 815,87
Adduction courant Haute-Isère	2 500 000 »
Amortissements sur comptes de premier établissement :	
Sur compte spécial	8 400 952,52
Sur compte concession	4 600 000 »
Sur domaine privé	800 000 »
Provision pour risques exceptionnels	5 681 087,75
Provision pour renouvellement de matériel et entretien	3 664 902,53
Caisse pour complément de retraite	1 585 506,20
Fonds d'amortissement des actions	647 000 »
Primes sur émission :	
1911	1 250 000 »
1920	3 406 000 »
Soulte d'égalisation de jouissance	700 000 »
Profits et pertes :	
Reliquat des exercices antérieurs	876 792,35
Bénéfices nets de l'exercice 1926	7 301 335,30
	129 726 783,52

Compagnie continentale Edison.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 12 MAI 1927.

D'après le rapport de cette société au capital de 20 millions de francs et dont le siège est à Paris, 73, boulevard Haussmann, le réseau du Nivernais s'étend d'une façon satisfaisante. Il comprend aujourd'hui un réseau à haute tension de 347 km, et un réseau de distribution à basse tension de 140 km qui va se développant d'une façon régulière. L'action de la société s'étend sur 34 communes comprenant près de 6 000 abonnés. Elle alimente indirectement, d'autre part, 17 communes, par l'intermédiaire de concessionnaires à qui elle fournit l'énergie en haute tension. Quant à la clientèle industrielle, elle comprend aujourd'hui 29 établissements dont la puissance globale dépasse 4 500 kw.

Les travaux d'électrification rurale sont poussés aussi activement que le permettent les ressources financières des intéressés. En 1926, la société a passé des traités de construction ou d'exploitation avec 5 syndicats comprenant ensemble 78 communes et desservant plus de 30 000 habitants ; leur mise en service progressive assurera un appréciable supplément de consommation d'électricité.

Pour faire face aux dépenses nécessitées par le développement de la clientèle, le conseil a décidé la libération totale des actions dont l'émission a eu lieu en janvier 1924, et cette opération est aujourd'hui terminée.

Le rapport indique ensuite la situation des entreprises dans lesquelles la société a des intérêts. Ce sont : l'Union électrique du Nivernais, la Société d'Energie Savoie-Dauphiné, la Société de Distribution d'Electricité de l'Ouest, la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité et la Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'Electricité.

Le compte de profits et pertes montre que le bénéfice net afférent à l'exercice 1926 est de 1 858 850,49 fr. En y ajoutant le report de l'exercice 1925, de 283 264,48 fr, on obtient une somme de 2 142 114,97 fr qui se répartit comme il suit : Un premier dividende de 6 pour 100 aux actions, soit 1 030 492,50 fr. Il reste une somme de 1 111 622,47 fr sur laquelle 800 000 fr sont divisés de la façon suivante : 400 000 fr aux actionnaires comme dividende supplémentaire ; 280 000 fr aux parts de fondateur ; 120 000 fr au conseil d'administration.

Le solde, soit 311 622,47 fr est reporté à nouveau.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif.

	fr
Espèces disponibles en caisse et en banque	3 667 778,03
Valeurs de portefeuille	20 228 408 »
Débiteurs divers	3 186 684,56
Marchandises en magasin	3 136 617,95
Immobilisations : terrains, bâtiments, usines, lignes et installations	14 317 182,30
Impôts et droits de transmission à recouvrer	265 187,62
Acompte sur dividende exercice 1926	434 044,50
	45 235 902,96

Passif.

	fr
Capital social	20 000 000 »
Réserve légale et fonds d'amortissement du capital	2 255 144,85
Prime d'émission	1 500 000 »
Fonds de renouvellement et d'amortissement du matériel	4 000 000 »
Bons décennaux	5 000 000 »
Créditeurs divers et actions à libérer	10 338 643,14
Profits et pertes :	
Report de l'exercice 1925	283 264,48
Bénéfice net de l'exercice 1926	1 858 850,49
	45 235 902,96

SECTION DE LÉGISLATION

Le privilège exclusif pour la distribution de la force motrice accordé avant la loi du 15 juin 1906 est licite Droit actuel du concessionnaire

Arrêt du Conseil d'Etat du 8 avril 1927

Personne n'ignore qu'en vertu de l'article 8 de la loi du 15 juin 1906, le privilège exclusif ne saurait être accordé par une commune que pour la distribution de l'éclairage sur son territoire. Est-ce une disposition entièrement nouvelle créée par la loi? Est-ce, au contraire, la reproduction d'une interdiction antérieure? Le Conseil d'Etat n'avait pas eu à se prononcer formellement sur cette question qu'il vient de trancher définitivement; il a déclaré que la commune, avant la loi du 15 juin 1906, n'étant gênée par aucun texte, pouvait légalement accorder le privilège de la distribution de la force motrice et que l'avant-dernier article de cette même loi ayant maintenu en leur forme et teneur les contrats antérieurs, le concessionnaire ne pouvait se voir supprimer, même d'une façon indirecte, un droit qui lui appartenait.

I. Rappel des principes en matière de distribution. — Les jurisconsultes et les électriciens qui ont suivi les travaux préparatoires de la loi du 15 juin 1906 (1) savent que l'article 8 constitue une sorte de transaction entre deux partis extrêmes : le premier voulait l'interdiction absolue de tout privilège espérant faciliter ainsi la baisse des tarifs en laissant toujours possible l'éventualité d'une concurrence, le second désirait rendre plus rapide l'accroissement des distributions dans les campagnes, et, sachant que la garantie d'un avenir tranquille est nécessaire pour encourager l'industrie, admettait la licéité du privilège pour tout le village.

C'est de ce conflit qu'est issu l'article 8 qui, pour l'éclairage seulement, permet la constitution d'un privilège (les communes rurales n'auraient jamais pu trouver un distributeur dans le cas contraire).

Mais cet article laisse subsister la possibilité d'une concurrence, en ce qui concerne la force motrice, sous la réserve de l'égalité des conditions dans les concessions ou permissions de voirie.

Un concessionnaire qui détient son titre avec un privilège complet, c'est-à-dire stipulé tant pour la force motrice que pour la lumière dans un contrat *antérieur* à la loi du 15 juin 1906, peut-il être déchu de ce privilège en ce qui concerne la force motrice?

Faut-il admettre que la loi du 15 juin 1906 a consacré une sorte de principe d'ordre public? Faut-il considérer que l'article 26 maintient le contrat même avec le privilège qui, aujourd'hui serait interdit?

La question a été déjà jugée par le Conseil de Préfecture de l'Aisne en date du 15 janvier 1909 dans les circonstances suivantes : la Société saint-quentinoise de Force motrice, de Chauffage et d'Eclairage qui, par un cahier des charges du 9 juillet 1889, avait obtenu le privilège de la distribution du courant électrique à l'usage de la force motrice, avait demandé une autorisation de voirie, pour placer sur une route municipale un câble électrique, afin d'alimenter en force motrice l'usine d'un sieur Cuvilliers. Le maire, après lui avoir accordé cette autorisation, lui fit défense de s'en servir, arguant, comme prétexte, d'une certaine irrégularité dans l'instruction de l'arrêté d'autorisation. De ce chef naquit une instance contre la ville, dans laquelle la société expliquait que, « si bien le maire a un pouvoir de police pour accorder ou refuser des autorisations qui n'ont point de base contractuelle, il n'en est pas de même des autorisations qui dérivent d'un contrat formel de concession. Si l'on comprend que, pour tel emplacement désigné, le maire puisse faire au concessionnaire des observations basées sur un encombrement de la voie publique, il faut qu'il facilite l'occupation sur un autre point, car il ne peut, d'une part, signer un contrat pour concéder une distribution et, d'autre part, au moyen d'un pouvoir de police discrétionnaire et *ad nutum*, empêcher l'exercice de cette distribution ». La ville fournit un mémoire en réponse dans lequel elle déclarait, en substance, qu'elle voulait profiter de cette occasion pour demander au tribunal administratif de proclamer que le fait

(1) Paul BOUGAULT; Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie avec les modifications contenues dans les lois subséquentes (Texte complet et annoté). *Revue générale de l'Electricité*, 22 août 1925, t. XVIII, p. 321-328. (Un tirage à part de cette étude est en vente aux Bureaux de la « R. G. E. »)

de concéder purement et simplement la distribution de la force motrice n'avait jamais été de la compétence des communes : en d'autres termes, elle opposait à la société un prétendu vice de son contrat.

La solution a été complètement contraire aux espérances de la ville et conforme aux prétentions de la société : le conseil de préfecture a reconnu que, le 6 juillet 1889, la ville avait parfaitement le droit d'écrire dans un contrat de concession une phrase aussi nette et aussi formelle que celle qui s'y trouvait : « La ville concède à la Société anonyme saint-quentinoise, le droit exclusif d'entretenir et de poser sur ou sous les voies publiques des conducteurs destinés à transmettre l'énergie électrique, soit en vue d'éclairage, soit en vue de la force motrice ».

On peut encore citer comme un précédent intéressant, un arrêt du Conseil d'Etat du 30 octobre 1925 à propos de l'affaire Ville de Bort contre Société Energie industrielle (1). Sans doute cette décision ne confirme pas un privilège pour la force motrice en faveur d'un concessionnaire, puisqu'au contraire elle analyse les diverses dispositions d'un contrat municipal et fait remarquer qu'elles sont insuffisantes pour constituer, dans l'intention des parties contractantes, la stipulation d'un véritable privilège.

Mais il est à remarquer que, précisément, si le Conseil d'Etat avait estimé que la stipulation d'un pareil droit exclusif était interdite dans les contrats antérieurs à la loi du 15 juin 1906, il n'aurait pas examiné minutieusement le contrat; et il aurait simplement dit qu'en droit, la prétention de la Société l'Energie industrielle n'était pas soutenable.

II. Faits ayant donné lieu au procès. — L'arrêt du Conseil d'Etat du 8 avril 1927, dont on va trouver ci-dessous le texte, est bien autrement précis. La ville du Mans, par convention du 23 avril 1894, avait donné, avec mention formelle d'un privilège exclusif, la concession de distribution de l'éclairage par tout procédé, et du chauffage ainsi que de la *force motrice* par le gaz et l'*électricité* à la Société d'Electricité du Mans. En 1913, cette société ayant sollicité une autorisation préfectorale, pour placer une canalisation électrique dans les dépendances de la grande voirie, le préfet consulta le ministre des Travaux publics, qui refusa une autorisation pure et simple, faisant comprendre qu'il ne l'accorderait que dans « les conditions fixées par la circulaire du 1er octobre 1912, à moins que la compagnie déclarât renoncer au privilège exclusif concédé en matière de force motrice et à le limiter à l'éclairage ». La Société se trouvait prise entre les deux branches d'une singulière alternative : accepter les conditions de la circulaire précitée, ou renoncer formellement à un article de son contrat.

(1) Paul BOUGAULT; Observations sur le privilège de distribution, en ce qui concerne la force motrice, dans les contrats antérieurs à la loi de 1906. A propos d'un arrêt du Conseil d'Etat du 30 octobre 1925. *Revue générale de l'Electricité*, 20 février 1926, t. XIX, p. 325-327.

Or, la circulaire du 1er octobre 1912 contient certaines clauses absolument incompatibles avec la concession accordée par un contrat municipal qui comporte l'installation d'un service communal; car elle est relative aux permissions sollicitées pour assurer *sans* contrat une distribution de courant électrique, et avait pour but de permettre à un concessionnaire futur de racheter les ouvrages autorisés, pour que le domaine public ne reste pas grevé d'une occupation accordée sans contre-partie contractuelle. Ces dispositions ne peuvent coexister avec les clauses d'une concession qui assure le service municipal d'une distribution. Il est facile de s'en convaincre en lisant l'article 4 de la circulaire (1) : « Au cas où une distribution publique viendrait à être concédée avec déclaration d'utilité publique ou exploitée en régie par une ou plusieurs communes ou par l'Etat, le permissionnaire devra, s'il en est requis par l'administration, renoncer, sans indemnité, après un préavis de deux années, à la présente autorisation. Dans ce cas, il devra mettre à la disposition de l'autorité concédante ou exploitante tous les immeubles, canalisations ou ouvrages de distribution, et toutes les dépendances que l'administration jugera nécessaires pour assurer la marche normale de l'exploitation, et cela moyennant le paiement, à dire d'expert, de la valeur actuelle desdits ouvrages et dépendances, abstraction faite des bénéfices de l'exploitation, etc. ».

La première partie de la réponse du ministre était si étrange qu'elle ne mérite pas d'être plus longuement examinée. Le Conseil d'Etat l'a assimilée à un refus de la permission, refus violant un droit formel que le concessionnaire tient d'un titre régulier. En effet, si d'une manière générale, le rejet d'une pétition pour occupation de voirie est permis à l'autorité qui a la police de la route envisagée, il a toujours été admis qu'il n'en est plus de même quand le refus est en contradiction avec une loi formelle, ou supprime dans un contrat un article consacrant un droit indiscutable.

Quand à la seconde branche de l'alternative (renonciation au privilège accordé par le contrat municipal pour la force motrice) elle se présentait sous l'aspect suivant. Par voie indirecte, un préfet, ou plus exactement, son supérieur hiérarchique, le ministre, annulait, en fait et d'un trait de plume, le texte du contrat municipal en ce qui concerne le privilège concédé et à titre exclusif pour la force motrice.

L'Administration n'aurait pu adopter cette attitude que si la partie du contrat à laquelle la renonciation devait être faite par le concessionnaire, avait été entachée d'une nullité d'ordre public. Nous avons dit qu'aucun arrêt du Conseil d'Etat n'avait statué dans ce sens.

Au contraire, la haute juridiction examine cette question pour la première fois. La solution qu'il lui donne est aussi simple que catégorique : « Consi-

(1) Voir le texte de cette circulaire dans P. BOUGAULT. *Manuel des autorisations de voirie pour les distributions d'énergie*, page 119. (En vente aux Bureaux de la « R.G.E. »).

dérant, dit le Conseil d'Etat, que si l'article 8 de la loi du 15 juin 1906 interdit pour l'avenir la concession du privilège de distribution de la force motrice, l'article 26 de la même loi dispose que sont maintenues dans leur forme et teneur les concessions et permissions accordées antérieurement ».

Aussi la permission de voirie sollicitée en 1913 par la compagnie concessionnaire, n'avait pas pour effet d'étendre le périmètre de la concession antérieurement accordée ; seul, était en jeu l'ancien cahier des charges et l'article 8 de la loi du 15 juin 1906 n'avait point à intervenir.

III. **Arrêt du Conseil d'État du 8 avril 1927.** — Le Conseil d'Etat, vu la requète et le mémoire ampliatif présentés pour la Compagnie du Gaz et d'Electricité du Mans, de Vannes et de Vendôme, et tendant à ce qu'il plaise au Conseil annuler une décision en date du 29 novembre 1913 par laquelle le ministre des Travaux publics, statuant sur la réclamation formée par la Société contre une décision du préfet de la Sarthe, a prescrit qu'une permission de voirie sollicitée par elle ne pouvait lui être délivrée que dans les formes prévues par la circulaire du 1er octobre 1912, à moins qu'il ne soit accepté par la Compagnie que le titre de permission contienne une clause restreignant à l'éclairage le privilège qui lui appartient en vertu de son contrat de concession :

Ouï M. Toutée, auditeur, en son rapport ;

Ouï Me Hannotin, avocat de la Compagnie du Gaz et d'Electricité du Mans, de Vannes et de Vendôme, en ses observations ;

Ouï M. Josse, auditeur, commissaire-adjoint du Gouvernement en ses conclusions ;

Considérant qu'aux termes d'un contrat en date du 23 avril 1894, la ville du Mans a concédé à la Société de Gaz et d'Electricité du Mans, de Vannes et de Vendôme le privilège exclusif de conserver et d'établir dans la commune, des conduites et conducteurs : 1° pour la distribution de l'éclairage par tous procédés ; 2° pour la distribution du chauffage et de la force motrice par le gaz et l'électricité seulement ; que, ladite société ayant demandé au préfet l'autorisation d'établir des canalisations sous des dépendances de la grande voirie dans la ville du Mans, le ministre des Travaux publics décida, le 29 novembre 1913, que la permission de voirie ainsi sollicitée ne pourrait être délivrée que dans les formes prévues par la circulaire du 1er octobre 1912, à moins qu'il ne fût accepté par la Compagnie que le titre de permission contienne une clause restreignant à l'éclairage le privilège qui lui appartient ;

Considérant que la circulaire du 1er octobre 1912 comporte des clauses contraires à celles du contrat du 23 avril 1894 ; qu'ainsi chacune des deux conditions alternatives auxquelles le ministre subordonnait l'octroi de la permission sollicitée méconnaissait les droits que la Compagnie tient du contrat passé par elle avec la ville du Mans ;

Considérant que le ministre soutient que les dispositions de l'article 8 de la loi du 15 juin 1906 lui interdisaient de consacrer, en vue d'applications nouvelles, le privilège de distribution de la force motrice appartenant à la société ;

Considérant que si l'article 8 de la loi du 15 juin 1903 interdit pour l'avenir la concession de privilèges de distribution de la force motrice, l'article 26 de la même loi dispose que « sont maintenues dans leur forme et teneur les concessions et permissions accordées antérieurement ».

Considérant que la permission de la voirie sollicitée en 1913 par la Compagnie requérante n'avait pas pour effet d'étendre le périmètre de la concession antérieurement accordée, mais qu'elle tendait seulement à permettre l'exécution du service public déjà concédé ; qu'ainsi l'article 8 de la loi du 15 juin 1906 ne faisait nullement obstacle à ce que ladite permission fût accordée ; que la décision du ministre, fondée sur une erreur de droit, doit dès lors être annulée pour excès de pouvoir.

Décide : la décision susvisée du ministre des Travaux publics, en date du 29 novembre 1913, est annulée.

Paul Bougault,
avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Législation, jurisprudence, réglementation

Sur l'évaluation du bénéfice imposable d'une société ayant racheté les parts de fondateurs sur ses bénéfices ou ayant émis de nouvelles actions avec primes.

Le « Journal officiel » du 21 août 1927 publie, page 2743 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

13209. — M. André Février, député, demande à M. le ministre des Finances : 1° si la somme qu'une société anonyme prélève sur ses bénéfices pour racheter les parts de fondateur doit être réintégrée dans le bénéfice imposable à la cédule des bénéfices commerciaux ; 2° si un contrôleur des contributions directes est fondé à écarter des frais généraux d'une société anonyme, les dépenses d'augmentation de capital sous prétexte que la société aurait dû affecter tout d'abord à ces dépenses la prime d'émission des nouvelles actions, et que le montant intégral de la prime d'émission est venu grossir les réserves. (Question du 11 juillet 1927.)

Réponse. — 1° Le rachat de parts de fondateur ne peut être considéré comme une dépense d'exploitation et les bénéfices qui y sont affectés doivent, par suite, être réintégrés dans la base de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux ; 2° les frais d'une émission d'actions avec primes

ont uniquement pour effet de diminuer le produit des primes. Ce produit n'étant pas compris dans les éléments du bénéfice brut en vue de l'assiette de l'impôt, les frais dont il est grevé doivent dès lors être distraits des dépenses déductibles pour l'évaluation du bénéfice net imposable.

Sur la possibilité de porter aux frais généraux les indemnités de résiliation de contrat.

Le « Journal officiel » du 21 août 1927 publie, page 2734 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12853. — M. Paganon, député, expose à M. le ministre des Finances qu'un chef de service d'une société anonyme, membre du conseil d'administration, est sur le point de se démettre de ses diverses fonctions et que la société à l'intention de lui allouer une indemnité de 30 000 fr contre l'engagement de ne pas diriger ou exploiter pendant cinq ans d'entreprise similaire, et demande : 1° si le versement de cette indemnité, qui ne correspond à la création d'aucun actif réel, peut, en ce qui concerne l'impôt sur les bénéfices commerciaux, être compris dans les frais généraux de la société dès l'année du payement ou si l'amortissement doit en être réparti sur les cinq années de l'engagement; 2° si l'indemnité perçue par le chef de service en cause n'est pas exempte de l'impôt général sur le revenu puisqu'elle correspond à la valeur de la restriction apportée au droit du bénéfice d'utiliser à son gré son activité et ses compétences et qu'elle constitue ainsi un capital. (Question du 17 juin 1927.)

Réponse. — 1° Le montant de l'indemnité dont il s'agit pourra être inscrit dans les frais généraux de l'exercice au cours duquel le versement en aura été effectué; 2° le Conseil d'Etat a jugé, dans des cas analogues, que l'indemnité versée devait être considérée comme constituant, pour la moitié de son montant, un salaire de congédiement susceptible d'être soumis à l'impôt sur les traitements et salaires ainsi qu'à l'impôt général sur le revenu.

Sur l'application de la taxe sur le chiffre d'affaires et de l'impôt sur les bénéfices aux coopératives et aux économats.

Le « Journal officiel » du 21 août 1927 publie, page 2732 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12786. — M. Grinda, député, demande à M. le ministre des Finances quelle est la situation, au regard de la taxe sur le chiffre d'affaires et de l'impôt sur les bénéfices commerciaux, des coopératives et des économats ? (Question du 14 juin 1927.)

Réponse. — Aux termes de l'article 18 des lois codifiées par le décret du 15 octobre 1926, les sociétés coopératives de consommation sont passibles de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux quand elles possèdent des établissements, boutiques ou magasins pour la vente ou la livraison de denrées, produits ou marchandises. En sont toutefois affranchies les coopératives de consommation qui se bornent à grouper les commandes de leurs adhérents et à distribuer, dans leurs magasins de dépôt, les denrées, produits ou marchandises ayant fait l'objet de ces commandes ou lorsque, ne vendant qu'à leurs sociétaires, elles distribuent leurs bonis auxdits sociétaires ou à des œuvres d'intérêt général ou lorsqu'elles consacrent ces bonis à des réserves qui ne sont pas réparties entre les porteurs d'actions. Quant aux économats annexés à certaines entreprises, ils ne se trouvent pas, en principe, dans le cas d'être assujettis à l'impôt en question, attendu que l'article 3 de la loi du 25 mars 1910 (article 77 du titre 1er du Code du Travail), qui règle le fonctionnement de ces organismes, stipule expressément que leur existence ne peut être tolérée que tout autant qu'ils ne sont pas productifs de bénéfices. En ce qui concerne la taxe sur le chiffre d'affaires, les coopératives de consommation et les économats en sont passibles dans les conditions de droit commun, c'est-à-dire sur le montant de leurs ventes, lorsqu'ils achètent pour revendre, et sur le montant de leurs rémunérations lorsqu'ils se bornent à grouper des commandes et à répartir ensuite entre les ayants droit les marchandises achetées en vertu de ces commandes. Toutefois, pour les opérations de cette dernière catégorie, les coopératives de consommation sont totalement exemptées de ladite taxe lorsque, remplissant les conditions requises pour être exonérées de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux en vertu des dispositions reprises sous l'article 18 du décret de codification du 15 octobre 1926, elles se trouvent, par là même, ne rentrer dans aucune des catégories de redevables visées par le premier paragraphe de l'article 1er du décret de codification du 28 décembre 1926.

Sur l'évaluation au point de vue fiscal des stocks de marchandises.

Le « Journal officiel » du 21 août 1927, publie, page 2732 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12724. — M. Taton-Vassal, député, expose à M. le ministre des Finances : *a*) qu'un industriel a exploité une entreprise du 1er janvier 1910 au 31 décembre 1925 ; *b*) que, dans ses inventaires annuels, il a, pendant cette période, fait figurer son stock de matières premières à un prix unitaire invariable; *c*) qu'au 1er janvier 1926, son entreprise a pris la forme de société à responsabilité limitée et que les éléments d'actif, notamment les marchandises, ont été transmis à la nouvelle société à leur prix d'inventaire; et demande : 1° si la revalorisation prévue dans la lettre en date du 14 janvier 1927, adressée par M. le directeur général des Contributions directes à M. le président de l'Union des Syndicats patronaux des Industries textiles, doit être appliquée en ce qui concerne l'industriel visé plus haut, alors que cette revalorisation conduirait à une estimation des matières premières supérieure à la valeur de réalisation effective de ces matières premières ; 2° si cette même revalorisation doit être pratiquée en ce qui concerne les stocks détenus par la société visée plus haut, alors que cette revalorisation conduirait à une estimation des matières premières supérieure au prix réel de revient de ces dernières. (Question du 9 juin 1927.)

Réponse. — 1° L'administration doit s'en tenir à l'évaluation que l'industriel en question a attribuée à son stock dans l'inventaire du 31 décembre 1925 et qui représente le prix pour lequel il l'a cédé à la nouvelle société. Il n'y a pas lieu, non plus, d'apporter aux évaluations antérieures des redressements dont les effets se trouveraient finalement annulés par le retour à l'application des règles de l'entreprise dans l'inventaire de cession ; 2° le stock remis à la société qui a repris l'entreprise le 1er janvier 1926 doit être évalué dans les écritures d'ouverture du premier exercice social, au prix pour lequel la société l'a reçu de l'industriel cédant. Mais si, dans ses inventaires ultérieurs, la société continuait à évaluer ses matières premières à un prix inférieur au minimum accepté par l'administration, les mesures de redressement visées dans la question trouveraient leur application. Les matières premières figurant à l'inventaire du 31 décembre 1926 pourraient, en particulier, être réévaluées, le droit de réclamation de la société étant d'ailleurs réservé.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN, Agrégé** de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 22. 3 DÉCEMBRE 1927.

AVIS : Renouvellement des abonnements. — *Nous prions instamment ceux de nos lecteurs dont l'abonnement expire fin décembre de bien vouloir nous adresser le montant de leur renouvellement pour 1928 (100 fr pour la France, 250 fr pour la Belgique et le Luxembourg, 10 ou 12 dollars, suivant conditions postales, pour tous les autres pays) avant le 15 décembre 1927, date à partir de laquelle nous en ferons faire le recouvrement par la poste pour Paris et les départements (frais de recouvrement en plus, 5,55 fr).*

Les abonnés français pourront utiliser à cet effet la formule de chèque postal insérée dans notre précédent numéro. Les frais ne sont alors que de 0,40 fr.

Sur l'utilisation de l'énergie thermique des mers. — La communication faite l'an dernier, à la séance du 15 novembre 1926 de l'Académie des Sciences, par M. Georges Claude et dans laquelle celui-ci exposait le projet conçu par M. Boucherot et lui pour la production d'énergie mécanique par utilisation de la différence de température d'environ 20°C existant entre la température des couches superficielles et celles des couches profondes des mers tropicales (1), a donné lieu non seulement à diverses réclamations de priorité, mais encore à de nombreuses objections (2).

Dans une communication faite à l'une des dernières séances de l'Académie des Sciences (1), M. G. Claude

(1) *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 22 novembre 1926, t. CLXXXIII, p. 929-935. *Revue générale de l'Electricité*, 11 décembre 1926, t. XX, p. 899-901.

(2) Outre la communication de M. G. Claude qui est l'objet de l'indication bibliographique précédente, rappelons les notes suivantes parues dans la « Revue générale de l'Electricité » :

Sur l'utilisation de l'énergie thermique des mers, 11 décembre 1926, t. XX, p. 866-867, note dans laquelle sont signalées deux communications de M. G. Claude à l'Académie des Sciences concernant des priorités et une communication de M. P. Villard faisant observer que le procédé préconisé par M. G. Claude trouverait une application facile dans le cas des sources thermales.

Idem, 18 décembre 1926, t. XX, p. 913-914, note signalant, d'après une communication de M. Jean Rey à l'Académie des Sciences, qu'en 1904 une installation fut exécutée à Dombasle-sur-Meurthe par la Maison Sautter-Harlé pour l'utilisation de l'énergie calorifique d'un liquide salin sortant des appareils à une température d'environ 102°C.

A propos de l'utilisation de l'énergie thermique des mers, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 41-42, note où est reproduite une lettre de M. Ch. Boggia, de Milan.

Idem, 29 janvier 1927, t. XXI, p. 161-162, réponse de M. P. Boucherot à la lettre précédente.

(1) Georges CLAUDE; Sur l'utilisation de l'énergie thermique des mers. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 14 novembre 1927, t. CLXXXV, p. 987-990.

revient sur ce sujet et montre que les résultats des expériences qu'il a effectuées depuis l'an dernier confirment ses prévisions et permettent d'affirmer que les multiples objections qui lui ont été opposées ne sont nullement fondées.

On trouvera plus loin, pages 943 et 944 de ce numéro, le texte de cette communication. Retenons ici seulement les réponses que les expériences faites au cours de cette année permettent de faire aux objections antérieurement formulées : 1° Le réchauffement de l'eau des couches profondes dans le tube l'amenant à la surface sera très faible, il n'atteindra pas 0,1°C et sera d'ailleurs plus que compensé par le refroidissement d'environ 0,25°C résultant de la décompression de cette eau ; 2° La démolition de ce tube n'est pas à craindre dans la partie située à environ 100 m au-dessous du niveau de la mer et, dans le cas d'usines établies sur les côtes, il sera facile de mettre la partie supérieure à l'abri des effets des vagues et des marées en creusant un puits de 100 m de profondeur relié par un tunnel à la conduite ; 3° La différence de température de 26 à 28°C, permettra certainement d'obtenir des pressions de vapeur dans le bouilleur et dans le condenseur dont le rapport, qui est de 3 en théorie, dépassera 2 en pratique ; 4° le travail mécanique nécessaire pour extraire des appareils les gaz amenés par l'eau, est de beaucoup inférieur à celui que l'on a évalué en se basant sur le fonctionnement des machines à vapeur ordinaires : il ne dépassera pas un quart de l'énergie mécanique produite, de sorte que l'énergie mécanique utilisable, que M. G. Claude estimait primitivement égale aux trois cinquièmes de l'énergie produite, s'élèvera aux trois quarts de cette dernière.

Ajoutons que M. G. Claude se propose d'expérimenter prochainement sur la Meuse, dans des conditions thermiques identiques à celles que présente la mer, une turbine à vapeur de 50 kw spécialement construite à cet effet.

Bibliographie : Annuaire du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (année 1926) (1). — Cette édition (année 1926) constitue le complément de la précédente édition de cet annuaire, dont une bibliographie a paru antérieurement dans ces colonnes (2).

Bibliographie : Annuaire du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (année 1927) (3). — Dans cet annuaire se trouvent rassemblés les principaux renseignements susceptibles d'intéresser les personnes s'occupant de la production ou de la distribution de l'énergie électrique.

Le compte rendu de l'assemblée générale ordinaire du 6 juillet 1926, est reproduit en premier lieu. Vient ensuite la liste des documents officiels publiés depuis l'annuaire précédent et celle des documents parlementaires publiés durant la même période et susceptibles d'intéresser les industriels.

Les renseignements relatifs au Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique : liste des membres, statuts, règlement intérieur, constituent la deuxième partie de cet annuaire.

La troisième partie contient des renseignements d'ordres divers sur les sociétés de production et de distribution d'énergie électrique, en particulier, les données financières et techniques relatives à ces sociétés. Des cartes hors texte, dressées avec soin, indiquent, pour un grand nombre de sociétés, le tracé des réseaux qu'elles exploitent ainsi que celui des réseaux en projet ou en cours de réalisation. — L. V.

(1) Un volume, format 28 cm × 22 cm, de 320 pages, avec 71 cartes hors texte, édité par le Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, 26, rue de la Baume, à Paris (8e). Prix : relié, 40 fr.

(2) *Revue générale de l'Electricité*, 20 février 1926, t. XIX, p. 292.

(3) Un volume, format 28 cm × 22 cm, de 1080 pages, avec 92 cartes hors texte, édité par le Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, 26, rue de la Baume, à Paris (8e). Prix : relié, 80 fr.

Bibliographie : Guide fiscal des sociétés coopératives et groupements coopératifs. La patente. L'impôt cédulaire sur les bénéfices. La taxe sur le chiffre d'affaires, par Paul Bougault, avocat à la Cour d'Appel de Lyon (1).

L'auteur, qui s'est depuis longtemps attaqué à l'étude de tous les problèmes fiscaux pour en déduire des règles pratiques, fait paraître aujourd'hui un Guide fiscal sur une question d'actualité. Si les sociétés coopératives sont très connues, on ignore souvent les avantages qui leur sont réservés, à la condition qu'elles restent dans le domaine des véritables coopératives. A ces avantages participent tous les « Groupements coopératifs » qui sont de plus en plus répandus pour l'acquisition des matières premières nécessaires à l'industrie et la vente des produits manufacturés. Soit au point de vue de la patente, soit au point de vue de l'impôt cédulaire et de la taxe sur le chiffre d'affaires, ces groupements ont fait l'objet de diverses poursuites, dont quelques-unes peuvent être fondées, si le but réellement coopératif n'apparaît pas clairement dans les statuts, mais dont bien d'autres sont injustifiées. La lutte doit être entreprise et le manuel de M. Bougault est fait pour en indiquer les principes. Il n'est donc point étonnant que dans sa préface, il précise lui-même quelle est l'idée qui a inspiré son ouvrage dont le meilleur résumé est donné par ces lignes : « Pour expliquer, dit-il, et, au besoin excuser l'abondance des textes visés ou reproduits dans cet ouvrage, je me contenterai de dire que je l'ai écrit après avoir constaté combien est grand le nombre des personnes qui expriment un avis sur les questions juridiques et fiscales, sans avoir pris la peine de lire complètement la loi à appliquer et sans même soupçonner que des décisions de jurisprudence sont intervenues pour en donner le sens ».

On comprend donc pourquoi tous les arrêts du Conseil d'Etat et toutes les réponses faites par le ministre des Finances aux questions des membres du Parlement ainsi que les nombreux projets de loi déposés, ont été minutieusement analysés et groupés pour en faire ressortir la portée pratique.

(1) Un volume, format 28 cm × 23 cm, de 75 pages, édité par la Librairie J. Rey, Arthaud, successeur, 23, Grande-Rue, à Grenoble (Isère). Prix : broché, 16 fr.

Conférence radiotélégraphique internationale de Washington (1927)

Il serait prématuré de donner actuellement une analyse des travaux de la Conférence radiotélégraphique internationale qui s'est ouverte à Washington le 4 octobre 1927 et n'est pas encore terminée au moment où nous écrivons ces lignes, en raison du grand nombre des rapports présentés et discutés. L'auteur se borne donc, au cours de cet article, à faire l'historique de la question et à attirer l'attention sur les points de vue les plus importants qui sont soumis à la discussion de cette conférence. Les résultats de cette discussion semblent, en effet, devoir être d'importance considérable pour l'avenir de la radioélectricité car, jusqu'ici, peu de conventions internationales ont été promulguées, aucune conférence plénière ne s'étant réunie depuis la guerre et la dernière conférence radiotélégraphique internationale étant celle qui s'est tenue à Londres en 1912. En raison du développement prodigieux des sciences radioélectriques, il était donc urgent d'examiner avec soin et dans un esprit international, les nombreux problèmes que pose l'extension des communications radioélectriques, qu'il s'agisse de télégraphie intercontinentale à grande vitesse, ou de liaisons privées, de radiogoniométrie, des services publics, de presse, de navigation, de l'heure et de la météorologie, enfin de la radiodiffusion téléphonique. L'une des questions les plus délicates est celle de la répartition des longueurs d'onde entre les services des diverses catégories. Tous ces problèmes, qui ont été étudiés par la Conférence radiotélégraphique préparatoire de Washington en 1920, sont à nouveau soumis à l'arbitrage de la conférence plénière qui tient actuellement ses assises.

I. Les précédentes conférences radiotélégraphiques internationales. — L'histoire de la radioélectricité est encore très jeune et les conférences internationales qui ont jalonné son développement jusqu'à ce jour, ne sont pas nombreuses. Mais il ne faut pas oublier que les conventions radiotélégraphiques ont pour base leurs aînées, les conventions télégraphiques et, en particulier, la Convention de Saint-Pétersbourg (1875), revisée à Lisbonne en 1908.

La première Conférence radiotélégraphique internationale fut celle de Londres, qui élabora en 1912 la Convention radiotélégraphique internationale, base actuelle des relations par télégraphie sans fil et extension des travaux de la Conférence de Berlin en 1906. Mais dès 1912, le champ des applications radioélectriques était si vaste que la Conférence de Londres se borna à la réglementation des communications radiomaritimes et laissa à des conférences spéciales le soin de statuer sur divers problèmes d'intérêt général.

L'institution, la réglementation et la coordination des émissions horaires et astronomiques incombèrent à la Conférence de l'Heure, tenue à Paris en 1912-1913. L'application si urgente de la radiotélégraphie à la sécurité maritime fut examinée à Londres en 1913-1914 par la Conférence sur la Sauvegarde de la Vie humaine en mer.

La guerre a arrêté pour de longues années l'essor de cette organisation internationale, à ce point que seule la Convention radiotélégraphique internationale a été mise partout en vigueur. Toutefois les applications radioélectriques reçurent au cours de la guerre un tel développement que les mesures préconisées par ces diverses conférences devinrent caduques avant même d'avoir été ratifiées. Dès la cessation des hostilités, on dut envisager la nécessité d'une nouvelle consultation internationale : c'est à cette exigence que répondit la Conférence radiotélégraphique internationale préparatoire de Washington (1920). Toutefois, les difficultés matérielles que les divers états eurent à résoudre à cette époque obligèrent à reporter à plus tard la conférence plénière : c'est précisément celle qui a lieu actuellement à Washington.

Dans la suite de cette étude, nous envisageons l'ensemble du problème tel qu'il se pose à la Conférence plénière de Washington, à la lumière des principes consacrés par la Convention radiotélégraphique internationale de Londres (1912) et des vœux élaborés par la Conférence préparatoire de Washington.

II. Principes consacrés par la Convention radiotélégraphique internationale de Londres (1912). — La Conférence internationale de Londres édicta un certain nombre de règlements qui, jusqu'à ce jour, servirent de base pour les relations radiotélégraphiques nationales et internationales, particulièrement entre les stations côtières et les stations de bord. Elle posa d'abord à l'unanimité le principe de l' « intercommunication », c'est-à-dire l'obligation pour les stations d'échanger leurs messages sans distinction du système d'appareils adopté. En ce qui concerne les communications autres que celles des navires, elles furent laissées en dehors de toute réglementation, les états conservant à cet égard toute liberté, à la condition de ne pas troubler le service des autres stations de l'espèce. En outre, il fut décidé d'accepter, par priorité absolue, les appels de détresse.

La mesure du temps fut aussi l'une des préoccupations de la Conférence de Londres, qui reconnut l'utilité publique des signaux horaires au même titre que celle des signaux lumineux des phares et des signaux sémaphoriques. Elle proposa une répartition et une unification des signaux horaires. Elle spécifia que, pendant l'émission de ces signaux, dont la durée serait limitée à dix minutes, les autres stations devraient observer le

silence. Pour le détail de la réglementation de ces émissions, elle s'en remit à la Conférence internationale de l'Heure. Les télégrammes météorologiques furent également l'objet de la sollicitude de la Conférence de Londres, qui les limita à 20 mots et spécifia qu'ils pourraient être transmis aux navires qui en feraient la demande.

En outre, cette conférence institua les radiophares, qui furent réalisés en France par M. André Blondel. Elle préconisa, pour ces émetteurs, une portée de 30 milles marins et des longueurs d'onde nettement différentes de celles affectées à la correspondance publique. Mais elle ne s'occupa pas de la radiogoniométrie, alors trop récente.

En ce qui concerne le cas de détresse, la Conférence de Londres, justement émue de la catastrophe du Titanic, édicta des mesures strictes, qui furent précisées deux ans plus tard par la Conférence sur la Sauvegarde de la Vie humaine en mer. Elle imposa à tout bâtiment de quelque importance une station radiotélégraphique et préconisa un service de veille permanent ou intermittent, mais comportant un grand nombre d'heures d'écoute. Elle recommanda aux stations d'émission, des périodes de silence pour permettre d'entendre les signaux de détresse et l'adoption de la longueur d'onde de 600 m pour ces signaux.

Pour la correspondance générale, on réserva les longueurs d'onde de 600 et 300 m ; celle de 1800 m fut affectée aux appels et aux transmissions dans les eaux territoriales. Au point de vue purement technique, l'émission directe fut interdite, afin de réduire les perturbations.

Enfin, la Conférence de Londres créa une seconde classe de radiotélégraphistes, dont elle précisa les attributions (lecture au son et transmission à la vitesse de 12 mots par minute), limita à deux le nombre des retransmissions et rédigea le statut des radiotélégrammes spéciaux avec réponse payée, collationnement, par exprès, avec accusé de réception, avis de service taxés et radiotélégrammes multiples à remettre par poste (cas des télégrammes météorologiques).

En résumé, la Conférence radiotélégraphique de Londres, bien qu'elle ait fait œuvre très utile, n'a examiné qu'un tout petit point de vue de la question, à savoir la correspondance radiotélégraphique et seulement dans les rapports entre les stations côtières et les navires. Il reste d'autant plus à faire en la matière que les applications de la radioélectricité ne cessent de s'accroître et que les réglementations édictées par les conférences internationales, lesquelles datent déjà au moment où elles voient le jour, ne sont généralement ratifiées par les gouvernements respectifs que plusieurs années après, voire même cinq à dix ans plus tard.

III. Conférence radiotélégraphique préparatoire de Washington (1920). — Dans le seul domaine de la radiotélégraphie, il reste à réglementer les communications entre stations fixes, celles entre aéronefs, les messages radiogoniométriques, les services d'information et de presse. Ces communications radioélectriques posent des problèmes qui ne sauraient être résolus par voie d'analogie avec les questions semblables pour les lignes télégraphiques terrestres et les câbles sous-marins : tels sont le secret de la correspondance, la libre circulation des ondes au-dessus des territoires des nations en tiers dans les communications. Toutes ces questions devaient être traitées dans une seconde Conférence radiotélégraphique internationale, à Washington, en 1917, conférence que les nécessités de la guerre ont obligé de remettre et que le gouvernement français proposa d'associer à la future Conférence télégraphique internationale. Il était prévu que la convention télégraphique et la convention radiotélégraphique (Convention de Londres, 1912) existantes seraient fusionnées en une seule convention; le règlement annexé devait comporter trois chapitres traitant respectivement des sujets suivants : 1° Questions générales intéressant les communications électriques, avec ou sans fil; 2° Questions particulières à la télégraphie et à la téléphonie avec fil; 3° Questions particulières à la télégraphie et à la téléphonie sans fil.

En raison du nombre et de la variété des sujets à examiner, ainsi que des divergences probables dans les attitudes respectives des diverses délégations, les intéressés décidèrent de réunir à Washington une Conférence radiotélégraphique préparatoire. Cette conférence, qui s'ouvrit en octobre 1920 sous les auspices du gouvernement des États-Unis pour une durée de trois semaines, réunissait tous les états signataires de la Convention de Londres. La délégation française comprenait notamment : MM. le général Ferrié, représentant le Ministère de la Guerre; le lieutenant de vaisseau Robin, délégué du Ministère de la Marine; MM. Broin et Poulaine, représentant l'Administration des Postes et Télégraphes; le capitaine Franck, chef du Service de la Navigation aérienne. Malgré l'importance capitale de leur consultation, les colonies françaises n'étaient pas représentées.

A l'ordre du jour de cette conférence préparatoire figuraient de nombreuses questions [1]. D'abord la mise au point de la Convention et du Règlement télégraphiques internationaux, particulièrement en vue de l'adaptation du règlement télégraphique : aux radiotélégrammes des différentes catégories; aux services spéciaux unilatéraux de correspondance, d'information et de presse; aux taxes radioélectriques; aux services gratuits et aux services urgents; aux signaux de détresse et aux communications intéressant la sécurité de la vie humaine, tels que les avis de navigation signalant les tempêtes, cyclones, précipitations atmosphériques, glaces, épaves, mines et autres.

En ce qui concerne la Convention et le Règlement radiotélégraphiques internationaux, les termes doivent en être modifiés de manière à convenir à toutes les radiocommunications entre postes fixes ou mobiles,

(1) P. Brenot. Nouveaux projets de réglementations internationales. *Radioélectricité*, septembre 1920, t. I, p. 211.

stations à terre, de navire ou d'aéronefs. Pour les stations mobiles, on préconise l'emploi facultatif des ondes entretenues, bien que les ondes amorties restent provisoirement imposées. L'appel doit se faire sur la seule longueur d'onde de 600 m, réservée par ailleurs aux signaux de détresse, à l'exclusion de toute autre communication. Les ondes de travail, réparties entre 200 et 550, 650 et 950, 2 000 et 3 000, 4 500 et 5 000 m permettent l'emploi de stations de diverses catégories et de toutes puissances. En outre, la longueur d'onde de 2 400 m est autorisée pour les appels en ondes entretenues et celle de 900 m pour le trafic des aéronefs.

D'une façon générale, les ondes amorties ou entretenues fractionnées et modulées sont réservées aux services d'intérêt public : avis aux navigateurs, signaux horaires et météorologiques, etc... Les dispositions prescrites par la Conférence internationale sur la Sauvegarde de la Vie humaine en mer (Londres, 1914) doivent être incorporées au Règlement radiotélégraphique international. Le gouvernement français propose que la radiotélégraphie soit imposée à bord de tous les navires jaugeant au moins 500 tonneaux et à bord de tous les avions transportant au moins 10 personnes, équipage et passagers. Les radiophares, fixes ou mobiles, doivent travailler sur 1 000 m de longueur d'onde en ondes amorties ou entretenues fractionnées. Leur portée limite est de 50 milles pour les radiophares fixes, de 5 milles pour les radiophares mobiles. Leurs émissions peuvent être faites en ondes dirigées ou non, avec faisceaux fixes ou tournant à vitesse uniforme. En particulier, des radiophares à ondes entretenues sont prévus pour les aéronefs.

La radiogoniométrie maritime doit faire l'objet d'une réglementation spéciale. Les ondes amorties de 450 et 800 m sont réservées à ce service qui utilisera aussi, le cas échéant, des ondes entretenues sur la longueur de 2 400 m. Un code de service doit être établi, qui fixera la marche à suivre pour demander et obtenir un relèvement radiogoniométrique.

Pour le trafic des stations fixes à grande puissance, l'emploi des ondes entretenues est prescrit dans la majorité des cas, surtout pour les liaisons à grande distance utilisant des ondes de longueur supérieure à 1 500 m. Afin de « désembouteiller » l'éther, l'usage de l'onde de compensation, encore émise parfois dans l'intervalle des signaux de certaines stations radiotélégraphiques à arc, doit être formellement interdit. En raison des conditions extrêmement diverses du service radioélectrique, les gammes de longueurs d'onde proposées ont été choisies dans les limites suivantes :

a) Pour les distances inférieures à 4 000 km :

0 à 220 m	4 000 à 4 500 m
950 à 1 050 m	4 500 à 5 000 m
1 500 à 1 800 m	5 000 à 8 000 m
3 000 à 3 500 m	8 000 à 12 000 m

b) Pour les distances supérieures à 4 000 km, on emploierait, de préférence, les gammes de 8 000 à 12 000 m et au-dessus.

Pour les stations militaires, bien que chaque état conserve à ce point de vue sa souveraineté, les suggestions suivantes sont faites relativement aux gammes d'ondes :

0 à 180 m	1 600 à 1 700 m	3 000 à 4 000 m
350 à 400 m	1 800 à 2 000 m	4 500 à 5 000 m
650 à 700 m	2 200 à 2 300 m	7 000 et au-dessus
950 à 1 600 m	2 600 à 2 800 m	

Toutefois les gammes de 1 050 à 1 500 et de 1 800 à 2 000 m sont exclusivement affectées aux stations militaires.

Au point de vue technique, le progrès consiste à employer des ondes pures, c'est-à dire exemptes d'harmoniques, et à opérer la manipulation au moyen d'appareils automatiques à grande vitesse. On obtient ainsi plus de sélectivité, un meilleur rendement et une portée plus grande résultant de l'accroissement de la netteté et de la régularité des signaux. Les appareils automatiques sont prescrits pour un trafic supérieur à 20 000 mots par jour.

Signalons d'ailleurs que ces vœux ont été exprimés par la Conférence radiotélégraphique internationale consultative, réunie à Paris au mois de juillet 1920. D'ailleurs, depuis la réunion de ces conférences consultatives et préparatoires, certains services, à peine ébauchés à l'époque, ont atteint un développement intense. Tel est le cas des services d'intérêt général relatifs à la mesure du temps, à la météorologie, à la radiogoniométrie, à la sécurité en mer et dans l'air, dont l'efficacité ne saurait plus être méconnue par les compagnies de navigation maritime ou aérienne. En outre, la conférence préparatoire avait à statuer sur la réglementation des services de propagande internationale et des services des stations commerciales, en prenant pour base le principe de la réciprocité des droits et des obligations. Mais l'étude des règlements de service proprement dits, tant intérieurs qu'internationaux, devait être laissée au soin des commissions compétentes.

IV. Conférence radiotélégraphique internationale plénière de Washington (1927). — Pour différentes raisons inhérentes aux difficultés intérieures des Etats, à la reconstruction de l'Europe, à l'œuvre de la Société des Nations et aussi à l'apparition de problèmes techniques et sociaux nouveaux, tels que ceux que pose la radiodiffusion, la conférence plénière prévue depuis 1920 a été ajournée jusqu'à ce jour.

La Conférence radiotélégraphique internationale de Washington s'est ouverte le 4 octobre 1927 sous la présidence de M. Coolidge, qui a souhaité la bienvenue aux délégués. Précisons tout d'abord que cette conférence groupe cinquante délégations nationales. Son ordre du jour, rédigé en français, est un volume de 600 pages qui ne réunit pas moins de 1 600 propositions relatives à des problèmes télégraphiques ou radioélectriques.

Dans ces conditions, il est à prévoir que les délibérations se poursuivront jusqu'à la fin de décembre.

La délégation française, à la tête de laquelle est placé le général Ferrié, compte des savants et des techniciens de haute valeur tels que le professeur René Mesny, le commandant P. Brenot, le commandant Jullien, M. L. Boulanger, directeur de l'exploitation télégraphique, M. E. Girardeau et nombre d'autres.

Le capitaine Eckersley, radiotechnicien britannique distingué et ingénieur en chef de la British Broadcasting Corporation, spécialisé dans les questions de radiophonie, joue à la conférence le rôle d'avocat de l'Union internationale de Radiophonie.

Dès l'ouverture de la Conférence, le secrétaire d'Etat Hoover, chef de la délégation des Etats-Unis et auteur de diverses mesures concernant la radiodiffusion, notamment d'un plan national pour la répartition des longueurs d'onde entre les services des différentes natures, a été élu président. Son discours d'intronisation, après avoir rappelé rapidement le formidable développement des communications radioélectriques, mit en lumière la nécessité pressante de coordonner les efforts nationaux en une collaboration internationale et précisa que la conférence actuelle, dont le champ dépassait de beaucoup celui de la Conférence de Londres, avait à répartir entre les services internationaux toute l'étendue de la gamme des fréquences radioélectriques. M. Hoover ne se fait aucune illusion au sujet des difficultés qui vont surgir : la principale provient du fait que, dans certains pays, c'est une administration gouvernementale qui exploite les communications électriques, tandis que les autres confient cette tâche à des compagnies privées. Et M. Hoover précise : « Les Etats-Unis s'en sont remis à l'industrie privée, à la fois parce que cette méthode est plus conforme au génie national et en raison de la complication résultant de la superposition du gouvernement fédéral aux gouvernements des états ».

Le colonel Purnes, délégué britannique, fit ensuite un résumé historique de l'œuvre de la section radiotélégraphique au Bureau international de l'Union télégraphique, depuis la Conférence radiotélégraphique internationale de Londres en 1912.

La question la plus délicate est celle de la répartition des longueurs d'onde, comme l'a signalé M. Hoover. La raison, c'est que la création incessante de nouveaux postes et de nouveaux services, suscite des interférences de jour en jour plus inextricables. Il s'agit de satisfaire à des exigences suscitées par des moyens techniques nouveaux qui, à peine découverts, se révèlent déjà insuffisants. La Conférence préparatoire de 1920 avait prévu les besoins de la navigation, de l'aéronautique, des communications commerciales, militaires, de presse et d'information. Mais elle n'avait pas prévu des phénomènes sociaux qui, entre deux conférences, modifient profondément les données du problème : il s'agit de la radiophonie et des transmissions privées. Les amateurs d'une part, la radiodiffusion de l'autre réclament chacun une part importante de la gamme des longueurs d'onde radioélectriques qui, malgré ses 22 octaves, se trouve déjà très à l'étroit pour satisfaire à ces trop nombreuses applications.

Fort heureusement, les techniciens, qui savent combien l'œuvre des conférences internationales est lente à s'élaborer — les conventions ne sont souvent mises en vigueur qu'après des années et encore au prix de trop fréquents compromis — les techniciens ont pris les devants et cherché à tirer le meilleur parti des plages de longueurs d'onde. C'est sous leur initiative qu'est née l'Union internationale de Radiophonie, au sujet de laquelle M. Raymond Braillard, le distingué président de sa commission technique, s'exprime comme il suit [1]:

« La Convention de Londres, qui réglemente la télégraphie sans fil du point de vue international, date de 1912. Le cas de la radiophonie n'a donc pas été prévu et aucun accord international ne vient corriger ce que les règlements nationaux des divers pays peuvent avoir de contradictoire ou d'insuffisant en la matière. L'Union internationale de Radiophonie, créée en mars 1925, groupe à Genève la majeure partie des organismes européens de radiophonie.

« Après une série d'études et d'essais effectués par une commission technique nommée à cet effet, un premier plan « européen » de répartition des longueurs d'onde comprises entre 200 et 600 m fut adopté à Genève en mars 1926 et appliqué à la grande majorité des stations européennes depuis le 15 novembre de la même année [2]. Le résultat obtenu fut remarquable dans son ensemble et serait complet s'il ne subsistait quelques causes de troubles provenant de stations non ralliées au plan ou travaillant dans des conditions techniques défectueuses. Un plan de répartition analogue, concernant les stations à grande longueur d'onde, est actuellement à l'étude ».

Ainsi, la Conférence de Washington, prévue pour être seulement « télégraphique et radiotélégraphique » se trouve être en même temps « radiotéléphonique », c'est-à-dire en un mot, « radioélectrique ». Au point de vue téléphonique, sa besogne se trouve singulièrement simplifiée, puisque l'Union internationale de Radiophonie a pris soin de la devancer et qu'il ne lui reste plus qu'à entériner ses dispositions.

Trois conditions techniques doivent être observées pour réduire au minimum les interférences entre les émissions : 1° La fréquence de l'onde émise doit correspondre exactement à celle de l'onde nominale attribuée; 2° L'onde porteuse doit rester stable; 3° L'onde porteuse émise doit être pure, c'est-à-dire exempte d'harmoniques appréciables.

L'absence d'interférence se mesure par l'intervalle

(1) Raymond BRAILLARD et Edmond DIVOIRE : La mesure exacte des longueurs d'onde dans les stations d'émission. *L'Onde électrique*, août 1927, t. VI, p. 359.

(2) Ce plan de la répartition des longueurs d'onde des stations de radiodiffusion a été publié dans l'article du même auteur intitulé : Considérations sur les notions de fréquence et de la longueur d'onde. *Revue générale de l'Electricité*, 26 novembre, 1927, t. XXII, p. 871-879.

existant entre la fréquence de l'onde porteuse d'une émission et celle d'une autre émission susceptible de brouiller la première. On estime à 10000 périodes par seconde la limite inférieure acceptable pour cet intervalle. Afin d'effectuer des mesures très exactes de la fréquence, la Commission technique de l'Union internationale de Radiophonie a mis au point un ondemètre très sensible et très précis.

Une autre question importante, soumise à l'arbitrage de la Conférence de Washington, est celle du statut des amateurs de transmissions privées. Ce problème ne se pose avec une réelle acuité qu'aux Etats-Unis où la transmission est librement autorisée et où toutes les gammes de longueurs d'onde sont depuis longtemps embouteillées, à ce point qu'aucune licence de transmission n'est plus accordée depuis plusieurs années. Les amateurs américains, groupés avec une forte discipline sous l'étendard de l'American Radio Relay League, ont rédigé à l'adresse de la conférence un cahier de revendications. Ils sont d'ailleurs admis officiellement à cette conférence. Leur vice-président a été nommé expert de la commission technique et leur secrétaire chargé d'examiner les propositions relatives aux amateurs. Tous deux font partie de la sous-commission pour la répartition des ondes courtes et c'est là, comme l'on sait, le point névralgique des amateurs de transmission. Les délégations de l'Armée et de la Marine ont fait appel à leur concours. Le développement industriel des ondes courtes est vu d'un assez mauvais œil par les amateurs des Etats-Unis, car les progrès récemment réalisés par la technique des communications commerciales sur 20 m de longueur d'onde menacent de refouler les amateurs vers 12 à 14 m. En revanche, les amateurs proposeront à la conférence de leur réserver exclusivement les ondes de 20, 40 et 80 m, au dépens de la correspondance générale. Quoi qu'il en soit, les délégués américains de l'American Radio Relay League prennent très au sérieux leur rôle de champion des privilèges de tous les amateurs du monde.

Comme nous l'avons indiqué plus haut à propos de la Conférence préparatoire, la question des ondes amorties va se poser à nouveau avec âpreté à la conférance plénière, et d'autant plus que les transmissions en ondes amorties, faites par les stations côtières, les stations de bord et les stations fixes d'intérêt général, gênent considérablement le développement de la radiodiffusion, parce qu'il est pratiquement impossible d'éliminer les brouillages qui en résultent. C'est à la fois une question d'ordre technique, commerciale et financière. Il est certain que, toutes choses égales d'ailleurs, les armateurs répugnent à remplacer du jour au lendemain leurs stations à ondes amorties par des stations à ondes entretenues. Un journal anglais bien informé, « The Wireless World », propose d'indemniser les armateurs en utilisant les bénéfices fournis par la vente des licences de radiodiffusion. Excellente idée, applicable seulement dans les pays où la radiodiffusion est taxée. En réalité le problème est plus complexe, parce qu'il est évident qu'il faut maintenir simultanément à bord des navires une station à ondes amorties et une station à ondes entretenues, appelée à fonctionner l'une à la place de l'autre en cas de secours ou de détresse. A la rigueur, les ondes amorties peuvent être remplacées par les ondes entretenues modulées ou fractionnées à une fréquence musicale. La tonalité de la note musicale pourrait d'ailleurs être déterminée par la Convention internationale. Il faut, en effet, que le signal de détresse puisse être capté facilement et identifié rapidement. D'ailleurs, le problème a déjà fait de grands progrès depuis 1912 ; la mise au point d'appareils automatiques pour la réception et la transmission du signal S O S permet d'abréger les heures de veille à bord et même de réduire le personnel radiotélégraphique.

Les interférences peuvent être encore réduites grâce à des conventions particulières entre les états. C'est ainsi que la Grande-Bretagne, le Canada, les Etats-Unis et l'Allemagne interdisent à leurs navires d'émettre sur l'onde de 450 m à moins de 250 milles marins des côtes de ces pays, afin de ne pas troubler les opérations de relèvement radiogoniométrique et d'éviter les brouillages trop nombreux avec les émissions de radiodiffusion.

Signalons pour terminer une initiative originale, qui donne une idée du nombre et de la variété des propositions faites à la Conférence radiotélégraphique internationale de Washington. La marine belge étudie les moyens de permettre aux capitaines de navire de recevoir par messages radioélectriques des consultations médicales transmises par des médecins ou des institutions hospitalières à terre, en cas d'accident ou de maladie à bord. Les signaux de priorité et le choix d'une longueur d'onde exclusive assureraient une transmission rapide. L'organisation comporte la désignation des stations terrestres que les capitaines des navires doivent appeler ainsi que la liste des établissements d'assistance susceptibles de rendre le service demandé à toute heure du jour et de la nuit. Il est évident qu'une telle organisation serait très appréciée de la multitude des navires, petits et moyens, qui sont dépourvus de service médical.

En résumé, la tâche de la Conférence radiotélégraphique internationale de Washington apparait formidable, mais il ne faut pas désespérer qu'elle arrive à bonne fin, grâce aux concours nationaux et internationaux, comme celui de l'Union internationale de Radiophonie, qui lui ont si clairement ouvert la voie.

Michel Adam,
Ingénieur E. S. E.

La Semaine de Discussions d'octobre 1927 de la Société française des Electriciens (*Suite*) (*)

Travaux de la deuxième Section

La deuxième journée de la Semaine de Discussions a été consacrée à l'examen d'un certain nombre de questions relatives à l'éclairage électrique, domaine aux travaux duquel est dévoluée l'activité de la deuxième Section du Comité d'Administration de la Société française des Electriciens. Une séance unique présidée par M. Maurice Leblanc, directeur de la Société anonyme Hewittic et président de cette section, a occupé cette journée, le 25 octobre.

Les questions portées à l'ordre du jour de cette séance étaient les suivantes : détermination d'une base scientifique pour la fixation des minima d'éclairement recommandés, par M. M. Leblanc ; mesure pratique de la valeur d'éblouissement d'une source lumineuse, par M. M. Leblanc; le pouvoir réflecteur des divers matériaux, par M. Waguet; l'éclairage des studios par lampes à incandescence survoltées, par M. Abgrall.

1. Détermination d'une base scientifique pour la fixation des minima d'éclairement recommandés. — A. Rapport de M. Maurice Leblanc. — L'auteur rappelle qu'en 1924, la Commission internationale de l'Eclairage réunie à Genève, avait décidé d'adopter internationalement, pour la rédaction des codes d'éclairage des usines, la classification des minima d'éclairement recommandés du rapport présenté par la délégation américaine. Ces valeurs minima sont consignées dans le tableau I suivant :

TABLEAU I.

CATÉGORIES	EXIGENCES REQUISES	ÉCLAIREMENTS MINIMA en lux
c	Quand le discernement des détails est inutile....................	5
d	Quand un discernement approximatif des détails est nécessaire.	10
e	Quand un discernement modéré des détails est nécessaire......	20
f	Quand un bon discernement des détails est nécessaire..........	30
g	Quand un discernement des petits détails est nécessaire..........	50

Ces valeurs ayant donné satisfaction aux Etats-Unis, la Commission chargée d'étudier la revision du code américain d'éclairage n'a proposé à ces règles que des modifications insignifiantes. Par contre, les délégations étrangères semblent peu disposées à accepter ces valeurs sans discussion. C'est ainsi que la délégation française a proposé, à la réunion de Bellagio.

Pour la catégorie *f*, 40 lux au lieu de 30.

Pour la catégorie *g*, 60 lux au lieu de 50 et la création d'une nouvelle catégorie à 80 lux.

L'Italie recommande des valeurs un peu plus élevées pour tenir compte du manque d'uniformité dans l'éclairement, du vieillissement des lampes, etc. La Grande-Bretagne, d'après des expériences exécutées dans des ateliers de typographie, préconise des valeurs d'éclairement allant jusqu'à 200 lux. Enfin, les délégations suisse et russe ont proposé des modes de classification très différents du mode américain.

M. Maurice Leblanc estime qu'une base scientifique indiscutable est nécessaire, autrement l'adoption de valeurs moyennes, bien que pouvant être facilement agréée par tous les pays, risquerait d'amener des modifications de ces valeurs pour tenir compte d'expériences personnelles. Le rapporteur a donc suggéré qu'on pourrait adopter sans inconvénient, sauf pour quelques professions spéciales, la classification américaine qui est basée sur l'acuité visuelle, bien qu'elle ne tienne pas compte de l'effet total utile de l'éclairage. On pourrait alors classer les éclairements normaux recommandés, de la manière suivante :

5 lux quand une acuité visuelle *a* est nécessaire.

10 lux quand une acuité visuelle *b* est nécessaire, etc.

On pourrait établir cette liste sans ambiguïté pour l'œil moyen. Il resterait à déterminer quelle est pour chaque profession, l'acuité visuelle minimum nécessaire et cette détermination pourrait être effectuée, semble-t-il, avec une précision suffisante.

B. Discussion. — Dans la discussion qui a suivi la présentation de ce rapport et à laquelle ont pris part MM. Arquembourg, Bunet, Fourcault, Jouaust, Maisonneuve, Mathivet, J.-B. Pomey, de Valbreuze et M. l'Inspecteur délégué par le ministère du Travail, on a fait ressortir les difficultés d'appréciation de l'éclairement requis dans l'exercice de certains métiers, par exemple chez les typographes qui parfois s'accommodent très bien de conditions défectueuses d'éclairement. Il semble toutefois qu'en améliorant la qualité de la lumière, on arriverait à augmenter la vitesse de production et à réduire le nombre des erreurs. D'autre part, il peut exister des cas où un éclairement mini-

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 26 novembre 1927, t. XXII, p. 860-864.

mum supérieur à 80 lux soit nécessaire, par exemple pour des travaux effectués sur du velours noir.

Une autre question soulevée concerne la distinction à établir entre la valeur minimum d'éclairement nécessaire pour l'exercice, dans de bonnes conditions, d'un métier déterminé et la valeur minimum prescrite par la législation du travail. Or, dans tous les cas, les valeurs minima proposées restent supérieures à celle correspondant à l'éclairage de circulation, par conséquent, les prescriptions législatives resteront toujours observées.

La question de savoir si l'éclairage fourni par des lampes alimentées en courant alternatif, amène, à la longue une fatigue de la vision plus rapide qu'avec les lampes alimentées en courant continu, a été envisagée. Le courant alternatif à 50 p : s semble donner lieu, au point de vue physiologique, à des effets semblables à ceux obtenus dans l'éclairage en courant continu. Il faut considérer, en effet, que les radiations ne dépendent que de la température du filament et on doit tenir compte de l'inertie calorifique de ce dernier. La manipulation d'objets brillants peut avec l'éclairage par courant alternatif, donner lieu à des effets stroboscopiques gênants. Toutefois, on n'a pu encore déterminer avec exactitude la fréquence minimum au-dessous de laquelle la gêne due aux fluctuations de lumière, apparaît.

En résumé, il semble qu'il soit nécessaire, dans l'éclairage industriel, d'envisager d'abord la sécurité au point de vue de la circulation dans les ateliers, ensuite d'assurer l'hygiène de l'œil au moyen d'un éclairage tel qu'il ne puisse exister de fatigue visuelle, enfin, d'obtenir un rendement satisfaisant dans le travail, en adaptant l'éclairement à chaque genre de profession.

Les deux premiers points précités peuvent faire l'objet d'une réglementation, mais pour le dernier point, chaque profession doit définir l'éclairement le mieux approprié pour que soient réalisées les conditions qui procureront le rendement optimum dans le travail. A cet égard, des expériences sont nécessaires dans chaque catégorie d'industries, mais leur réalisation rencontre de nombreuses difficultés qu'il est facile de concevoir.

II. La mesure pratique de la valeur d'éblouissement d'une source lumineuse. — A. Rapport de M. Maurice Leblanc. — Le phénomène d'éblouissement causé par une source lumineuse, constitue une des questions les plus complexes de la science de l'éclairage. Il n'a pas été possible jusqu'alors de concevoir un appareil permettant de mesurer la valeur de l'éblouissement d'une source donnée dans des conditions déterminées. C'est pourquoi la délégation américaine à la réunion de la Commission internationale de l'Eclairage, à Bellagio, a proposé l'établissement d'une règle permettant de savoir si dans des conditions données, une source lumineuse présente un éblouissement acceptable ou non.

Pour caractériser l'éblouissement d'une source quelconque, on peut créer une échelle des valeurs d'éblouissement au moyen d'une série de lampes à incandescence dépolies, de puissances variant de 10 à 1000 w et rangées les unes à côté des autres dans l'ordre croissant. De nombreuses expériences exécutées avec des centaines de sujets, montrent alors qu'en prenant une source quelconque, tous ces derniers la placent au même degré de l'échelle. D'où l'on conclut, d'après la délégation américaine, que l'œil humain est capable d'une sensation d'éblouissement bien définie.

On détermine en second lieu, pour un grand nombre de cas de la pratique, le maximum d'éblouissement exprimé en degrés de l'échelle précitée, qui peut être toléré en tenant compte de la hauteur de la source lumineuse au-dessus du sol, de la forme des locaux, etc.

Cette mesure pratique mérite de retenir l'attention bien qu'elle se prête à de sérieuses critiques : deux sources estimées d'éblouissements égaux en laboratoire conservent-elles cette égalité dans les conditions de la pratique, d'après le jugement des observateurs ? La couleur du fond de comparaison et la hauteur de la source par rapport à l'œil ne faussent-elles pas l'appréciation ? De plus, fait encore remarquer le rapporteur, on ne peut, par cette méthode, tenir compte de l'éblouissement par réflexion qui, dans certains cas, joue un rôle considérable. Enfin un matériel encombrant est nécessaire pour l'application de cette méthode.

M. M. Leblanc suggère qu'il serait plus simple de n'utiliser comme étalon d'éblouissement qu'une seule lampe dont on ferait varier la tension d'alimentation avec un rhéostat. Cette tension définirait la valeur d'éblouissement.

On ne peut fixer les chiffres fondamentaux d'un règlement concernant l'éblouissement, d'après seulement l'expérience de certaines personnes, car il est difficile de faire abstraction d'habitudes locales et c'est là une difficulté au point de vue international.

Un critérium serait, d'après M. M. Leblanc, la diminution d'acuité visuelle à éclairement constant, en se basant sur les expériences du professeur Bordoni relatives à la variation du coefficient de perceptibilité avec l'éblouissement. Mais cette question est très complexe du fait que ce facteur de diminution est probablement fonction de l'éclairement et de la hauteur de la source.

L'orateur conclut qu'il n'est cependant pas impossible d'aboutir à un résultat dans ce sens et ainsi, d'arriver à une détermination scientifique de l'éclairement d'un atelier.

B. Discussion. — M. Maurice Leblanc donne lecture d'une note adressée par M. le docteur Couvreux, dans laquelle celui-ci critique la mesure de la gêne que cause l'éblouissement par le sujet qui le subit, car, du fait que ses réflexes sont diminués, résulte une altération de la mesure. M. Couvreux attire l'attention sur le fait que la vitesse de réaction doit être mesurée sur un sujet dans un état psychique normal et que dans

les questions de brillance, on doit se préoccuper de la couleur. Ce dernier point est contesté par M. M. Leblanc.

Dans la courte discussion qui suivit et à laquelle prirent part MM. Abgrall, Jouaust, Mathivet et Roux, on a fait ressortir l'importance d'une étude de l'éblouissement par réflexion et aussi de l'opportunité de réaliser des mesures dans lesquelles on tiendrait compte de la brillance d'une source et de l'éclairement de l'ambiance dans laquelle elle est plongée.

III. Méthode de mesure des facteurs de réflexion. — Rapport de M. Waguet. — Ce rapport est un exposé critique très complet des méthodes qui ont été proposées jusqu'à présent pour la mesure des facteurs de réflexion. L'importance de ce travail ne nous permet pas d'en donner ici un compte rendu sommaire. Le rapport de M. Waguet fera donc l'objet d'une analyse détaillée que nous publierons ultérieurement.

IV. L'éclairage des studios par lampes à incandescence survoltées. — A. Rapport de M. Abgrall. — L'éclairage des studios a été réalisé jusqu'à présent au moyen, principalement, de lampes à arc et à vapeur de mercure. On a cherché également à employer des lampes à incandescence et le rapporteur étudie le cas où ces lampes sont alimentées sous une tension supérieure à celle pour laquelle elles ont été construites. Il envisage le rapport entre l'actinicité et l'augmentation de la tension aux bornes de la lampe à incandescence. Au point de vue de la qualité des radiations émises par cette dernière, les émulsions panchromatiques peuvent être employées contrairement à ce qui existe avec les lampes à arc et à vapeur de mercure et on obtient ainsi un fini très appréciable de l'image.

Un problème très important à résoudre est celui de l'ambiance. Avec l'emploi des arcs, on cherche par des dispositions appropriées des réflecteurs, à donner une ambiance satisfaisante et à corriger les ombres. Avec les arcs à vapeur de mercure, les contours ne sont pas nets. Au contraire, par l'emploi des lampes à incandescence on obtient de bons premiers plans.

Au point de vue de la vie des lampes, le rapporteur a suggéré qu'il serait possible d'arriver à des résultats intéressants au moyen de variations périodiques de la tension.

La vie des lampes survoltées peut se trouver réduite en raison du phénomène de choc à l'allumage, d'où la nécessité d'effectuer une mise sous tension progressive de ces lampes en utilisant dans ce but des résistances appropriées.

Les lampes à incandescence exigent une bonne ventilation surtout dans les ateliers de photographie. On peut, à cet effet, employer des ventilateurs soufflant entre la lampe et le réflecteur.

Le rapporteur souhaite en terminant que l'industrie française cinématographique cesse d'être tributaire des fournisseurs étrangers du fait que les constructeurs français sont actuellement en mesure de fournir du matériel donnant entière satisfaction relativement à l'éclairage des studios.

B. Observations de M. Matigot. — M. Matigot fait remarquer que c'est au point de vue du rendu des couleurs qu'il faut augmenter la tension des lampes à incandescence et que l'intérêt de ces dernières réside particulièrement dans la possibilité d'adaptation des radiations de la source à l'émulsion des films. Il a été possible, au début, d'obtenir des résultats avec les émulsions orthochromatiques grâce à l'emploi d'écrans, mais ces derniers conduisent à une dépense supplémentaire d'énergie.

Un autre avantage des lampes à incandescence à basse tension, 20 à 35 v, est la possibilité de les employer sur des réseaux à courant alternatif, ce qu'on ne peut faire avec les arcs. On s'affranchit ainsi des sujétions et des dépenses inhérentes aux convertisseurs rotatifs.

Le contrôle de la qualité des lampes peut s'effectuer avantageusement avec des appareils micropyrométriques. Avec une qualité déterminée de pellicule, il y aura une température du filament bien définie pour laquelle le micropyromètre donne une indication suffisante.

M. Matigot estime qu'il n'est pas besoin de pousser au maximum l'incandescence du filament. Une augmentation de tension de 18 à 20 pour 100 est suffisante et donne à la lampe une vie utile de 250 à 300 heures. Il fait remarquer que ce qui limite l'augmentation de tension dans une lampe à incandescence, c'est la fragilité des supports intermédiaires du filament.

Avec les lampes à incandescence, on constitue des plafonniers dans les studios, tandis qu'avec les arcs, on est obligé d'utiliser des bâtis métalliques; enfin, l'emploi des arcs nécessite un certain réglage avant l'obtention du régime, ce qui n'a pas lieu avec les lampes à incandescence.

Le tableau II, présenté par M. Matigot, indique l'influence de l'augmentation de la tension sur les caractéristiques d'une lampe à incandescence. On voit, par exemple, qu'un accroissement de tension de 6 pour 100 conduit à une augmentation de 3,5 pour 100 du courant absorbé, de 9,5 pour 100 dans la consommation d'énergie, etc. — L. V.

TABLEAU II.

TENSION	COURANT	CONSOMMATION	FLUX	WATTS par lumen	INTENSITÉ LUMINEUSE	VIE DES LAMPES
100	100	100	100	100	100	100
106	103,5	109,5	120,5	91	110	52
115	108	113	128	88	113	14
125	113,5	142	209,5	68	147	

(A suivre.)

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Ondes mobiles : propagation, formation et protection *(Suite)* (*)

TROISIÈME PARTIE : Recherches expérimentales et considérations pratiques

Dans cette troisième partie, l'auteur expose les dispositifs utilisés pour la vérification expérimentale des théories développées précédemment et montre les dangers que présentent les ondes à front raide. Il étudie le rôle physique de ces ondes dans les cas de la pratique et indique comment elles contribuent à l'établissement des régimes transitoires (oscillatoires ou exponentiels) et des régimes permanents. Il examine particulièrement leur propagation dans les enroulements des transformateurs et le processus des accidents qui peuvent en résulter. Enfin, il conclut en indiquant les recherches qu'il convient d'effectuer encore pour déterminer, en toute connaissance de cause, les conditions à imposer pour l'isolation des enroulements.

I. **Vérifications expérimentales**. — Nous avons cherché à contrôler par l'expérience les résultats que nous avons énoncés et, en particulier, ceux relatifs à la forme des ondes de fermeture et d'ouverture. Il ne nous est pas possible de reproduire ici la totalité de nos mesures ; nous nous contenterons donc de rapporter les principales.

Nous avons réalisé le schéma de la figure 1. Un transformateur T protégé par divers dispositifs, charge à la tension de 12 000 v un condensateur K et, par l'intermédiaire d'un interrupteur tournant, un circuit comprenant un tronçon de ligne BC d'impédance Z_1, un second tronçon CD d'impédance Z_2 replié sur lui-même, un dispositif étaleur-amortisseur permettant d'éviter dans une large mesure les réflexions d'ondes et une résistance R [1].

L'interrupteur tournant dans l'air, est mû par un moteur synchrone alimenté par la même source que le transformateur. La variation de la position des contacts qui sont doubles, permet d'établir le courant et de l'interrompre à des instants bien déterminés.

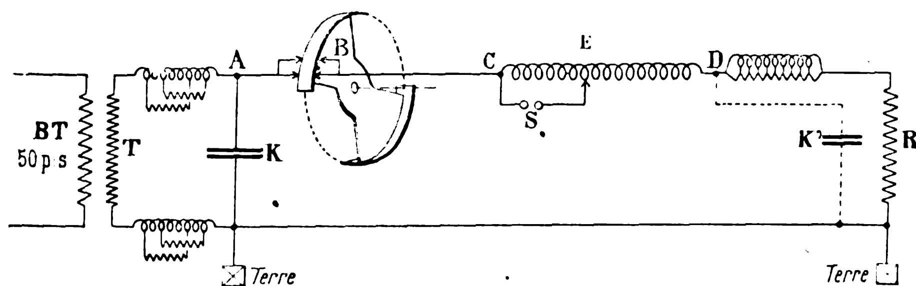


Fig. 1. — Schéma du dispositif d'essai pour l'étude des ondes à front raide.

Un spintermètre à sphères S dérivé entre le point C et un point variable E du conducteur CD permet d'enregistrer la tension maximum existant au passage d'un front d'onde.

1. Première série d'essais : fermeture d'un générateur de capacité pratiquement infinie sur un circuit homogène.

Prenons pour le condensateur K une forte capacité pour réaliser la condition d'une source de capacité infinie par rapport à la ligne BCD. Réglons l'interrupteur tournant pour que la fermeture s'opère au moment où la tension est voisine du maximum et que l'ouverture s'opère au moment où la tension (et le courant qui est en phase) est nulle, c'est-à-dire sans surtension. Dans ces conditions, l'interrupteur reste fermé une période trois quarts et ouvert une période un quart.

La ligne réduite à la portion CD par la suppression du tronçon BC, est parcourue à chaque fermeture par une onde de charge à front raide dont l'amplitude

(*) *Revue générale de l'Électricité*, 19 et 26 novembre 1927, t. XXII, p. 815-826 et 865-871.

[1] Les réflexions d'onde auraient pu être évitées tout simplement en donnant à R une valeur R égale à Z_2 (voir paragraphe III, 3e alinéa, de cette troisième partie). Mais, ne disposant pas d'une puissance suffisante, nous avons dû conserver à R une valeur constamment supérieure.

maximum est la tension maximum instantanée du transformateur, soit $12\,000 \times \sqrt{2}$ v.

Nous enregistrons au moyen du spintermètre S la tension maximum existant entre deux points du conducteur CD, de plus en plus éloignés. Nous obtenons ainsi des résultats qui paraissent vérifier [1] la réalité des formes des fronts d'onde représentés sur les figures 4 et 5 de la deuxième partie de cette étude. Dans le cas particulier, à peu près réalisé en pratique, où le gradient de potentiel est maximum à la base du front d'onde et décroît progressivement vers le sommet, la courbe relevée expérimentalement coïncide avec la forme de l'onde.

Le gradient de potentiel maximum ainsi relevé est de 400 v : m. Le mode de mesure donne plutôt une erreur par défaut que par excès (retard du spintermètre). La vitesse périphérique de l'interrupteur tournant est de 9 m : s : elle est beaucoup plus rapide que la vitesse de fermeture d'un interrupteur aérien. Nous avons vérifié qu'en réduisant cette vitesse à 4,5 m : s, on réduisait très légèrement (c'est à peine sensible) la raideur du front d'onde.

Nous avons constaté, en faisant varier la tension du transformateur ou en changeant le moment de fermeture par réglage de l'interrupteur tournant, que la raideur du front d'une onde de fermeture augmente avec la tension.

Nous avons vérifié que lorsque la capacité du condensateur K est très grande, la forme du front d'onde se rapproche de celle de la figure 4 de la deuxième partie de cette étude. Tandis que, lorsque cette capacité diminue, on obtient au contraire la forme de la figure 5 (deuxième partie), l'amplitude de l'onde initiale diminuant également.

2. Deuxième série d'essais : fermeture d'un générateur de capacité pratiquement infinie sur un circuit hétérogène. — Nous répétons l'expérience précédente en intercalant entre l'interrupteur tournant et le tronçon de ligne CD, le tronçon BC d'impédance Z_1, plus faible que Z_2, avec sensiblement $Z_2 = 3Z_1$ et $c_1 = c_2$. Nous obtenons alors des résultats analogues aux précédents; mais la raideur du front de l'onde et son amplitude sont augmentées et le gradient maximum devient environ 600 v : m.

Nous remplaçons alors le tronçon BC par un tronçon d'impédance Z_1 très forte. La raideur et l'amplitude de l'onde de charge mesurée sur le tronçon Z_2 sont très réduites, l'allure générale restant la même.

Cette seconde série d'essais vérifie les lois régissant la réfraction d'une onde en un point de transition. Elle constitue en même temps une indication précieuse en matière de protection.

3. Troisième série d'essais : fermeture d'un élément de circuit chargé sur un élément inerte. — Nous répétons la précédente série d'essais en plaçant l'interrupteur tournant entre les tronçons Z_1 et Z_2. La capacité propre de l'interrupteur étant tout à fait négligeable, nous constatons que la raideur et l'amplitude des ondes est environ la moitié de ce qu'elle est dans la seconde série d'essais. Cela vérifie la loi de fermeture d'un circuit chargé sur un autre inerte et montre que moins il y a de capacité concentrée au voisinage d'un interrupteur, moins grande est l'amplitude des ondes de fermeture.

Si nous prenons pour Z_1 un conducteur de très forte impédance, tel qu'une bonne bobine de self-inductance ou un amortisseur de surtensions, l'amplitude des ondes qui se propagent sur Z_2 est très faible.

4. Quatrième série d'essais : ouverture d'un circuit non inductif. — Nous réglons l'interrupteur tournant pour que la fermeture s'opère au moment où la tension est nulle, c'est-à-dire sans onde de charge à front raide et l'ouverture au voisinage du maximum de tension, de manière à enregistrer des ondes d'ouverture. Il se produit aux contacts de l'interrupteur tournant des arcs de rupture de plusieurs centimètres de longueur, montrant que la rupture met un temps appréciable à s'accomplir. Les ondes ainsi déclenchées ont un front très peu incliné et le gradient maximum enregistré dans les mêmes conditions que la première série d'essais est de 100 v : m. Cela prouve bien que les ondes d'ouverture d'un circuit non inductif ne présentent aucun danger.

5. Cinquième série d'essais : ouverture d'un circuit inductif. — Nous maintenons les conditions de la quatrième série d'essais avec cette différence que nous plaçons en parallèle avec la résistance une charge inductive représentée par un condensateur K'. Il se produit alors une forte surtension au moment de l'ouverture de l'interrupteur. Cette surtension est due à la libération des charges accumulées dans le condensateur K'. Nous enregistrons un gradient de potentiel variable suivant le moment de l'ouverture, pouvant atteindre 800 v : m, l'amplitude maximum de l'onde de décharge étant de l'ordre de 25 000 v. L'introduction d'une résistance en série a pour effet de réduire la surtension [1].

6. Sixième série d'essais : substitution a l'interrupteur tournant d'un parafoudre a cornes. — Tous les essais qui précèdent ont été refaits en remplaçant l'interrupteur tournant par un parafoudre à cornes entre les branches duquel un arc s'amorce et s'éteint d'une demi-fois à trois fois environ par seconde. Les résultats déjà obtenus se sont trouvés vérifiés. Pour l'essai avec une charge non inductive, on observe très nettement qu'une étincelle jaillit au spintermètre S au moment où le parafoudre s'amorce, tandis que rien ne se produit à l'extinction. Avec une charge inductive, il ne se

[1] Nous ne saurions être tout à fait affirmatif pour les raisons formulées un peu plus loin dans la remarque 4.

[1] Nous étudierons plus spécialement ce point au paragraphe III, sur les interrupteurs et résistances de choc, dans la quatrième partie de notre étude.

produit d'étincelle au spintermètre qu'au moment de l'extinction de l'arc et non pendant que celui-ci se maintient, ce qui prouve que les oscillations produites dans l'ensemble du circuit n'ont pas une amplitude bien considérable. L'emploi d'un parafoudre, qui est plus simple que l'emploi de l'interrupteur tournant, fournit un mode d'essai très pratique pour la mesure de l'efficacité des appareils de protection. Toutefois, dans certains cas, il ne permet pas de se rendre bien compte de la cause déterminante des ondes dont on observe la raideur.

7. Septième série d'essais : substitution a l'interrupteur tournant d'un éclateur dans l'huile. — Nous avons repris tous nos essais avec un interrupteur dans l'huile [1], puis avec un simple éclateur dans l'huile. Tous les résultats acquis se sont trouvés confirmés. Seulement le gradient de potentiel des ondes est plus élevé. Par exemple, dans les conditions de la première série d'essais, nous avons observé un gradient de 5 à 600 v : m. Dans les conditions de la cinquième série d'essais, nous avons enregistré des gradients de 1 000 v : m. L'emploi de l'éclateur dans l'huile constitue un moyen particulièrement démonstratif pour l'essai des appareils de protection contre les ondes à front raide, car il correspond aux conditions de la pratique. Il équivaut, en effet, aux interrupteurs dans l'huile.

8. Huitième série d'essais sur des conducteurs a amortissement élevé. — Nous avons enfin effectué une série de mesures avec des conducteurs présentant un amortissement considérable (fil de cuivre de 0,25 à 0,30 mm de diamètre et fil de fer de 0,4 mm de diamètre). Nous avons observé comment se fait l'amortissement en mesurant le gradient maximum de potentiel entre deux points séparés par une distance fixe, ces deux points se déplaçant le long du conducteur. Nous avons obtenu ainsi une courbe de décroissance d'allure exponentielle. Nous en reparlerons à propos des transformateurs [2].

Remarque 1. — Nos mesures de tension instantanée ont été effectuées avec un spintermètre à boules de 60 mm de diamètre largement ventilé et à l'abri de toute radiation susceptible de l'influencer. Un grand nombre de mesures ont été contrôlées avec un spintermètre à aiguilles qui donne des distances bien plus grandes pour la même tension et permet des lectures plus faciles. Pour les gradients que nous avons observés, nous n'avons pas trouvé de différences bien considérables entre les indications des deux appareils.

D'ailleurs, pour des gradients élevés, le spintermètre à aiguillés ne peut donner que des erreurs par défaut.

[1] Plus exactement avec un éclateur dans l'huile en série avec l'interrupteur tournant, ce qui revient au même.

[2] Première partie, paragraphe VIII.

Remarque 2. — Nous avons dû borner nos investigations dans le domaine des tensions croissantes à 15 000 v (tension maximum instantanée de 22 500 v). Cela nous a permis cependant de vérifier que le gradient maximum de potentiel au front d'une onde, croît lorsque la tension augmente. Les valeurs que nous avons obtenues ne sont donc valables que pour des tensions de service de l'ordre de 10 000 à 15 000 v. Il est certain que, sur les réseaux à très haute tension, il doit se produire des ondes présentant un gradient de potentiel de plusieurs milliers de volts par mètre. Il ne serait pas inutile de faire quelques mesures sur les réseaux en service au moment de la fermeture ou de l'ouverture des disjoncteurs.

Remarque 3. — On nous excusera de ne pas donner des résultats numériques plus nombreux. Nous ne voulons pas, en effet, encombrer cette étude d'ensemble de trop nombreux détails. Nous aurons d'ailleurs, par la suite, l'occasion de publier de plus abondantes données expérimentales sur quelques points particulièrement intéressants.

Remarque 4. — On objectera peut-être, non sans raison, que nos résultats n'ont pas une valeur indiscutable du fait que nous avons opéré sur des tronçons de lignes de longueurs trop courtes (quelques centaines de mètres au total). Nous croyons cependant pouvoir affirmer que les erreurs dues aux phénomènes de réflexion d'ondes ne sont pas très considérables, en raison des précautions prises pour les éviter (étalement et amortissement des ondes réfléchies). Cette affirmation est basée sur les résultats d'expériences effectuées dans quelques cas avec des longueurs croissantes pour les tronçons de lignes. Néanmoins, étant donné l'importance de la question, nous nous proposons de recommencer nos mesures avec des lignes de quelques kilomètres et, si l'occasion se présente, avec des lignes industrielles de grande longueur. Il convient de noter que nous avons poursuivi nos investigations en employant le plus souvent des conducteurs de faible section présentant un amortissement considérable et quelquefois, des conducteurs de forte résistance donnant un amortissement encore plus considérable. Dans ces conditions, les phénomènes de réflexion d'ondes ont moins d'importance que sur les lignes industrielles et l'on peut obtenir des résultats valables avec des longueurs plus faibles. D'ailleurs, nous n'avons prétendu obtenir que des ordres de grandeur et non des résultats précis.

II. Danger des ondes à front raide. Accidents. — De l'étude de la formation des ondes à front raide que nous avons rappelée aux paragraphes II, III, et IV de la deuxième partie, il ressort que toutes les installations, qu'il s'agisse de lignes aériennes ou souterraines ou de transformateurs, d'alternateurs, etc., sont parcourues par des ondes.

Leur amplitude maximum est limitée, dans tous les cas, par l'isolement du réseau et est, par conséquent, proportionnelle à ce dernier.

Les réseaux aériens qui subissent les influences atmosphériques sont, plus souvent que les réseaux souterrains, parcourus par des ondes mobiles, mais le danger n'est guère plus grand (abstraction faite des coups de foudre directs), étant donné que le gradient de potentiel au front d'une onde d'origine atmosphérique est généralement plus faible qu'au front d'une onde de fermeture ou d'une onde de décharge due à un arc à la terre.

Le gradient de potentiel au front d'une onde peut atteindre couramment plusieurs centaines de volts par mètre et même, dans certains cas, plusieurs milliers de volts par mètre, tout au moins dans le voisinage immédiat du point où elle a pris naissance.

Il convient de remarquer que la considération du gradient de potentiel au front d'une onde, n'a pas une signification bien précise si l'on n'a pas soin de spécifier en même temps l'impédance d'onde, la vitesse de propagation de l'élément de circuit sur lequel se trouve momentanément ce front d'onde et les caractéristiques de l'élément de circuit qui suit et sur lequel on aura à évaluer le danger dû à la présence d'une surtension longitudinale.

On comprendra mieux cette remarque en se reportant aux figures 4 et 5 de la première partie qui montrent la transformation subie par une onde lors d'un changement des constantes du circuit. Si l'on suppose les pertes nulles, l'amplitude d'une onde peut devenir 1,5 à 2 fois ce qu'elle était et le gradient 4 à 6 fois en passant d'une ligne aérienne ou d'un câble dans un transformateur, ou, au contraire, être réduits dans la même proportion si le sens dans lequel circule l'onde, est inversé.

La considération du gradient de potentiel au front d'une onde ne prend guère de signification pratique que dans les transformateurs ou, plus généralement, les machines comportant des enroulements, car alors, les différences de potentiel considérables peuvent exister entre des spires voisines, pendant le passage du front d'onde.

Il peut donc se produire des amorçages entre spires ou entre couches, qui ouvrent le passage à des arcs dynamiques alimentés par le courant normal de service, et qui produisent les effets destructifs constatés. C'est l'accident classique des transformateurs. Nous montrerons au paragraphe VII de cette troisième partie pourquoi ces perforations ne se produisent pas toujours sur les premières galettes.

Pour bien montrer qu'une onde à front raide peut facilement provoquer des amorçages entre spires, nous citerons un exemple. Nous avons eu à examiner des transformateurs de 4 000 kv-A, 30 000/8 000 v, qui présentaient fréquemment des percements entre couches sur l'enroulement à 30 000 v. Les galettes sont composées de quatre couches de 16 spires en fil méplat, ainsi qu'il est indiqué sur la figure 2. La longueur moyenne des spires est de 1,20 m, ce qui donne pour deux couches une longueur de 1,2 m × 16 × 2 = 38,40 m. Les couches sont séparées entre elles par un disque en presspahn de 1 mm d'épaisseur ne débordant pas de plus de 1 mm. La distance normale A entre deux couches est d'environ 3 mm et, en tenant compte d'inévitables imperfections de réalisation, peut descendre au-dessous de 2 mm. Elle est normalement suffisante, car la tension maximum entre couches est de 350 v environ. Lorsqu'une onde à front raide dont le gradient de potentiel est de 800 v : m [1] parcourt l'enroulement, la tension entre couches peut atteindre 26 000 v. Admettons que l'huile usagée du transformateur ait une tension de percement de 25 000 v : cm, entre sphères, soit 16 000 v

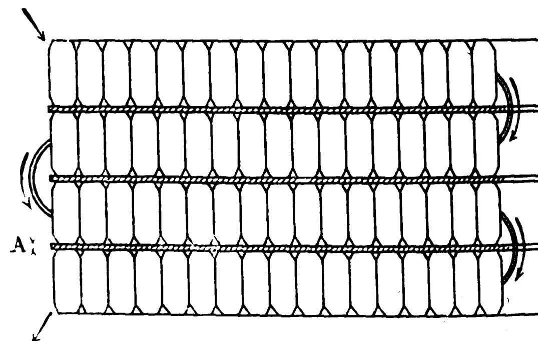


Fig. 2. — Coupe d'une galette de transformateur (enroulement en fil méplat).

au plus pour des électrodes ayant un rayon de courbure faible, comme c'est le cas pour deux spires consécutives. Admettons encore que la tension instantanée nécessaire au percement soit deux à trois fois plus forte que la tension continue produisant le même effet. On voit aisément que les 2 à 3 mm d'huile qui séparent deux couches donnant une tension de percement par une onde à front raide de 10 000 à 16 000 v, seront aisément et inévitablement traversés par une tension de 26 000 v.

Les ondes mobiles donnent lieu à d'autres accidents. Lorsqu'elles se réfléchissent aux points de transition ou à l'extrémité de circuits ouverts (fig. 4 et 7 de la première partie, de cette étude, leur amplitude peut être doublée. Or, comme leur amplitude initiale peut être, ainsi que nous l'avons vu, notablement plus élevée que la tension de service, la tension pourra atteindre parfois trois à quatre fois la tension normale et provoquer des amorçages à la masse. Nous avons pu constater souvent, pour cette raison, des perforations d'isolateurs d'entrée de transformateurs et, sur les réseaux souterrains, des perforations de boîtes d'extrémité, d'isolateurs de sectionneurs, de transformateurs de courant, de transformateurs de tension (à la masse ou entre spires), ainsi que nous l'avons déjà signalé. Par paragraphe VIII de la première partie de cette étude.

(1) Cette valeur n'a rien d'excessif; elle correspond à l'onde de fermeture déclenchée par le fonctionnement d'un interrupteur dans l'huile à 30 000 v, après avoir parcouru déjà une certaine longueur de circuit, c'est-à-dire après s'être déjà un peu étalée et transformée en pénétrant dans l'enroulement.

III. Rôle physique des ondes mobiles. Etablissement d'un courant. — Nous avons étudié au paragraphe III de la deuxième partie la formation d'une onde de charge et ses caractéristiques. Nous l'avons supposée, circulant à une vitesse voisine de celle de la lumière, soit 300 000 km : s. Que va-t-elle devenir? Si le circuit est indéfini (ce qui ne peut être réalisé en pratique), l'onde poursuit son chemin et la source continue à débiter un courant

$$i = \frac{u}{Z} = u\sqrt{\frac{C}{L}}.$$

En fait, les circuits ont toujours des longueurs limitées et même très courtes en comparaison de la vitesse de propagation. Nous allons examiner ce qui se passe dans un certain nombre de cas très simples et cela nous permettra de comprendre le processus de l'établissement des courants dans un cas quelconque.

1. Ligne ouverte a son extrémité. Mise en charge. — Prenons un tronçon de ligne de longueur L dont une extrémité est connectée à un générateur de tension u et de capacité pratiquement infinie, par l'intermédiaire d'un interrupteur. Lorsqu'on ferme l'interrupteur, une onde de charge de tension u parcourt la ligne (fig. 3, I). Supposons d'abord que la durée de fermeture de l'interrupteur soit courte par rapport à la durée de parcours du circuit par l'onde de charge. Celle-ci se réfléchit à l'extrémité B ouverte, avec changement de signe pour le courant et, sur le parcours de l'onde réfléchie, la tension va se doublant pendant que le courant s'annule (fig. 3, II). Lorsque l'onde est revenue au générateur, elle se réfléchit avec inversion du signe de la tension et devient une onde de décharge (fig. 3, III) qui, à l'extrémité ouverte, se réfléchit avec changement de signe pour le courant; la ligne revient alors à l'état neutre (fig. 3, IV), jusqu'au moment où, l'onde étant arrivée jusqu'au générateur, s'y réfléchit à nouveau en donnant une onde de charge (fig. 3, I). Et le phénomène se reproduirait indéfiniment si les pertes n'intervenaient pas pour l'amortir et amener progressivement la ligne au potentiel du générateur. La période du phénomène correspond à deux fois le parcours aller-retour de la ligne, soit $T = \frac{4L}{v}$. La ligne oscille en quart d'onde.

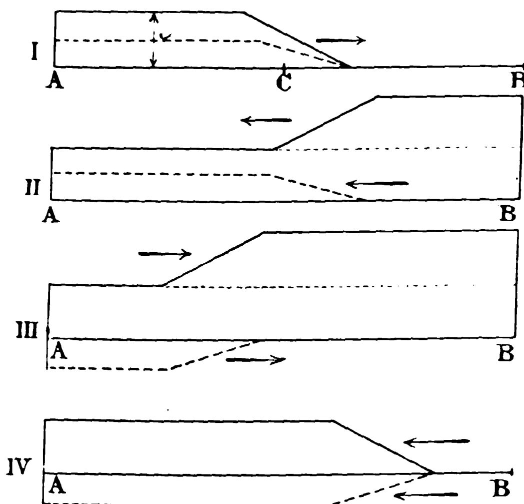


Fig. 3. — Répartition, lors de la mise en charge d'une ligne ouverte à son extrémité : en trait plein, de l'onde de tension; en trait ponctué, de l'onde de courant. I, onde de charge; II, onde réfléchie à l'extrémité; III, onde réfléchie au générateur ; IV, état neutre.

Si, maintenant, nous supposons que la longueur du front de l'onde est égale à la longueur de la ligne, les phénomènes se passent de manière analogue, mais la tension $2u$, à l'extrémité de la ligne, n'est atteinte qu'au bout d'un temps $\frac{2L}{v}$, au lieu de $\frac{L}{v}$, si l'on suppose, à l'extrême limite, le front vertical. Si la longueur du front d'onde est égale à deux fois la longueur de la ligne, la tension $2u$ est atteinte au bout d'un temps $\frac{3L}{v}$. Pour des fronts d'onde plus longs, la tension $2u$ n'est jamais atteinte et l'amplitude de l'oscillation est réduite.

A titre d'exemple, et pour montrer la rapidité très grande avec laquelle se déroulent les phénomènes, considérons une ligne aérienne de 15 km de longueur pour laquelle la vitesse de propagation est de 300 000 km : s. La durée d'une période est

$$\frac{4L}{v} = \frac{4 \times 15}{300\ 000} = \frac{1}{5\ 000}\ \text{s}.$$

La fréquence propre de la ligne est donc 5000 p : s.

Pour un câble souterrain de même longueur, la fréquence propre est de 1 500 à 1 800 p : s, car la vitesse de propagation est plus faible.

2. Ligne a la terre a son extrémité. Etablissement d'un court-circuit. — Les phénomènes commencent comme précédemment, mais la réflexion à l'extrémité de la ligne (fig. 4), se fait avec changement de signe pour la tension qui va s'annulant en remontant vers le générateur, pendant que le courant, réfléchi avec son signe, va se doublant (fig. 4, II). Après une nouvelle réflexion sur le générateur qui donne naissance à une nouvelle onde de charge, le courant est triplé, puis quadruplé après réflexion à l'extrémité où la tension s'annule et ainsi de suite. La période du phénomène correspond au parcours aller et retour de la ligne, soit $T = \frac{2L}{v}$. La ligne oscille en demi-onde. Le courant augmente par échelons, sa valeur s'accroissant de $I = \frac{u}{Z}$ à chaque parcours de

l'onde de tension, c'est-à-dire chaque fois que le temps augmente de $\frac{L}{v}$.

C'est le régime d'établissement d'un court-circuit. On voit que le courant augmente d'autant moins vite que l'impédance d'onde, $Z = \sqrt{\frac{L_1}{C_1}}$ et la longueur L du circuit sont plus grandes, c'est-à-dire que la self-inductance du circuit est plus grande. Nous retrouvons ici, très simplement, un résultat connu.

Si nous remarquons maintenant que le circuit a toujours une résistance non négligeable r, nous voyons

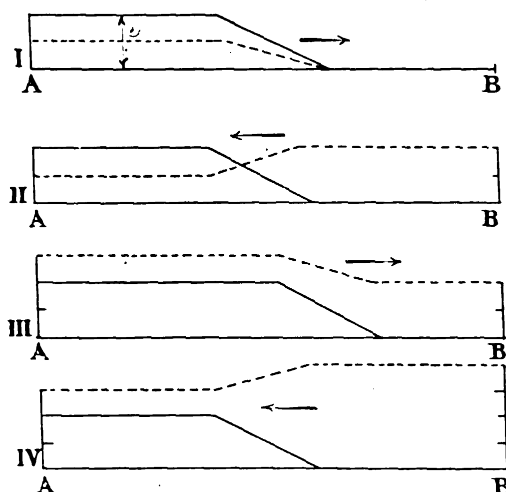


Fig. 4. — Répartition, dans l'établissement d'un court-circuit sur une ligne : en trait plein, de l'onde de tension ; en trait ponctué, de l'onde de courant. I, onde de charge ; II, onde réfléchie à l'extrémité ; III, onde réfléchie au générateur ; IV, deuxième réflexion à l'extrémité.

que l'onde de tension diminue progressivement d'amplitude et que le courant ne s'accroît pas régulièrement de $I = \frac{u}{Z}$ à chaque période $\frac{L}{v}$, mais d'une quantité un peu moindre et décroissante sans jamais être nulle. On retrouve ainsi la loi d'accroissement exponentiel du courant dans un circuit contenant de la self-inductance [1] et de la résistance, le courant tendant vers sa valeur de régime $\frac{u}{r}$ (fig. 5). On voit encore que le courant tend d'autant plus rapidement vers sa valeur de régime et que celle-ci est d'autant plus faible que la résistance est plus grande.

Si, enfin, nous supposons que la longueur du front de l'onde de charge, au lieu d'être pratiquement nulle, est égale à la longueur L du circuit, le courant à l'extrémité de la ligne n'atteint la valeur $2I = 2\frac{u}{Z}$ qu'au bout d'un temps $\frac{2L}{v}$ (avec accroissement progressif) et augmente ensuite de $2I$ pour chaque période égale à $\frac{2L}{v}$. Si la longueur du front de l'onde est égale à $2L$,

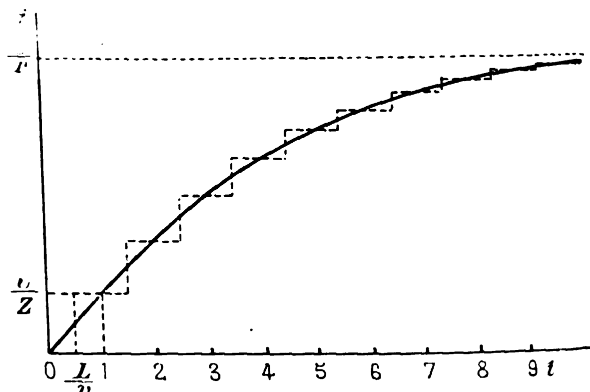


Fig. 5. — Accroissement du courant dans un circuit ayant de la résistance, en fonction du temps.

le courant à l'extrémité de la ligne, n'atteint la valeur $2I$ qu'au bout d'un temps $\frac{3L}{v}$ (avec accroissement progressif).

3. Ligne mise a la terre par une résistance. Établissement d'un courant. — Les deux cas que nous venons d'examiner sont les extrêmes de celui-ci : lorsque la résistance est infinie, la ligne est ouverte et lorsque la résistance est nulle, la ligne est franchement à la terre, c'est-à-dire en court-circuit.

Pour savoir comment se fait la réflexion de l'onde de charge incidente à l'extrémité de la ligne lorsque celle-ci est reliée à la terre par une résistance ponctuelle R, il suffit de remplacer dans les formules (16) de la première partie, Z_2 par R ou de faire $Z_2 = 0$ dans les formules (17).

On a ainsi

$$\left\{\begin{aligned} u'_1 &= \frac{R - Z_1}{R + Z_1} u_1, & i'_1 &= \frac{u'_1}{Z_1} = \frac{(R - Z_1) u_1}{(R + Z_1) Z_1}, \\ u_2 &= \frac{2R}{R + Z_1} u_1, & i_2 &= \frac{u_2}{R} = \frac{2 u_1}{R + Z_1}. \end{aligned}\right. \quad (21)$$

Ces formules montrent que, si $R = Z_1$, il n'y a pas d'onde réfléchie et les conditions d'équilibre se trouvent établies sur l'ensemble du circuit au bout du temps $T = \frac{L}{v}$ égal à la durée du parcours de la ligne par l'onde, en supposant nulle la longueur du front de l'onde. Si nous appelons L' cette longueur, on a pour le temps

$$T = \frac{L + L'}{v}.$$

[1] Notre raisonnement n'est valable que lorsque l'inductance totale du circuit se réduit à la self-inductance propre du conducteur. Le phénomène est plus complexe dans un circuit comprenant une inductance concentrée (tel qu'un inducteur ou un transformateur), en raison de l'induction mutuelle des spires qui fait que la self-inductance varie pendant l'établissement du courant.

Si l'on a $R > Z_1$, le cas se rapproche de la ligne ouverte avec cette différence que les oscillations s'amortissent plus vite et que le courant tend vers la valeur $\frac{u}{R}$.

Si on a $R < Z_1$, le cas se rapproche de la ligne en court-circuit avec cette différence que les oscillations s'amortissent et que le courant tend vers la valeur $\frac{u}{R}$ au lieu de s'accroître indéfiniment.

4. Décharge d'une ligne a travers une résistance. — Supposons la ligne chargée à la tension u_1 ouverte à une extrémité et reliée brusquement à la terre à l'autre extrémité par l'intermédiaire d'une résistance ponctuelle R.

Nous pouvons déduire les formules traduisant les phénomènes de réflexion des formules (20) relatives à la décharge d'un tronçon chargé Z_1 sur un autre tronçon inerte Z_2 en remplaçant Z_1 par R. On a ainsi

$$\left.\begin{aligned} u'_1 &= -u_1 \frac{Z_1}{Z_1+R}, & i'_1 &= \frac{u'_1}{Z_1} = \frac{-u_1}{Z_1+R}, \\ u_2 &= u_1 \frac{R}{Z_1+R}, & i_2 &= \frac{u_2}{R} = \frac{u_1}{Z_1+R}. \end{aligned}\right\} \quad (22)$$

Si $R = Z_1$, la tension de l'onde de décharge u'_1 a pour valeur $u'_1 = \frac{-u_1}{2}$ et le courant $i'_1 = \frac{-u_1}{2R}$. La ligne se décharge complètement pendant le temps $T = \frac{2L}{v}$ égal à la durée de parcours aller et retour de la ligne.

Si l'on a $R > Z_1$, la ligne se décharge progressivement, la tension baissant par échelons suivant une loi exponentielle, le courant étant oscillatoire amorti avec une période (oscillation demi-onde).

Si l'on a $R < Z_1$, la ligne se décharge encore progressivement, mais alors la tension et le courant sont oscillatoires amortis, la ligne oscillant en quart d'onde.

Malgré l'intérêt que présente l'étude de l'établissement des conditions d'équilibre d'un circuit sous l'action des ondes mobiles, nous bornerons là notre exposé qui permet de déduire facilement, avec un peu de patience, ce qui se passe dans un circuit complexe composé d'éléments de caractéristiques différentes.

Il est intéressant de rechercher comment se passent les choses lorsque la tension du générateur varie durant le parcours aller et retour d'une ligne par une onde de charge. Pour les basses fréquences, on aboutit à l'étude des longues lignes de transmission et, pour les fréquences des ondes mobiles, aux ondes stationnaires et aux phénomènes de résonance.

Le rôle de l'onde incidente apparaît nettement. Elle prospecte le circuit. Selon ce qu'elle rencontre dans sa course, elle est réfléchie de certaine manière et revient au point de départ avertir en quelque sorte le générateur de ce qu'elle a rencontré dans le circuit. Une nouvelle onde, modifiée en conséquence, parcourt à son tour le circuit, puis une troisième et ainsi de suite et leur succession, créant un phénomène transitoire secondaire, aboutit à l'établissement des conditions d'équilibre des circuits.

IV. Ondes mobiles et oscillations. Régime transitoire. Régime permanent. — Reprenons, à titre d'exemple, le cas étudié au précédent paragraphe

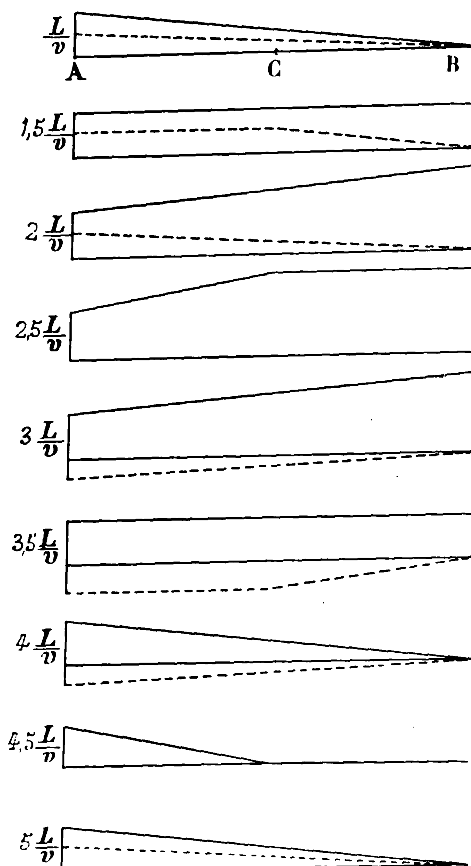


Fig. 6. — Mise en charge d'une ligne ouverte ; cas d'un front d'onde ayant la même longueur que la ligne. En trait plein, onde de tension ; en trait ponctué onde de courant.

de la mise en charge d'une ligne ouverte à son extrémité. Nous avons supposé sur la figure 3 que la longueur du front de l'onde incidente est courte par rapport à la longueur de la ligne. Si nous supposons que la longueur du front de l'onde est égale à celle de la ligne et ensuite deux fois plus grande que cette dernière, nous obtenons les figures 6 et 7.

Dans tous les cas, l'onde mobile engendre par ses réflexions, une oscillation dont l'amplitude maximum à l'extrémité B est au plus égale à deux fois la tension incidente si la longueur du front d'onde est inférieure à deux fois la longueur de la ligne et plus faible si elle est supérieure. L'onde mobile et l'oscillation ne sont pas deux phénomènes distincts, mais seulement deux aspects différents du même phénomène ou plutôt le

même phénomène pris à deux instants distincts. Il est donc fallacieux d'affirmer, comme l'ont fait

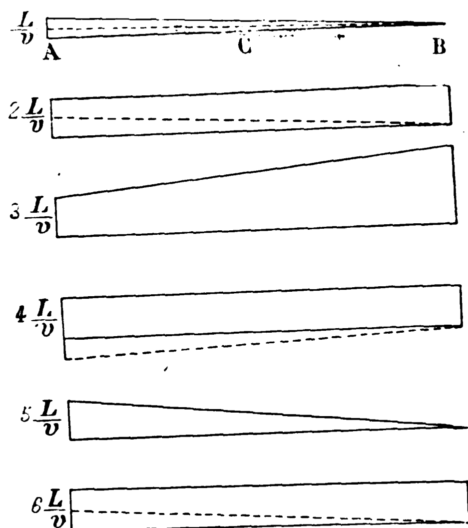


Fig. 7. — Mise en charge d'une ligne ouverte. Cas d'un front d'onde ayant deux fois la longueur de la ligne. En trait plein, onde de tension; en trait ponctué, onde de courant.

certains auteurs, que dans l'étude des surtensions, on a surtout affaire à des oscillations et non à des ondes mobiles comme si les deux phénomènes étaient distincts et comme si la formation d'une onde stationnaire n'était pas la conséquence de l'onde mobile initiale.

Les figures 6 et 7, que l'on peut étendre facilement au cas d'ondes à front encore plus étalé, montrent que le gradient de potentiel maximum pouvant exister le long du circuit est, si l'on suppose l'amortissement nul, deux fois le gradient de potentiel au front de l'onde incidente.

Il ne pourra en être ainsi que pour une ligne aérienne ou un câble, et non pour un transformateur dans lequel interviennent des phénomènes secondaires qui modifient profondément l'onde incidente.

La figure 8 représente, en tenant compte de la déformation des ondes et de l'amortissement, la variation de la tension à l'extrémité B (courbe B) et en un point intermédiaire C (courbe C) de la ligne dans les cas respectifs des figures 3, 6 et 7, la longueur du front d'onde représentant 0,25, 1 et 2 fois la longueur de la ligne. L'intensité de courant est figurée pour le point C seulement. Elle est déphasée en arrière de $\frac{\pi}{2}$ sur la tension. Elle est maximum pour le point A et décroît lorsqu'on va vers l'extrémité B de la ligne où elle est constamment nulle.

Le rôle de l'inclinaison du front de l'onde incidente (amortissement propre de l'onde) et le rôle de l'amortissement dû au circuit apparaissent nettement. Ils tendent l'un et l'autre à réduire l'amplitude et le gradient de potentiel le long du circuit. Nous pouvons donc tirer une conclusion très importante. En étalant les fronts d'onde et en introduisant dans les circuits des facteurs d'amortissement pour les hautes fréquences, on limite simultanément les surtensions longitudinales (ondes mobiles) et les oscillations

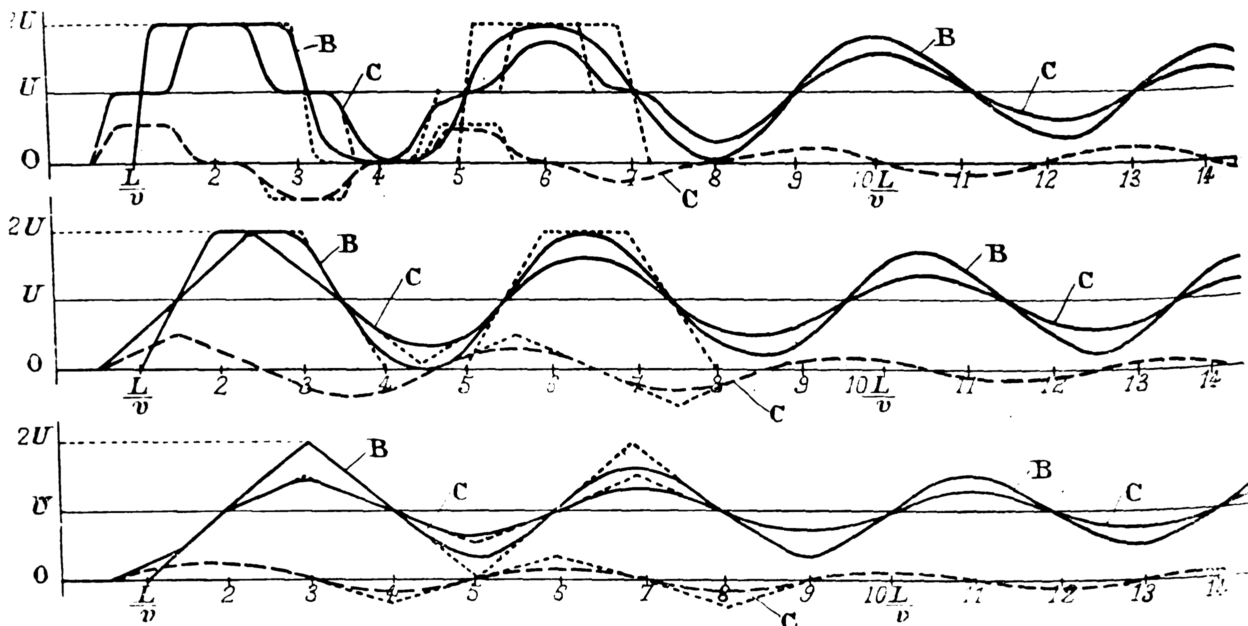


Fig. 8. — Mise en charge d'une ligne ouverte. Variation de la tension à l'extrémité B et au milieu C de la ligne et variation du courant en C pour des ondes à front plus allongé.

transversales (ondes stationnaires) qui en résultent.

Lorsqu'il s'agit de courants alternatifs, la tension du générateur n'est pas constante, mais varie sinusoïdalement avec le temps; la tension en un point de circuit ne varie donc pas comme il est indiqué sur la figure 8. La variation réelle est la superposition de l'oscillation stationnaire (de fréquence élevée) et de l'oscillation de la source (fréquence industrielle de 50 p : s). On retrouve ainsi l'allure bien connue de l'oscillogramme de mise en charge d'une ligne aérienne ou d'un câble [1].

Lorsque le circuit n'est pas homogène, comme c'est le cas pour un réseau de distribution, chaque élément oscille à sa fréquence propre et, ces diverses oscillations interférant, il en résulte des oscillations très complexes. En pratique ce fait n'a pas une grande importance, car, dans un réseau ramifié, l'amplitude des ondes de charge décroît à chaque bifurcation et, de plus, l'amortissement est considérable.

On peut étendre facilement aux cas les plus divers l'étude que nous venons de faire pour la mise en charge d'une ligne ouverte.

L'étude de l'ouverture d'une ligne dont l'extrémité est libre est un peu plus compliquée. Dès que l'interrupteur commence à s'ouvrir, la résistance qu'il introduit sur le circuit diminue la valeur du courant de capacité et libère par ce fait les charges qui étaient transportées par ce courant, donnant naissance à une onde de tension qui parcourt la ligne et détermine une onde stationnaire. En raison de la permanence de la cause perturbatrice (allongement progressif de l'arc et de son instabilité), l'amplitude des ondes stationnaires tend à augmenter. Sa valeur peut devenir très considérable sur les câbles de grande longueur. Lorsque l'arc s'est suffisamment allongé, il s'éteint brusquement au moment où le courant devient nul. Mais la tension étant alors maximum, la ligne reste chargée à un potentiel élevé. Il peut y avoir réamorçage lorsque la tension du réseau vient en opposition. La ligne est alors parcourue par des ondes dant l'amplitude peut atteindre plusieurs fois la tension de service. Ces phénomènes sont surtout dangereux sur les réseaux de câbles où le courant de capacité est considérable. Sur les lignes aériennes, à moins qu'elle ne soient de très forte section, le courant de capacité est faible et les pertes amortissent rapidement les oscillations. La remarque que nous avons faite à propos des ondes de fermeture s'applique encore dans ce cas.

En résumé, toute perturbation apportée dans l'équilibre électrostatique ou électrodynamique d'un circuit, provoque la formation d'un régime transitoire qui amène progressivement le nouvel état d'équilibre.

[1] Voir notamment : J. Fallou : Etude expérimentale des surtensions, effectuée sur le réseau de l'Union d'Electricité. *Compte rendu des travaux de la troisième session de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension*, 1925, t. II, p. 237; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 22 août 1925, t. XVIII, p. 292-296.

Le régime transitoire est toujours caractérisé à l'origine par une onde mobile dont la forme et l'amplitude dépendent de la cause initiale et des caractéristiques linéiques du circuit. Cette onde parcourt le circuit et y détermine par ses transformations successives (réfraction et réflexion), un phénomène exponentiel ou oscillatoire amorti (oscillation stationnaire) qui dépend à la fois de la cause initiale (forme de l'onde) et des caractéristiques totales du circuit.

Ce second phénomène, qui se superpose au régime permanent, s'éteint progressivement à cause de l'amortissement et ne laisse subsister que le régime permanent, lequel dépend uniquement des caractéristiques de la cause perturbatrice (caractéristiques du générateur dans le cas de l'établissement d'un courant) et des caractéristiques totales du circuit.

Dans le cas où il y a égalité entre le courant de l'onde mobile et le courant de régime, le phénomène transitoire disparaît, le régime permanent se trouvant établi par la seule onde mobile incidente.

Dans des cas très nombreux, la considération de l'onde initiale perd tout intérêt pratique et l'on n'en tient pas compte.

Nous voyons que l'onde mobile est la base même de l'établissement d'un régime transitoire ou permanent. C'est pourquoi sa considération dans l'étude des surtensions conduit à des résultats si féconds.

L'emploi des équations générales des circuits permet d'obtenir les mêmes résultats, mais il devient bien difficile de conserver à travers d'inextricables calculs la perception bien nette de la réalité des phénomènes. Mieux vaut alors considérer l'onde mobile qui est une réalité physique, car elle permet de suivre point par point le développement d'un phénomène. La considération de ces ondes permet d'ailleurs d'obtenir des résultats parfaitement exacts si l'on prend soin d'éliminer systématiquement les erreurs d'hypothèses trop facilement admises par de nombreux auteurs pour la facilité qu'elles donnent de développer de savants calculs. C'est pourquoi nous avons tenu à étudier tout d'abord la génération et la propagation des ondes mobiles dans les cas les plus divers, avant de passer à l'étude, plus délicate encore, des moyens et des appareils de protection. Nous éviterons ainsi d'admettre une hypothèse dont la validité n'ait été préalablement établie et vérifiée.

D'ailleurs nous avons déjà vu que la considération de la longueur du front d'une onde de charge nous a permis d'obtenir quelques résultats nouveaux intéressants.

V. Rôle des ondes mobiles. Analogies. — Il n'est pas inutile de confronter à l'occasion nos connaissances dans les divers domaines de la physique et, en l'espèce, de rapprocher les résultats que nous venons d'établir pour les ondes mobiles, des résultats obtenus dans d'autres branches de la physique.

L'hydraulique, en particulier, nous fournit des ana-

logies saisissantes ([1]). Par exemple, l'établissement de l'oscillation en masse dans une conduite forcée par suite de la réflexion, au réservoir amont, de l'onde initiale produite par la fermeture d'un vannage à la partie inférieure, est tout à fait analogue à ce qui se passe dans un circuit électrique dans les mêmes conditions. Dans la conduite forcée, l'amplitude du coup de bélier est déterminée d'une part par la vitesse de fermeture, d'autre part par la longueur de la conduite. Dans un circuit électrique comprenant un générateur à tension constante et un conducteur ayant de la self-inductance, la surtension d'ouverture est déterminée par la vitesse de rupture (résistance croissante de l'arc) et la longueur du circuit (self-inductance).

Sans vouloir entrer dans leur détail, signalons quelques phénomènes pouvant être rapprochés, dans une certaine mesure, des phénomènes transitoires électriques et surtout des ondes mobiles :

En hydraulique : les coups de bélier dans les conduites forcées, les marées (phénomènes dus aux résonances locales, travaux de Laplace et de lord Kelvin), le mascaret (onde opérant le passage d'une vitesse donnée à une vitesse moins grande sous une section plus forte), ondes marines d'origine sismique (formule de Laplace), seiches des lacs et mers fermées, etc. ;

En mécanique : lois des chocs, réactions d'attelage dans les trains (démarrage, arrêt, changement de vitesse, chocs), propagation des ondes sismiques par le sol, etc. ;

En acoustique : lois de réflexion des ondes sonores, tuyaux sonores, cordes vibrantes, production de l'oscillation propre de la corde du violon et du piano par le frottement de l'archet ou le choc du marteau, production des harmoniques dans une corde de piano, etc.

VI. Propagation des ondes dans les transformateurs. Généralités. — Nous touchons ici à un point particulièrement important de notre étude. La question a déjà été traitée par de nombreux auteurs ([2]) tant du point de vue mathématique, ce qui ne donne pas des résultats d'une bien grande valeur, comme nous allons le voir, que du point de vue expérimental ce qui est beaucoup mieux. On peut considérer l'enroulement d'un transformateur comme un circuit à constantes uniformément réparties, c'est-à-dire analogue à une ligne, mais cette approximation est insuffisante.

En effet, dans une ligne de transmission, supposée rectiligne, chaque élément de longueur dx est, à peu près rigoureusement, sans action sur l'élément voisin. En d'autres termes, chaque élément de conducteur ne se trouve pas dans le champ électrique produit par une onde traversant l'élément précédent ou suivant. Il n'y a pas induction électromagnétique ou électrostatique d'un élément sur l'autre et l'on n'a à considérer pour chaque élément que sa self-inductance propre et sa capacité par rapport au sol.

Au contraire dans un transformateur, en raison même de la proximité des spires, quel que soit le mode de bobinage, chaque élément de conducteur se trouve

([1]) On pourra consulter utilement les travaux de MM. Alliévi, Camichel, de Sparre, Eydoux, Gariel, Foch et autres, sur les coups de bélier.

([2]) K.-W. WAGNER. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 1915, t. XXXIII, p. 80.

K.-W. WAGNER. *Archiv für Elektrotechnik*, 1918, t. VI, p. 301.

L.-F. BLUME et A. BOYAJIAN ; Tensions anormales à l'intérieur des transformateurs. *Proceedings of the american Institute of electrical Engineers*, février 1919, t. XXXVIII, p. 211-248 ; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 17 janvier 1920, t. VII, p. 101-102 et 24 juillet 1920, t. VIII, p. 32 D.

R. TORIKAI ; Surtensions anormales dans les transformateurs et leurs remèdes. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, juillet 1921, t. LIX, p. 740-750 ; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 18 février 1922, t. XI, p. 54 D.

H. MASSING ; Propagation des ondes dans les transformateurs. *Revue générale de l'Electricité*, 21 janvier 1922 et 4 mars 1922, t. XI, p. 75-82 et 310-311.

J. MURRAY WEED ; Procédé permettant d'empêcher la production de tensions transitoires dans les enroulements de transformateurs et autres appareils à réactance. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, janvier et septembre 1922, t. XLI, p. 14-20 et 663-667 ; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 23 juin 1923, t. XIII, p. 1056-1058.

P. TRAVERSE et G. SILVA ; Contribution à l'étude de la protection des réseaux électriques contre les surtensions. Rapport présenté à la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension, 1923, analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1054.

Note sur la protection des réseaux contre les ondes rectangulaires. *Revue générale de l'Electricité*, 4 et 11 juillet 1925, t. XVIII, p. 9-14 et 57-61.

A. ROTH ; Discussion de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension, 1923 ; compte rendu dans la *Revue générale de l'Electricité*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1064.

R. TORIKAI ; Distribution du potentiel transitoire dans l'enroulement d'un transformateur, l'une des extrémités étant à la terre. *Journal of the Institute of electrical Engineers of Japan*, mai 1925.

P. BUNET. Ondes à front raide. (Journées de Discussions de la Société française des Electriciens, 1924). *Bulletin de la Société française des Electriciens*, août-septembre-octobre 1924, t. IV (4e série), p. 877-904, Discussions sur Les ondes à front raide. (Journées de Discussions de la Société française des Electriciens, 1924). *Bulletin de la Société française des Electriciens*, octobre 1925, t. V (4e série), p. 1060-1087 ; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 17 janvier 1925, t. XVII, p. 82-84.

J. FALLOU ; Contribution expérimentale à l'étude des surtensions dans les transformateurs. (Journées de Discussions de la Société française des Electriciens, 1925). *Bulletin de la Société française des Electriciens*, mars 1926, t. VI (4e série), p. 237-264 ; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 21 novembre 1925, t. XVIII, p. 845-848.

A. MAUDUIT ; Ondes mobiles, oscillations et surtensions dans les transformateurs. *Revue générale de l'Electricité*, 7 août 1926, t. XX, p. 209-216.

J. FALLOU ; Nouvelle contribution expérimentale à l'étude des surtensions dans les transformateurs. Discussion sur les essais avec des ondes à front raide. Semaine de Discussions d'octobre 1926 de la Société française des Electriciens ; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 27 novembre 1926, t. XX, p. 772-783.

Ludwig KOPEC ; Action des ondes à front raide sur les enroulements des transformateurs et les bobines de réactance. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 14 et 21 novembre 1926, t. XLIV, p. 837-842 ; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 16 avril 1927, t. XXI, p. 632-635.

W. REICHE. *Archiv für Elektrotechnik*, 1925, t. XV, p. 227.

plus ou moins dans le champ électrique produit par une onde traversant un élément de conducteur voisin. Il y a, dès lors, induction électromagnétique et induction électrostatique d'une spire sur les spires voisines et l'on doit considérer pour chaque élément dx, non seulement sa self-inductance propre et sa capacité par rapport à la terre, mais aussi l'inductance mutuelle et la capacité entre spires. Le problème est infiniment plus compliqué, d'autant plus qu'il n'est pas aisé de définir avec précision les nouvelles considérations introduites. Voyons d'abord ce qui a été fait dans cette voie.

On assimile un transformateur à un conducteur ayant de la self-inductance, de la capacité par rapport à la masse et de la capacité entre spires, ce qui conduit à la représentation classique de la figure 9. Pour étu-

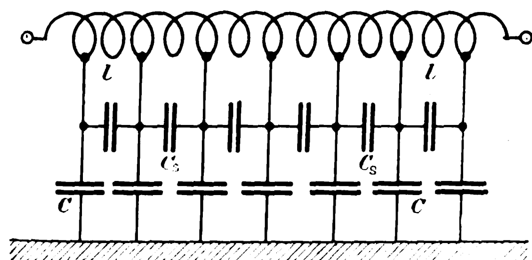


Fig. 9. — Représentation classique des capacité réparties à la masse et entre spires dans un transformateur.

dier les propriétés d'un tel circuit pour des oscillations de différentes fréquences, appelons

$\omega = 2\pi f$ la pulsation de l'oscillation;

c_s la capacité entre spires,

l' l'inductance résultante du circuit.

L'inductance d'un élément dx de circuit, $l\,dx$, et la capacité $\frac{c_s}{dx}$ constituent deux réactances $l\omega\,dx$ et $\frac{dx}{c_s\omega}$, en parallèle, ce qui donne (compte tenu de ce que l'une, $\frac{dx}{c_s\omega}$ est négative pour la réactance résultante)

$$l'\omega\,dx = \frac{l}{1 - lc_s\omega^2}\,\omega\,dx,$$

soit pour l'inductance équivalente du circuit

$$l' = \frac{l}{1 - lc_s\omega^2}.$$

Cette formule montre que l'inductance apparente l' augmente avec la fréquence et devient infinie pour $lc_s\omega^2 = 1$ et négative au delà.

On appelle fréquence critique f_c la valeur de la fréquence qui rend l' infini,

$$lc_s\omega^2 = 1, \quad \text{d'où} \quad f_c = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{lc_s}}.$$

Ces considérations ne peuvent présenter quelque intérêt que dans le cas où les oscillations sont assez lentes par rapport à la vitesse de propagation. Dans ces conditions seulement, la considération de la fréquence critique prend une signification réelle : elle correspond tout simplement aux conditions de résonance d'une self-inductance l et d'une capacité c en parallèle; le courant consommé par la self-inductance est exactement égal et déphasé de π sur celui consommé par la capacité; il y a balancement d'énergie entre la self-inductance et la capacité sans que le circuit extérieur ait à fournir le moindre courant, d'où la notion de résistance apparente infinie. Encore cela n'est-il vrai qu'en négligeant la résistance du conducteur et les pertes dans le diélectrique, ce qui ne peut exister en réalité. Il y a donc toujours des pertes, c'est-à-dire toujours un apport d'énergie par le circuit extérieur et l'inductance apparente l' ne peut jamais être infinie.

Mais, dès que les fréquences mises en jeu sont assez grandes pour que la vitesse de propagation ne puisse plus être considérée comme infinie, les conclusions précédentes perdent toute signification. En effet, la vitesse de propagation est donnée par la formule

$$v = \sqrt{\frac{1}{l'c}}.$$

Elle doit donc s'annuler pour la fréquence critique ($l' = \infty$) et devenir imaginaire au delà, ce qui est dénué de sens. Certains auteurs [1] ont essayé de tourner la difficulté en disant que la vitesse ne s'annule pas pour la fréquence critique, mais qu'il y a simplement propagation par la capacité. Cela revient à dire, la vitesse étant rapportée à la longueur du conducteur, qu'elle devient infinie et l'explication n'est guère plus satisfaisante que dans le premier cas.

Cela tient à ce que les hypothèses initiales sont radicalement fausses comme nous le verrons plus loin et que les auteurs qui ont établi la théorie en question ont perdu de vue l'allure physique des phénomènes. Dans la combinaison de self-inductance l et de capacité c_s en parallèle, de la figure 9, une onde se propage en partie par la self-inductance l et en partie par la capacité c_s, quel que soit le gradient de potentiel au front de l'onde. Si nous admettons que la vitesse de propagation de l'onde dans le conducteur est égale à la vitesse de propagation du champ électrique dans le diélectrique (elle sera vraisemblablement inférieure), la durée de parcours dans le conducteur, $\frac{dx}{v}$ est bien plus grande que la durée de parcours dans le diélectrique par le champ électrique. Si nous désignons par $\frac{dx}{A}$ la longueur du diélectrique constituant la capacité c_s, la durée de parcours est $\frac{dx}{Av}$, c'est-à-dire A fois plus

[1] Voir notamment J. Fallou: Nouvelle contribution expérimentale à l'étude des surtensions dans les transformateurs. *Loc. cit.*

courte que celle relative au parcours dans le conducteur, A représentant le rapport de la longueur d'une spire à la distance entre cette spire et la suivante. Il y a donc déformation du front d'une onde par étalement, une partie se propageant plus vite que l'autre et cette déformation est fonction de la fréquence. La vitesse de propagation définie par la relation $v = \sqrt{\frac{1}{l'c}}$ perd toute signification physique; il en est de même de la fréquence critique. Mais ceci n'est pas encore parfaitement exact.

On conçoit fort bien que les auteurs (parmi ceux précités) ayant tiré, quant à la protection des transformateurs, des conclusions de la considération sans restriction de l'inductance équivalente l', aient abouti à des conclusions sans valeur pratique.

Avant d'indiquer comment nous paraît devoir être abordé le problème, nous dirons quelques mots sur les oscillations dans les transformateurs et les phénomènes de résonance.

VII. Oscillations dans les transformateurs. Résonance. — La question n'est pas nouvelle [1] et a fait l'objet de nombreuses études [2]. On se reportera, pour une étude plus détaillée aux articles précités ou à une étude d'ensemble, par exemple celle de M. P. Bunet dans son ouvrage sur les transformateurs [1].

Un transformateur pouvant être assimilé à un groupement d'inductances et de capacités (fig. 9), on comprendra aisément qu'il existe une fréquence pour laquelle le courant consommé par la self-inductance est égal et opposé au courant consommé par la capacité. Cette fréquence est celle des oscillations libres du transformateur. On pourra la mesurer facilement soit en déchargeant (en mettant son enroulement à la terre) le transformateur primitivement chargé et en enregistrant le phénomène à l'oscillographe, soit en alimentant le transformateur à fréquence variable et en notant la fréquence pour laquelle se produit la résonance.

Lorsque l'extrémité libre du transformateur est isolée, l'oscillation se fait en quart d'onde. Lorsqu'au contraire, l'extrémité est à la terre, l'oscillation se fait en demi-onde.

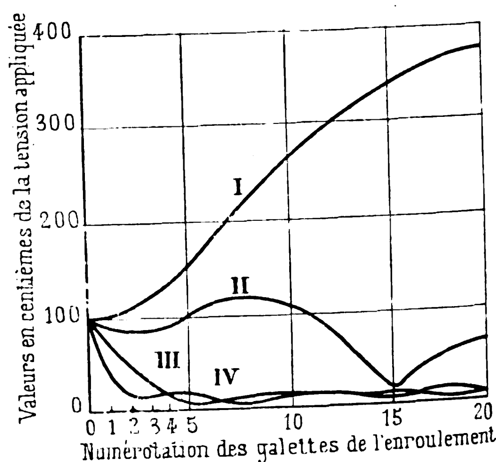


Fig. 10. — Répartition des tensions le long de l'enroulement d'un transformateur dont l'extrémité est isolée, et pour les fréquences suivantes : I, 750 p : s; II, 12 000 p : s; III, 38 000 p : s; IV, 70 000 p : s.

Si, alimentant le transformateur, à fréquence variable, on augmente celle-ci, on pourra mettre en résonance un harmonique. Si l'extrémité libre est isolée, on ne pourra obtenir que les harmoniques impairs. Si l'extrémité est à la terre, on pourra obtenir tous les harmoniques pairs et impairs. Les courbes relevées par M. J. Fallou [2] à ce sujet sont particulièrement instruc-

(1) Elle a été étudiée, dès 1904, par les auteurs suivants :

Picou; Oscillations électriques et surélévations de tensions correspondantes. *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, 4 mai 1904, t. IV (2e série), p. 267-290.

Discussion par A. Potier et E. Brylinski. *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, 4 mai 1904 t. IV (2e série), p. 290-346 et 11 janvier 1905, t. V (2e série), p. 41-49.

(2) Les plus récentes sont les suivantes :

Steinmetz. *Phénomènes électriques de transition*. Dunod, 1912.

Thomson et Stigant; Dangers de hautes tensions dans les tranformateurs, dues à la capacité des enroulements. *The electrical Review*, 1er et 8 janvier 1915, t. LXXVI, p. 25 et 36.

Bohm; Recherches mathématiques et expérimentales sur l'influence des ondes et des oscillations dans les transformateurs. Thèse de doctorat. Berlin, 1917 et *Archiv für Elektrotechnik*, 1917, t. V, p. 383.

Paul Joye et Marius Besson; Note sur la capacité répartie des transformateurs ou des bobines d'induction. *Bulletin de l'Association suisse des Électriciens*, février 1921, t. XII, p. 37-45, analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 17 décembre 1921, t. X, p. 189 D.

Marius Besson; Étude sur la résonance des transformateurs. *Revue générale de l'Électricité*, 3 et 10 décembre 1921, t. X, p. 797 et 839.

Goldstein; Détermination de la capacité propre des transformateurs. *Bulletin de l'Association suisse des Électriciens*, avril 1921, t. XII, p. 99-103; analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 11 mars et 3 juin 1922, t. XI, p. 366 et 169 D.

P. Bunet; Surtensions dans les transformateurs. *Bulletin de la Société française des Électriciens*, mai 1922, t. II (4e série), p. 229-260; analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 15 mai 1922, t. XI, p. 682.

R. Hiecke; La capacité de résonance des transformateurs. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 13 septembre 1925, supplément *Die Radiotechnik*, p. 97; analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 26 décembre 1925, t. XVIII, p. 1064.

P. Boucherot et J. Fallou; Prédétermination des surtensions par les harmoniques de saturation des transformateurs. *Revue générale de l'Électricité*, 31 mai 1924, t. XV, p. 979-988 et 4 octobre 1924, t. XVI, p. 118 D.

A. Boyajian; Étude expérimentale de la possibilité de la résonance du cinquième et du septième harmonique dans les transformateurs. *General electric Review*, mars 1926, t. XXIX, p. 175-183; analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 12 juin 1926, t. XIX, p. 217 D.

J. Fallou; A propos des surtensions de résonance engendrées par les ondes transitoires dans les transformateurs. *Revue générale de l'Électricité*, 28 mai 1927, t. XXI, p. 853-864.

(1) P. Bunet; *Les transformateurs*. Baillière, éditeur, 1923.

(2) J. Fallou; Nouvelle contribution expérimentale à l'étude des surtensions dans les transformateurs. *Revue générale de l'Électricité*, 27 novembre 1926, t. XX, p. 772-783.

tives. Les figures 10 et 11 résument les résultats obtenus avec un transformateur de 25 kv-A à 12 500 v, dans les cas respectifs de l'extrémité isolée et à la terre, le secondaire étant ouvert.

Il convient de remarquer que, contrairement à ce qui a été dit parfois, les oscillations d'un transformateur ne peuvent être complètement assimilées à celles d'une ligne (voir paragraphes IX de la première partie et III de cette troisième partie). En effet, dans la ligne, la période de l'oscillation libre est liée par une relation simple à la longueur L de la ligne, $T = \frac{4L}{v}$ pour une oscillation vibrant en quart d'onde et $T = \frac{2L}{v}$ pour une oscillation vibrant en demi-onde, v étant la vitesse de propagation des ondes sur la ligne.

Dans un transformateur, nous ne retrouvons rien de pareil et la vitesse de propagation peut être considérée

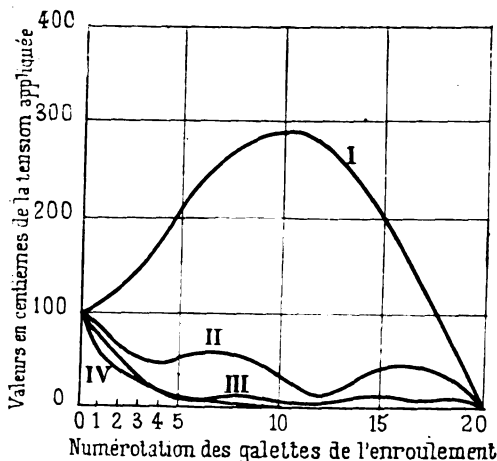


Fig. 11. — Répartition des tensions le long de l'enroulement d'un transformateur dont l'extrémité est à la terre, et pour les fréquences suivantes : I, 7900 p : s; II, 16000 p : s; III, 56 000 p : s; IV, 200 000 p : s.

comme pratiquement infinie par rapport à la fréquence des oscillations libres.

Dans une ligne, la fréquence des harmoniques est proportionnelle à leur rang par rapport à la fréquence fondamentale.

Dans un transformateur, au contraire, la fréquence d'un harmonique est infiniment plus élevée, ainsi que le montrent les figures 10 et 11, que ne le détermine son rang, et cela n'est pas dû à la variation de la vitesse de propagation, mais à la variation des constantes en fonction de la fréquence, variation à peine appréciable dans une ligne. Par exemple, pour un transformateur qui oscille en quart d'onde à la fréquence de 750 p:s, on aura pour l'harmonique 3, une fréquence de 12000 p:s au lieu de $750 \times 3 = 2250$ comme ce serait le cas pour une ligne aérienne ou un câble.

Si l'on suppose les pertes nulles, et c'est ce que l'on fait en général dans l'étude théorique de la propagation des ondes dans les transformateurs, l'amplitude en cas de résonance d'un harmonique quelconque doit croître jusqu'à l'infini. En pratique, elle est toujours très limitée et l'on appelle « coefficient de surtension par résonance » [1], le rapport de la tension maximum à la tension appliquée. Pour le transformateur de 25 kv-A à 12 500 v qui nous sert d'exemple, il peut atteindre 3,5 pour une oscillation vibrant en quart d'onde, tout au plus l'unité pour l'harmonique 3, et une valeur insignifiante pour des harmoniques supérieurs. Ce qui montre l'impossibilité de tirer des conclusions valables des théories supposant les pertes négligeables, même pour de très gros transformateurs.

Les mesures effectuées par M. J. Fallou, résumées par les courbes des figures 10 et 11, ne correspondent pas à un cas pouvant se rencontrer en pratique. Il n'est guère possible, en effet, à de très rares exceptions près, de rencontrer dans un réseau une cause quelconque pouvant engendrer des oscillations entretenues dont la fréquence soit de l'ordre de 10^4 p : s.

Ainsi que nous l'avons montré aux paragraphes II, III et IV de la deuxième partie de cette étude, à propos des causes des ondes mobiles, on ne rencontrera guère que des ondes sinusoïdales très amorties d'origine atmosphérique (fig. 1 de la deuxième partie), des ondes solitaires à front assez incliné dues aux décharges inductives (fig. 2 de la deuxième partie), des ondes solitaires à front très raide et des fronts très raides d'ondes de charge et de décharge dus à des fermetures et des ouvertures de circuit et aux arcs à la terre. Ces derniers peuvent donner lieu à des impulsions dont la fréquence varie de quelques centaines à quelques milliers de ériodes par seconde, ce qui peut provoquer quelquefois des résonances locales. Ainsi donc, en aucun cas, les oscillations induites dans les transformateurs par les ondes mobiles ne pourront atteindre la même amplitude qu'avec des ondes entretenues. Et le danger sera moindre.

La fréquence des oscillations libres d'un transformateur varie dans de fortes proportions pour la moindre cause. Ainsi le transformateur qui nous sert d'exemple vibre en quart d'onde à la fréquence de 800 p : s environ avec le secondaire ouvert, et à la fréquence de 6500 p: s avec le secondaire en court-circuit. On obtiendrait des fréquences intermédiaires avec le secondaire fermé sur une résistance. Mais, en raison de l'énergie consommée, l'amplitude des oscillations serait notablement réduite. Or, il est bien rare que, sur un réseau, un transformateur soit isolé de son circuit secondaire lorsque le primaire est sous tension.

De plus, un transformateur est presque toujours branché à la ligne qui l'alimente et la cause perturbatrice est généralement située sur cette ligne à une distance plus ou moins grande du transformateur. Il y a donc toujours un tronçon de ligne qui participe à l'oscillation et introduit un facteur d'amortissement.

[1] Déjà défini à propos des lignes au paragraphe X de la première partie de cette étude.

Pour si intéressants qu'ils soient au point de vue spéculatif, les essais de M. J. Fallou ne sont pas, au point de vue pratique, très démonstratifs. Ce qui a été relevé dans les essais sous tension entretenue, c'est la tension résultante entre l'enroulement et la masse et non la tension instantanée existant au passage d'ondes isolées de formes diverses (fig. 1, 2, 3 et 4 de la deuxième partie de cette étude). Tant que cet essai n'aura pas été réalisé sur un grand nombre de transformateurs de construction et de puissances diverses dans les conditions les plus variées, il sera pour le moins prématuré d'affirmer catégoriquement des conclusions définitives.

Nous n'en voulons donner qu'un exemple. En conclusion de son rapport présenté à la Semaine de Discussions d'octobre 1926 de la Société française des Electriciens, M. J. Fallou se dit « en mesure d'affirmer sur des bases expérimentales un certain nombre de faits » parmi lesquels nous relevons :

« 1° Il ne peut y avoir surtension entre la masse et un point interne du bobinage qu'en cas de résonance à la fréquence propre fondamentale de l'enroulement. »

« 2° Surtensions entre spires au delà des bobines d'entrée. Ces surtensions ne sont à craindre qu'en cas de résonance à la fréquence propre fondamentale de l'enroulement. »

Or, M. J. Fallou vient de publier une nouvelle étude [1] dans laquelle il signale le cas d'un transformateur dont la fréquence propre fondamentale est de 360 p : s pour la vibration en quart d'onde et de 1 660 p : s pour la vibration en demi-onde et qui présente pour des fréquences très supérieures (plusieurs milliers de périodes par seconde) contrairement aux conclusions formelles précitées :

1° Des surtensions entre l'enroulement à la masse dépassant par endroit 3 fois la tension normale ;

2° Des surtensions entre spires considérables, pouvant atteindre 3 fois la tension totale de service pour 6 bobines représentant, au total, moins du dixième de l'enroulement.

M. J. Fallou qui, par ses études, a signalé quelques cas d'espèce intéressants, a eu tort de généraliser un peu hâtivement. S'il a apporté une contribution utile à la question des surtensions, il ne l'a nullement résolue, pas plus que les auteurs qui ont adopté trop rapidement ses conclusions au mépris de certaines observations faites sur des transformateurs en service et qui infirment ces conclusions.

Ainsi donc, si les oscillations à la fréquence propre fondamentale ou à des fréquences multiples peuvent expliquer quelques accidents de transformateurs, elles ne peuvent, en aucune manière, expliquer toutes les perforations entre spires en des points quelconques de l'enroulement. Il convient donc de trouver ailleurs une explication.

(1) J. Fallou : A propos de certaines surtensions dues aux arcs et de leurs effets sur les enroulements des transformateurs. *Revue générale de l'Electricité*, 26 février 1927, t. XXI, p. 323-326.

VIII. Propagation des ondes dans les transformateurs. Réalité des phénomènes. Accidents. — Nous avons admis dans le paragraphe VI que l'enroulement d'un transformateur pouvait être représenté par le schéma de la figure 9, ce qui est radicalement faux. En effet, nous avons supposé arbitrairement que l'influence électrostatique d'une spire sur ses voisines, pouvait être représentée par l'adjonction d'un condensateur dérivé entre deux spires et nous avons admis, plus arbitrairement encore, que l'induction mutuelle des spires entre elles avait uniquement pour effet de donner au coefficient de self-inductance linéique du conducteur, une valeur plus élevée. Sur des bases aussi incertaines et même aussi contraires à la réalité des faits, certains auteurs ont cru pouvoir déterminer les valeurs des constantes et en déduire, à l'aide de formules erronées, des résultats exacts. La confirmation par l'expérience de quelques résultats doit être attribuée au seul hasard et ne vérifie en rien une théorie aussi manifestement insuffisante.

Nous poursuivons, pour notre part, depuis plusieurs années des recherches sur les bobines de self-inductance et les appareils de protection en général, qui nous ont permis d'apercevoir enfin le véritable mode de propagation d'une onde dans un enroulement quelconque et aussi le rôle réel des bobines de self-inductance dans la protection contre les surtensions.

Sans entrer dans le détail des nombreuses expériences que nous avons réalisées dans les conditions les plus variées, nous allons essayer d'exposer la véritable allure des phénomènes.

Considérons un front d'onde d'inclinaison et de forme quelconques se propageant sur un conducteur relié à un enroulement (fig. 12) et supposons que le front de l'onde ayant pénétré dans l'enroulement occupe la spire 1.

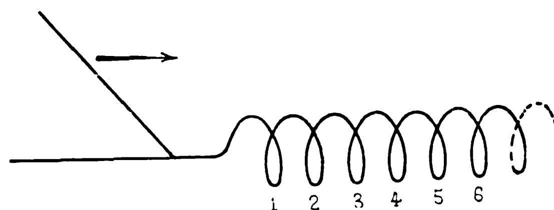


Fig. 12. — Pénétration d'un front d'onde dans un enroulement.

Le champ électrostatique qui part de la spire 1 se propage dans le diélectrique ambiant [1] et agit sur les spires suivantes, 2, 3, 4..., en y induisant des tensions proportionnelles à l'inverse du carré de leur distance à la spire 1 ; c'est l'effet dû à la capacité entre spires.

De la même manière, le champ électromagnétique qui part de la spire 1, se propage dans le milieu ambiant [2] et agit par induction sur les spires voisines

(1) Milieu dont la perméabilité est la constante diélectrique.

(2) Milieu dont la perméabilité μ est égale à 1 pour l'air et l'huile et augmente avec la pénétration lorsqu'il y a du fer. Voir l'ouvrage de Steinmetz, *Loc. cit.*

proportionnellement au flux coupé par elles, c'est-à-dire proportionnellement à une fonction inverse de la distance, fonction variable avec la forme du front de l'onde et sa pénétration dans l'enroulement.

Les spires ainsi influencées deviennent le siège de courants qui, à leur tour, influencent les spires suivantes 5, 6, 7... et réagissent sur les spires précédentes, 1, 2, 3, 4...

En résumé, l'action de la capacité entre spires et de l'induction mutuelle est la même et l'on attribue à la première ce qui est surtout imputable à la seconde. Cette action a pour effet de déformer, en l'étalant, le front de l'onde incidente dont l'amplitude diminue de ce fait et aussi en raison de l'énergie consommée par la résistance du conducteur et les pertes dans le diélectrique [1].

Dans un transformateur de faible puissance, où chaque galette est constituée par un grand nombre de fils ronds juxtaposés, c'est-à-dire dans laquelle voisinent des spires de rang très différent, la déformation et l'amortissement d'une onde incidente sont bien plus considérables que dans un transformateur de très grande puissance, où l'enroulement tend vers la forme la plus simple qu'il puisse prendre, c'est-à-dire l'hélice.

Dans les transformateurs de faible puissance, nous n'aurons guère à considérer une onde que sur la première partie de son parcours. Dans un transformateur de grande puissance, une onde conservera beaucoup plus longtemps sa forme et son amplitude et nous devrons rechercher ce qu'elle devient après réflexion au point neutre.

Lorsqu'on alimente un transformateur sous une tension sinusoïdale entretenue, on doit considérer non plus l'onde incidente, mais la résultante due à un grand nombre de parcours aller et retour de l'enroulement par l'onde incidente (l'onde **a**, en effet, le temps de parcourir un grand nombre de fois l'enroulement pendant chaque période de la tension entretenue appliquée). Mais alors, à chaque parcours, l'action de l'onde s'ajoute à celle des parcours précédents ; l'induction mutuelle des spires est telle que l'on doit considérer un coefficient de self inductance bien plus grand que celui propre au conducteur et l'on retombe dans l'étude des circuits ayant des caractéristiques concentrées en un point et non des caractéristiques réparties, car la longueur du circuit devient rapidement très faible par rapport à celle de l'onde quand la fréquence baisse.

Au fur et à mesure que la fréquence augmente, les caractéristiques changent et l'amortissement augmente. On aboutit ainsi à des résultats très différents, car les phénomènes de résonance n'interviennent plus. Pour les fréquences élevées et, surtout, pour les transformateurs de faible puissance, la tension se concentre sur les premières spires de l'enroulement et cette répartition (fig. 10 et 11) est non seulement due à l'influence croissante de la capacité entre spires, mais aussi, et surtout, à l'amortissement croissant et nous pensons qu'elle est plus proche de la forme exponentielle due à l'amortissement que de la forme hyperbolique due à l'influence des capacités entre spires et entre spires et masse [1].

On se rendra aisément compte de l'importance considérable que prend l'amortissement pour de petits transformateurs, par un calcul très simple. Considérons un transformateur dont l'enroulement est constitué par un fil de cuivre de 0,25 mm de diamètre. La résistance, pour le courant normal de service, est de 0,4 ohm par mètre et la résistance effective (pertes dans les isolants comprises, pour une onde à front raide, est de l'ordre de 10 à 20 ohms par mètre. Pour une onde dont l'amplitude maximum est de 20000 V entraînant un courant de 10 A ($Z = 2000$ ohms), la chute de tension est de 100 à 200 V : m. Si l'on y joint l'effet d'étalement dû à l'induction mutuelle des spires, on voit que, dans un petit transformateur, une onde qui a parcouru quelques centaines de mètres, au plus, cesse de présenter le moindre danger.

Notre avis sur ce point très important est pleinement confirmé par l'expérience suivante :

Constituons une ligne avec le conducteur même qui forme l'enroulement d'un transformateur de faible puissance, cette ligne étant repliée sur elle-même comme l'indique la figure 13, deux conducteurs consécutifs étant à une distance telle que la capacité entre deux éléments consécutifs soit rigoureusement négligeable. Envoyons dans cette ligne par son extrémité A des ondes de forme quelconque et mesurons, au moyen d'un spintermètre, le maximum de tension entre deux

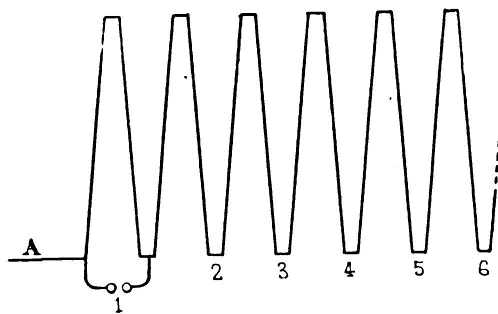


Fig. 13. — Mesure de la répartition des tensions dans un circuit donnant un amortissement notable.

(1) On pourra rapprocher utilement ces considérations de celles identiques développées avec plus de détails aux paragraphes XII et XIII de la quatrième partie de cette étude, à propos des inductances de protection. La propagation des ondes dans les enroulements apparait alors sous un jour tout nouveau.

(1) On sait, en effet, que dans un circuit dont chaque élément dx possède une capacité en série et une capacité à la terre, comme c'est le cas, par exemple, pour une chaîne d'isolateurs, on obtient une répartition hyperbolique des tensions. Voir notamment K.-W. WAGNER, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 1915, t. XXXIII, p. 80, déjà cité. Cette assimilation de l'enroulement d'un transformateur à une chaîne de capacités ne pourrait être admise, à l'extrême limite, que pour des fréquences assez élevées pour que la propagation se fasse à peu près uniquement par la capacité, condition qui n'est pas réalisée en pratique.

éléments consécutifs en 1, 2, 3... Nous trouvons pour la courbe de décroissance une forme identique à celle obtenue pour le transformateur. Or, dans cette expérience, la répartition de la tension le long du conducteur est indépendante de la capacité entre spires.

Refaisons maintenant la même expérience avec un conducteur de forte section dont nous rapprochons de plus en plus les éléments parallèles, puis à la limite avec un conducteur enroulé en hélice (¹). Nous constatons alors que l'atténuation est assez faible. La capacité entre spires n'a pas eu d'action considérable.

Reprenons alors la première expérience en remplaçant le conducteur en cuivre par un conducteur en fer, même de section plus forte ; l'amortissement est plus grand et la répartition de la tension est encore plus caractérisée que dans le premier cas.

Il est donc très normal que, dans les petits transformateurs, les perforations entre spires soient presque toujours localisés dans les premières bobines ainsi que le démontrent les statistiques (²). Et il n'est pas besoin pour l'expliquer de faire intervenir la capacité entre spires.

Dans un transformateur de grande puissance, une onde incidente ne se déformant que plus lentement (à cause de l'amortissement moindre et du peu d'influence des spires entre elles), continue à créer un danger tout le long de son parcours et ce sont les bobines dont l'isolement entre spires présente un point faible, qui seront perforées.

Nous insistons tout particulièrement sur le fait que les perforations ne se produisent pas toujours au point où la contrainte est maximum, mais plutôt au point où l'isolement est défectueux. Les points faibles se produisent surtout après plusieurs années de service, lorsque les vibrations mécaniques, la chaleur, l'acidité de l'huile, etc., ont altéré les isolants. La présence de particules conductrices, de fibres en suspension dans l'huile, peut également, par dépôt sur l'enroulement, créer un point faible. L'emploi de galettes imprégnées, qui supprime la détérioration des isolants par vibrations à l'intérieur des galettes, constitue un gros progrès dans la construction des transformateurs de petite et moyenne puissance.

Lorsqu'une onde, d'origine atmosphérique, par exemple, se propage simultanément sur les trois phases d'un transformateur triphasé, il y a réflexion au point neutre et, si ce dernier est isolé, l'amplitude de l'onde est doublée et des amorçages à la masse peuvent se produire au voisinage du point neutre. Le fait a été observé et rapporté par quelques auteurs (¹).

Le danger pour l'isolement entre spires est maximum lorsque l'onde incidente a une forme telle que deux parties ont des gradients de potentiel de valeurs opposées, et qui peuvent se superposer après un phénomène de réflexion et donner un gradient considérable en un point quelconque du transformateur. Le cas peut se produire très souvent en pratique à la suite de phénomènes atmosphériques. La fig. 14 montre le

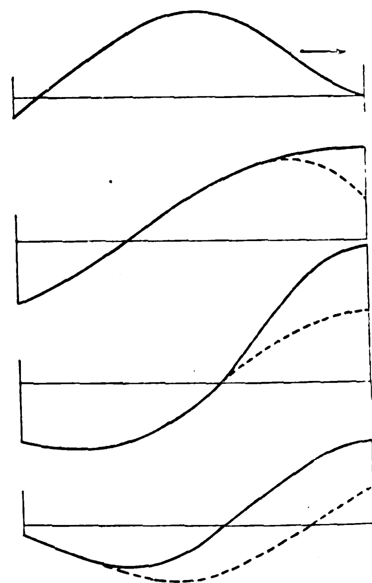


Fig. 14. — Réflexion d'une onde sinusoïdale amortie à l'extrémité ouverte d'un enroulement (point neutre isolé), provoquant dans la seconde moitié de l'enroulement, des contraintes entre spires plus élevées que celles correspondant au passage de l'onde incidente.

processus du phénomène pour une onde sinusoïdale amortie, compte tenu de l'étalement et de l'amortissement le long de l'enroulement. Si l'on suppose nuls ces deux facteurs, le danger est encore plus grand. On voit qu'une différence de potentiel entre spires, plus grande que celle correspondant au front de l'onde incidente, peut exister en un point quelconque de l'enroulement pendant un temps assez long, quelle que soit la forme de l'onde incidente et sa fréquence, si elle affecte une allure oscillatoire. Le phénomène peut se produire, que

(¹) Nous avons employé des bobines de 30 cm de diamètre en fil d'aluminium de 8 mm, le pas étant de 20 mm.

(²) Voir notamment : Nouvelle contribution expérimentale à l'étude des surtensions dans les transformateurs. Compte rendu de la discussion sur les ondes à front raide. Semaine de Discussions d'octobre 1926 de la Société française des Électriciens. *Bulletin de la Société française des Électriciens*, janvier 1927, t. VI (4ᵉ série), p. 70-88 ; analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 27 novembre 1926, t. XX, p. 772-783.

Ayant eu l'occasion d'examiner un grand nombre de transformateurs avariés, nous avons pu constater nous-mêmes l'exactitude du fait.

(¹) Max-H. COLLBHOM ; Protection des points neutres des transformateurs contre la foudre. *Electrical World*, 3 mars 1917, t. LXIX p. 414 ; analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 26 mai 1917, t. I, p. 164 D. — Max-H COLLBHOM ; Protection des points neutres des transformateurs contre les ondes instantanées destructives. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, février 1917, t. XXXVI, p. 139-142 ; analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 23 juin 1917, t. I, p. 980. — A. W. COPLEY : Transformateurs pour réseaux à haute tension. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, décembre 1923, t. XLII, p. 1259 ; analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 28 juin 1924, t. XVIII, p. 276 D.

le point neutre soit isolé ou à la terre ; le signe du gradient de potentiel dans la zone de contrainte maximum est simplement inversé.

Telle est à notre avis la véritable cause des perforations qui se produisent sur les transformateurs de grande puissance. L'oscillation déclanchée dans le transformateur par le passage d'une telle onde, a une amplitude rapidement décroissante et n'offre guère de danger, comparativement à l'onde initiale, au moment de sa réflexion. La possibilité d'une succession d'impulsions suffisamment rapprochées pour provoquer des phénomènes de résonance, n'apparaît guère d'après ce que nous savons sur la production des ondes mobiles (paragraphes II, III et IV de la deuxième partie de cette étude).

Si nous remarquons que la longueur de l'enroulement à haute tension d'un transformateur est de l'ordre de quelques centaines à quelques milliers de mètres (pour une phase dans un transformateur triphasé) et que la vitesse de propagation (¹), d'une onde doit être de l'ordre de 100 000 km : s, nous voyons que l'accident précité peut se produire pour des fréquences comprises entre 10^4 et 5×10^5 p : s, c'est-à-dire dans une vaste marge. Nous ne parlons de fréquence que pour fixer les idées, car il reste bien entendu qu'une décharge apériodique peut être aussi dangereuse. Une décharge apériodique du genre de celle de la figure 1 de la deuxième partie peut être assimilée à une demi-onde (demi-période). Un front d'onde de charge peut être assimilé au premier sixième ou au premier quart d'une période.

Des accidents peuvent également se produire au moment de la mise en circuit ou hors circuit d'un transformateur triphasé. La fermeture d'un interrupteur, en particulier, se fait au moment du maximum de la tension pour une ou deux phases et du minimum pour l'autre et les ondes ainsi déclenchées sont très

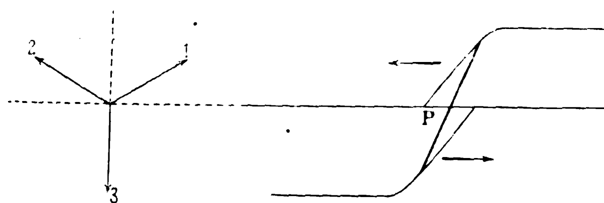


Fig. 15. — Mécanisme de la création de contraintes élevées en un point quelconque d'un enroulement de transformateur au moment de sa mise sous tension.

légèrement déphasées dans le temps les unes par rapport aux autres. A titre d'exemple, examinons ce qui se passe dans le cas suivant :

Supposons que la fermeture s'opère simultanément pour les phases 1 et 2 au moment indiqué sur la fig. 15 et un instant très court après pour la phase 3. Les phases 1 et 2 du transformateur sont parcourues chacune par une onde de charge positive. Ces deux ondes se rencontrent au point neutre, lequel est supposé isolé : une partie est réfléchie et une autre partie se propage dans la phase 3 et rencontre en un point P l'onde négative qui est légèrement en retard. Au point P, la composition des deux ondes de signes contraires a pour effet de doubler le gradient de potentiel et la contrainte diélectrique ainsi créée est appliquée pendant un temps appréciable correspondant à deux fois la longueur du front des ondes incidentes, c'est-à-dire un temps de l'ordre de 10^{-5} seconde, largement suffisant pour qu'avec un gradient de l'ordre de 500 volts par mètre, par exemple, une perforation entre spires puisse se produire, surtout dans un enroulement du genre de celui de la figure 2.

Nous pourrions examiner ainsi un certain nombre de cas qui peuvent en principe se résumer à celui que nous avons exposé tout d'abord (fig. 14). Il est à noter que la probabilité d'accidents est plus grande avec le neutre isolé qu'avec le neutre à la terre. C'est un point sur lequel nous reviendrons aux paragraphes V et VI de la quatrième partie de cette étude.

Remarquons que le rôle de l'induction mutuelle dans une bobine quelconque, est essentiellement différent de celui qu'on lui a attribué jusqu'à maintenant. Lorsqu'une onde arrive sur un enroulement, la self-inductance effective du conducteur constituant les toutes premières spires est égale, à cet instant, à la self-inductance propre du conducteur. Puis, en raison du soutirage d'énergie dû à l'action du champ magnétique créé par les premières spires sur les spires suivantes, la valeur de la self-inductance des premières spires se trouve abaissée. Enfin, lorsque l'onde a pénétré plus avant, la réaction des spires internes sur les premières spires vient augmenter considérablement leur self-inductance jusqu'à lui donner une valeur assez élevée, celle qu'on lui attribue généralement (à l'extrême limite, l'inductance de fuites).

Ainsi donc, le rôle de l'induction mutuelle est tout d'abord de faciliter l'entrée d'une onde et ensuite de s'y opposer, ce qui a pour effet de provoquer l'étalement de l'onde transmise et de rendre plus progressifs les phénomènes de réflexion. Dans ces conditions, on conçoit combien les caractéristiques linéiques d'un transformateur sont variables avec la forme des ondes. L'impédance d'onde diminue beaucoup avec la longueur de l'onde, c'est-à-dire lorsque la fréquence augmente. Dans un gros transformateur, où l'amortissement est faible, une onde de haute fréquence ou une onde apériodique très courte se propagera sans grande déformation, surtout si le gradient de potentiel au front et à la queue de l'onde n'est pas trop élevé. Pour fixer les idées, ajoutons que, dans un pareil cas, l'impédance d'onde Z d'un gros transformateur, est de l'ordre de 1 000 à 2 000 ohms et non de 5 à 10 000 ohms.

Cette affirmation est basée sur les résultats de nos expériences. On peut en vérifier l'exactitude de la manière suivante :

(¹) Etant donné ce que nous venons d'exposer sur l'effet d'étalement d'un front d'onde par l'induction mutuelle et la capacité entre spires, ce n'est que par approximation que nous parlons de vitesse de propagation.

1° En mesurant, par la méthode de la boucle, le gradient de potentiel au front d'une onde de charge, d'amplitude connue, sur une ligne avant et après une bobine intercalée, les phénomènes de réflexion aux deux extrémités de la ligne étant éliminés par divers artifices expérimentaux;

2° En mesurant le gradient de potentiel et l'amplitude de l'onde dans la bobine;

3° En comparant les résultats ainsi obtenus à ceux déduits de l'application des formules (16) et (16 bis) compte tenu du coefficient d'étalement de la bobine défini et mesuré comme il sera indiqué au paragraphe XIII de la quatrième partie de cette étude.

Étant donné le rôle de la capacité entre spires et de l'induction mutuelle qui est d'étaler une onde en la transmettant partiellement par un chemin plus court que celui consistant à suivre le conducteur, il devient difficile de définir avec quelque précision ce que devient la vitesse de propagation dans un enroulement.

Les théories émises jusqu'à présent, qui consistent à appliquer aux enroulements les lois de propagation des ondes sur les lignes, ne donnent pas de résultats suffisamment exacts pour mériter d'être retenus. Les rares calculs qu'elles permettent sont sans valeur en raison des hypothèses infiniment peu précises d'après lesquelles on prétend déterminer la valeur des constantes.

Il est facile d'introduire dans la formule donnant la variation de la self-inductance d'un enroulement en parallèle avec la capacité entre spires, le rôle de l'inductance mutuelle tel que nous l'avons défini, même avec une loi quelconque de variation de l'inductance mutuelle en fonction de la fréquence. Mais les résultats obtenus ne nous ont pas paru mériter d'être exposés ici en raison de l'erreur même qui est à leur base.

A notre avis, il n'existe ni une fréquence critique déterminée, ni même une plage de fréquences critiques comme l'a signalé M. P. Bunet, encore que cette dernière affirmation soit beaucoup plus conforme à la réalité. Il ne faut pas oublier que, si l'action de la capacité entre spires augmente avec la fréquence (ou la raideur du front), il en est de même de l'amortissement. Ainsi donc, la contrainte subie par les premières spires augmente avec la fréquence et tend vers une valeur assez grande (jamais infinie), sans passer par un maximum.

Il a été dit, non sans quelque raison, qu'une onde à front raide ne transportant qu'une quantité d'énergie assez faible et ne créant de différence de potentiel considérable entre spires que pendant un temps très court, ne peut guère provoquer le percement d'un isolant, car ce dernier demande du temps. Ceci est fort heureusement vrai dans un grand nombre de cas et c'est le retard au percement des diélectriques qui empêche les enroulements d'être détériorés plus souvent. Il faut tout simplement une tension plus élevée pour obtenir la perforation d'un diélectrique quand la durée d'application est plus faible, ainsi que nous l'avons déjà indiqué au paragraphe III de la deuxième partie de cette étude. Il peut même arriver que des effluves et des étincelles se produisent sans amorcer forcément des arcs entretenus par le courant normal de service en raison du pouvoir autoréparateur de l'huile.

Nous avons tenu à vérifier si une onde à front raide peut ou non percer un diélectrique. Nous avons obtenu le percement d'un échantillon d'huile usagée, prélevé sur un transformateur, entre deux électrodes composées de deux fils de 1 mm de diamètre, parallèles sur une certaine longueur et distants de 1 mm, par des ondes de très faible puissance — ondes de 10 000 à 15 000 v d'amplitude — circulant sur un élément de circuit d'impédance égale à 2 000 ohms, soit une puissance maximum de 100 000 watts. On conçoit fort bien qu'avec des ondes transmettant une puissance 100 fois plus grande, comme on en rencontre couramment sur les réseaux souterrains et les lignes aériennes un peu importantes, le percement de quelques millimètres d'isolant soit chose relativement facile.

De plus, il faut considérer que la présence inévitable de poussières et de fibres dans l'huile, réduit considérablement la sécurité.

IX. Propagation des ondes dans les transformateurs. Conclusions. Essais à effectuer. — Les essais sous tension sinusoïdale entretenue, effectués par M. J. Fallou, ont apporté une utile contribution à l'étude des surtensions dans les transformateurs. Mais ils ne constituent qu'un cas particulier et rien que cela. Aussi ne résolvent-ils nullement la question. D'ailleurs nous avons vu que les conclusions qui en avaient été déduites se sont trouvées infirmées sans délai.

D'autres essais ont également été faits [1] et certains d'entre eux [2] présentent même un grand intérêt car ils reproduisent assez bien les conditions normales de service. Néanmoins, toutes ces recherches ne sont pas systématiques et pour cela il est bien délicat d'en généraliser les résultats. Telle conclusion tirée d'un essai réalisé sur un transformateur de 5 000 kv-A pour des arcs à la terre ne présente aucune valeur pour un transformateur de 20 kv-A et des ondes de fermeture.

Nous venons d'exposer notre point de vue avec le souci de rester constamment en contact avec la réalité des phénomènes, tant en ce qui concerne la formation des ondes, que leur nature, leur propagation et leurs effets. Nous avons étayé constamment nos conclusions sur les divers travaux théoriques et expérimentaux publiés sur la question et nos propres recherches, dont nous n'avions pas cru, jusqu'à présent, devoir publier isolément les résultats.

(1) Voir les études mentionnées au paragraphe VI ci-dessus.

(2) A. Roth. Discussion de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension, novembre 1923; compte rendu dans la *Revue générale de l'Électricité*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1 064;
Kubler. Journées de Discussions de la Société française des Électriciens, décembre 1924. *Bulletin de la Société française des Électriciens*, octobre 1925, t. V (4e série), p. 1071-1074.

Malgré les difficultés très grandes que l'on éprouve, tout d'abord à faire un choix judicieux parmi les innombrables études de valeur très diverse, publiées sur la question, ensuite à découvrir l'erreur systématique qui fausse parfois les résultats des théoriciens et des expérimentateurs les plus compétents, et enfin à réaliser et interpréter soi-même des expériences et émettre des idées qui ne prêtent pas à critique, nous croyons cependant apporter par cette étude d'ensemble à la fois critique et expérimentale une contribution solide à l'étude des ondes mobiles.

Néanmoins nous ne prétendons pas résoudre définitivement le problème. Le dernier mot est à l'expérience. Avant de pouvoir formuler des conclusions définives quant aux dangers courus par les transformateurs en service normal, il faudra effectuer les deux séries d'expériences suivantes :

1° Mesurer en service normal, au moyen d'un spintermètre mis en dérivation aux bornes des bobines des transformateurs, les tensions maxima pouvant exister entre spires. Cette expérience devra être répétée en divers points de l'enroulement pendant un temps assez long, sur des transformateurs de puissance et de construction différentes, dans les conditions de service les plus variées, ceci, pour avoir un grand nombre d'observations et ne pas courir le risque de généraliser sur des exceptions. Autant que possible, il faudra noter chaque fois la cause apparente (orages, amorçage, court-circuit, mise en service, hors service, variation de charge, etc.). On mesurera en même temps, par la méthode de la boucle, le gradient de potentiel maximum de la ligne afin de pouvoir apprécier le rapport existant entre le gradient au front d'une même onde, sur la ligne et dans l'enroulement, et d'en déduire les caractéristiques de ce dernier.

2° Reproduire au laboratoire, autant qu'il sera possible, des conditions identiques à celles observées et vérifier l'identité des résultats ainsi obtenus et des observations faites en service normal. Avoir grand soin, dans les expériences de laboratoire, d'éviter que les dispositifs d'essai n'introduisent des perturbations dans le fonctionnement de l'ensemble et éliminer les effets secondaires qui peuvent retirer toute signification aux résultats. L'emploi de lignes artificielles ne permet pas de formuler la moindre conclusion valable pour des ondes mobiles.

Lorsque ces deux séries d'essais seront faites et interprétées, et alors seulement, il sera permis de considérer comme closes les controverses qui depuis une trentaine d'années divisent et passionnent les électriciens de tous les pays.

Étant donné le nombre et l'importance des connaissances acquises à ce jour, des résultats définitifs pourraient être rapidement acquis avec la collaboration des exploitants. Il suffirait que ceux-ci consentissent à réaliser eux-mêmes ou à laisser réaliser à d'autres sur leurs réseaux, les essais que nous venons de conseiller. En l'état actuel des choses, les efforts sont trop disséminés. Les exploitants, par l'effet de nous ne savons que le bizarre pudeur, cachent leurs ennuis et les constructeurs gardent jalousement les résultats de leurs recherches et de leur pratique.

Il est à souhaiter que, désormais, les exploitants n'hésitent plus à signaler à la presse technique ou à des spécialistes leurs déboires et leurs observations, toutes choses précieuses pour poursuivre l'amélioration du matériel et assurer aux installations un fonctionnement chaque jour plus satisfaisant.

X. Essai aux ondes à front raide des transformateurs. Conditions imposées aux constructeurs. — Au cours de ces dernières années divers règlements ont été édictés dans quelques pays pour l'essai aux ondes à front raide des transformateurs (¹). Mais cette initiative ne paraît pas, pour l'instant du moins, devoir beaucoup se propager. La question a été discutée en France aux Semaines de Discussions de la Société française des Électriciens d'octobre 1925 et 1926 aux comptes rendus desquelles on voudra bien se reporter pour plus de détails (²).

Nous n'entreprendrons pas ici l'étude complète de ces méthodes. Nous nous contenterons d'en rappeler le principe et de dire quelques mots sur leur opportunité.

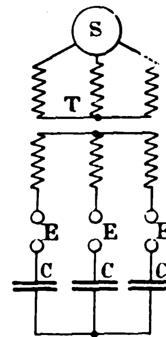


Fig. 16. — Schéma de montage pour l'essai aux ondes raides d'un transformateur triphasé d'après la méthode du Verband deutscher Elektrotechniker.

Pour l'essai d'un transformateur triphasé suivant la méthode allemande, on réalise le schéma de la figure 16. Une source S alimente le transformateur T à essayer, à la fréquence normale et à 1,3 fois la tension de service. Les enroulements à haute tension sont fer-

(¹) Règlement allemand du Verband deuscher Elektrotechniker (édition 1923).

Projet de normalisations, et normalisations définitivement adoptées : Normes pour les tensions et essais d'isolation. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, décembre 1923, t. XIV, p. 681-688.

Essai des transformateurs. Résistance aux ondes à front raide. *Revue B B C.*, mars 1925, t. XII, p. 47-50.

Voir aussi pour la comparaison des diverses méthodes. G. Courvoisier. Sur les efforts dûs aux ondes à front raide dans les transformateurs *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, octobre 1922, t. XIII, p. 137-149 ; analysé dans *la Revue générale de l'Electricité*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 618-622.

(²) Voir référencess indiquées précédemment.

més par des éclateurs soufflés E et des condensateurs C dont la capacité est déterminée par le règlement, en fonction de la tension. L'essai doit durer 10 secondes.

Pour l'essai d'un transformateur triphasé suivant la méthode suisse, on réalise le schéma de la figure 17. La phase à essayer est réunie à la terre par un éclateur soufflé E, tandis que les deux autres phases sont réunies et mises à la terre par une résistance ayant une valeur de 0,5 à 2 ohms par volt. On essaye successivement les trois enroulements.

Dans les deux cas, il y a production d'ondes à front raide et d'oscillations qui se propagent dans l'enroulement et y créent des contraintes assez élevées analogues à celles que devront supporter les transformateurs en service.

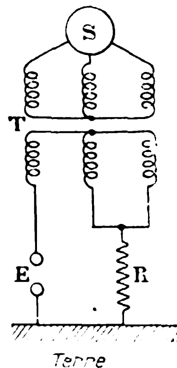


Fig. 17. — Schéma de montage pour l'essai d'un transformateur triphasé aux ondes à front raide d'après la méthode de l'Association suisse des Electriciens.

A ce point de vue, il n'est pas douteux, — et il faut le reconnaître même si l'on n'en est pas partisan, — que ces essais ont une valeur indicatrice réelle. Mais ils ne sauraient donner de certitude et pour cette raison nous ne sommes pas partisan de leur introduction dans les conditions de réception des transformateurs.

En effet, pour une série de transformateurs, ils peuvent correspondre aux conditions de résonance et provoquer des perforations, ce qui ne démontre nullement l'infériorité de cette série sur une autre pour laquelle les conditions de résonance ne sont pas réalisées, c'est-à-dire pour laquelle les contraintes développées sont bien plus faibles.

Ces essais, pratiqués sur des transformateurs, neufs dont les isolants n'ont pas encore souffert, ne démontrent pas que les mêmes appareils, après quelques années de service, seront encore en état de supporter les mêmes contraintes. Les isolants se détériorent avec le temps pour de multiples raisons parmi lesquelles nous citerons l'action de la chaleur, des variations de température, des vibrations mécaniques, de l'huile, du champ électrique alternatif, etc. C'est ainsi que la rigidité diélectrique de l'huile de remplissage peut passer de plus de 100 000 v : cm à moins de 20 000 v : cm après quelques années de service.

La garantie est illusoire si elle n'est que temporaire. Nous avons constaté bien souvent que des perforations fréquentes se produisaient sur des transformateurs après quelques années de service pendant lesquelles ils s'étaient parfaitement comportés. Les exploitants savent comme nous que la majeure partie des accidents de surtensions se produisent sur des transformateurs d'un certain âge, compte tenu des accidents dus à des mises en service dans des conditions défectueuses, comme c'est le cas, par exemple, pour des appareils restés longtemps inertes et mis en service sans séchage préalable de l'huile.

Il y a enfin la question économique que nous étudierons plus particulièrement dans la quatrième partie et qui a une très grande importance. Un transformateur construit pour supporter de fortes contraintes entre spires et entre couches coûte plus cher qu'un appareil normal et a un rendement moindre. N'est-il donc pas infiniment plus logique et plus sage de consacrer une partie de la dépense supplémentaire à l'achat d'appareils de protection, car il en existe maintenant qui donnent toute satisfaction?

Depuis quelques années, une tendance se manifeste pour imposer dans des cahiers de charges des conditions excessives pour l'isolement entre spires. Ce serait mal servir les intérêts des exploitants que les inciter à suivre une pareille voie.

Le principe de cette réglementation de l'isolement entre spires nous paraît préférable à celui des essais selon les méthodes allemande et suisse. Mais il est difficile, en l'état actuel de nos connaissances, de préciser les valeurs à donner à cet isolement suivant la position des galettes dans l'enroulement, le genre de connexion, la tension de service, la puissance, le mode de bobinage, etc., et nous ne pensons pas qu'une réglementation puisse utilement être établie actuellement. En tout cas, si elle constitue une garantie de bonne construction, elle ne saurait en aucune manière constituer une garantie certaine et durable contre les accidents de surtension.

Remarquons que là question se pose de manière assez différente pour les gros et les petits transformateurs. Pour les premiers il est assez facile d'isoler très fortement les spires les unes des autres sans augmenter beaucoup le prix de l'appareil, ni diminuer son rendement. Au contraire, pour les seconds, on aboutit rapidement à une impossibilité économique. De plus, il faudrait connaître parfaitement la répartition des contraintes maxima le long de l'enroulement. Le rôle des galettes d'entrée renforcées varie énormément avec la puissance et la tension, ainsi que nous le verrons dans la quatrième partie de notre étude. Toutes ces raisons montrent combien il convient d'être prudent dans la détermination de l'isolation entre spires.

Tout ce que nous avons dit pour les transformateurs s'applique évidemment à tous les autres appareils comportant un enroulement à haute tension comme les bobines d'induction, alternateurs, moteurs, etc.

(*A suivre.*)

Ch. Ledoux,
Ingénieur I. E. T.

Sur l'utilisation de l'énergie thermique des mers

Nous reproduisons ci-dessous une communication faite par M. Georges Claude à la séance de l'Académie des Sciences du 7 novembre 1927 (*) et à laquelle se rapporte une note, publiée dans les pages précédentes (**), rappelant la communication faite l'an dernier et les observations auxquelles elle a donné lieu.

Il y a un an j'ai fait, au nom de M. Paul Boucherot et au mien, une communication sur l'utilisation thermique des mers tropicales ([1]).

Je voudrais aujourd'hui, avec l'appui que me donnent tous nos essais de laboratoire, dire que rien jusqu'ici n'a infirmé nos espérances ou confirmé les multiples objections qui nous ont été faites.

L'une des principales et des moins fondées de ces dernières était que l'eau froide se réchaufferait inévitablement dans les conduites destinées à la ramener des grandes profondeurs. Si l'on considère cependant les grandes dimensions des tuyaux nécessaires, qui, pour les moindres installations envisagées, auront au moins 5 m de diamètre; le faible temps de séjour de l'eau dans ces tuyaux, soit moins d'une heure; l'énorme chaleur spécifique de cette eau; la nature des parois, qui, pour d'autres raisons, seront très probablement mauvaises conductrices de la chaleur, on trouve que dans les plus mauvaises conditions le réchauffement n'atteindra pas 0,1°C.

Mais ceci même n'indique pas encore à quel point l'objection est peu fondée; dans la réalité, l'eau devra parvenir à la surface plus froide qu'elle est partie du fond. En effet, puisée sous une pression de 100 atmosphères, l'eau se décomprimera à mesure de sa montée, donc accomplira un travail extérieur qui la refroidira. Ce refroidissement, il est vrai, ne sera que d'environ 0,25°C, sauf variation éventuelle de l'énergie interne. Mais on voit que tel quel, il pourra l'emporter sur le réchauffement.

On a dit aussi que les tuyaux seraient démolis, non pas même par la tempête, mais par l'effort normal des marées ou des vagues. Or on sait quelle tranquillité conservent les couches sous-marines même par les plus violentes tempêtes. A 50 m, mettons 100 m, c'est le calme absolu, sauf peut-être l'effet des marées. Il n'y a donc qu'à protéger des actions mécaniques la partie des conduites comprises dans ces 100 m. Or, dans le cas des premières stations, qui seront nécessairement des stations côtières reliées aux profondeurs voisines par un tuyau s'enfonçant obliquement, il y a à cet égard un moyen radical. Il suffira de relier la station par un tunnel au point de profondeur 100 m, d'où partira la conduite.

Quant à la technique même du procédé, on a objecté que l'écart inévitable entre la théorie et la pratique empêchera d'obtenir le moindre résultat des différences de températures très faibles dont on dispose. D'une part l'eau chaude donnera moins que les 0,03 atmosphère prévus, d'autre part, l'eau froide donnera au condenseur bien plus que le 0,01 atmosphère escompté. Nos expériences montrent au contraire avec quelle remarquable fidélité, dans des conditions convenables, les résultats pratiques confirment les prévisions de la théorie. Des moyens appropriés permettront de réduire à très peu de chose les pertes de température et de pression et, en pratique, avec les températures de 26° à 28° C, on dépassera largement 2 comme rapport de la pression initiale à la pression finale.

Venons-en maintenant à l'objection capitale, celle relative à l'extraction des gaz dissous.

En se basant sur les résultats obtenus dans les grandes stations à vapeur pour l'extraction des gaz dissous, on a cru pouvoir affirmer que, dans notre cas, il en coûterait 300 ou 400 pour 100 de l'énergie fournie par les turbines, et que, par conséquent, le procédé n'était pas viable.

On fait remarquer en effet que, dans les stations à vapeur, chaque kilowatt-heure est produit par la vapeur résultant de la vaporisation totale de 5 kg d'eau, et qu'il n'y a donc à expulser pour chaque kilowatt-heure produit que les gaz de 5 kg d'eau (la condensation étant supposée se faire par surface). Tandis que dans notre cas, les 50 kg de vapeur nécessaires pour produire le même kilowatt-heure utile mobiliseront (ce qui est vrai) les gaz de 12500 kg d'eau, soit 2500 fois plus. Or l'extraction des gaz dissous coûtant, dans les stations centrales, 0,1 à 0,2 pour 100 de la puissance des turbines, il en coûterait 250 à 500 pour 100 de la puissance des nôtres. On pourrait même pousser plus loin encore ce raisonnement.

Mais : 1° Ceux qui raisonnent ainsi reconnaissent que, si les pompes d'extraction mobilisent 0,1 ou 0,2 pour 100 de la puissance des stations centrales, c'est que les rentrées d'air par manque d'étanchéité sont ou peuvent être aisément énormes par rapport aux quantités infimes de gaz dissous et que les pompes doivent donc être prévues beaucoup trop fortes.

Mais si les rentrées d'air peuvent être énormes devant des gaz dissous infimes, dans notre cas au contraire ces rentrées, fussent-elles 100 fois plus grandes,

(*) *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 14 novembre 1927, t. CLXXXV, p. 987-990.

(**) *Revue générale de l'Electricité*, 3 décembre 1927, t. XXII, p. 913.

([1]) *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 22 novembre 1926, t. CLXXXIII, p. 929-935. *Revue générale de l'Electricité*, 11 décembre 1926, t. XX, p. 899-901.

resteront négligeables devant 2500 fois plus de gaz dissous. En outre, les pompes nécessaires pour extraire ces masses importantes de gaz pourront être des compresseurs rotatifs, capables d'un excellent rendement, 50 pour 100 et plus, comme notre confrère M. Rateau a bien voulu nous le confirmer. Rien que cette considération, superposée au peu d'importance relative des rentrées d'air, réduit déjà de 500 pour 100 à 30 pour 100 la fraction de l'énergie à demander aux turbines.

2° C'est une erreur de supposer, comme on l'a fait jusqu'ici, qu'on aura à extraire du condenseur la totalité des gaz dissous.

Nous avons tout d'abord eu l'idée de profiter, en le favorisant par des moyens appropriés, du fait qu'une partie des gaz dissous se dégagera dans les colonnes barométriques qui, de préférence, conduisent l'eau chaude et l'eau froide aux chambres d'ébullition et de condensation. On recueillera ces gaz vers le haut de ces colonnes et on les refoulera de suite au dehors. Supposons que ces gaz soient recueillis au niveau 9 m au-dessus du niveau de la mer, soit sous la pression 0,1 atmosphère. Ce refoulement de 0,1 atmosphère à 1 atmosphère n'exigera qu'un travail proportionnel à $\log \frac{1}{0,1}$ ou 1, tandis que le refoulement depuis la chambre de condensation, c'est-à-dire depuis la pression 0,01, sera proportionnel à $\log \frac{1}{0,01}$ ou 2, et même 3 si l'on tient compte des 5 ou 6 volumes de vapeur qui diluent forcément chaque volume de gaz du condenseur, alors que des gaz sous 0,1 atmosphère en sont presque exempts. Ainsi, le refoulement des gaz depuis les colonnes barométriques coûtera 3 fois moins que depuis le condenseur.

Mais il n'y a qu'une partie des gaz dissous qui se dégagent dans les colonnes barométriques et qu'on peut retirer dans des conditions si fructueuses. Heureusement, nous avons remarqué que, surtout après ce dégazage partiel, l'eau n'abandonne le reste de ses gaz, même dans le vide bien plus parfait des chambres d'ébullition et de condensation, qu'avec difficulté. En nous évertuant à favoriser cette heureuse tendance par des moyens appropriés, nous avons réussi, sans nuire à l'efficacité de la condensation ni de l'ébullition, à réduire *au dixième* la fraction des gaz dissous à retirer effectivement du condenseur. En résumé, l'ensemble du travail d'extraction des gaz dissous tombera au quart de ce que coûterait l'extraction de la totalité des gaz depuis la chambre de condensation, de sorte que cette extraction ne coûtera en définitive que 7 à 8 pour 100 de l'énergie fournie par les turbines.

En ajoutant cette dépense au travail de pompage des eaux qui, de son côté, sera certainement moindre de 20 pour 100, on peut conclure que, sauf surprise du fait de la substitution de l'eau de mer à l'eau ordinaire seule employée dans ces essais, les 3/4 de l'énergie fournie par les turbines resteront disponibles.

Nous avions dit 3/5.

Ainsi, nos essais n'ont fait que renforcer des espérances, déjà basées d'ailleurs sur tous les arguments ci-dessus, bien que, parmi d'autres raisons, le manque de certitude ne nous ait pas permis alors de les mieux préciser.

Nous comptons expérimenter prochainement sur la Meuse, dans les conditions thermodynamiques mêmes de la pratique, une turbine de 50 kw spécialement construite à cet effet. Si les résultats de ces essais sont conformes à notre espoir, nous serons prêts à aborder les difficultés du travail à la mer.

Georges Claude,
Membre de l'Institut.

Revues, analyses et informations

La concentration des ions hydrogène (1).

Dans ces deux articles l'auteur expose d'une façon simple et claire la théorie de la concentration des ions hydrogènes et montre son utilisation dans l'étude des réactions dans les électrolytes dissous.

Il commence par rappeler les phénomènes fondamentaux de l'électrolyse et les lois qui la régissent, lois quantitatives de Faraday ; puis il expose l'hypothèse de la dissociation électrolytique d'Arrhénius permettant d'interpréter les lois de l'électrolyse. Il explique ensuite ce qu'on entend par migration des ions et ce qu'est le nombre de transport d'un ion, et montre que la détermination des nombres de transport permet d'étudier ce qui se produit dans l'électrolyse de sels complexes. C'est parfois le seul moyen pour déceler les ions complexes et reconnaître leur nature.

Rappelant ensuite les notions essentielles sur les réactions totales et les réactions limitées, ainsi que la loi d'action de masses qui régit les équilibres chimiques entre corps dissous ou gazeux, l'auteur montre que cette loi s'applique aussi à la dissociation électrolytique. Appliquée au cas de la dissociation de l'eau pure, cette loi conduit au résultat important suivant : toutes les fois qu'au sein de l'eau les ions H et OH sont en présence, quelle que soit leur origine, le produit de leur concentration est une constante.

L'auteur montre ensuite comment l'application de la loi d'action des masses permet de caractériser la force des acides et des bases, comment on peut calculer le nombre des ions H dans une solution acide et celui des ions OH dans dans une solution basique. Cette loi de l'action des masses permet aussi d'interpréter simplement les phénomènes qui se produisent dans des solutions renfermant des acides, des bases et des sels plus ou moins ionisés. D'autre part on peut, avec les notions des ions H et OH, interpréter aisément les phénomènes d'hydrolyse. Enfin, la concentration en ions H permet de déterminer l'acidité réelle d'une solution, en opposition avec l'acidité potentielle ou acidité titrimétrique.

J. S.

(1) A. Boutaric, *L'Industrie électrique*, 10 et 25 août 1927, t. XXXVI, p. 341-344 et 370-377, 9000 mots, 1 fig.

SECTION INDUSTRIELLE

Sur l'étude des moteurs asynchrones polyphasés à plusieurs vitesses *(Suite)* (*)

QUATRIÈME PARTIE : **Moteurs en cascade interne**

Dans cette quatrième partie, l'auteur étudie les moteurs en cascade interne. Il envisage d'abord le cas où les deux moteurs des montages en cascade classiques, sont combinés en un seul, au point de vue tant du circuit magnétique que du circuit électrique. Pour les rotors de moteurs devant démarrer sur résistances à plusieurs polarités, ce procédé conduit au nombre minimum de bagues. On réalise ainsi des moteurs à 4 vitesses avec 5 bagues et à 6 vitesses avec 7 bagues. Par contre, ce procédé présente l'inconvénient d'exiger des bobinages statoriques assez compliqués. Ce type de machine peut d'ailleurs être utilisé, dans certains cas, comme moteur à vitesse unique. L'auteur étudie ensuite les moteurs en cascade spéciaux de Hunt et de Creedy, c'est-à-dire les moteurs asynchrones dont le nombre total de pôles est un multiple de 6, 8, 14, 16. Cette disposition a pour effet de simplifier les schémas d'enroulement : c'est précisément ce qui constitue son intérêt essentiel. L'auteur termine son étude par la description des moteurs en cascade à une seule vitesse, comme cas particulier.

I. Principes généraux concernant les moteurs en cascade interne. — A. Historique. — Le couplage en cascade de deux moteurs asynchrones a été imaginé simultanément par Görges (1) et par Steinmetz (2).

En 1901, Sylvanus Thomson a imaginé de réunir les deux circuits magnétiques en un seul, les bobinages des deux polarités restant séparés. Vers la même époque, les établissements Siemens-Schuckert (3), Lydall et Steinmetz, puis Hunt (4), brevetèrent des dispositions analogues. Enfin de 1906 à 1909, Hunt imagina de combiner ensemble les bobinages des deux moteurs et réalisa son moteur à 4-8-12 pôles, qui est construit en Angleterre par les Etablissements Sandycroft (5).

Plus tard sont venus les moteurs de M. Creedy (2-6-8 pôles, multiples de 4-6-10 pôles, etc.) ; ce dernier a établi une théorie générale de ce genre de machines (1).

B. Principe de ces moteurs. — Considérons deux moteurs asynchrones accouplés ayant respectivement $2p_1$ et $2p_2$ pôles. Si nous montons leurs rotors en cascade, on sait que la vitesse du groupe sera celle d'un moteur ayant $2(p_1 + p_2)$ pôles. En alimentant séparé-

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 5, 12, 19 et 26 novembre 1927, t. XXII, p. 725-745, 775-796, 829-852 et 881-905.

(1) *Brevet allemand, n° 75 050*, de 1893.

(2) *Brevet américain, n° 587 340*, de 1893.

(3) *Brevet allemand, n° 148 073.*

(4) *Brevet anglais, n° 14 401*, de 1905.

(5) HUNT. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, 1907, t. XXXIX, p. 648 et 1914, t. LII, p. 406. — *The Electrician*, 26 avril 1907 ; analysé dans *L'Eclairage électrique*, 18 mai 1907, t. LI, p. 242. — *Idem*, 17 et 24 juillet 1914, t. LXXIII, p. 603 et 658. — *Idem*, 16 avril 1920, t. LXXXIV, p. 420. — *Idem*, 25 juillet 1924, t. XCIII, p. 93 ; analysé dans *Revue générale de l'Electricité*, 10 janvier 1925, t. XVII, p. 11 D. — *The electrical Review*, 27 février 1914, t. LXXIV, p. 378. — *Elektrotechnische Zeitschrift*, 14 octobre 1920, t. XLI, p. 816.

Brevets anglais n° *6 224*, du 14 mars 1906, *n° 15 711*, du 11 juillet 1906, *n° 16 170*, du 10 juillet 1909. *Brevets allemands n° 206 533* de février 1909, *n° 220 490* de mars 1910. *Brevets français n° 367 908* du 9 juillet 1906, *n° 406 401* du 23 août 1909 et *addition n° 7 951* du 10 juillet 1907.

ARNOLD. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, novembre 1925, t. LXIII, p. 1 115 ; analysé dans *Revue générale de l'Electricité*, 20 février 1926, t. XIX, p. 317.

CATTERSON-SMITH. *The Electrician*, 25 octobre 1912, t. LXX, p. 109.

WILLIAMS-ELLIS. *The Electrician*, 21 février 1913, t. LXX, p. 914 ; analysé dans *L'Industrie électrique*, 25 décembre 1913, t. XXII, p. 576. — *The electrical Review*, 22 octobre 1909, t. LXV, p. 647.

DENTON. *The Electrician*, 2 janvier 1914, t. LXXII, p. 524.

The Electrician, 3 février 1922, t. LXXXVIII, p. 138.

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1913, p. 1 503.

(1) CREEDY. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, mai 1921, t. LIX, p. 511 ; analysé dans *Revue générale de l'Electricité*, 31 décembre 1921, t. X, p. 961. — *Idem*, mars 1923, t. LXI, p. 309 ; analysé dans *Revue générale de l'Electricité*, 24 mai 1924, t. XV, p. 964.

Brevet anglais n° 175 306 du 5 août 1920. *Brevet français n° 547 021* du 6 février 1922 (*Brevet anglais n° 175 583* des 5 août et 30 septembre 1920).

Miles WALKER. *The Electrician*, 13 avril 1923, t. XC, p. 391 ; analysé dans *Revue générale de l'Electricité*, 19 janvier 1924, t. XV, p. 99.

ment chacun des deux moteurs, on pourra, bien entendu, obtenir les vitesses qui correspondent à $2p_1$ et à $2p_2$ pôles ; l'ensemble des deux moteurs permettra donc d'obtenir trois vitesses.

Supposons maintenant que les deux bobinages à $2p_1$ et à $2p_2$ pôles, au lieu d'être disposés sur deux circuits magnétiques différents, soient disposés sur le même circuit magnétique. Le fonctionnement sera encore le même, à la condition seulement que les deux polarités soient telles qu'il n'y ait pas d'effet d'induction mutuelle à craindre entre les deux bobinages de polarités différentes ; nous verrons plus loin la condition que doivent réaliser p_1 et p_2 pour qu'il en soit ainsi.

Nous appellerons S_1 et R_1 les bobinages de stator et de rotor à $2p_1$ pôles, S_2 et R_2 les bobinages de stator et de rotor à $2p_2$ pôles. Le montage en cascade sera fait en faisant débiter R_1 sur R_2 ; R_1 et R_2 seront donc parcourus par des courants de la même fréquence qui sera, au glissement près, la fréquence fondamentale multipliée par $\frac{p_1}{p_1 + p_2}$; ce sera le bobinage R_2 qui sera le bobinage excitateur du flux à $2p_2$ pôles. Le bobinage S_1 sera parcouru par le courant à la fréquence fondamentale, et S_2 par le courant à la fréquence du glissement. Les résistances de démarrage dans la marche en cascade seront introduites dans le bobinage S_2.

1. Utilité d'un bobinage statorique combiné. — Supposons maintenant que nous adoptions pour le stator un bobinage combiné à $2p_1$-$2p_2$ pôles, tel que les points d'alimentation à $2p_1$ pôles soient équipotentiels à $2p_2$ pôles et réciproquement que les points de branchement des résistances à $2p_2$ pôles soient équipotentiels à $2p_1$ pôles (tel que les bobinages à 4-6 pôles et 6-8 pôles des figures 11, première partie, 14 et 24, 2e partie ; le flux à p_2 pôles n'induira aucune force électromotrice entre les bornes à $2p_1$ pôles et ne fera circuler par suite aucun courant à la fréquence du glissement dans le réseau d'alimentation. De même, le flux à $2p_1$ pôles ne fera circuler aucun courant dans les résistances branchées sur le circuit à $2p_2$ pôles. Dans le bobinage même, les deux courants à la fréquence fondamentale et à la fréquence du glissement se superposeront, ce qui entraîne, comme nous allons le voir, une grosse réduction des pertes par effet Joule. Supposons en effet deux bobinages S_1 et S_2 séparés, de même résistance r, parcourus par deux courants i_1 et i_2 de fréquence différente, mais de même intensité ($i_1 = i_2$). Les pertes par effet Joule totales sont $ri_1^2 + ri_2^2 = 2ri_1^2$. Si nous réunissons les deux bobinages en un seul de même section que l'ensemble des deux précédents, la résistance du bobinage résultant sera $\frac{r}{2}$, et les pertes par effet Joule seront, puisque les deux courants sont de fréquences différentes $\frac{r}{2}(i_1^2 + i_2^2) = ri_1^2$; cette perte sera donc diminuée de moitié.

En fait, les courants i_1 et i_2 seront souvent différents, les bobinages S_1 et S_2, s'ils étaient séparés, auraient des résistances différentes, de sorte que le bénéfice du système n'est pas en général de moitié, mais il demeure toujours néanmoins très important. On peut, par suite, réduire la profondeur des encoches, ce qui diminue la réactance de fuites, avantage très sérieux.

2. Utilité d'un bobinage rotorique combiné. — Les bobinages rotoriques R_1 et R_2 seront parcourus par des courants de même fréquence ; il en résultera que dans certaines entailles les courants des deux bobinages seront toujours de sens contraire à la marche en cascade ; les effets des conducteurs correspondants s'annuleront et nous aurons tout avantage pour réduire les pertes, à mettre ces conducteurs hors circuit lors de la marche en cascade ; nous aurons donc sur le rotor deux bobinages différents : l'un composé des conducteurs de même sens aux deux polarités et à la marche en cascade, qui restera toujours en circuit, quelle que soit la polarité ; l'autre composé de conducteurs dont le courant change de sens quand on passe de $2p_1$ à $2p_2$ pôles ; ces conducteurs seront mis hors circuit pour la marche en cascade, et seront mis en circuit pour $2p_1$ ou $2p_2$ pôles, les connexions étant faites de telle façon qu'ils puissent débiter dans le sens convenable. Il y aura aussi dans certaines encoches des conducteurs de R_1 et de R_2 qui seront parcourus par des courants décalés, par exemple, de 60 ou de 120° ; nous verrons qu'il est possible de réduire les pertes par effet Joule en les remplaçant par un conducteur unique de phase convenable. Dans l'ensemble, en supposant que les ampères-tours soient les mêmes pour les deux bobinages, on pourra arriver pour la marche en cascade, à réduire les pertes par effet Joule à la moitié de ce qu'elles seraient avec deux bobinages ordinaires séparés.

3. Rapport des flux et des forces magnétomotrices relatifs aux deux polarités. — On sait que dans un montage en cascade ordinaire de deux moteurs asynchrones, les puissances électriques transformées en puissances mécaniques dans chacun des deux moteurs sont proportionnelles à leurs nombres de pôles.

Nous allons démontrer que, de même, dans le moteur à cascade interne, les produits de l'induction moyenne dans l'entrefer par les ampères-tours correspondants affectés de leur coefficient de bobinage seront, pour les deux polarités, dans le rapport de ces dernières. Ainsi, pour un moteur à 4-8 pôles fonctionnant en cascade comme un moteur à 12 pôles, si les ampères-tours affectés de leur coefficient de bobinage sont les mêmes aux deux polarités, l'induction correspondant à 4 pôles sera la moitié de celle qui correspond à 8 pôles, ou, si les inductions sont les mêmes, les ampères-tours correspondant à 4 pôles, affectés de leur coefficient de bobinage, seront la moitié de ceux correspondant à 8 pôles. Pour le démontrer, supposons d'une façon générale que le rotor comporte deux bobi-

nages différents, et appelons n_{r1}, n_{r2}, les nombres de spires rotoriques aux deux polarités, q_{r1}, q_{r2}, les coefficients de bobinage, Φ_1, Φ_2 les flux, B_1, B_2 les inductions dans l'entrefer. On a

$$\frac{B_1}{p_1 \Phi_1} = \frac{B_2}{p_2 \Phi_2}.$$

D'autre part, l'un des bobinages rotoriques débitant sur l'autre, les forces électromotrices induites dans ces deux bobinages sont les mêmes, aux chutes de tension près ; on aura donc

$$\omega n_{r1} q_{r1} \Phi_1 = \omega n_{r2} q_{r2} \Phi_2,$$

d'où, en remplaçant Φ_1 et Φ_2 par des quantités proportionnelles

$$\frac{n_{r1} q_{r1} B_1}{p_1} = \frac{n_{r2} q_{r2} B_2}{p_2}, \qquad (1)$$

ce qui démontre la proposition.

Quand les deux bobinages élémentaires du rotor ont été combinés en un seul bobinage résultant, pour celui-ci, les nombres de spires n_{r1} et n_{r2} correspondant aux deux champs sont forcément les mêmes. Si donc on raisonne sur le bobinage résultant, au lieu de raisonner sur les bobinages composants, on écrira simplement

$$\frac{q_{r1} B_1}{p_1} = \frac{q_{r2} B_2}{p_2}. \qquad (2)$$

Mais il faut bien remarquer que les coefficients de bobinage q_{r1} et q_{r2} n'ont pas, en général, la même valeur pour le bobinage résultant (équation (2)) que pour les bobinages composants (équation (1)), de sorte que la valeur de $\frac{B_1}{B_2}$ est la même, quelle que soit l'équation — équation (1) ou équation (2) — employée pour calculer ce rapport.

Pour le bobinage statorique, les courants I_{s1} et I_{s2} qui sont de fréquence différente, ne sont pas égaux, tandis que dans le rotor, les deux bobinages débitant l'un ou l'autre, les courants y étaient forcément égaux.

On peut, en première approximation, évaluer le rapport $\frac{I_{s1}}{I_{s2}}$ comme suit : multiplions les deux membres de l'équation (1) par le courant rotorique I_r qui est le même dans les deux bobinages, et par le nombre de phases qui est également le même puisque les deux bobinages débitent l'un sur l'autre :

$$\frac{m_r n_{r1} q_{r1} I_r B_1}{p_1} = \frac{m_r n_{r2} q_{r2} I_r B_2}{p_2}.$$

Les forces magnétomotrices statoriques sont égales aux forces magnétomotrices rotoriques, au courant magnétisant près, pour chacun des deux moteurs. Nous pouvons donc, dans l'équation ci-dessus, remplacer les quantités $m_r\, n_r\, q_r\, I_r$ relatives au rotor par les quantités correspondantes relatives au stator, que nous distinguerons par des indices « s ». Pour déduire les courants magnétisants, nous admettrons, — et c'est ici que l'approximation est médiocre, — que le déphasage entre le courant et la tension aux bornes du moteur, déphasage caractérisé par le facteur de puissance cos φ, est dû uniquement au courant magnétisant du fer; nous négligerons donc la puissance réactive de fuites vis-à-vis de la puissance réactive d'excitation du fer. Dans ces conditions nous pourrons écrire :

$$\frac{m_{s1} n_{s1} q_{s1} I_{s1} \cos\varphi B_1}{p_1} = \frac{m_{s2} n_{s2} q_{s2} I_{s2} B_2}{p_2}.$$

Les deux bobinages statoriques étant combinés, $m_{s1}\, n_{s1}$ est égal à $m_{s2}\, n_{s2}$ et l'on écrit simplement

$$\frac{I_{s1} \cos\varphi\, q_{s1} B_1}{p_1} = \frac{I_{s2} q_{s2} B_2}{p_2}. \qquad (3)$$

Le facteur de puissance cos φ tenant compte non seulement du courant magnétisant du fer, mais aussi de la réactance de fuites de la machine, tandis que nous ne devrions tenir compte que du premier, la valeur I_{s1} cos φ qui figure dans le premier membre est trop faible; mais, d'autre part, nous devrions déduire du courant actif statorique primaire le courant correspondant aux pertes dans le fer, de sorte que l'erreur commise n'est, en général, pas très grande, et peut être acceptée en première approximation.

On voit donc que le bobinage rotorique détermine le rapport $\frac{B_1}{B_2}$ par les équations (1) ou (2) et que le rapport des courants statoriques est ensuite déterminé par l'équation (3).

C. Règles concernant les nombres de pôles. — 1. Règle relative a l'induction mutuelle entre les deux bobinages. — Anciennement, M. Hunt avait considéré que l'on devait choisir des nombres de pôles tels qu'il n'y ait pas d'induction mutuelle, non seulement entre l'onde fondamentale de chaque polarité et le bobinage de l'autre polarité, mais aussi entre les harmoniques du champ de l'une des polarités, et le bobinage de l'autre polarité. En effet, si l'un des harmoniques de l'un des champs pouvait induire une force électromotrice dans le bobinage de l'autre polarité, cette force électromotrice y produirait un courant : ainsi, par exemple, si le bobinage statorique S_2 qui est mis en court-circuit induisait une force électromotrice dans le bobinage statorique S_2 qui est relié à la ligne, cette force électromotrice produirait des courants à la fréquence du glissement, qui se fermeraient dans le réseau, ce qui ne saurait évidemment être admis.

Partant de cette considération, on voit immédiatement que les deux nombres de paires de pôles p_1 et p_2, supposés premiers entre eux, ne peuvent être tous deux impairs, du moins en principe. Si, en effet, on avait $p_1 = 5$, $p_2 = 7$, l'harmonique 5 de la polarité p_2 aurait

même pas polaire que l'harmonique 7 de la polarité p_1 et il y aurait induction mutuelle entre les deux bobinages du fait de cet harmonique. On avait conclu de là que l'on devait éliminer toute combinaison de polarités impaires. Ceci était manifestement excessif : soit, par exemple, $p_1 = 1$, $p_2 = 3$ et supposons les deux bobinages à courants triphasés ; un harmonique d'ordre n du second champ est un harmonique d'ordre $3n$ du premier et ne peut donner lieu à aucune différence de potentiel aux bornes ni à aucun courant dans un bobinage triphasé monté en étoile ; de même, si les trois bobines de même phase du bobinage à 6 pôles sont montées en série, les trois forces électromotrices qui y sont induites par un harmonique quelconque d'ordre non multiple de 3 du premier champ (les harmoniques multiples de 3 n'existent pas puisque le bobinage bipolaire est triphasé), sont déphasées entre elles respectivement de $\frac{2\pi}{3}$ et leur somme est par conséquent nulle dans chaque phase du second bobinage. On pourra donc adopter $p_1 = 1$ et $p_2 = 3$ avec des bobinages triphasés montés en étoile.

De même, si nous prenons l'exemple cité plus haut de $p_1 = 5$, $p_2 = 7$, il suffira d'allonger dans le rapport $\frac{10}{7}$ le pas du bobinage à 10 pôles pour qu'il soit égal à un double pas polaire du champ à 14 pôles et que, par suite, l'onde fondamentale et tous les harmoniques de ce dernier champ ne puissent donner lieu à aucune force électromotrice induite dans aucune spire du bobinage à 10 pôles. L'harmonique 7 et ses multiples seront d'ailleurs supprimés dans le champ à 10 pôles ; ces harmoniques sont précisément ceux qui sont susceptibles d'induire des forces électromotrices dans le bobinage à 14 pôles. On vérifie alors aisément que si toutes les bobines de chaque phase sont montées en série dans chacun des deux bobinages, il ne subsiste pas d'induction mutuelle entre eux.

Par ces divers procédés : montage en série des bobines d'une même phase, couplage en étoile des phases, allongement ou raccourcissement du pas, on peut, dans tous les cas, supprimer l'induction mutuelle entre bobinages de polarités différentes. La condition de polarité qui a été souvent énoncée à ce sujet, ne saurait donc être retenue, mais il était nécessaire de la mentionner, car elle a été longtemps considérée comme indispensable.

D'ailleurs, les bobinages statoriques que nous étudierons étant des bobinages combinés, nous serons obligés d'aborder la question d'une autre façon : nous chercherons les points P_1 du bobinage qui, équipotentiels à la polarité p_2, ne le sont pas à la polarité p_1, et réciproquement les points P_2 équipotentiels à p_1 qui ne sont pas équipotentiels à p_2. Les premiers serviront de bornes pour la polarité p_1, les seconds pour la polarité p_2.

2. Règle relative a l'attraction magnétique. — Nous distinguerons trois cas :

1° *Les deux nombres de paires de pôles sont tous les deux impairs.* — En ce cas, les inductions aux points diamétralement opposés de l'entrefer sont égales et de signes contraires (fig. 1) aux deux polarités ; si elles

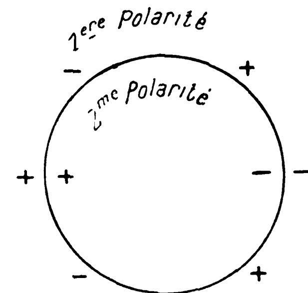


Fig. 1. — Disposition des maxima du champ magnétique dans le cas de deux nombres de paires de pôles premiers entre eux et tous deux impairs ($p_1 = 3$, $p_2 = 1$).

s'ajoutent d'un côté, elles s'ajoutent aussi de l'autre, de sorte que les inductions résultantes demeurent égales, au signe près, pour l'ensemble des deux champs aussi bien que pour chacun d'eux pris isolément. La superposition des deux champs ne peut donc produire aucune attraction magnétique déséquilibrée. Ainsi $p_1 = 1$, $p_2 = 3$, est une combinaison parfaitement satisfaisante.

2° *Les deux nombres de paires de pôles sont premiers entre eux, l'un étant pair et l'autre impair.* — Soit par exemple $p_1 = 2$, $p_2 = 1$; on voit (fig. 2) qu'au moment

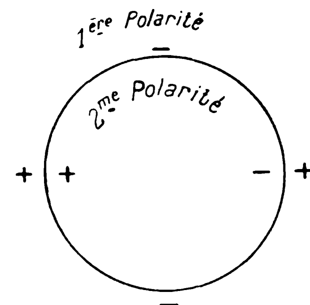


Fig. 2. — Disposition des maxima du champ magnétique dans le cas de deux nombres de paires de pôles premiers entre eux, l'un pair, l'autre impair ($p_1 = 2$, $p_2 = 1$).

où deux maxima positifs des deux champs coïncident et s'ajoutent en un point, au point diamétralement opposé de l'entrefer, les deux champs sont de sens opposés et se retranchent. Les deux inductions résultantes seront inégales et les deux attractions magnétiques diamétralement opposées ne se feront pas équilibre ; il en résultera des vibrations intolérables : le fonctionnement sera impossible.

En réalité, ceci n'est pas toujours exact : M. Chapman a en effet démontré [1] que pour des champs sinus-

[1] *Journal of the Institution of electrical Engineers*, décembre 1922, t. LXI, p. 39-48 ; analysé dans *Revue générale de l'Électricité*, 22 septembre 1923, t. XIV, p. 417-422.

oïdaux, il n'y avait une attraction magnétique résultante différente de zéro que si les deux nombres de pôles diffèrent de deux unités seulement : ainsi un champ bipolaire et un champ à 8 pôles ne donnent pas d'attraction magnétique résultante, bien que l'un des nombres de paires de pôles soit pair et l'autre impair. Mais comme le champ bipolaire a, dans le cas le plus général, des harmoniques 3 et 5, c'est-à-dire correspondant à 6 et à 10 pôles, ceux-ci combinés avec le champ à 8 pôles donneront lieu à des attractions magnétiques nuisibles, de sorte que la portée pratique de la règle que nous avons donnée plus haut en est à peine diminuée.

Si, toutefois, on pouvait, par des artifices convenables, éliminer de façon certaine ces deux champs parasites, la marche serait probablement possible, car il ne resterait plus, comme perturbations à craindre, que celles provenant des réactions des harmoniques entre eux, par exemple de l'harmonique 5 du champ à 8 pôles avec les harmoniques 19 et 21 du champ bipolaire; les amplitudes de ces harmoniques étant toujours faibles, leurs réactions mutuelles le seront également et la marche serait probablement satisfaisante.

3° *Les deux nombres de paires de pôles sont l'un pair, l'autre impair, non premiers entre eux.* — Si maintenant on adopte des polarités multiples de celles du cas précédent, les points où les inductions s'ajoutent se trouveront régulièrement répartis à la périphérie. Par exemple, si $p_1 = 4$, $p_2 = 2$, on retombe sur le premier cas : les inductions résultantes seront les mêmes en deux points diamètralement opposés (fig. 3);

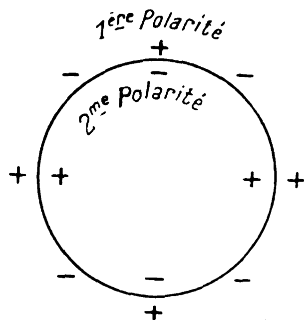


Fig. 3. — Disposition des maxima du champ magnétique dans le cas où les deux nombres de paires de pôles sont doubles du cas de la figure 2 ($p_1 = 4$, $p_2 = 2$).

il n'y aura plus de cause de vibrations. De même, si $p_1 = 6$, $p_2 = 3$, l'induction sera la même en trois points situés à 120° et la résultante sur l'arbre sera nulle.

4° *Résumé des trois cas précédents.* — En résumé, toutes les combinaisons sont admissibles sauf (sous réserve de l'application de la démonstration de M. Chapman) celles où les deux nombres de paires de pôles sont premiers entre eux, l'un étant pair et l'autre impair : ainsi les combinaisons 2-4-6 pôles, 4-6-10 pôles ne sont pas possibles, mais tous les multiples de celles-ci le sont.

II. **Etude générale des bobinages de rotors de moteurs en cascade interne.** — Avant d'aborder l'étude des bobinages en cascade des diverses polarités, nous allons développer quelques considérations générales applicables à tous les bobinages de ce genre. Nous commencerons par les bobinages de rotors dont l'étude est plus difficile que celle des bobinages statoriques [1].

A. **Nombre des circuits du rotor pour la marche en cascade.** — Le bobinage en cascade n'étant, pendant la marche en cascade, lié à aucun circuit extérieur, doit présenter forcément un certain nombre de circuits fermés pour que les courants puissent s'y développer. Pour que ceux-ci soient polyphasés, il devra y avoir plusieurs circuits de ce genre régulièrement répartis le long de la périphérie de l'entrefer.

Les forces électromotrices induites dans ce bobinage par le flux primaire — celui qui est excité par le bobinage statorique directement branché sur la ligne — développent dans chacun de ces circuits des courants qui doivent, à leur tour, exciter le flux de la seconde polarité, que nous appellerons flux secondaire. C'est ce qui se passe quand il y a deux bobinages séparés sur le rotor : la force électromotrice induite par le flux primaire dans le premier bobinage produit un courant dans l'ensemble des deux bobinages du rotor; la force magnétomotrice due à ce courant dans le second bobinage excite à son tour le flux secondaire. Les forces électromotrices induites par le flux primaire dans chacun des circuits fermés du rotor, doivent donc être équilibrées, aux chutes de tension près, par des forces contre-électromotrices dues au flux secondaire. Les forces électromotrice et contre-électromotrice dues aux deux flux dans un même circuit, doivent donc être de même fréquence — ce qui résulte évidemment de ce fait que le courant produit par le premier champ excite le second — de mêmes grandeurs et de phases exactement opposées, à la différence près introduite par les chutes de tension internes. La condition d'égalité d'amplitude des forces électromotrices induites détermine l'amplitude du flux secondaire par les équations (1) et (2). La condition de concordance de phase va nous permettre de déterminer le nombre des circuits, et, par conséquent, le nombre de phases que devra comporter le bobinage du rotor. Nous supposerons le nombre de paires de pôles p_1 et p_2 premiers entre eux ; s'il n'en était pas ainsi, la machine pourrait être divisée en un nombre d'éléments tous identiques entre eux, égal au plus grand commun diviseur de p_1 et de p_2 ; il suffirait alors de considérer un seul de ces éléments pour retomber sur le cas que nous allons examiner. Soit donc OA (fig. 4) la phase des forces électromotrices dues aux deux flux dans le premier circuit du rotor (pour la simplification de la figure et du langage, nous supposerons ces forces électromotrices en phase entre elles, tandis qu'elles sont en opposition ;

[1] Nous empruntons une bonne partie de ces généralités aux remarquables travaux de M. Creedy.

on devrait donc, en toute rigueur, faire tourner de π tous les vecteurs relatifs au flux secondaire); nous négligerons les chutes de tension internes. Appelons n le nombre des circuits du rotor. Le second circuit sera décalé par rapport au premier de $\frac{2\pi}{n}$ dans l'espace. La force électromotrice OB induite dans ce deuxième circuit par le champ primaire sera déphasée sur OA de $p_1 \frac{2\pi}{n}$ dans un certain sens (flèche 1). Par rapport au champ secondaire, le déphasage des forces

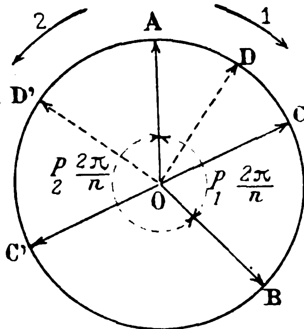


Fig. 4. — Diagramme indiquant les phases des forces électromotrices induites dans les bobinages de rotor par les deux champs tournants pour différentes positions relatives des bobines.

électromotrices induites dans les deux bobinages est $p_2 \frac{2\pi}{n}$; la force électromotrice induite par le champ secondaire dans le second circuit devant être égale et opposée à celle qui y est induite par le champ primaire doit être également représentée par OB; le champ secondaire tournant en sens inverse du champ primaire, l'angle $p_2 \frac{2\pi}{n}$ doit être mesuré en sens inverse de l'angle $p_1 \frac{2\pi}{n}$ (flèche 2) c'est-à-dire que $p_2 \frac{2\pi}{n}$ doit être égal sur la figure à l'angle extérieur des vecteurs OA et OB, tandis que $p_1 \frac{2\pi}{n}$ était égal à l'angle intérieur. On aura donc

$$p_1 \frac{2\pi}{n} + p_2 \frac{2\pi}{n} = 2K\pi,$$

K étant un nombre entier, d'où

$$p_1 + p_2 = Kn.$$

Le nombre n des circuits du rotor devra donc être un diviseur de $p_1 + p_2$. En réalité, on doit prendre $K = 1$ comme nous le verrons plus loin.

Dans le moteur Hunt, on a $p_1 = 2$, $p_2 = 1$; $n = p_1 + p_2 = 3$; les courants sont triphasés dans le rotor.

Si $n = 5$, on peut avoir $p_1 = 4$ et $p_2 = 1$ ou $p_1 = 3$ et $p_2 = 2$; on voit immédiatement qu'un même bobinage de rotor pourra alors convenir pour deux combinaisons de nombres de pôles; la vitesse en cascade sera la même dans les deux cas, mais les rapports des courants et des flux relatifs aux deux polarités, pourront être plus satisfaisants pour l'une des combinaisons que pour l'autre. Les bobinages de stators pourront être également plus faciles à établir dans un cas que dans l'autre.

De même $n = 7$ peut convenir avec 3 combinaisons:

$p_1 = 6$ avec $p_2 = 1$
$p_1 = 5$ id $p_2 = 2$
$p_1 = 4$ id $p_2 = 3$.

Si p_1 et p_2 sont tous deux impairs, n est pair, les phases des courants sont opposées deux à deux et les circuits peuvent être groupés deux à deux, de sorte que leur nombre soit en réalité réduit à $\frac{n}{2}$. Mais, pour les différentes combinaisons de polarités, ce ne sont pas les mêmes bobines qui sont de même phase, de sorte que si l'on veut pouvoir passer d'une combinaison à l'autre, on ne peut pas user de cette faculté de réduction du nombre des bobines.

Examinons maintenant ce qui se passerait si nous doublions, par exemple, le nombre des circuits du rotor. Considérons ce qui se passe dans un circuit disposé à la périphérie du rotor entre les circuits S et R précédemment étudiés. La force électromotrice due au premier champ dans ce circuit, serait représentée par la bissectrice OC de l'angle intérieur $\widehat{AOB}$ et celle qui est due au deuxième champ serait représentée par la bissectrice OC' de l'angle extérieur $\widehat{AOB}$; on voit que si les forces électromotrices dues aux deux champs s'annulent l'une l'autre dans chacun des deux circuits correspondant à OA et à OB, elles s'ajoutent dans le circuit intermédiaire; si ce circuit Intermédiaire était fermé en court-circuit sur lui-même, il s'y développerait un courant de court-circuit intense et la marche en cascade serait impossible.

On se rend compte par conséquent, dès à présent, qu'il devra y avoir en quelque sorte des vides dans le bobinage du rotor; il devra y avoir n zones bobinées correspondant aux n circuits et, dans l'intervalle de celles-ci, des zones sans bobinage où les deux flux, au lieu de donner des forces électromotrices antagonistes donneraient des forces électromotrices de même sens si ces zones portaient des bobinages.

La figure 5 représente un rotor de moteur Hunt construit par la Compagnie Sandycroft, pour 12 pôles en cascade ($p_1 + p_2 = 6$); on voit nettement sur la photographie les solutions de continuité du bobinage en des points situés à 60° les uns des autres.

Si le nombre des bobines était encore plus grand et égal, par exemple à 4 ($p_1 + p_2$), les phases des forces électromotrices induites dans ces bobines seraient intermédiaires entre les précédentes; elles seraient

représentées sur la figure 4 par OD et OD′ et se composeraient à angle droit.

B. Passage de la vitesse de marche en cascade à la vitesse de base. — Si maintenant nous prévoyons sur le rotor de tels circuits supplémentaires, et que nous les mettions en court-circuit, le flux primaire correspondant à $2p_1$ pôles induira dans les $2n$ circuits, des forces électromotrice polyphasées régulières à $2n$ phases. Chacun des deux groupes de n circuits tendra à produire un flux à $2p_2$ pôles, mais les deux groupes de n circuits tendront à le produire en sens opposé l'un de l'autre, comme nous venons de le voir; le flux à $2p_2$ pôles ne pourra donc pas se produire et la vitesse du moteur s'élèvera à celle de synchronisme de $2p_1$ pôles. La mise en court-circuit de n circuits supplémentaires intercalés entre les circuits normaux de la marche en cascade, est donc un moyen de passer de la vitesse de marche en cascade à la vitesse de base.

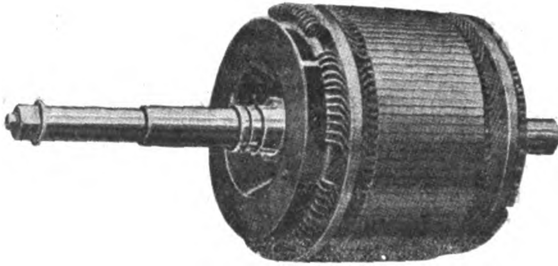


Fig. 5. — Photographie d'un rotor de moteur en cascade Hunt construit par la Compagnie Sandycroft.

Si maintenant, au lieu de mettre ces n circuits supplémentaires en court-circuit franc, nous les connectons par l'intermédiaire de bagues et de balais à un rhéostat que nous court-circuitons progressivement et si nous ouvrons les circuits statoriques à $2p_2$ pôles, nous passerons de la vitesse de marche en cascade à la vitesse de base dans des conditions analogues à celles d'un moteur asynchrone ordinaire à $2p_1$ pôles démarrant sur rhéostat. En effet, si les n bobines du premier bobinage rotorique n'étaient pas en court-circuit, mais débitaient elles aussi sur des résistances, les $2n$ phases du rotor seraient dans les mêmes conditions, le flux secondaire serait nul et dans chacune des $2n$ phases du rotor seraient induites des forces électromotrices égales représentées sur le diagramme par des vecteurs égaux à OA. La mise en court-circuit de n de ces circuits, les n autres débitant sur rhéostat, a pour effet, par l'intermédiaire du flux secondaire, d'annuler la force électromotrice dans les n spires mises en court-circuit et de la doubler dans les n autres; la somme des forces électromotrices induites dans le rotor demeurera donc la même que précédemment; pour un même courant aux bagues, la puissance débitée sur le rhéostat demeurera la même que dans le moteur ordinaire, puisque le nombre des phases du rhéostat a diminué de moitié, mais que la différence de potentiel a été doublée pour chacune (la résistance de chaque phase du rhéostat doit être, bien entendu, doublée pour que le courant conserve la même valeur que dans le moteur ordinaire).

D'autre part, vis-à-vis du flux à $2p_2$ pôles, les n circuits qui débitent sur résistances sont des circuits secondaires, puisque la moitié de la force électromotrice induite dans ces circuits étant due au flux à $2p_2$ pôles, la moitié de la puissance débitée est fournie par l'intermédiaire de ce flux. Au contraire, les n circuits rotoriques qui sont fermés en court-circuit sur eux-mêmes, servant à exciter le flux à $2p_2$ pôles, sont, vis-à-vis de celui-ci, des circuits primaires. Les circuits statoriques correspondant au flux à $2p_2$ pôles étant ouverts par hypothèse, aucun courant ne pourra y circuler du fait de ce flux.

Les deux groupes de n bobines du rotor constituent donc, vis-à-vis du flux à $2p_2$ pôles, le primaire et le secondaire et auront par conséquent des forces magnétomotrices qui, vis-à-vis de ce flux, seront opposées et égales, au courant magnétisant près. Vis-à-vis du flux à $2p_1$ pôles, ces forces magnétomotrices seront égales et de même sens. Par conséquent, le courant sera le même dans les deux groupes de bobines et la force magnétomotrice du rotor sera, vis-à-vis du flux à $2p_1$ pôles, la même que si le flux à $2p_2$ pôles n'existait pas et si le rotor débitait par $2n$ bagues le même courant dans un rhéostat à $2n$ phases; le couple sera donc le même.

Pour un même courant débité aux bagues par le moteur ordinaire et par le moteur en cascade, les puissances débitées et les couples sont donc les mêmes pour les deux machines. Les conditions de démarrage seront donc les mêmes dans les deux cas.

En réalité, l'excitation du flux à $2p_2$ pôles absorbe une certaine puissance magnétisante qui augmente l'appel de courant en ligne pour un couple donné. De plus, la dispersion entre bobinages primaire et secondaire à $2p_2$ pôles, c'est-à-dire entre les deux groupes de n bobines du rotor, a pour effet de réduire un peu la tension aux bagues, qui sera inférieure au double de la tension due au flux à $2p_1$ pôles. Pour ces deux raisons, le moteur en cascade pourvu de n circuits auxiliaires pour atteindre la vitesse de base, aura un démarrage sensiblement moins bon que celui d'un moteur ordinaire. Il pourra néanmoins atteindre la vitesse de base dans des conditions, en somme parfaitement satisfaisantes. Au moment où il sera près d'atteindre cette vitesse, on achèvera de mettre le rhéostat en court-circuit et le rotor comportant $2n$ circuits identiques en court-circuit, le flux à $2p_2$ pôles disparaîtra.

1. Disposition des circuits auxiliaires. — Les circuits auxiliaires peuvent être indépendants du circuit de mise en cascade; en ce cas, celui-ci étant toujours fermé en court-circuit sur lui-même peut être exécuté en barres d'assez forte section (sous réserve de la production de courants de Foucault à la fréquence du courant rotorique lors de la marche en cascade), ce qui

permet l'adoption d'un bobinage principal très robuste; les enroulements auxiliaires seuls sont exécutés en cuivre de profil plus réduit pour diminuer l'intensité du courant aux bagues.

Le bobinage auxiliaire peut, au contraire, dans d'autres cas, être combiné avec le bobinage de cascade. Nous verrons des exemples de l'un et de l'autre systèmes.

2. Cas de plusieurs combinaisons de polarités. — Si le stator est prévu pour pouvoir donner plusieurs polarités primaires

$$p_{11},\ p_{12},\ p_{13}\ \ldots$$

et pour pouvoir servir de secondaire pour plusieurs autres polarités correspondantes

$$p_{21},\ p_{22},\ p_{23}\ \ldots$$

telles que

$$p_{11}+p_{21}=p_{12}+p_{22}=p_{13}+p_{23}=\ldots$$

la vitesse de marche en cascade est la même quelle que soit la polarité primaire, et l'on peut passer pendant la marche de l'une à l'autre combinaison de polarités sans changer sa vitesse. La fermeture sur résistances des circuits auxiliaires du rotor, permettra de passer de la vitesse de marche en cascade à l'une quelconque des vitesses de base suivant la polarité primaire adoptée pour le couplage du stator à l'instant considéré.

Le fonctionnement du moteur en cascade étant ainsi expliqué dans ses grandes lignes, nous allons reprendre avec plus de détails l'examen de ce que doit être un bobinage de rotor en cascade.

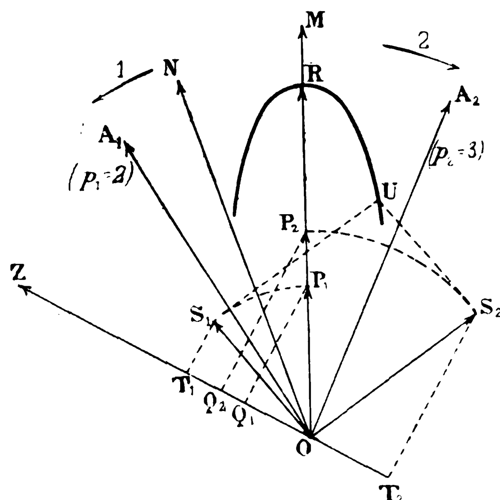


Fig. 6. — Établissement du diagramme de répartition des champs d'un bobinage de rotor de moteur en cascade interne.

C. Diagramme de répartition du champ du rotor dans un moteur en cascade. — 1. Principe de ce diagramme. — Dans l'établissement de ce diagramme, dû à M. Creedy (fig. 6), nous considérerons des directions fixes par rapport au rotor, qui tourneront par conséquent dans l'espace avec une vitesse absolue égale à celle du rotor, sauf les directions OA_1, OA_2 et OZ définies plus loin.

Considérons une direction OM où, à un instant donné, que nous prendrons pour instant initial, les axes de même signe des deux champs coïncident. Représentons par OP_1 et par OP_2 les grandeurs de ces deux champs. Le champ résultant suivant la direction OM est, à cet instant initial, $OR = OP_1 + OP_2$.

Un instant après cet instant initial, les axes des deux champs ne coïncident plus; ils occupent par rapport au rotor des positions OA_1 et OA_2, de part et d'autre de OM. On a

$$\frac{\text{angle } \widetilde{A_1OM}}{\text{angle } \widetilde{A_2OM}}=\frac{p_2}{p_1}.$$

Les angles électriques correspondant à ces angles géométriques ont pour valeur respectivement

$$p_1\times\widetilde{A_1OM}\quad\text{et}\quad p_2\times\widetilde{A_2OM},$$

valeurs qui sont égales.

Portons en $\widetilde{ZOM}$ cet angle électrique, correspondant aux deux angles géométriques

$$\widetilde{A_1OM}\quad\text{et}\quad\widetilde{A_2OM};$$

pour ne porter qu'une seule fois cet angle, nous conviendrons que, pour le deuxième champ, l'angle électrique est porté en sens inverse de l'angle géométrique.

A l'instant où les axes des deux champs sont en OA_1 et en OA_2, la valeur de chacun des champs en OM est égale à la valeur maximum du champ correspondant multipliée par le cosinus de l'angle électrique correspondant, c'est-à-dire par cos $\widetilde{ZOM}$. Les valeurs des deux champs en OM sont donc représentées par OR_1 et OR_2 projections de OP_1 et de OP_2 sur OZ, OZ étant un axe qui tourne par rapport au rotor avec la vitesse de synchronisme d'une machine bipolaire à la fréquence des courants rotoriques. Le champ résultant est la projection (non figurée) de OR sur OZ.

Cherchons maintenant les valeurs des deux champs suivant une direction ON différente de OM. L'angle géométrique de ON et de l'axe du premier champ étant

$$\widetilde{A_1ON}=\widetilde{A_1OM}-\widetilde{NOM},$$

l'angle électrique correspondant est

$$p_1\times\widetilde{A_1ON}=p_1\times\widetilde{A_1OM}-p_1\times\widetilde{NOM}$$
$$=\widetilde{ZOM}-\widetilde{S_1OM}=\widetilde{ZOS_1}$$

en prenant

$$\widetilde{S_1OM}=p_1\times\widetilde{NOM},$$

c'est-à-dire en prenant $\widetilde{S_1OM}$ égal à l'angle électrique qui, pour le premier champ, correspond à $\widetilde{NOM}$. De même, pour le deuxième champ,

$$p_2 \times \widetilde{A_2ON} = p_2 \times A_2OM + p_2\widetilde{NOM}$$
$$= \widetilde{ZOM} + \widetilde{S_2OM} = \widetilde{ZOS_2}$$

avec

$$\widetilde{S_2OM} = p_2 \times \widetilde{NOM}.$$

Les amplitudes du premier et du deuxième champ suivant ON sont donc respectivement

$$\overline{OP_1} \times \cos \widetilde{ZOS_1} \quad \text{et} \quad \overline{OP_2} \times \cos \widetilde{ZOS_2}.$$

Si l'on prend

$$\overline{OS_1} = \overline{OP_1}, \quad \overline{OS_2} = \overline{OP_2},$$

ces deux valeurs pourront s'écrire

$$\overline{OS_1} \times \cos \widetilde{ZOS_1} \quad \text{et} \quad \overline{OS_2} \times \cos \widetilde{ZOS_2}$$

et seront, par conséquent, les projections sur OZ de OS_1 et de OS_2. Le champ résultant en ON sera la projection (non tracée), sur OZ, de la résultante OU de OS_1 et de OS_2.

Si ON, au lieu d'être pris du côté de OZ par rapport à OM, avait été pris du côté opposé, les deux angles $\widetilde{S_1OM}$ et $\widetilde{S_2OM}$ auraient dû être portés, le premier à droite, le second à gauche de OM.

Les angles $\widetilde{S_1OM}$, $\widetilde{S_2OM}$, angles électriques correspondant à l'angle géométrique $\widetilde{NOM}$, sont indépendants de l'instant considéré. Le lieu du point U, extrémité de la résultante de $\overline{OS_1}$ et de $\overline{OS_2}$, quand on considère toutes les directions ON du rotor, est donc une certaine courbe, fixe par rapport au rotor, passant en R, évidemment symétrique par rapport à OM et indépendante de l'instant considéré. Cette courbe, amorcée seulement sur la figure 6, a un certain nombre de branches, que nous déterminerons plus loin. A chaque direction ON correspond un point U de cette courbe.

Le seul élément qui varie à chaque instant de la période est la position de l'axe OZ sur lequel on projette les vecteurs. Nous avons vu que cet axe tourne par rapport au rotor avec une vitesse qui est respectivement p_1 ou p_2 fois celle de déplacement géométrique des axes OA_1, OA_2 des champs correspondants, c'est-à-dire que OZ, comme nous l'avons déjà dit, tourne par rapport au rotor avec la vitesse de synchronisme d'un champ bipolaire à la fréquence des courants du rotor. Par conséquent, pour avoir la valeur du champ résultant en un point N du rotor à un instant quelconque, il n'y a qu'à prendre la projection du vecteur OU (correspondant à la direction ON) sur la direction occupée par l'axe OZ à l'instant considéré, l'axe OZ tournant, comme nous l'avons dit, à la vitesse de synchronisme d'une machine bipolaire.

2. Nombre de branches de la courbe. — Un maximum du vecteur OU du champ résultant est évidemment obtenu quand les deux composantes OS_1 et OS_2 ont la même direction. Un premier maximum a lieu en R suivant OM ; on en trouvera un second quand OM aura tourné pour venir en ON d'un angle α tel que OS_1 et OS_2 coïncident de nouveau, c'est-à-dire quand

$$(p_1 + p_2)\,\alpha = 2\pi.$$

Pour chaque rotation de ON d'un angle $\alpha = \dfrac{2\pi}{p_1 + p_2}$, on trouvera donc un maximum à partir duquel la courbe se reproduira évidemment d'une façon identique à elle-même. La distance angulaire de deux maxima consécutifs est

$$p_1\alpha = 2\pi \frac{p_1}{p_1 + p_2}$$

dans le sens de rotation de l'un des champs, et

$$p_2\alpha = 2\pi \frac{p_2}{p_1 + p_2}$$

dans le sens de rotation de l'autre champ. La courbe se fermera après un nombre K de maxima tel que

$$Kp_1\alpha = 2\pi \frac{p_1 K}{p_1 + p_2}$$

soit multiple de 2π; p_1 étant premier avec p_2, et, par conséquent, avec $p_1 + p_2$, la courbe ne se fermera que pour $K = p_1 + p_2$, c'est-à-dire quand ON aura tourné de 2π; le nombre de maxima de la courbe est égal à $p_1 + p_2$ et le déphasage des maxima successifs est $2\pi \dfrac{p_1}{p_1 + p_2}$.

La courbe comporte, bien entendu, autant de minima égaux à $OP_2 - OP_1$ ou à $OP_1 - OP_2$ que de maxima.

Les vecteurs tels que OU indiquent la phase du champ résultant en chaque point. Les phases du champ qui correspondent aux différentes branches de la courbe sont différentes ; c'est la seule différence qui existe entre ces branches.

3. Diagrammes des forces magnétomotrices et des forces électromotrices. — 1° *Forces magnétomotrices.* — Si au lieu de représenter par OP_1, OP_2, OR, OS_1, OS_2, OU, les champs composants en chaque point, on avait représenté par ces vecteurs les forces magnétomotrices composantes, on serait évidemment arrivé à un diagramme similaire du précédent. Les vecteurs OU représentent, en ce cas, les forces magnétomotrices par unité de longueur de la périphérie du rotor.

Il est évident, d'après cela, que le bobinage, pour donner une répartition des forces magnétomotrices à $p_1 + p_2$ branches, devra être composé de $p_1 + p_2$ élé-

ments identiques juxtaposés. On voit que nous retrouvons le nombre $p_1 + p_2$ des circuits du rotor, que nous avons déterminé précédemment et qu'un nombre de circuits égal à $\frac{p_1 + p_2}{K}$, K étant un entier différent de l'unité, ne conviendrait pas.

Ainsi, sur la courbe de la figure 7 relative au moteur Hunt ($p_1 = 2$, $p_2 = 1$), on a représenté les cercles de rayons OS_1 et OS_2 et la courbe résultante, et indiqué le nombre de degrés géométriques séparant à la périphérie du rotor, le point origine du point correspondant à ceux marqués sur les cercles ou sur la courbe.

2° *Forces électromotrices.* — Quant aux forces électromotrices induites dans le conducteur, elles seront encore représentées par une courbe de même nature, à $p_1 + p_2$ branches, puisque la force électromo-

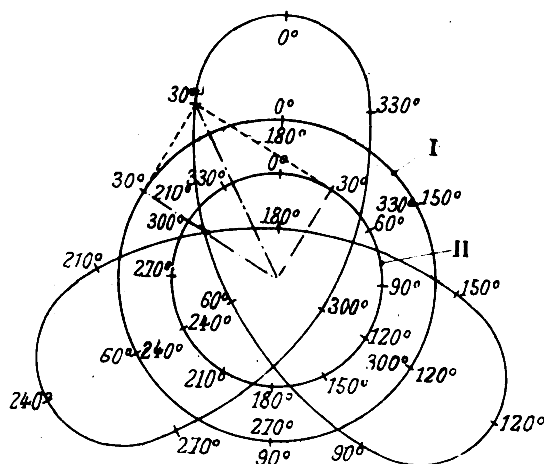


Fig. 7. — Diagramme idéal de répartition des champs d'un montage en cascade interne pour $p_1 = 2$, $p_2 = 1$: I, champ à 4 pôles; II, champ à 2 pôles.

trice induite dans ce conducteur par chacun des champs peut être représentée par un vecteur tournant tel que OS_1 ou OS_2.

Si, partant d'un point quelconque du bobinage, on fait la somme des forces électromotrices induites dans ce dernier à partir de ce point, on trouvera encore évidemment une courbe à $p_1 + p_2$ branches.

Il n'y aura donc coïncidence de phase des forces électromotrices induites par les deux champs qu'en $p_1 + p_2$ points, comme nous l'avons déjà dit, et la résultante de celles-ci ne peut, par conséquent, s'annuler pour une valeur convenable des deux champs qu'en $p_1 + p_2$ points.

Il y a lieu de remarquer qu'il n'est pas impossible, à priori, de concevoir la possibilité de combiner les conducteurs de façon à former plus de $p_1 + p_2$ circuits où la somme des forces électromotrices soit nulle : si la somme des forces électromotrices est nulle dans un circuit, elle sera nulle dans $p_1 + p_2$ circuits disposés de la même façon sur le rotor; mais on peut trouver des combinaisons de conducteurs disposés autrement que les premiers, telles que la somme des forces électromotrices induites dans un autre circuit soit nulle; en ce cas, il y aurait une seconde série de $p_1 + p_2$ circuits où la somme des forces électromotrices serait nulle.

3° *Remarque.* — Il est évident que les différents diagrammes des champs, des forces magnétomotrices, des forces électromotrices ont seulement même allure générale et même nombre de branches, mais ne sont pas rigoureusement identiques entre eux. Par exemple, les forces électromotrices induites par les deux champs dans un conducteur sont proportionnelles, non seulement aux valeurs des deux champs à l'endroit où se trouve le conducteur, mais aussi aux vitesses de rotation de ces deux champs, c'est-à-dire à $\frac{1}{p_1}$ et à $\frac{1}{p_2}$. Le diagramme des forces électromotrices est donc évidemment différent de celui des champs.

De même, le champ est proportionnel à l'intégrale de la force magnétomotrice élémentaire en chaque point. On pourrait également faire un diagramme des flux.

Les diagrammes dont nous parlerons dans la suite seront, en général, ceux de la force magnétomotrice par unité de longueur de la périphérie du rotor.

4. Construction du diagramme correspondant a un bobinage donné. — Les bobinages en cascade pratiquement réalisables ne donnent évidemment pas des courbes de champs ou de forces magnétomotrices identiques aux courbes théoriques dont nous venons d'établir le mode de détermination. La différence entre la courbe théorique et la courbe pratique provient des harmoniques des deux champs. Pour pouvoir apprécier un bobinage donné, il convient de tracer le diagramme des forces magnétomotrices relatif à ce bobinage et de le comparer à la courbe théorique à $p_1 + p_2$ branches. Le tracé de ce diagramme s'effectue de la manière suivante : nous avons dit que la phase du vecteur OU représente la phase de la grandeur correspondante (champ, force magnétomotrice, force électromotrice, etc.) au point N; pour construire le diagramme correspondant à un bobinage donné, on porte donc à partir de l'origine, pour chaque encoche, un vecteur représentant en grandeur et en phase la force magnétomotrice des courants des conducteurs de l'encoche et on joint les extrémités de ces vecteurs par une ligne polygonale continue.

Ainsi, en appelant M_1, M_2, M_3... (fig. 8) les encoches situées à $\frac{2\pi}{n}$ les unes des autres et correspondant aux maxima de la courbe, et N_1, N_1', N_1'',... N_2, les encoches intermédiaires, on portera ainsi qu'il suit, les vecteurs représentant la force magnétomotrice des encoches :

OR_1	pour l'encoche	M_1
OU_1	id	N_1
OU'_1	id	N'_1
OU''_1	id	N''_1

. . . .

OR_2	id	M_2
OU_2	id	N_2.

On joindra les points R_2, U_1, U_1', U_1''..., R_2, U_2...

Plus la ligne polygonale obtenue se rapprochera du diagramme théorique, plus le bobinage sera satisfaisant.

Diagramme des forces magnétomotrices résultantes. — En faisant le diagramme de la somme des forces magnétomotrices des encoches à partir d'un point donné du rotor, on constituerait un diagramme à $p_1 + p_2$ branches où une droite quelconque joignant deux sommets représente en grandeur et en phase la force magnétomotrice des encoches intermédiaires. Un tel diagramme est comparable au diagramme dit de Görges des moteurs asynchrones ordinaires.

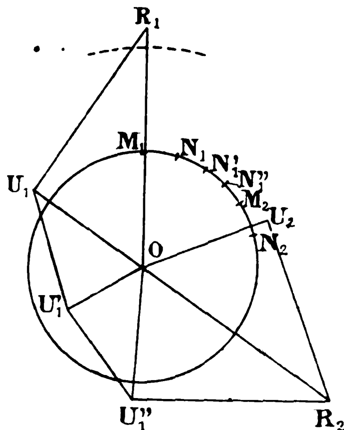


Fig. 8. — Etablissement du diagramme des forces magnétomotrices d'un bobinage de rotor de moteur en cascade interne.

5. Remarque : Emploi possible de rotors à pôles saillants pour la marche en cascade. — Dans le cas où les deux champs sont égaux ou à peu près égaux, le champ résultant est nul en certains points, et la courbe du diagramme passe par l'origine.

Le champ étant nul ou très faible en ces points et dans leur voisinage immédiat, on pourrait, en principe, exécuter des rotors en cascade à pôles saillants; mais de tels rotors ne conviendraient pas, bien entendu, pour la marche aux vitesses de base.

D. Détermination d'un bobinage de rotor en cascade. — Nous pouvons maintenant aborder la détermination d'un bobinage de rotor en cascade.

On peut, bien entendu, établir des bobinages en cascade en traçant deux bobinages à $2p_1$ et à $2p_2$ pôles, les superposant, supprimant les conducteurs parcourus par des courants égaux et de phases opposées, remplaçant les conducteurs parcourus par des courants qui ne sont ni en phase, ni en opposition par des conducteurs parcourus par le courant résultant, celui-ci étant lui-même obtenu par des connexions en étoile-polygone, par exemple.

Une telle méthode, qui a été celle de Hunt, donne de bons résultats si l'on part de deux bobinages individuellement satisfaisants, mais elle est d'une application assez pénible.

1. Conditions auxquelles doivent répondre les bobinages élémentaires. — Comme cette méthode peut néanmoins être avantageuse dans certains cas, il est utile d'établir les conditions auxquelles devront répondre les bobinages élémentaires pour permettre une combinaison facile de leurs éléments.

Le bobinage résultant devant avoir $p_1 + p_2$ phases, il convient de partir de bobinages élémentaires ayant chacun un nombre de sections qui soit multiple de $p_1 + p_2$, pour que leur combinaison produise $p_1 + p_2$ circuits symétriques.

On peut, en outre, savoir facilement d'avance quelles sont les bobines ou les conducteurs qui disparaitront comme étant parcourus par des courants de sens opposés.

Nous avons vu (fig. 4) que si en un point A les forces électromotrices dues aux deux champs sont de phases opposées, il en est de même en un point B situé à une distance angulaire $2\pi \dfrac{1}{p_1 + p_2}$ du précédent, à la périphérie du rotor. Les forces électromotrices sont au contraire de même sens au point C équidistant des précédents. Le bobinage rotorique étant primaire vis-à-vis de l'un des nombres de pôles et secondaire vis-à-vis de l'autre, des forces électromotrices opposées donneront lieu à des courants de même signe et, réciproquement : les forces magnétomotrices des courants s'ajouteront donc en A et B et se retrancheront en C. Si l'un des deux bobinages élémentaires débite sur l'autre, et s'ils sont couplés de la même façon, les courants seront égaux dans les deux bobinages et la force magnétomotrice sera, par conséquent, nulle en C. En D les forces électromotrices et les courants sont en quadrature.

Supposons, par exemple, que $p_1 + p_2 = 12$ et que chacun des deux bobinages élémentaires soit composé lui-même de deux bobinages étoile-polygone à 12 bobines, tels que ceux étudiés dans la troisième partie de ce travail (fig. 34, troisième partie). Les forces magnétomotrices des courants s'annuleront totalement pour les deux bobinages dont les bobines seront dans la position C, et s'ajouteront au contraire pour les deux bobinages dont les bobines seront dans la position A (ou B), de sorte que le bobinage en cascade résultant pourra être composé par un seul des bobinages élémentaires de la figure 34, de la troisième partie, la section des conducteurs étant, bien entendu, renforcée en conséquence.

La valeur d'un bobinage ainsi obtenu par superposition de deux bobinages élémentaires pourra être appréciée par le tracé du diagramme de Creedy.

2. Établissement direct des bobinages en cascade. — 1° *Cas général.* — Le diagramme à $p_1 + p_2$ branches, de M. Creedy, permet l'établissement direct de bobinages en cascade sans passer par l'intermédiaire des deux bobinages composants.

Un tel bobinage devra avoir évidemment au moins autant de phases que la courbe a de maxima, c'est-à-dire $p_1 + p_2$ (ou le double de ce nombre si des conducteurs portant des courants de phases opposées, tels que les conducteurs d'aller et de retour d'une même spire, sont comptés comme étant de phases différentes). En général, on a avantage à augmenter le nombre de phases pour obtenir une courbe de force magnétomotrice aussi voisine que possible de la courbe théorique. Cette augmentation du nombre des phases peut être obtenue, par exemple, par des connexions de bobines en étoile-polygone. Bien entendu, si l'on augmente le nombre des phases dans l'un des circuits, on doit l'augmenter de la même façon dans tous les autres, de sorte que le nombre total des phases sera un multiple de $p_1 + p_2$.

Le bobinage obtenu doit avoir des zones de force magnétomotrice maximum et des zones de force magnétomotrice minimum ; les ampères-tours par unité de longueur devront être distribués, non pas également dans toutes les encoches comme dans les moteurs ordinaires, mais suivant une loi périodique, de période égale à $\frac{1}{p_1 + p_2}$ de la périphérie du rotor.

2° *Modification du pas.* — La modification du pas est souvent pour les bobinages en deux couches, quel que soit leur mode d'établissement, un moyen permettant d'agir commodément sur la forme du diagramme.

3. Emploi d'un bobinage en cage d'écureuil. — Il est évident qu'en réduisant le bobinage rotorique à $p_1 + p_2$ conducteurs, ceux-ci seront parcourus par $p_1 + p_2$ courants à $p_1 + p_2$ phases, dont la somme sera nulle. Ces $p_1 + p_2$ conducteurs pourront être réunis en court-circuit à leurs deux extrémités par un cercle de point neutre et constituer ainsi une cage d'écureuil élémentaire. Il est évident qu'un tel nombre de conducteurs est absolument insuffisant et que cette remarque n'a qu'un intérêt purement spéculatif.

4. Emploi d'un bobinage monophasé. — 1° *Cas général.* — Le plus simple de tous les bobinages qui répondent à cette condition est un bobinage monophasé à $p_1 + p_2$ pôles, avec $p_1 + p_2$ bobines où des encoches demeurent vides au milieu de chaque bobine (si $p_1 + p_2$ est impair ; ceci signifie simplement que l'on a affaire à la moitié d'un bobinage monophasé à $2(p_1 + p_2)$ pôles).

Si l'on réunit en court-circuit l'entrée et la sortie de chaque bobine, il pourra circuler dans l'enroulement ainsi formé des courants à $p_1 + p_2$ phases.

La figure 9 a, représente un tel bobinage pour 18 encoches et pour $p_1 = 2$, $p_2 = 1$ (moteur Hunt). Le diagramme des forces magnétomotrices est celui de la figure 9 b). Les phases étant fort nombreuses dans certains diagrammes que nous allons rencontrer (leur nombre atteint 20 dans certains cas), il nous a paru plus commode de désigner, comme le fait M. Creedy, la phase des courants qui parcourent les conducteurs par le nombre de degrés correspondants plutôt que par un chiffre romain, comme nous l'avions fait précédemment. La force magnétomotrice des encoches 1 et 2 appartenant à la phase 0° sera représentée sur le diagramme par un même vecteur 0-1,2 ; celles des encoches 3 et 4 étant nulle correspondra à l'origine 0 ; pour les encoches 5 et 6, on aura la phase 180° et le point 5,6 symétrique de 1,2 par rapport à l'origine. Pour les entailles 7 et 8, on trouve la phase 120° et le point 7,8, et ainsi de suite les points 0-11,12-13,14-0-17,18-1,2. On voit que les numéros des encoches sont indiqués aux sommets du polygone ; on n'a pas indiqué au centre les numéros des encoches dépourvues de bobinage. Un tel diagramme est évidemment fort éloigné de la courbe théorique de la figure 7.

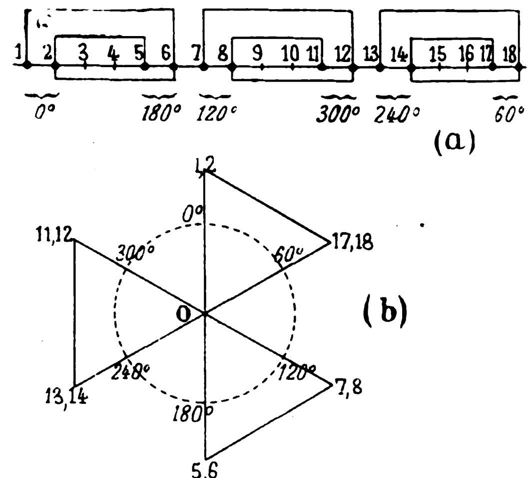


Fig. 9. — Bobinage de rotor de moteur en cascade interne formé d'un bobinage monophasé pour $p_1 = 2$, $p_2 = 1$: a) schéma de bobinage ; b) diagramme.

2° *Modification de ce bobinage.* — A titre d'application des principes posés précédemment nous allons montrer comment ce bobinage peut être amélioré par la combinaison de conducteurs appartenant à des phases différentes. Chaque phase comporte (fig. 10 a), outre 4 spires logées deux à deux dans les mêmes encoches que précédemment, une spire supplémentaire logée dans les deux encoches qui encadrent les précédentes, et une autre spire, diamétralement opposée, logée dans les encoches vides.

On obtient ainsi le diagramme de la figure 10 b) où les nombres marqués aux sommets du polygone indiquent les numéros des encoches correspondantes ; un tel diagramme est très satisfaisant.

5. Emploi de bobinages en étoile-polygone simples. — On peut utiliser comme bobinages en cascade les bobi-

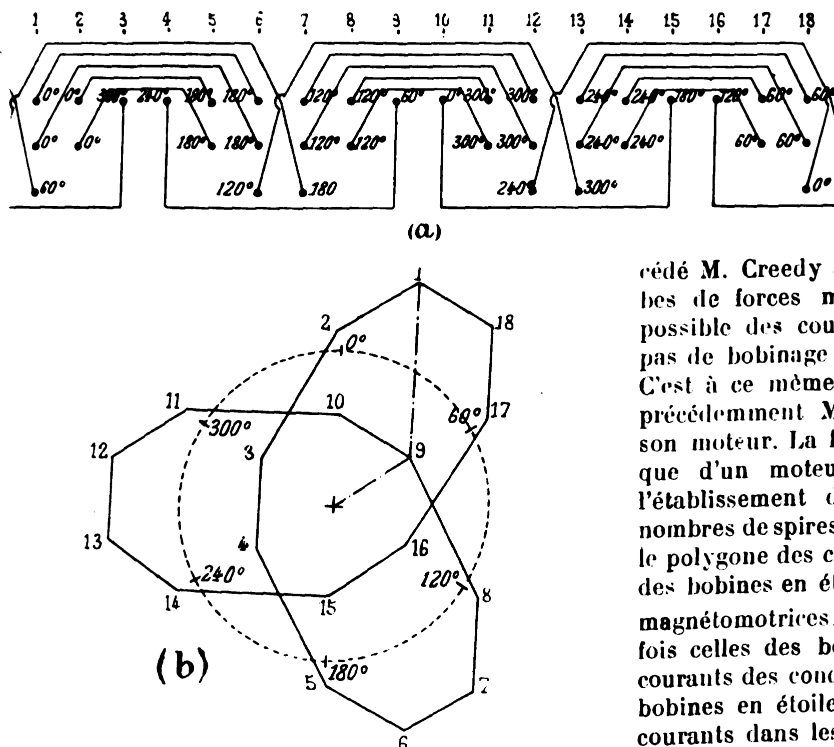


Fig. 10. — Bobinage de rotor de moteur en cascade interne formé d'un bobinage monophasé amélioré pour $p_1 = 2$, $p_2 = 1$. a) schéma de bobinage. b) diagramme.

nages en étoile-polygone étudiés dans la troisième partie de ce travail. $4N'$ désignant le nombre total des bobines, on choisit $N' = p_1 + p_2$; ainsi, pour $p_1 = 1$, $p_2 = 1$ (moteur Hunt) on prendrait $4N' = 12$ (en réalité, comme nous l'avons dit, un tel bobinage provoquerait une attraction magnétique inadmissible et l'on ne peut employer que des multiples des nombres de pôles correspondants, par exemple $p_1 = 4$, $p_2 = 2$, $4N' = 24$). On réunit alors en court-circuit (fig. 11 et 12), N' extré-

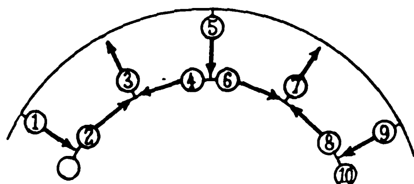


Fig. 11. — Bobinage étoile-polygone employé comme bobinage de rotor de moteur en cascade interne.

mités de l'étoile prises de deux en deux, les N' autres extrémités restant en circuit ouvert. On constitue ainsi $N' = p_1 + p_2$ circuits fermés où peuvent se développer des courants à $p_1 + p_2$ phases; les N' bobines restant en circuit ouvert réalisent les minima de la courbe de force magnétomotrice. La division du courant des N' bobines en étoile entre les $2N'$ bobines en polygone, produit la multiplication du nombre de phases dont nous avons parlé antérieurement et améliore le diagramme des forces magnétomotrices. L'étude de la question à laquelle a procédé M. Creedy a montré que pour avoir des courbes de forces magnétomotrices aussi voisines que possible des courbes théoriques, il faut adopter un pas de bobinage égal à la largeur de trois bobines. C'est à ce même bobinage qu'avait d'ailleurs abouti précédemment M. Hunt dans le cas particulier de son moteur. La figure 12 donne le bobinage rotorique d'un moteur Hunt et son diagramme. Pour l'établissement de celui-ci, on observe que, si les nombres de spires de toutes les bobines sont les mêmes, le polygone des courants étant un triangle, quand trois des bobines en étoile sont à circuit ouvert, les forces magnétomotrices des bobines en étoile sont égales à $\sqrt{3}$ fois celles des bobines en polygone. Les phases des courants des conducteurs de la couche supérieure des bobines en étoile étant 30°-270°-150°, les phases des courants dans les bobines en triangle se déterminent comme suit : les bobines en polygone qui sont entre les bobines 30°-270° en étoile, ont une phase qui, sur le

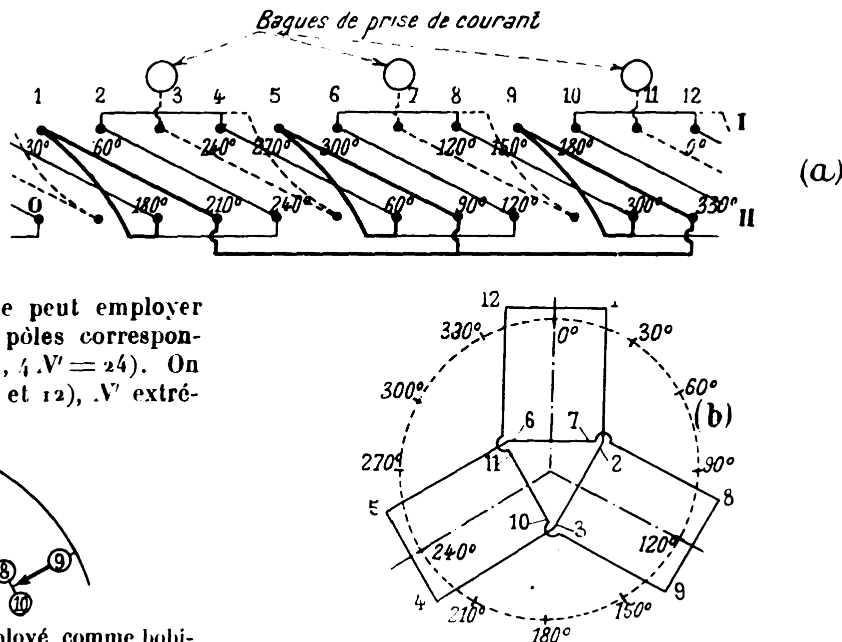


Fig. 12. — Bobinage étoile-polygone pour rotor de moteur en cascade interne pour $p_1 = 2$, $p_2 = 1$: a) schéma de bobinage : I, couche supérieure ; II, couche inférieure. b) diagramme.

diagramme vectoriel de la figure 12 b) est représentée par une parallèle à la corde 30°-270° du cercle, c'est-à-dire par le diamètre 60°-240°; ces bobines seront

donc parcourues par des courants ayant pour phases 240° et 60°, et de même pour les autres bobines en polygone.

Pour passer de la vitesse de marche en cascade à la vitesse de base de $2p_1$ pôles, il suffit, avec ce bobinage, de fermer sur des rhéostats les N' bobines qui avaient été précédemment laissées en circuit ouvert (connexions en pointillé sur la figure 12 a). En effaçant les résistances, on atteint la vitesse de régime pour laquelle est couplé le stator.

6. Emploi de bobinages en étoile-polygone doubles. — Les bobinages en étoile-polygone doubles du type que nous avons examiné à la fin du troisième article de cette étude, permettent également le fonctionnement en cascade dans des conditions que nous allons définir maintenant. Reprenons l'enroulement à 24 bobines formé de deux bobinages élémentaires de chacun 12 bobines que nous avons étudié pour 8, 10, 12, 14, 16 pôles (fig. 34 et 35, troisième partie). Les bobines des deux circuits étant alternées, si nous laissons un de ces bobinages à circuit ouvert, et si nous fermons toutes les extrémités de l'autre en court-circuit, nous aurons à la périphérie du rotor alternativement une bobine en circuit et une bobine hors circuit ; nous aurons donc réalisé la condition essentielle pour obtenir le fonctionnement en cascade interne à la vitesse correspondant à $p_1 + p_2 = 12$ paires de pôles, c'est-à-dire à 24 pôles.

Pour 10-14 pôles, $p_1 = 5$ et $p_2 = 7$ étant premiers entre eux, le diagramme est à 12 branches; les courants, d'après les figures 35 b) ou d) de la troisième partie sont bien effectivement à 12 phases comme il convient pour obtenir un tel diagramme. Pour 8-16 pôles, en divisant les nombres de paires de pôles par leur plus grand commun diviseur, on obtient $p_1 = 2$, $p_2 = 1$, $p_1 + p_2 = 3$, comme pour le moteur Hunt. Le diagramme théorique doit être celui de la figure 7 parcouru quatre fois; le bobinage rotorique donne bien (fig. 35 a) ou e) de la troisième partie) des bobines qui sont 4 par 4 de même phase.

La seule difficulté est la suivante : si les bobines en étoile et en polygone ont le même nombre de spires, comme à 8 et à 16 pôles elles sont parcourues par le même courant, les forces magnétomotrices de toutes les bobines auront la même valeur, ce qui sera parfaitement satisfaisant. Mais alors, pour 10 et 14 pôles, les bobines en étoile auront une force magnétomotrice qui sera $\sqrt{3}$ fois celle des bobines en polygone et il semble que l'on soit exposé à avoir des branches de la courbe de force magnétomotrice qui seront de grandeur inégale; ceci augmenterait évidemment la dispersion. En réalité, par un choix convenable du pas, on peut réduire cet inconvénient à peu de chose comme nous allons le voir :

Supposons que l'on choisisse un pas égal à la largeur de deux bobines (fig. 13): les conducteurs de retour d'une bobine en étoile E seront superposés aux conducteurs d'aller d'une bobine en polygone P et réciproquement, de sorte que les forces magnétomotrices résultantes auront toujours la même grandeur; mais, comme les forces magnétomotrices composantes ne seront pas égales entre elles, les forces magnétomotrices résultantes ne seront pas exactement déphasées de $\frac{5\pi}{6}$ (ou de $\frac{7\pi}{6}$) les unes par rapport aux autres comme elles devraient l'être. La marche en cascade aura généralement lieu sur le couplage 16 pôles primaires-

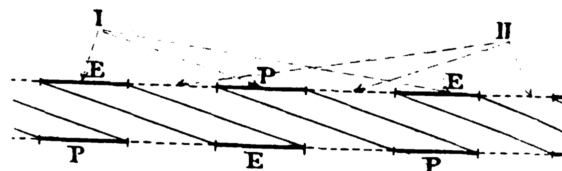


Fig. 13. — Schéma de bobinage en étoile-polygone double avec pas de bobinage égal au double de la largeur d'une bobine : I, bobinage en circuit ; II, bobinage à circuit ouvert.

8 pôles secondaires, puisque la vitesse de base de 16 pôles est la plus voisine de celle de marche en cascade. Il sera donc avantageux, en ce cas, de donner le même nombre de spires aux bobines en étoile et aux bobines en polygone. De plus, le chevauchement des bobines étant toujours à recommander, nous prendrons un pas compris entre 1,5 et 2,25 largeurs de bobines et non exactement égal à deux largeurs; 1,5 largeur de bobines est un pas diamétral à 16 pôles; 2,25 est allongé de 50 pour 100 à cette polarité; le plus souvent 1,5 ou 1,75 conviendra.

Bien entendu, un pas égal à un nombre impair de largeurs de bobines ne pourra jamais convenir, car les conducteurs de retour d'un bobinage élémentaire seraient superposés aux conducteurs d'aller de l'autre et réciproquement (fig. 14); il n'y aurait pas de solution de continuité dans la répartition des forces magnétomotrices le long de l'entrefer et la marche en cascade serait impossible.

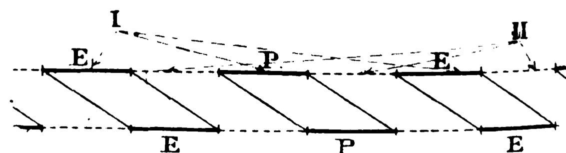


Fig. 14. — Schéma de bobinage en étoile-polygone double avec pas de bobinage égal à la largeur d'une bobine : I, bobinage en circuit ; II, bobinage à circuit ouvert.

Il n'y aura, à la marche en cascade, que la moitié du cuivre du rotor en circuit, ce qui l'expose à chauffer. On pourra remédier partiellement à cet inconvénient, au prix d'une grosse complication de bobinage en donnant plus de cuivre au bobinage qui est en court-circuit permanent qu'à celui qui est hors circuit. Pour réduire les pertes dans le cuivre à la marche en cascade, il conviendra de choisir un pas tel que le coefficient de bobinage à la polarité primaire soit aussi élevé

que possible : ainsi pour $p_1 = 8$ (16 pôles), un pas de bobinage égal à 2,25 largeurs de bobines, pas qui serait allongé de 50 pour 100, donnerait un coefficient de bobinage q de 0,7 et serait assez défavorable parce qu'il conduirait à un courant rotorique élevé. Au contraire, avec $p_1 = 7$, ce pas serait très acceptable. Il conviendra donc d'examiner quelle combinaison de polarités au stator donnera les moindres pertes Joule rotoriques lors de la marche en cascade.

Un tel rotor permet encore, comme nous le savons, le fonctionnement en moteur ordinaire à 8, 10, 12, 14, 16 pôles. On pourra atteindre les vitesses de régime de 8, 10, 14, 16 pôles en prenant ces vitesses comme vitesses de base de la marche en cascade et en fermant le second circuit du rotor sur résistances suivant le processus que nous avons développé précédemment. Pour la vitesse correspondant à 12 pôles, il ne pourra pas en être ainsi, car $24 = 2 \times 12$, la polarité primaire serait égale à la polarité secondaire et il serait impossible d'empêcher l'induction mutuelle au stator entre le primaire et le secondaire. On sera donc obligé, pour la marche à 12 pôles, de démarrer en moteur ordinaire ; nous savons que chacun des deux circuits est monophasé à cette polarité ; il suffira donc de munir le circuit qui, en cascade, est en court-circuit sur lui-même, de deux bagues à chacune desquelles seront réunies trois extrémités de l'étoile (fig. 5 c) de la troisième partie) pour pouvoir utiliser ce bobinage comme un circuit monophasé pour le démarrage en diphasé à 12 pôles.

Il faudra donc 6 bagues aux 6 extrémités des bobines en étoile de l'enroulement qui sera hors circuit pour la marche en cascade et 2 bagues supplémentaires pour l'autre enroulement. Les phases des courants des trois bobines réunies à chacune de ces deux bagues étant décalées de $\frac{2\pi}{3}$ à toutes les polarités autre que 12 pôles, chacune de ces bagues constituera un point neutre à ces polarités et il sera inutile de les mettre en court-circuit. Les deux bobinages élémentaires étant indépendants l'un de l'autre, on pourra d'ailleurs réunir, en une seule, deux bagues appartenant l'une à un bobinage, l'autre à l'autre, de sorte que 7 bagues suffiront au total. Avec 6 bagues, on pourrait réaliser les mêmes polarités à l'exclusion de 12 pôles.

Le nombre des bobines de l'enroulement élémentaire étant multiple de 4, le nombre des bobines du rotor d'un bobinage de ce genre est multiple de 8 ; on pourra donc réaliser avec ce mode d'enroulement toutes les valeurs de $p_1 + p_2$ multiples de 4 (sauf 4 bien entendu).

7. Bobinage en polygone a encoches pleines, de M. Creedy. — Beaucoup d'autres types de bobinages sont possibles dont nous verrons quelques applications ultérieurement ; ces bobinages sont généralement moins satisfaisants que le bobinage étoile-polygone.

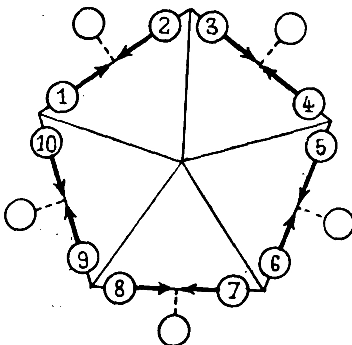


Fig. 15. — Schéma simplifié de bobinage rotorique en polygone à encoches pleines, de M. Creedy pour $p_1 + p_2 = 5$.

En particulier, M. Creedy a proposé un bobinage entièrement en polygone qui remplit complètement les encoches à la marche en cascade ; la figure 15 représente le schéma simplifié de ce bobinage pour $p_1 + p_2 = 5$ et la figure 16, le schéma détaillé, avec indication des angles de phase des conducteurs dans le cas de $p_1 = 3$, $p_2 = 2$ (fig. 16 a) et dans le cas de $p_1 = 4$, $p_2 = 1$ (fig. 16 b). Le nombre d'encoches est le même que dans le cas du bobinage en étoile-polygone simple, le pas des bobines est le même ; chaque élément est formé de deux bobines montées en oppo-

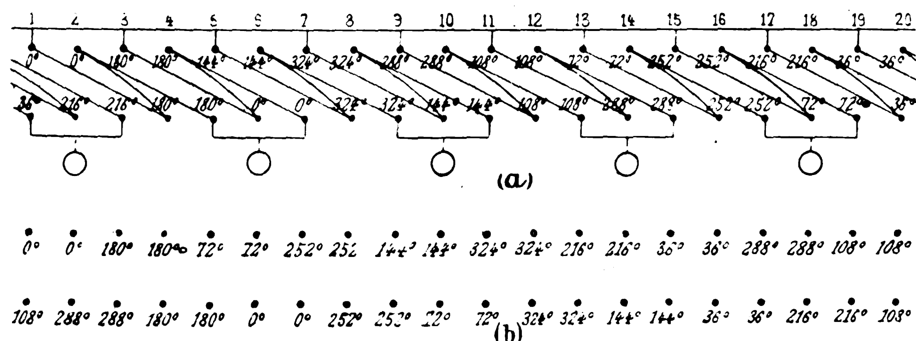


Fig. 16. — Schéma détaillé de bobinage rotorique en polygone à encoches pleines de M. Creedy pour $p_1 + p_2 = 5$: a) angles de phase de courants pour $p_1 = 3$, $p_2 = 2$ (6/4 pôles) ; b) angles de phase des courants pour $p_1 = 4$, $p_2 = 1$ (8/2 pôles).

sition, chacune étant formée de deux sections logées dans deux encoches voisines; les $p_1 + p_2$ sommets du polygone sont réunis en court-circuit et forment un point neutre. Vu le pas choisi, les phases se recouvrent dans les deux couches du bobinage ce qui donne un diagramme assez satisfaisant (fig. 17). En augmentant ou en diminuant le nombre des éléments semblables

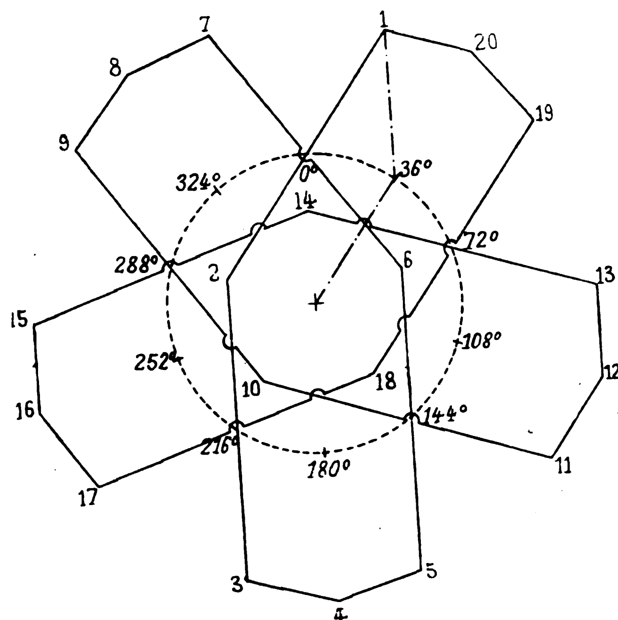


Fig. 17. — Diagramme de bobinage rotorique en polygone à encoches pleines de M. Creedy, pour $p_1 + p_2 = 5$, dans le cas de $p_1 = 3, p_2 = 2$.

juxtaposés, on peut réaliser telle valeur de $p_1 + p_2$ que l'on désire.

Le rapport des deux flux donné par ce bobinage est généralement assez peu satisfaisant, comme nous aurons l'occasion de le dire, de sorte que ce bobinage est moins avantageux que le bobinage en étoile-polygone simple.

Le passage de la vitesse de marche en cascade à l'une quelconque des vitesses de base se fait en court-circuitant $p_1 + p_2$ bagues reliées aux milieux des côtés du polygone (connexions en pointillé sur les figures 15 et 16): $p_1 + p_2$ bagues forment un second point neutre, de sorte que chacune des $2(p_1 + p_2)$ sections se trouve en court-circuit individuellement; le nombre des courts-circuits étant doublé, la machine atteint la vitesse de base.

E. Détermination du rapport des deux flux pour un bobinage de rotor en cascade donné. — 1. CAS GÉNÉRAL. — Cette détermination se fait en écrivant que dans un circuit fermé constitué par les conducteurs du rotor, la force électromotrice due au flux secondaire est égale et opposée à la force électromotrice due au flux primaire.

Soit (fig. 18) ABCDEF un circuit fermé quelconque formé par le bobinage du rotor et comportant, par exemple, 4 bobines B, C, D, E. On calcule les décalages respectifs de ces bobines dans le champ à $2p_1$ pôles et dans le champ à $2p_2$ pôles; soient β_1, γ_1, δ_1, ε_1, β_2, γ_2, δ_2, ε_2, ces décalages (ces décalages sont comptés par rapport à une direction prise arbitrairement par exemple, bissectrice des vecteurs relatifs aux

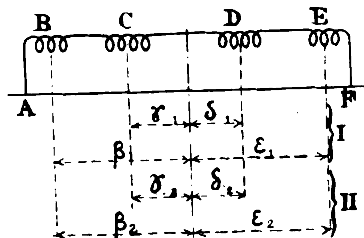


Fig. 18. — Schéma d'un circuit fermé de rotor de moteur en cascade interne: I, premier champ; II, deuxième champ.

bobines du milieu C et D, direction qui est, en général, un axe de symétrie). On calcule en outre les coefficients de bobinage de ces bobines dans le champ à $2p_1$ pôles et dans le champ à $2p_2$ pôles.

Ces coefficients de bobinage et les nombres de spires de ces bobines permettent de calculer les rapports des grandeurs des forces électromotrices e_{B_1}, e_{C_1}, e_{D_1}, e_{E_1}, induites par le premier flux dans ces bobines entre elles, et de même les rapports des forces électromotrices e_{B_2}, e_{C_2}, e_{D_2}, e_{E_2}, induites par le second flux dans ces bobines entre elles. Connaissant les grandeurs relatives de e_{B_1}, e_{C_1}, e_{D_1}, e_{E_1}, et les angles β_1, γ_1, δ_1, ε_1, on peut construire, à une échelle arbitraire quelconque, la force électromotrice résultante induite par le premier flux dans le circuit fermé (fig. 19 a), et de même pour le second flux (fig. 19 b); les deux forces électromotrices résultantes doivent être égales entre elles, ce qui détermine le rapport e_{R_1}/e_{R_2}, et permet de calculer le rapport des flux. En faisant ce tracé, les angles correspondant aux deux flux doivent, bien entendu, être portés en sens inverse.

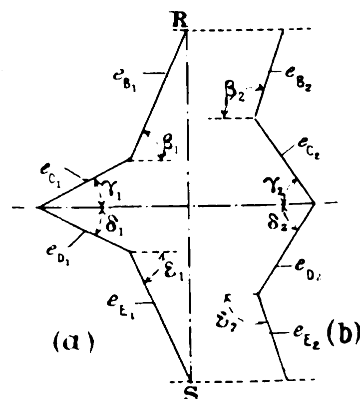


Fig. 19. — Diagramme des forces électromotrices induites dans un circuit fermé de rotor de moteur en cascade interne: a) par le flux primaire; b) par le flux secondaire.

2. Rapport des deux flux pour un bobinage de rotor en cascade en étoile-polygone simple. — Dans le cas d'un bobinage en étoile-polygone simple, on a

$$2\beta_1 = 2\varepsilon_1 = 2\pi \frac{p_1}{p_1 + p_2},$$

$$2\beta_2 = 2\varepsilon_2 = 2\pi \frac{p_2}{p_1 + p_2};$$

β_1 et β_2 sont supplémentaires, et les vecteurs extrêmes des deux diagrammes de la figure 19 sont parallèles deux à deux.

La distance angulaire des axes de deux bobines en polygone consécutives est la moitié de celle des deux bobines en étoile voisines ; on a donc :

$$2\gamma_1 = 2\delta_1 = \pi \frac{p_1}{p_1 + p_2},$$

$$2\gamma_2 = 2\delta_2 = \pi \frac{p_2}{p_1 + p_2}.$$

Appelons n_E et n_P les nombres de spires respectifs des bobines en étoile et en polygone, q_1 et q_2 les coefficients de bobinage pour les deux flux (ces coefficients de bobinage sont forcément les mêmes pour les deux types de bobines), Φ_1 et Φ_2 les deux flux. La force électromotrice résultante RS (fig. 19) a pour valeur pour le flux primaire

$$RS = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega q_1 (n_E \sin \beta_1 + n_P \sin \gamma_1) \Phi_1 10^{-8}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} \omega q_1 \left(\frac{n_E}{n_P} \sin \frac{p_1}{p_1+p_2}\pi + \sin \frac{p_1}{p_1+p_2}\frac{\pi}{2}\right) n_P \Phi_1 10^{-8}.$$

Et de même, pour le flux secondaire,

$$RS = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega q_2 \left(\frac{n_E}{n_P} \sin \frac{p_2}{p_1+p_2}\pi + \sin \frac{p_2}{p_1+p_2}\frac{\pi}{2}\right) n_P \Phi_2 10^{-8},$$

d'où l'on tire

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{\left(\frac{n_E}{n_P} \sin \frac{p_1}{p_1+p_2}\pi + \sin \frac{p_1}{p_1+p_2}\frac{\pi}{2}\right) \times q_1}{\left(\frac{n_E}{n_P} \sin \frac{p_2}{p_1+p_2}\pi + \sin \frac{p_2}{p_1+p_2}\frac{\pi}{2}\right) \times q_2};$$

enfin :

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{p_2}{p_1} \times \frac{\Phi_2}{\Phi_1}.$$

En général n_E est égal à n_P.

F. Calcul de la force magnétomotrice d'un rotor en cascade interne pour chacune des deux polarités. — 1. Cas général. — Pour pouvoir calculer exactement le courant du rotor et le courant statorique secondaire du moteur, il faut savoir calculer la force magnétomotrice du rotor vis-à-vis de chacun des deux champs. Ceci peut être fait aisément à la lumière de ce que nous avons vu jusqu'à présent.

Dans un moteur asynchrone ordinaire, en appelant
m le nombre de phases ;
q, le coefficient de bobinage ;
n, le nombre de spires par phase :
I, le courant, diminué géométriquement du courant magnétisant quand il s'agit du courant statorique, on détermine le courant du rotor en fonction de celui du stator, ou inversement, en écrivant que les produits $m\,q\,n\,I$ relatifs au stator et au rotor sont égaux.

Il s'agit donc de calculer la quantité $m\,q\,n\,I$ pour un rotor en cascade interne. Considérons le même circuit ABCDEF (fig. 18) que précédemment, et le diagramme des forces électromotrices induites dans ce circuit par les deux champs (fig. 19). La force électromotrice induite dans le circuit du rotor y produira un courant de phase RS, si l'on néglige le déphasage du courant sur la tension. Ce déphasage a d'ailleurs uniquement pour effet de faire tourner tous les vecteurs des courants, d'un angle constant par rapport à ceux des vecteurs des tensions, et, par conséquent, sans changer les diagrammes vectoriels des courants, de faire tourner ceux-ci par rapport aux diagrammes des tensions de cet angle constant. Comme les grandeurs que nous cherchons à calculer ne dépendent pas du déphasage des courants sur les tensions, mais seulement des déphasages des différents courants les uns par rapport aux autres et de leurs grandeurs relatives, nous sommes en droit de négliger ce déphasage des courants sur les tensions pour simplifier les démonstrations.

En appelant q_B, q_C, q_D, q_E les coefficients de bobinage des diverses bobines, coefficients qui peuvent, en principe, être différents, mais qui sont généralement égaux entre eux, et n_B, n_C, n_D, n_E les nombres de spires correspondants, $p_1 + p_2$ étant le nombre des circuits fermés tels que ABCDEF, on a pour le rotor et pour le flux primaire (en supposant que les angles soient comptés à partir d'une perpendiculaire à RS) :

$$(m\,q\,n\,I)_1 = (p_1 + p_2)(q_B \sin \beta_1 n_B + q_C \sin \gamma_1 n_C$$
$$+ q_D \sin \delta_1 n_D + q_E \sin \varepsilon_1 n_E) I,$$

car le déphasage des différentes tensions par rapport à la tension résultante RS, donne lieu, pour chaque bobine élémentaire, à un coefficient de bobinage supplémentaire $\sin \beta_1$, $\sin \gamma_1$, $\sin \delta_1$, $\sin \varepsilon_1$.

2. Force magnétomotrice d'un bobinage en étoile-polygone simple. — Si l'on a affaire à un bobinage plus compliqué tel qu'un bobinage en étoile-polygone, on raisonnera de la façon suivante : les courants étant à $p_1 + p_2$ phases, les courants des bobines en étoile successives seront représentés (fig. 20) par des vecteurs L, M, N, P, Q décalés respectivement les uns par rapport aux autres de $2\pi \frac{p_1}{p_1 + p_2}$. Dans un élément de polygone, entre deux bobines en étoile mises en court,

circuit (fig. 11), le courant aura, par raison de symétrie, la phase intermédiaire. Le diagramme donnant les phases relatives des courants dans les différentes bobines est donc très facile à établir.

Les bobines en étoile sont celles qui, dans le diagramme de la figure 4, occupent les positions OA et OB; les forces électromotrices dues aux deux flux y sont donc en phase entre elles. Sur les diagrammes

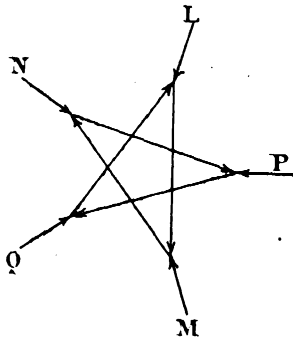


Fig. 20. — Diagramme des courants dans un bobinage rotorique étoile-polygone en cascade interne.

des forces électromotrices (fig. 21), les vecteurs L_1 et L_2, M_1 et M_2 relatifs à ces bobines seront donc respectivement parallèles entre eux et les angles de L_2 et de M_1 ou de L_1 et de M_2 sont respectivement égaux à $2\pi \frac{p_1}{p_1 + p_2}$ et à $2\pi \frac{p_2}{p_1 + p_2}$.

Si l'on superpose les figures 20 et 21, on voit que les courants dans les bobines en étoile seront en phase avec les tensions dues aux deux champs (en négligeant toujours le déphasage des courants sur les tensions),

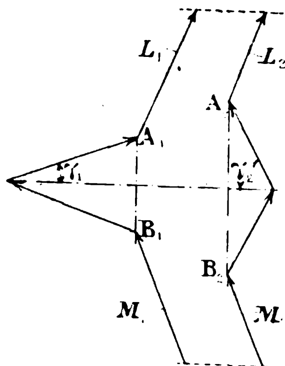


Fig. 21. Diagramme des courants dans un circuit d'un bobinage rotorique en étoile-polygone, en cascade interne.

mais que les courants dans les bobines en polygone seront représentés par A_1B_1 ou A_2B_2. Les lettres ayant les mêmes significations que dans le calcul des forces électromotrices, I_E et I_P désignant en outre les courants dans les bobines en étoile et en polygone, on a

$$(mqnI)_1 = (p_1 + p_2)\, q_1\, (n_E I_E + 2 \sin \gamma_1\, n_P I_P).$$

Le rapport $\frac{I_E}{I_P}$ a pour valeur (fig. 20).

$$\frac{I_E}{I_P} = 2 \cos \left(1 - \frac{2p_1}{p_1 + p_2}\right) \frac{\pi}{2}.$$

En outre, comme pour le calcul des forces électromotrices,

$$2\gamma_1 = \pi \frac{p_1}{p_1 + p_2},$$

on a donc

$$(mqnI)_1 = (p_1 + p_2)\, 2q_1 \left[\frac{n_E}{n_P} \cos \left(1 - \frac{2p_1}{p_1 + p_2}\right) \frac{\pi}{2} + \sin \frac{p_1}{p_1 + p_2} \frac{\pi}{2}\right] n_P I_P.$$

Et de même, pour le champ secondaire,

$$(mqnI)_2 = (p_1 + p_2)\, 2q_2 \left[\frac{n_E}{n_P} \cos \left(1 - \frac{2p_2}{p_1 + p_2}\right) \frac{\pi}{2} + \sin \frac{p_2}{p_1 + p_2} \frac{\pi}{2}\right] n_P I_P.$$

En général $n_E = n_P$.

La première équation permet de déterminer I_P connaissant le courant statorique primaire. La seconde donne $(mqnI)_2$ en fonction de I_P, ce qui permet de déterminer le courant statorique secondaire.

G. Résistance et réactance du rotor. — 1. Règle générale. — Dans les calculs qui servent à l'établissement des diagrammes de fonctionnement des moteurs en cascade, que l'on trouve dans divers traités (diagrammes analogues au diagramme du cercle des moteurs asynchrones ordinaires), les résistances des deux rotors — en supposant que le rotor primaire débite sur le rotor secondaire — figurent seulement par leur somme. Pour établir le diagramme des moteurs en cascade interne, il n'y aura donc pas à séparer une partie revenant au rotor primaire et une partie revenant au rotor secondaire puisque la résistance globale du rotor intervient seule et est facile à calculer.

Il en est de même de la réactance de fuites dans les entailles, qui se calculera comme pour un moteur ordinaire.

Il n'y aura de difficulté que pour la réactance de fuites due aux champs parasites, c'est-à-dire à la répartition de la force magnétomotrice non conforme au diagramme théorique.

2. Étude de l'importance des champs parasites d'un bobinage de rotor en cascade interne. — Nous avons vu comment on calcule $(mqnI)_1$ et $(mqnI)_2$, c'est-à-dire la somme des ampères-tours sinusoïdaux des deux champs composants. Les sommes des ampères-conducteurs sinusoïdaux sont égales à $2\,(mqnI)_1$ et à $2\,(mqnI)_2$. En divisant ces deux expressions par le

nombre E des encoches, on obtient les ampères-conducteurs sinusoïdaux par encoche du rotor

$$\frac{2(mqnI)_1}{E} \quad \text{et} \quad \frac{2(mqnI)_2}{E}.$$

Ces expressions représentent les rayons des deux cercles de la figure 7. Les angles de deux vecteurs relatifs à deux encoches consécutives sont pour l'un des champs $\frac{2\pi p_1}{E}$ et pour l'autre $\frac{2\pi p_2}{E}$. On peut alors, à partir de ces ampères-conducteurs sinusoïdaux par encoche du rotor pour chacun des deux champs, construire le diagramme à p_1+p_2 branches des ampères-conducteurs sinusoïdaux par encoche, résultant de la composition des précédents. Chaque point du diagramme résultant (fig. 7) correspondra à une encoche et le rayon vecteur de chaque point représentera les ampères-conducteurs sinusoïdaux de cette encoche.

On fera de même le diagramme des ampères-conducteurs réels par encoche.

Puis, de ces deux diagrammes, on déduira les diagrammes de la somme des forces magnétomotrices agissant sur chaque dent, en portant, à partir d'un point arbitraire, les ampères-conducteurs de chaque encoche les uns à la suite des autres. Ce nouveau diagramme se déduit du précédent comme celui de la figure 62, deuxième partie, s'est déduit de celui de la figure 61 de cette même partie dans l'étude que nous avons faite d'un bobinage irrégulier pour moteur à 6-8-12 pôles.

On obtient ainsi deux nouveaux diagrammes à p_1+p_2 branches, l'un A, B, C, D... (fig. 22) correspondant à des forces magnétomotrices sinusoïdales, sans champs parasites, l'autre A', B', C', D'.... aux forces magnétomotrices réelles. Les vecteurs AA', BB', CC', DD' représentent en grandeur et en phase les ampères-conducteurs parasites pour chaque dent; on prendra la moyenne de ces valeurs. On fera de même la moyenne des valeurs des ampères-conducteurs utiles par dent OA, OB, OC, OD...; le quotient de la première moyenne par la seconde donnera la mesure de la grandeur de ces champs parasites. On peut, par cette méthode, comparer entre eux quantitativement les diagrammes correspondant à des bobinages différents et modifier, s'il y a lieu, ceux-ci en conséquence.

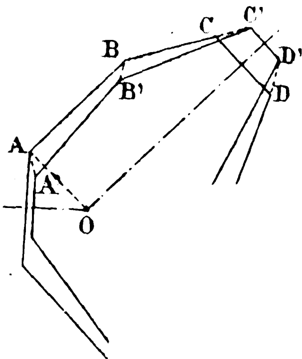


Fig. 22. — Etablissement du diagramme donnant les forces magnétomotrices parasites agissant sur chaque dent.

Nous rappelons, à titre de comparaison, que le même travail effectué pour un bobinage diphasé ordinaire à pas diamétral, donne un rapport égal à 0,11 et pour un bobinage triphasé (et non hexaphasé) en anneau (à grande dispersion), 0,27.

H. Marche en diphasé au double de la vitesse de marche en cascade. — Quel que soit le mode d'enroulement adopté pour le rotor, on peut, en bobinant une phase auxiliaire dans les places laissées libres par le bobinage en cascade faire fonctionner le moteur en moteur diphasé à p_1+p_2 pôles (si ce nombre est pair, bien entendu), c'est-à-dire au double de la vitesse de marche en cascade, en alimentant le rotor par la ligne, ou bien au contraire, si le bobinage du stator convient pour ce nombre de pôles, en moteur à bagues démarrant sur résistances.

Ceci est évident dans le cas des bobinages des figures 9 et 10 : ces bobinages sont des bobinages monophasés à p_1+p_2 pôles; on rompra d'abord le court-circuit des bobines et on les raccordera en parallèle à deux bagues (on peut aussi mettre toutes les entrées des bobines en parallèle et coupler les sorties de deux en deux sur une bague, et les autres sorties sur l'autre bague); puis on disposera dans les places vides des encoches un second bobinage, qui se trouvera en quadrature avec le premier, et on le raccordera également à deux bagues. On aura ainsi constitué un bobinage diphasé. Pour marcher en cascade, on n'aura qu'à réunir en court-circuit les deux bagues de la première phase. Les deux phases pourront être réparties d'une façon différente dans les encoches, mais ceci n'empêche pas le fonctionnement si l'étude est convenablement faite.

Dans le cas du bobinage étoile-polygone, il faut raccorder à des bagues toutes les extrémités des bobines en étoile; la moitié de ces bagues sont mises en court-circuit pour la marche en cascade. Nous aurons alors un bobinage en étoile-polygone ordinaire à $4N'=4(p_1+p_2)$ bobines. Si p_1+p_2 est pair, N' est pair, le nombre de bobines est multiple de 8; le nombre de pôles étant, avec les notations de la troisième partie de cette étude, $2p=2(N'-K)$, on a $K=\frac{N'}{2}$; le plus grand commun diviseur D de K et de $2N'$ est précisément K, et le nombre de phases d'alimentation est $\frac{2N'}{D}=\frac{2N'}{K}=4$. Le bobinage est bien diphasé à cette polarité.

Nous avons déjà examiné le cas des bobinages en étoile-polygone doubles.

On trouverait des combinaisons analogues rendant le fonctionnement possible à p_1+p_2 pôles en diphasé pour tous les autres bobinages que l'on pourrait éventuellement employer.

(A suivre.)

H. DE PISTOYE.

Sur un accumulateur au plomb, dénommé « accupile »

Dans cette étude, l'auteur développe quelques considérations sur les actions locales dans les piles et les accumulateurs et il décrit un accumulateur spécial au plomb, dénommé accupile. La principale caractéristique de cet appareil est d'avoir des actions locales excessivement réduites, ce qui lui permet toutes les applications à courant faible dans lesquelles la recharge n'est possible qu'à des intervalles de temps très éloignés.

I. **Introduction.** — On connait les avantages généraux des accumulateurs électriques sur les piles électriques, avantages d'ordre technique et d'ordre économique. Il restait cependant jusqu'ici des applications dans lesquelles les accumulateurs ne pouvaient pas remplacer les piles. Nous voulons parler des cas particuliers où l'on ne dispose pas commodément d'énergie électrique pour la recharge des batteries d'accumulateurs. S'il s'agit alors d'applications ne nécessitant que des courants faibles, les piles sont parfaitement capables de les assurer et celles-ci peuvent rester en service pendant de nombreux mois sans soins particuliers. Au contraire, les accumulateurs électriques ordinaires ne peuvent pas être conservés très longtemps en service, même lorsqu'on ne leur demande que de faibles intensités de courant du fait que leurs actions locales correspondent souvent à un nombre d'ampères-heures plus élevé que la capacité utilisable, intégration de la courbe d'intensité du courant de décharge en fonction du temps. De tels accumulateurs laissés à l'état de repos, c'est-à-dire n'ayant à fournir aucun courant extérieur, s'épuiseraient complètement en peu de mois. Par conséquent, même avec de petits débits, il n'est pas possible de les utiliser si l'on n'a pas la possibilité de les recharger assez fréquemment. Il faut, d'autre part, les choisir de capacité très supérieure à celle qui est nécessaire pour l'application que l'on a en vue, à cause de ces pertes importantes par actions locales.

L'utilisation des accumulateurs dans ces applications spéciales était donc liée au problème de la diminution des actions locales.

Ce problème a été résolu avec les accupiles.

On sait qu'on appelle actions locales les réactions chimiques qui se produisent à l'intérieur d'un accumulateur sans donner lieu à de l'énergie électrique utilisable dans le circuit extérieur.

A propos de l'accumulateur au plomb, M. Ch. Féry a récemment attiré l'attention sur l'action de l'oxygène de l'air qui, se dissolvant dans l'électrolyte, peut venir oxyder le plomb spongieux de l'électrode négative, comme il oxyde à sa partie supérieure le zinc des piles ordinaires. Cette action existe en effet, mais elle ne constitue qu'une petite partie des actions locales.

Les accumulateurs, comme aussi les piles, en ont beaucoup d'autres plus ou moins importantes. Parmi celles-ci nous signalerons :

1° L'attaque chimique directe des matières actives par l'électrolyte ;

2° L'action des ions en solution sur les matières actives, les anions émis par l'électrode positive (et parmi lesquels se trouvent les anions-oxygène, même à l'abri de l'air), venant oxyder la matière négative en la déchargeant et les cathions émis par l'électrode négative venant réduire la matière positive en la déchargeant également ;

3° Les actions électrochimiques qui se produisent fatalement entre les matières actives et leur conducteur. Quand ce dernier n'est pas de même nature que la matière active avec laquelle il est en contact dans l'électrolyte, il se produit un couple fermé sur lui-même et dont le fonctionnement peut épuiser la matière active qui se décharge ;

4° Les actions chimiques et électrochimiques dues à la présence d'impuretés. Ces impuretés peuvent agir d'une manière purement chimique comme certains sels métalliques à plusieurs valences qui s'oxydent en présence de la matière active positive et se réduisent en présence de la matière active négative en déchargeant les deux électrodes. Ces impuretés peuvent aussi, en se déposant sur les matières actives, créer des couples locaux dont le fonctionnement est susceptible de provoquer l'épuisement des matières actives. Et même dans le cas d'un accumulateur où pendant le travail du couple local c'est l'impureté déposée qui entre en réaction, si la matière active ne s'épuise pas par ce fait, il en résulte néanmoins une perte de quantité d'électricité correspondant à celle qui a été employée pour déposer l'impureté pendant la charge. C'est ce qui se présente, par exemple, dans le cas d'une impureté constituée par un métal plus électropositif que le métal de l'électrode négative elle-même.

Toutes ces diverses actions se produisent aussi bien dans les piles que dans les accumulateurs. Leur importance propre varie avec la nature du couple et la constitution de l'élément ; elle dépend aussi d'un certain nombre de facteurs tels que la concentration de l'électrolyte et la température.

Il est souvent difficile de séparer ces actions particulières et d'ailleurs de telles recherches, si elles sont incontestablement utiles au point de vue théorique, n'offrent qu'un intérêt pratique secondaire. Ce qui importe pour les besoins de la pratique, c'est de connaître la résultante finale de toutes les actions locales. Plusieurs moyens permettent d'arriver à ce but ; mais le plus simple est certainement celui qui consiste à comparer dans les mêmes conditions de décharge, la capacité d'une pile fraîchement montée ou d'un accu-

mulateur nouvellement chargé, à la capacité des mêmes éléments laissés au repos pendant un temps plus ou moins long, soit après montage, soit après charge.

Parmi les piles, l'expérience a montré depuis bien longtemps que la pile Leclanché est de beaucoup celle qui conserve le mieux sa capacité et a, par conséquent, le moins d'actions locales. C'est surtout à cette qualité qu'elle a dû ses nombreuses applications et qu'elle est encore très employée sous la forme relativement ancienne de pile sèche et sous la forme plus nouvelle de pile à dépolarisation par l'air [1].

Pour donner une idée des actions locales d'une pile Leclanché, nous dirons que l'on considère comme une bonne pile sèche celle qui ne perd que 15 pour 100 de sa capacité en trois mois. Mais la perte peut être bien plus importante, particulièrement lorsqu'on fait usage de matières insuffisamment pures.

Dans les accumulateurs ordinaires au plomb, une perte de capacité de 1 pour 100 par jour est considérée comme très normale et est, en fait, à peu près sans inconvénient pratique puisque ces appareils sont appelés à fournir leur décharge complète en très peu de jours et même très souvent en une seule journée.

Considérée en elle-même, cette perte est insignifiante et cependant elle devient un défaut rédhibitoire si l'on veut se servir de l'accumulateur à la place de la pile pour débiter pendant très longtemps des courants faibles d'une manière intermittente.

L'accupile, au contraire, est tout à fait adapté à cette utilisation. Il réunit à la fois les qualités de l'accumulateur au plomb et celles de la pile.

II. **Description de l'accupile.** — Comme l'accupile est, en principe, un accumulateur au plomb, il a sur les piles ci-dessus l'avantage d'une tension de décharge beaucoup plus élevée (tension moyenne sensiblement double) et beaucoup plus constante puisqu'elle ne varie que de 2,0 à 2,05 v au début à 1,80 v à la fin, soit environ 12 pour 100 au lieu de 1,40 à 1,50 v au début à 0,9 v à la fin, soit environ 38 pour 100 pour la pile. Il donne aussi la possibilité de débiter à des intensités de courant plus élevées que la pile. Il se régénère simplement par le courant de charge alors qu'il faut démonter minutieusement la pile pour remplacer ses matières épuisées et procure ainsi, dans beaucoup de cas, un prix de revient de l'énergie électrique utilisable, toutes dépenses comprises, inférieur à celui de la pile, même en comptant des frais de transport lorsque le poste de charge est éloigné du poste d'utilisation. Il a sur les accumulateurs ordinaires l'avantage d'une réduction considérable des actions locales qui deviennent même inférieures, comme on le verra par la suite, à celles des meilleures piles.

Comme nous l'avons dit, on s'est attaché surtout à réduire les actions locales et principalement celles des plaques négatives, qui sont ordinairement les plus importantes. Pour cela, on a agi sur tous les facteurs possibles : pureté des matières premières employées, forme et construction des grilles, préparation et formation des matières actives, montage spécial des électrodes dans le bac, etc. La figure 1 représente un accupile du type AC 1. Le bac est en verre moulé à parois si épaisses qu'un danger de rupture n'est pas à craindre ; il est muni de rainures pour le logement des deux plaques : la plaque positive et la plaque négative.



Fig. 1. — Vue d'un accupile type AC 1.

Celles-ci sont, comme on le voit, particulièrement épaisses. Le très grand écartement des plaques évite toute possibilité de dérivation par détachement de matière active. Sur le fond du bac se trouve d'ailleurs une épaisse cloison de verre séparant le bas des plaques dans toute leur largeur et empêchant les dérivations par dépôt de matière active.

Le bac est fermé hermétiquement par un couvercle sur lequel on a coulé une composition spéciale et qui n'est traversé que par les bornes de prise de courant et par un bouchon de remplissage et de dégagement gazeux. Les dispositions de détail ont été étudiées de telle façon que l'élément mis en service ne demande aucun soin. On a prévu en effet une réserve suffisante d'électrolyte au-dessus des plaques et les bornes d'un type spécial sont inoxydables.

Nous donnons dans le tableau I les principales caractéristiques des trois types normaux de ces accupiles :

TABLEAU I.

Type d'accupile	Capacité en A-h	Intensité de charge en ampères	Dimensions extérieures (bornes comprises) en millimètres: hauteur	longueur	largeur	Poids total (avec électrolyte) en kg
AC 1..	20	0,5	170	70	70	1,90
AC 2..	40	1	205	80	80	2,85
AD...	80	2	230	80	142	5,50

[1] Pile Féry, pile AD de la Société Le Carbone, pile Oxair de la Société des Etablissements Leclanché.

La capacité indiquée correspond à un régime de décharge en 1000 à 2000 heures.

Ces éléments perdent normalement moins de 15 pour 100 de leur capacité pendant trois mois et environ 30 pour 100 en six mois. On les utilise par conséquent couramment dans les applications où l'on ne recharge que deux fois par an.

Pour des applications spéciales, on a même pu réduire encore ces pertes et obtenir les résultats représentés par les courbes de la figure 2. La courbe AB se rapporte à la décharge d'un tel accupile, faite immédiatement après la charge; et la courbe A'B' à la décharge du même élément à la même intensité de courant mais après une période d'une année après charge. La perte n'est, comme on le voit, que de 33 à 34 pour 100. Ces éléments peuvent donc être employés dans tous les cas où l'on doit rester plus d'un an sans recharger les accumulateurs.

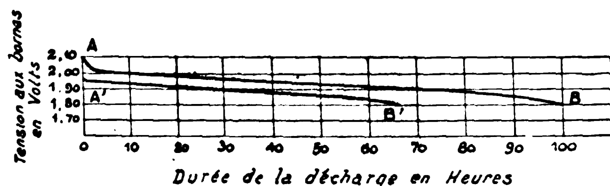


Fig. 2. — Courbes de décharge d'un accupile : AB, décharge immédiatement après la charge; A'B', décharge un an après la charge.

Des intensités de courant de charge qui sont indiquées dans le tableau ci-dessus, on déduit que la charge d'une batterie complètement déchargée doit être d'une cinquantaine d'heures. Ce temps relativement faible comparé au temps d'utilisation montre que dans une exploitation où le service doit être assuré sans aucune interruption, le nombre de batteries d'accupiles de réserve peut être réduit à une très faible proportion.

Les accupiles, pouvant fournir dans un grand nombre de cas une solution plus économique que les piles, leurs applications sont nombreuses. Nous citerons notamment : les sonneries électriques et signaux d'appel, la téléphonie, la télégraphie, la signalisation des chemins de fer, les horloges électriques, les batteries de chauffage des filaments de lampes de télégraphie et de téléphonie sans fil, etc., et d'une manière générale toutes les applications à courant faible pour lesquelles la recharge n'est possible qu'à des intervalles très éloignés.

L. JUMAU.

Revues, analyses et informations

Protection d'un aiguillage d'une section de voie commune à deux lignes de tramways [1].

Une des lignes des tramways urbains de la ville d'Oakland Californie), du Key System Transit Company (alimentation par trolley) emprunte dans cette ville, sur une courte section, les voies d'une ligne suburbaine de la Southern Pacific Railroad (alimentation par pantographe). Cette disposition a requis l'installation d'appareils électriques de manœuvre des aiguillages placés à chaque extrémité de la section précitée et dont l'article en question donne la description. Des dispositifs de contact de manœuvre et de verrouillage, l'un pour la roulette de trolley, l'autre pour le pantographe, sont placés en avant de l'aiguille à une distance suffisante pour permettre la manœuvre ou le verrouillage de cette dernière avant qu'elle ne soit atteinte par les roues de la première voiture. Le déverrouillage de l'aiguille s'effectue au delà de celle-ci par le passage de la roulette du trolley ou du pantographe au-dessous de dispositifs spéciaux de contact. Des lampes de signalisation verte et jaune indiquent que l'aiguille a été correctement établie et verrouillée ; l'une concerne la voie directe, l'autre la voie divergente. Quand la voiture a franchi l'aiguille et dépassé le dispositif de déverrouillage, les lampes s'éteignent. Si, la voiture suivante arrivant sur le dispositif de contact placé avant l'aiguille ne provoque pas l'allumage d'une des lampes, c'est une preuve que l'aiguille n'est pas convenablement verrouillée et la voiture doit s'arrêter avant de franchir l'aiguille. Si, dans les mêmes conditions, les lampes de signalisation n'indiquent pas le sens d'aiguillage correct, le personnel doit manœuvrer l'aiguille à la main. A cet effet, deux leviers de manœuvre sont placés près du mécanisme d'aiguillage. L'un sert à verrouiller l'aiguille, l'autre à la déclencher ; l'aiguille est alors manœuvrée à la barre et ensuite verrouillée manuellement. Le dispositif de contact provoquant le fonctionnement de l'aiguille par le pantographe se compose d'une légère charpente formée de deux rails de 3 m de longueur, supportés à leurs extrémités au-dessus du fil de trolley. Un de ces rails est coupé en son milieu, ses extrémités étant séparées par un joint isolant. Quand le pantographe arrive sur les rails du contacteur, il ferme le circuit de manœuvre de l'aiguille et ensuite celui de verrouillage. La même opération est accomplie par la roulette de trolley, mais l'aiguillage est manœuvré en sens inverse. Pour protéger contre le pantographe les dispositifs de contact des roulettes, on a prévu des rails aériens qui abaissent le pantographe, tandis qu'au contraire la roulette n'a pas de difficulté à passer sur le dispositif de contact du pantographe. Le premier circuit fermé par le pantographe ou la roulette manœuvre l'aiguille et opère en partie la signalisation. Le second circuit fermé commande un électroaimant de verrouillage qui pousse un verrou dans la tige du bras de manœuvre de l'aiguille principale et complète la signalisation fournie par les lampes de couleur. Le mécanisme de commande est placé sous les trottoirs. Les dispositifs de contact pour les voitures du Southern Pacific sont situés à 45 m en avant de la pointe de l'aiguille, ce qui oblige les trains de cette compagnie, s'ils ne comportent qu'une voiture simple (21 m), à avoir le pantographe à l'extrémité arrière de cette voiture. A cet égard il n'a pas été nécessaire de prendre de précautions spéciales avec les voitures de la Key System Transit Company qui comportent des perches de trolley. — L. V.

[1] *Electric Railway Journal*, 11 juin 1927, t. LXIX, p. 1037-1039, 1 300 mots, 6 fig.

SECTION DE LÉGISLATION

Législation, jurisprudence, réglementation

Sur la nature des livres nécessaires pour l'établissement d'une comptabilité agricole régulière au point de vue fiscal.

Le « Journal officiel » du 21 août 1927 publie, page 2734 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12829. — M. Marius Moutet, député, demande à M. le ministre des Finances : 1° quels livres sont nécessaires et suffisants pour que la comptabilité agricole soit reconnue régulière par l'Administration des Contributions directes; 2° si l'Administration peut exiger des pièces comptables pour les transactions agricoles au comptant qui n'entraînent pas rédaction de factures d'achat ou de quittances. (Question du 16 juin 1927.)

Réponse. — 1° Le service des Contributions directes ne peut exiger des agriculteurs qui demandent à être taxés d'après leur bénéfice réel, la production de livres déterminés, attendu qu'aux termes de l'article 39 des lois codifiées (décret du 15 octobre 1926), les intéressés peuvent apporter les justifications nécessaires par tous les modes de preuve du droit commun. Mais il semble que ceux qui entendraient produire une comptabilité régulière et complète devraient tenir, en même temps qu'un livre de recettes et de dépenses, un livre d'inventaires; 2° étant donné les usages de l'agriculture, les exploitants ne peuvent d'une manière générale, être requis de produire des pièces justificatives pour les transactions réalisées au comptant. Il convient, toutefois, pour que leur comptabilité soit, à ce point de vue, suffisamment probante, qu'elle relate, autant que possible pour chaque nature de denrées, l'importance des quantités vendues ou achetées, la date des opérations et la désignation du client ou du fournisseur.

Sur le délai de remboursement au bénéficiaire du montant d'un chèque barré perdu ou volé.

Le « Journal officiel » du 21 août 1927 publie, page 2731, des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12598. — M. Grinda, député, demande à M. le ministre des Finances si, en cas de perte ou de vol d'un chèque barré, le bénéficiaire ne peut le toucher avant cinq ans et à la condition qu'opposition soit faite par huissier; et si, pour obtenir un duplicata du chèque en question, il faut qu'il dépose à la banque sur laquelle le chèque est émis une somme supérieure au montant dudit chèque. (Question du 21 mai 1927.)

Réponse. — En droit, un chèque perdu ou volé et non présenté en payement, ne peut, qu'il soit barré ou non, être remboursé au bénéficiaire qu'après l'expiration du délai de prescription.

Mais la jurisprudence n'est pas fixée sur le point de savoir si le délai de prescription de ce titre est de cinq ou trente ans. En fait, il appartient au banquier d'apprécier d'après les éléments en sa possession, s'il peut anticiper sur l'époque du remboursement sans courir effectivement les risques provenant de la non-observation de la prescription. Le banquier peut, sous sa responsabilité personnelle, délivrer un duplicata du chèque perdu ou volé après avoir demandé à tous les intéressés au titre une lettre de désistement. L'opposition extrajudiciaire faite par le porteur au payement du chèque perdu ne peut avoir d'autre conséquence que d'empêcher le payement dudit chèque. Seuls, les tribunaux, en cas de présentation au payement, auraient qualité pour déterminer la personne susceptible de recevoir valablement le montant du chèque.

Sur le non-assujettissement à l'impôt sur les bénéfices, des plus-values de l'actif immobilisé d'une société.

Le « Journal officiel » du 7 octobre 1927, publie, page 2753 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

13211. — M. André Février, député, expose à M. le ministre des Finances que, d'après les réponses faites à MM. Bender et Laroche-Joubert, députés, dans le « Journal officiel » des 14 décembre 1925 et 23 avril 1926 et la décision ministérielle du 15 septembre 1925, il semblait résulter que toute plus-value des éléments de l'actif immobilisé d'une entreprise industrielle ou commerciale avait, quelle qu'en fût la cause, le caractère d'un gain en capital et ne pouvait, par suite, être assujettie à l'impôt sur les bénéfices commerciaux; et demande : 1° si, par sa réponse à M. Montenot, sénateur, (« Journal officiel », 30 mars 1927), il a entendu abandonner cette doctrine, ou dans quelle mesure il l'a amendée ou modifiée; 2° quelles seront, le cas échéant, les répercussions de la nouvelle doctrine administrative sur le mode d'évaluation des valeurs mobilières dans les bilans, que le ministre avait précisé dans ses réponses à MM. Régis et Bender, députés, publiées dans le « Journal officiel », 12 janvier et 18 mars 1927. (Question du 11 juillet 1927.)

Réponse. — 1° Il est toujours admis que, conformément à la décision ministérielle du 15 septembre 1925, les plus-values réalisées, dans le cas de cession en fin d'exploitation, sur la vente d'éléments quelconques de l'actif autres que les marchandises faisant l'objet du commerce, doivent être distraites des bases de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux. Cette décision est applicable aussi bien dans le cas de cession totale que de cession partielle d'entreprise donnant lieu à l'établissement immédiat de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux conformément à l'article 22 des lois codifiées (cas visé dans la réponse à la question n° 5507, de M. Bender, député, « Journal officiel » du 15 décembre 1925). De même, les plus-values qui n'apparaissent qu'à la suite d'une réévaluation de l'actif immobilisé et qui sont simplement constatées par l'inscription au bilan d'une réserve d'égale somme doivent rester sans influence sur la détermination du bénéfice imposable de l'exercice au cours duquel est passée l'écriture (réponse à la question, n° 7164, de M. Laroche-Joubert, député, « Journal officiel » du 23 avril 1926). Par contre, les plus-values qui sont réalisées par une vente effective au cours de l'exploitation de l'entreprise doivent être retenues dans l'évaluation du bénéfice taxable, au même titre que les autres éléments créditeurs du compte de profits et pertes. Il en est pareillement des plus-values consolidées

par l'incorporation au capital social (réponse à la question n° 7837, de M. Montenot, sénateur, « Journal officiel » du 30 mars 1927); 2° il y a lieu également de confirmer les réponses faites à la question n° 9906, de M. Régis, député, (« Journal officiel » du 12 janvier 1927), ainsi qu'à la question n° 10739, de M. Bender, (« Journal officiel » du 18 mars 1927), en ce qui concerne l'évaluation des valeurs mobilières. Conformément à ces réponses, les entreprises qui ont l'habitude d'évaluer leurs valeurs mobilières d'après le cours du jour de l'inventaire, peuvent continuer à observer les mêmes règles. Les moins-values que fait apparaître l'application de ce procédé d'évaluation à l'ensemble du portefeuille doivent être admises en déduction pour l'établissement de l'impôt, de même que les plus-values constatées dans les mêmes conditions sont retenues dans les éléments du bénéfice imposable.

Sur la régularité des poursuites effectuées pour le recouvrement d'une imposition supplémentaire sur les bénéfices industriels et commerciaux.

Le « Journal officiel » du 9 novembre 1927 publie, page 2 389 de « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

13 455. — M. Taton-Vassal, député, expose à M. le ministre des Finances : *a*) qu'un contribuable a introduit, en décembre 1925, une réclamation contre une imposition supplémentaire de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux établie au titre de l'année 1924 et figurant dans un rôle publié en novembre 1925; *b*) que le conseil de préfecture a considéré que ladite cotisation constituait faux emploi et, par décision prise en juillet 1927, en a accordé décharge; ajoute qu'entre temps, les dispositions législatives relatives au recouvrement des impôts de l'espèce a rendu inopérantes les dispositions de l'article 17 de la loi du 13 juillet 1903, que des poursuites, dont les frais sont d'un montant considérable, ont été dirigées contre l'intéressé; et demande : 1° si ce contribuable peut obtenir décharge ou remise de ces frais de poursuites; 2° dans le cas de l'affirmative, à qui, dans quelle forme, dans quel délai il doit présenter sa demande. (Question du 3 novembre 1927.)

Réponse. — Contrairement à l'opinion exprimée dans la question posée, les dispositions de l'article 17 de la loi du 13 juillet 1903 sont encore appliquées sous le régime d'exigibilité de l'impôt fixé par la loi du 4 avril 1926. Mais, même si certaines conditions de forme, notamment l'intention formelle manifestée par le contribuable dans la réclamation, de se prévaloir de ladite loi, sont observées, l'exigibilité de l'impôt n'est suspendue qu'à concurrence de la partie contestée et dans les limites des termes venant à échoir six mois après le dépôt de la réclamation non jugée. Il ne semble pas que, dans le cas visé, le contribuable ait été fondé à surseoir au versement de ses impositions. La régularité des poursuites exercées par le percepteur ne pourrait, dès lors, être contestée et les frais de ces poursuites auraient été valablement mis à la charge du contribuable. Toutefois, si des précisions étaient fournies au sujet de l'espèce considérée, l'administration ne manquerait pas de procéder à une enquête.

Sur la possibilité de déduire des bénéfices le montant des frais d'achat d'immeubles ou de fonds de commerce.

Le « Journal officiel », dans ses numéros des 4 et 9 novembre 1927 publie, pages 1 054 et 2 389 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », les questions et les réponses qui suivent :

8 205. — M. Polié, sénateur, demande à M. le ministre des Finances si l'administration admet la passation par frais généraux du montant de la taxe exceptionnelle de 7 pour 100 sur les premières mutations d'immeubles ou de fonds de commerce, et, dans la négative, sur combien d'années serait autorisé l'amortissement de cette taxe. (Question du 10 juin 1927.)

Réponse. — Pour l'établissement de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux, la taxe exceptionnelle de 7 pour 100 payée à l'occasion de l'achat d'un fonds de commerce ou d'immeuble à usage commercial peut valablement être portée aux frais généraux de l'exercice au cours duquel elle a été acquittée.

13 435. — M. des Rotours, député, demande à M. le ministre des Finances : 1° si les frais d'acquisition d'un fonds de commerce ou d'un immeuble à usage commercial peuvent, sans risque de contestation de la part de l'administration, être portés au chapitre « frais généraux » de l'exercice au cours duquel ils sont acquittés; 2° dans le cas de la négative, sur combien d'années l'amortissement de ces frais doit porter. (Question du 3 novembre 1927.)

Réponse. — Pour l'établissement de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux, il est admis que les frais d'achat d'un fonds de commerce ou d'un immeuble à usage commercial peuvent être amortis intégralement pendant l'exercice au cours duquel ils sont acquittés.

Sur le paiement du droit de timbre des valeurs mobilières.

Le « Journal officiel » du 4 novembre 1927 publie, page 1055 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

8230. — M. Joseph Courtier, sénateur, demande à M. le ministre des Finances si, dans le cas où une société prend à charge tous les impôts qui frappent les valeurs mobilières et, notamment, le droit de timbre (acquitté par abonnement), il y a lieu d'augmenter le revenu distribué du montant du droit de timbre payé, pour la liquidation de l'impôt sur le revenu des valeurs mobilières. (Question du 23 juin 1927.)

Réponse. — Réponse négative, la taxe de timbre étant une charge personnelle à la société qui a émis les titres.

Sur l'émission d'emprunts communaux en vue de l'électrification des campagnes.

Le « Journal officiel » du 4 novembre 1927, publie, page 1057 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

8276. — M. Eugène Chanat, sénateur, demande à M. le ministre des Finances pourquoi n'est pas autorisée l'émission d'emprunts communaux au taux de 7,50 pour 100, notamment en vue de l'électrification des campagnes, dans les localités intéressées, alors que le taux imposé aux communes par le Crédit foncier est de 9,65 pour 100. (Question du 11 juillet 1927.)

Réponse. — Le taux d'intérêt des emprunts communaux émis par souscription publique est fixé en tenant compte des conditions générales du marché. Le taux maximum, limité à 7,50 pour 100, a dû être abaissé à 7 pour 100 en raison de l'amélioration survenue dans le prix du loyer de l'argent. Ce taux n'est d'ailleurs nullement comparable à celui des prêts de gré à gré qui sont consentis par le Crédit foncier et pour lesquels la question du marché ne se pose pas. Il ne faut pas non plus oublier que, pour la commune qui emprunte, le taux d'intérêt du Crédit foncier est un taux net, tandis qu'au taux de 7 pour 100 des emprunts publics, il convient d'ajouter un certain pourcentage représentant le montant des impôts (impôt sur le timbre et impôt sur le revenu) qui peuvent être pris en charge par la collectivité émettrice.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 23. 10 DÉCEMBRE 1927.

Société française des Electriciens. — Séance du 3 décembre 1927. — Au début de la séance, M. Fabry, président, donne lecture de la liste des candidats proposés pour le renouvellement du Bureau. Il fait savoir, d'autre part, que la souscription ouverte à l'instigation de M. P. Janet en faveur de la création d'une bourse d'études à l'Ecole supérieure d'Electricité, a produit actuellement une somme de 43000 fr, résultat qui dépasse les espérances fondées à ce sujet.

Après avoir rappelé le succès de la manifestation à laquelle a donné lieu l'inauguration des nouveaux bâtiments de l'Ecole (1), M. Fabry expose que les lourdes dépenses entraînées par le parachèvement des travaux et par le souci de donner à l'Ecole des moyens d'action appropriés, l'amène à faire appel à la générosité des membres de la société. Il suggère que les industriels pourraient venir en aide à la Société, dans le développement de ses deux créations, l'Ecole supérieure d'Electricité et le Laboratoire central d'Electricité en versant à son profit, comme la loi les y autorise, une part de la taxe d'apprentissage proportionnelle au montant des salaires de l'entreprise.

(1) Voir à ce sujet : *Revue générale de l'Electricité*, 19 novembre 1927, t. XXII, p. 809-810.

L'ordre du jour de cette séance appelait deux communications. La première, due à M. Kéraly, chef du service Force motrice aux Aciéries de Dillingen, avait pour titre : *L'épuration électrique des gaz de hauts fourneaux*.

La seconde, due à M. Chauveau, chef de service à la Société française radioélectrique, concernait *La commande à distance d'une embarcation, par télégraphie sans fil*.

1° COMMUNICATION DE M. KÉRALY. — Dans les fonderies, les gaz des hauts fourneaux contiennent un poids de poussières égal à 15 à 25 pour 100 du poids correspondant de la production journalière de fonte. D'où la nécessité d'une épuration, excepté pour certaines utilisations du gaz, par exemple, le chauffage des fours. Néanmoins, la tendance actuelle est de n'utiliser que du gaz épuré quel que soit son emploi dans les services d'aciéries. L'épuration permet de ramener le poids de poussière à 20 milligrammes par mètre cube de gaz.

Le rapporteur expose les principes de la théorie de l'épuration d'un courant gazeux chargé de poussières par la considération de la formule de Stokes, les particules n'obéissant plus aux lois de la pesanteur. Les procédés mécaniques employés sont l'épuration humide et l'épuration par sacs dans lequel les gaz traversent des sacs en coton que l'on frappe par intermittence pour recueillir les poussières qu'ils ont retenues.

M. Kéraly aborde ensuite le problème de l'épuration électrique des gaz. Envisageant le côté théorique de la question, il cherche à expliquer le processus de la séparation et du mouvement des particules poussiéreuses contenues dans un courant gazeux circulant à travers l'intervalle d'air d'un condensateur cylindrique. Un certain nombre de théories ont été proposées et bien que la question semble encore loin d'être résolue, il apparait que les phénomènes d'ionisation par choc doivent jouer un rôle important dans l'épuration des gaz. On peut ainsi expliquer l'influence sur le phénomène, de la forme et de la disposition des électrodes.

L'humidité paraît être un facteur de grande importance, la température également, mais à un degré moindre. D'après plusieurs physiciens il semble que l'humidité doit, grâce aux électrons, faciliter la formation d'agglomérats de poussières par la condensation de la vapeur d'eau sur les particules poussiéreuses. Ce phénomène serait celui qui survient après les pluies d'orage : l'atmosphère présente alors une transparence très marquée en raison de la précipitation des poussières.

M. Kéraly décrit ensuite les particularités d'emploi du courant alternatif redressé et des phénomènes auxquels donne lieu le redressement mécanique. Ces phénomènes qui résultent d'un effet combiné de la self-inductance des circuits, de leur capacité et de l'arc, ont été étudiés à l'oscillographe notamment aux installations d'épuration de Dillingen, dont le conférencier donne la description. Ces dispositifs, mis au point en 1924, permettent l'épuration électrique de 12 000 m³ de gaz à l'heure. D'autres installations plus importantes sont en fonctionnement en Tchécoslovaquie ; enfin, une installation prévue pour l'épuration de 100 000 m³ de gaz par heure est actuellement en montage à Homécourt.

Le rapporteur termine sa communication en montrant les avantages procurés par le procédé électrique d'épuration des gaz de haut-fourneau, procédé qui participe de tous les avantages de l'épuration à sec, c'est-à-dire l'absence de pompage et de purification de l'eau. L'entretien est nul, alors qu'avec le procédé utilisant des sacs il faut pourvoir au remplacement de ces derniers. En outre, les sacs opposent, par suite de leur encrassement, une contre-pression importante. Au contraire, dans l'épuration électrique, cette contre-pression demeure constante et faible. Enfin, en supposant même que les gaz atteignent accidentellement une température de 180° C, on ne risque pas de mettre l'installation hors de service comme il arrive parfois avec les procédés mécaniques d'épuration.

2° Communication de M. Chauveau. — Le rapporteur rappelle en premier lieu que les difficultés rencontrées dans la réalisation de la commande à distance des organes d'une embarcation réside dans les brouillages : volontaires, involontaires et parasites. A cet égard, le principe qu'il a adopté consiste, pour éviter les brouillages volontaires, à utiliser des signaux brefs (points) et à réduire leur nombre au minimum pour la réalisation des manœuvres. L'émission a lieu par des modulations de très courte durée d'une onde porteuse entretenue. Les parasites dus aux machines installées à bord sont éliminés au moyen de cages de Faraday, formant écrans.

Après avoir rappelé le principe des dispositifs expérimentés antérieurement, lesquels n'ont pu entrer dans le domaine de la pratique, M. Chauveau décrit le système qu'il a conçu et mis au point dans le but de réaliser la manœuvre d'une vedette de 20 m de longueur déplaçant 8 t et équipée avec deux moteurs Hispano-Suiza d'une puissance de 180 ch chacun. Cette embarcation, dont la vitesse a atteint 30 nœuds en mer, a été construite par la Société centrale de Constructions navales. Son rayon d'action est de 200 km et le rayon de commande à distance est de 10 km. Le poste émetteur est placé sur une automobile dans le cas de la navigation fluviale ou sur un avion pour la navigation en mer.

La réalisation à distance des manœuvres de l'appareil moteur et de la direction, s'effectue en deux temps : l'un correspondant à la préparation de la manœuvre, le second à son exécution. L'émission des signaux brefs provoque, au poste récepteur installé sur la vedette, le fonctionnement d'un dispositif analogue à celui utilisé en téléphonie automatique et par la combinaison de ces signaux, on obtient facilement la réalisation de 8 manœuvres.

Le démarrage du moteur s'effectue à l'air comprimé et le courant électrique nécessaire au fonctionnement des divers organes auxiliaires est fourni par une batterie d'accumulateurs de 40 A-h.

Les essais très complets exécutés sur cette vedette ont permis de constater que le problème cherché est, à l'heure actuelle, complètement résolu.

M. Chauveau signale également qu'il serait possible de commander l'embarcation à distance avec fil comme le firent les Allemands lors de la grande guerre. En utilisant des tourets de câble conducteur sur le navire d'ancrage et sur l'embarcation commandée de telle manière que le déroulage s'effectue par spire, une escadre pourrait, facilement, en temps de guerre, assurer les manœuvres d'une flottile de petits bateaux qui au point de vue offensif joueraient un rôle efficace. — L. V.

Bibliographie : Recueil des travaux et compte rendu des séances de la Commission internationale de l'Eclairage. Sixième session. Genève, juillet 1924, publié sous la direction du Bureau central de la Commission. The National Physical Laboratory, Teddington (Angleterre) (1). — La première partie de ce recueil est consacrée à la reproduction des procès-verbaux des séances de la Commission internationale de l'Eclairage, lors de la session tenue à Genève du 21 au 26 juillet 1924, ainsi que nous l'avions signalé en son temps à nos lecteurs (2). Ces procès-verbaux donnent un compte rendu très substantiel des rapports des délégués présentés lors des séances.

Dans la deuxième partie sont consignées les principales décisions et recommandations prises par la commission avant la clôture de la session.

Un chapitre annexe contient les règles et recommandations proposés par le Comité d'Etudes sur l'Eclairage dans les Usines et les Ecoles, pour servir de base de discussions en vue d'une entente internationale.

La troisième partie du recueil renferme la reproduction in extenso des rapports présentés, chacun d'eux étant précédé d'un résumé en allemand, en anglais et en français. En raison de l'intérêt qu'ils présentent, nous en donnons ci-après la liste en rappelant à nos lecteurs que certains de ces rapports notamment ceux de MM. A. Blondel, P. Bossu, Ch. Fabry, G. Lebaupin et M. Leblanc ont été publiés dans cette revue.

1° Un étalon lumineux primaire d'après les idées de Waidner et Burgess, par M. H.-E. Ives ;

(1) Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 432 pages, avec 95 figures et tableaux dans le texte, édité par The University Press, à Cambridge (Angleterre). Prix : broché, 15 shillings.

(2) *Revue générale de l'Electricité*, 2 août 1924, t. XVI, p. 185-187.

2° Recherches pour la réalisation d'un étalon primaire d'intensité lumineuse, par M. P. Fleury;

3° Sur les étalons lumineux propres à la sensitométrie, par M. J. Baillaud;

4° Les propriétés du tungstène et les caractéristiques des lampes au tungstène, par MM. W.-E. Forsythe et A.-G. Worting;

5° Douilles spéciales de lampes pour essais photométriques, par M. G. Lebaupin (1);

6° Rapport du Comité international sur les Définitions et Symboles photométriques, par M. A. Blondel (2);

7° Propositions du British National Committee sur les définitions et symboles photométriques;

8° Rapport de la Commission des Définitions et Symboles photométriques du Comité français de l'Eclairage (3);

9° Rapport de The american national Committee des Définitions et Symboles;

10° Rapport sur les travaux du Comité international de la Photométrie hétérochrome, par M. Ch. Fabry (4);

11° Photométrie hétérochrone : rapport sur les travaux poursuivis au National physical Laboratory, par MM. H. Buckley, L.-J. Collier et F.-J.-C. Brookes;

12° Sur l'emploi des écrans absorbants en photométrie hétérochrome, par M. R. Jouaust;

13° La fonction de visibilité relative, par M. K.-S. Gibson;

14° La pratique de l'art de l'éclairage, par A.-L. Powell;

15° Le rôle des sociétés américaines de production d'énergie électrique dans l'amélioration de l'éclairage, par M. J.-W. Lieb;

16° Méthode de démonstration pour des effets d'un bon éclairage, par M. G.-S. Merril;

17° Eclairage des voies publiques, par M. H.-T. Harrison;

18° L'éclairage des voies publiques à Paris par le gaz, par M. H. Laurain (5);

19° L'éclairage des voies publiques à Paris par l'électricité, par M. J. Mariage (6);

20° Dispositifs nouveaux de signalisation lumineuse, par M. F. Cellerier;

21° Rapport du Comité international de l'Eclairage dans les usines et les écoles, par M. L.-B. Marks;

22° Rapport sur les travaux de la Commission de l'Eclairage des Usines et des Ecoles, du Comité national français de l'Eclairage, par M. Leblanc (7);

23° Nouveaux développements de l'éclairage industriel en Grande-Bretagne, par M. L. Gaster;

(1) G. Lebaupin; Douilles spéciales de lampes pour essais photométriques. *Revue générale de l'Electricité*, 23 septembre 1924, t. xvi, p. 418-421.

(2) A. Blondel; Définitions et symboles photométriques : rapport du Comité international des Définitions et Symboles photométriques à la Commission internationale de l'Eclairage. *Revue générale de l'Electricité*, 6 décembre 1924. t. xvi, p. 896-905.

(3) Définitions et symboles photométriques : rapport de la Commission française des Définitions et Symboles photométriques, à la Commission internationale de l'Eclairage. *Revue générale de l'Electricité*, 15 novembre 1924, t. xvi, p. 771-773.

(4) Ch. Fabry : Sur la photométrie hétérochrome. *Revue générale de l'Electricité*, 4 octobre 1924, t. xvi, p. 533-540.

(5) H. Laurain; L'éclairage des voies publiques à Paris. *Revue générale de l'Electricité*, 4 avril 1925, t. xvii, p. 521-534. — Voir aussi à ce sujet : Les Journées de Discussions de la Société française des Electriciens. *Revue générale de l'Electricité*, 24 janvier 1925, t. xvii, p. 126.

(6) J. Mariage : L'éclairage des voies publiques à Paris. *Revue générale de l'Electricité*, 11 avril 1925, t. xvii, p. 559-572.

(7) M. Leblanc; Les conditions à remplir dans l'éclairage des établissements industriels et commerciaux. *Revue générale de l'Electricité*, 15 novembre 1924, t. xvi, p. 800-802.

24° Quelques recherches sur les phénomènes d'éblouissement, par M. U. Bordoni;

25° Rapport du Comité international des projecteurs d'automobiles, par M. C.-H. Sharp;

26° L'éclairage des automobiles, par M. P. Bossu (1);

27° Sur une entente internationale et une normalisation relativement à l'éclairage, par M. H. Buckley;

28° Essais photométriques sur des verres spéciaux pour projecteurs d'automobiles, par M. F. Cellerier;

29° Note sur les essais photométriques des projecteurs d'automobiles, par M. P. Bossu. — L. V.

Bibliographie : Exploration des espaces interplanétaires par un appareil à réaction; par M. Tziolkowsky (2). — Dans cet ouvrage, en langue russe, l'auteur décrit une sorte de vaisseau aérien, analogue, dit-il, à une fusée. C'est une application directe du théorème des quantités de mouvement. L'appareil emporte avec lui son combustible qu'il expulse vers l'arrière avec une grande vitesse, après l'avoir brûlé. La réaction le fait progresser vers l'avant conformément à ce théorème. Dans l'état actuel des sciences, cette œuvre peut être considérée comme un travail d'imagination d'un précurseur. — C.-R. M.

Bibliographie : Overhead systems reference book (Manuel des lignes aériennes de transmission et de distribution d'énergie électrique) (3). — Le but de cet ouvrage est d'exposer les principes et les méthodes utilisés dans la construction des lignes aériennes de transmission et de distribution d'énergie et de donner une description des appareils et du matériel requis pour l'équipement de ces dernières.

La littérature sur ce sujet est dispersée dans de nombreuses publications, aussi l'ouvrage dont il est question ici vient-il combler une lacune en rassemblant les résultats des travaux d'un grand nombre d'ingénieurs spécialisés dans les questions de transmission et de distribution d'énergie électrique.

Les principes et les méthodes de calcul exposés, ainsi que les nombreuses données numériques contenues dans cet ouvrage permettront aux ingénieurs de résoudre par les méthodes les plus modernes les problèmes qui se présentent constamment dans la technique des transmissions d'énergie. Nous croyons opportun de signaler ici la part très importante dévolue aux questions d'entretien et de contrôle.

Ce manuel est divisé en douze parties que nous énumérons dans l'ordre où elles se présentent : renseignements d'ordre général; poteaux en bois et en béton; pylônes métalliques et charpentes pour postes extérieurs; propriétés physiques des matériaux; isolateurs, transformateurs et régulateurs d'induction; appareils de protection; éclairage des rues; méthodes de calcul employées en électrotechnique; calculs mécaniques des lignes de transmission et de distribution; méthodes de construction des lignes à basses et à moyennes tensions; données météorologiques, élagage des arbres et suggestions relatives à la sécurité. — L. V.

(1) P. Bossu; L'éclairage des automobiles. *Revue générale de l'Electricité*, 13 décembre 1924, t. xvi, p. 962-967.

(2) Une brochure, format 17 cm × 12 cm, de 130 pages, en vente chez l'auteur, M. Tziolkowsky, à Kalouga (U.R.S.S.).

(3) Un volume, format 29 cm × 21 cm, de 572 pages, avec 668 figures dans le texte, édité par The National electric Light Association, 29 West 39 th street, New-York City (Etats-Unis). Prix : relié, 7,50 dollars.

La Semaine de Discussions d'octobre 1927 de la Société française des Electriciens *(Suite)* (*)

Travaux de la troisième Section

Les questions mises en discussion par la troisième Section du Comité d'Administration de la Société française des Electriciens, concernaient, cette année, les fours électriques et la soudure électrique. L'examen de ces questions a occupé deux séances, présidées par M. Chaumat, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, président de la troisième Section.

Ces deux séances ont eu lieu le 26 octobre et l'ordre du jour comportait l'exposé des rapports suivants : les fours à induction, par M. P. Bunet; le réglage des fours électriques à résistance et à arc, par M. M. Mathieu, pour la première séance. Deux autres rapports, la soudure électrique, par M. Languepin et l'arc électrique de soudure, par M. Brillié ont été présentés et discutés lors de la deuxième séance.

I. Les fours à induction. — A. Rapport de M. P. Bunet (1). — 1. Evolution du four a induction. — Le premier four à induction a été réalisé industriellement par Kjellin en 1900. Ce four était un transformateur presque normal dont le circuit secondaire se composait d'une rigole annulaire contenant l'acier fondu et placé à une certaine distance de l'enroulement primaire. En raison de la dispersion, le facteur de puissance avec des fréquences de l'ordre de 50 p : s, était très bas (0,2 environ). Avec une fréquence de 5 p : s on obtenait un facteur de puissance de 0,6 mais le matériel générateur pour des fréquences aussi basses atteignait des dimensions prohibitives et, par conséquent, un coût exagéré.

Plus tard apparurent les fours à haute fréquence fonctionnant à 5 000 ou 10000 p : s. Les premiers fours se composaient d'une hélice en tube de cuivre dans laquelle on plaçait un creuset contenant le métal ou l'alliage à fondre. De tels appareils sont encore très employés aux Etats-Unis (2).

2. Alimentation. — L'alimentation des fours à induction à haute fréquence peut être assurée au moyen d'un circuit oscillant comportant un condensateur et un éclateur. Mais la puissance mise en jeu par ce procédé ne peut guère dépasser quelques dizaines de kilowatts.

On a remarqué que pour beaucoup d'opérations, on peut abaisser la fréquence à des valeurs comprises entre 500 et 2000 p : s, auquel cas il est possible d'employer des alternateurs pour l'alimentation des fours. Enfin, on est parvenu à réaliser un four à induction fonctionnant à 50 p : s. Cet appareil comporte un noyau magnétique et le secondaire est une spire de faible épaisseur dans laquelle circule le métal fondu provenant d'un creuset qui n'intervient pas au point de vue électrique.

L'emploi des fréquences très élevées ne permettait pas l'emploi du fer. Or la présence du fer est désirable pour améliorer le facteur de puissance et comme on revient à l'emploi des fréquences modérées, on peut utiliser des circuits magnétiques constitués par des tôles au silicium à faibles pertes. Le fer doit être placé à l'extérieur afin de ne pas encombrer le creuset.

3. Particularités de construction. — La principale difficulté qui se présente dans la réalisation des fours à induction est d'éviter l'accroissement de la dispersion et, par conséquent, la réduction du facteur de puissance, occasionné par l'écartement qu'il faut donner au circuit secondaire par rapport aux bobinages primaires afin que ce dernier ne subisse pas l'action de la haute température du secondaire. Le problème à résoudre n'est pas purement électrique et nécessite la collaboration du métallurgiste, du chimiste et de l'électricien, lequel doit s'adapter aux conditions préconisées par les premiers demandant que dans un récipient de dimensions données, on mette en jeu une puissance également déterminée.

M. Bunet rappelle les phénomènes particuliers qui surviennent dans les fours à induction, tels que le pincement et la dénivellation. Les positions relatives du primaire et du secondaire changent évidemment le sens de ces manifestations qui se traduisent par une usure et même parfois par des coupures de métal fondu dans la rigole, par exemple avec l'aluminium, en raison de son oxydabilité.

Le rapporteur expose ensuite une méthode de calcul permettant d'évaluer pour des dimensions déterminées de creuset et une puissance donnée à mettre en jeu la fréquence la plus favorable à adopter et les caractéristiques du circuit primaire pour des fours à induction à fréquences élevées. Il y a lieu à ce sujet de distinguer le chauffage des matières conductrices dans des creusets réfractaires isolants ou inversement l'em-

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 26 novembre et 3 décembre 1927, t. XXII, p. 862-864 et 920-922.

(1) P. Bunet; Les fours à induction. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, avril 1927 et juin 1927, t. VII (4e série), p. 465-469 et 807-830.

(2) Les fours électriques Ajax-Northrup. *Revue générale de l'Electricité*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 120-121.

ploi de creusets en matières plus ou moins conductrices comme le graphite.

4. Facteur de puissance. — La question du facteur de puissance est de la plus haute importance et on a intérêt à le ramener à une valeur égale à l'unité. A cet effet, on peut employer des condensateurs, mais un tel dispositif est coûteux du fait qu'il s'agit de faibles tensions conduisant, dans ces conditions, à des appareils de grandes dimensions. On peut alors tourner la difficulté en branchant le condensateur sur le secondaire à haute tension d'un transformateur dont l'enroulement primaire est connecté aux bornes du four.

Quand on emploie un circuit oscillant pour l'alimentation d'un four à induction, la fréquence d'oscillation est déterminée par la relation bien connue

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}},$$

L étant la somme de l'inductance totale placée en série dans le circuit du four et de l'inductance équivalente de ce dernier. Or celle-ci diminue quand le facteur de puissance augmente, par suite la fréquence dépendra de la nature de la matière chauffée.

On aurait intérêt à introduire dans le creuset une pièce qui ne contrarierait pas les courant superficiels dans la masse de la matière chauffée mais qui gênerait les courants centraux de manière à éviter les conséquences de l'effet pelliculaire qui, à la limite, introduit une réactance égale à la résistance.

5. Conclusion. — Le rapporteur conclut qu'il reste encore un certain nombre de progrès à réaliser dans le domaine des fours à induction. Les génératrices à haute fréquence et les condensateurs doivent faire l'objet de recherches. Une voie possible consisterait à développer la production d'harmoniques de denture dans des circuits spécialement disposés à cet effet.

B. **Discussion.** — Au cours de la discussion qui suivit, MM. Mathivet et Bergeon ont fait ressortir l'intérêt qu'il y aurait à grouper les industries électrochimiques au voisinage des usines génératrices en particulier des usines situées sur le carreau des mines. On arriverait ainsi à améliorer le facteur d'utilisation de ces usines en profitant de l'offre d'énergie dont elles disposent durant plusieurs heures de la nuit. D'autre part, comme les régions minières constituent en France un débouché important pour les usines électrochimiques, on éviterait la transmission d'énergie à ces dernières et, dans un grand nombre de cas, on serait ramené surtout à un transport des produits fabriqués. Le facteur de puissance de ces installations serait évidemment assez bas, néanmoins les sociétés de production pourraient consentir des tarifs avantageux dans de telles conditions.

MM. J.-B. Pomey et Darrieus ont présenté des observations sur le calcul de l'effet pelliculaire. M. Pomey a établi, à ce sujet, une comparaison en considérant la répartition des courants induits dans le sol par une ligne télégraphique. D'autre part, M. Darrieus a fait remarquer que dans l'étude de l'effet pelliculaire on interprète parfois abusivement la formule

$$\varepsilon = \frac{5\,000}{\sqrt{\gamma f}}$$

qui donne la profondeur de pénétration du courant dans un conducteur en fonction de la fréquence f et de la conductivité spécifique γ. Dans les conducteurs de forme tourmentée, la zone de répartition du courant est inégale et il y a accumulation aux points saillants. M. Darrieus indique à ce sujet la distribution des lignes de force obtenue à l'aide des figures de Lehmann dans un ensemble de spires conductrices jointives. Le courant ne se propage que sur la couche intérieure du solénoïde.

II. Réglage des fours électriques à résistance et à arcs. — A. **Rapport de M. M. Mathieu** (¹). — Le but du réglage d'un four électrique est de maintenir une température constante dans ce dernier. Les dispositifs de réglage agissent alors pour modifier la tension ou l'intensité du courant d'alimentation du four, sous l'influence soit de la température (au moyen de dispositifs pyrométriques), soit de la puissance absorbée à chaque instant (au moyen de relais d'énergie ou de courant). Ces dispositifs opèrent comme indicateurs ou comme commande de servo-moteurs chargés de l'exécution des manœuvres.

1. Réglage des fours a résistance. — Les appareils de réglage automatique des fours à résistance agissent soit par rupture et rétablissement du courant (réglage par tout ou rien), soit par action progressive.

La variation de l'intensité du courant s'obtient par la manœuvre d'un rhéostat en série avec le four, au moyen d'un servo-moteur, tandis que la variation de tension peut se réaliser en agissant sur la vitesse ou l'excitation de la génératrice d'alimentation, par l'emploi d'un transformateur à rapports multiples ou encore au moyen d'une bobine d'inductance réglable à noyau plongeur.

Le rapporteur étudie en détail les divers systèmes pyrométriques : thermomètre à air, thermomètre à toluène, pyromètre à dilatation, couples thermoélectriques.

1° *Relais hydraulique Arca.* — Relativement aux dispositifs utilisant la dilatation de deux solides, nous décrirons le thermo-relais hydraulique « Arca » qui commande l'interrupteur de chauffage du four (voir le schéma de principe : figure 1).

Une canne pyrométrique plonge dans le four; elle

(¹) M. Mathieu; Systèmes de réglage des fours électriques à résistance et à arcs. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, septembre 1927, t. VII (4ᵉ série), p. 1 006-1 029.

se compose d'un tube T (nickel, monel, acier calorisé) et d'une tige intérieure t (invar, silice, porcelaine).

Le relais hydraulique Arca est essentiellement constitué par un tampon qui vient obturer plus ou moins un ajustage J. Les différences de longueur entre le tube T et la tige t sont amplifiées par deux leviers l et L.

Le mouvement ainsi amplifié est transmis au tampon qui ferme ou ouvre la tuyère J.

Le fonctionnement est le suivant :

A la température ordinaire, le tampon ferme la tuyère J. L'eau arrive en a dans la chambre M, au-

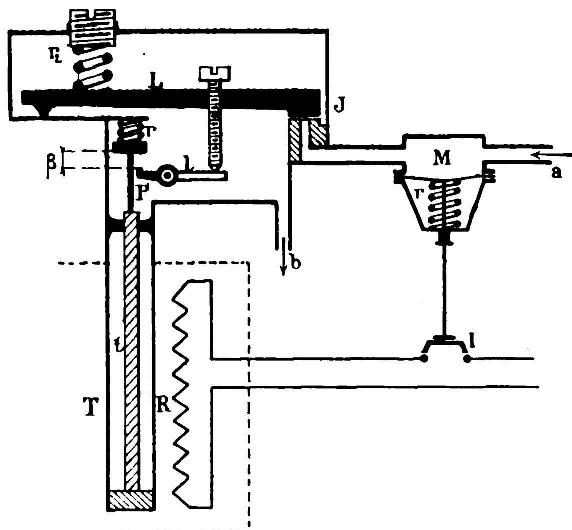


Fig. 1. — Schéma de principe du thermo-relais hydraulique Arca.

dessus d'une membrane souple; le ressort r est alors comprimé sous l'influence de la pression d'eau et l'interrupteur I est fermé; le courant passe et le four entre en activité.

La température s'élève et le tube T se dilate plus que la tige t, le jeu initial β diminue, et il s'annule lorsque la température θ° C à obtenir est atteinte.

L'interrupteur I restant fermé, la température va dépasser la valeur fixée θ°C, les leviers vont osciller, le tampon va se soulever au-dessus de J. L'eau s'écoulera par J, la pression en M baissera à cause de cet écoulement et le ressort r ouvrira l'interrupteur, le courant sera coupé.

Si la température diminue, le fonctionnement est inverse; le levier L s'abaisse, la tuyère J est fermée, la pression s'établit en M et en comprimant le ressort r, l'interrupteur I rétablit le courant dans le four.

Le réglage de la température θ°C est donc automatique.

2° *Autres systèmes.* — Parmi les autres systèmes décrits, on peut encore mentionner l'emploi du pont de Wheatstone dans une des branches duquel le conducteur chauffant du four se trouve intercalé. L'équilibre du pont est réalisé pour la température de régime. Quand cette dernière varie, l'aiguille du galvanomètre établit un contact qui actionne un relais provoquant la mise en marche du rhéostat de réglage (1).

On peut employer des lampes à filament de fer dans l'hydrogène montées en série avec le conducteur chauffant du four et qui permettent la limitation automatique du courant.

Un autre dispositif intéressant basé sur l'emploi des couples thermoélectriques est le galvanomètre décrit par B.-P. Barfield (2). Dans cet appareil, l'aiguille porte un petit couple thermoélectrique et en un point donné on a placé, sur le cadran, une bobine chauffante. Lorsque l'aiguille passe au-dessus de cette bobine, un courant prend naissance dans le couple de l'aiguille et ce courant fait fonctionner le relais de coupure du courant de chauffage. Lorsque l'aiguille revient vers sa position initiale à cause du refroidissement, la manœuvre inverse se produit et le courant est rétabli.

2. Réglage des fours a arc. — Ce réglage s'effectue par la manœuvre des électrodes. On contrôle alors l'intensité du courant débité par une électrode et on

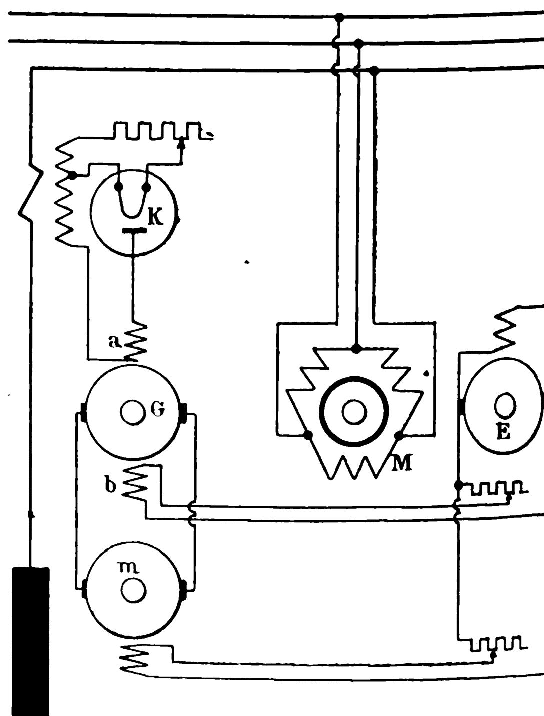


Fig. 2 — Schéma du régulateur d'électrode, système General Electric Co, à redresseur.

cherche à maintenir cette intensité constante en rapprochant ou en éloignant l'électrode de la masse en fusion.

(1) J. Vassilière-Arlhac. Les pyromètres à couple thermoélectrique. *Revue générale de l'Électricité*, 12 juin 1926, t. xix, p. 942-950.

(2) *The Electrician*, 26 novembre 1926, t. xcvii, p. 614-615; Résumé dans la *Revue générale de L'Électricité*, 19 mars 1927, t. xxi, p. 96 D.

Le problème est résolu au moyen de deux systèmes distincts de manœuvre des électrodes :

a) Ceux qui utilisent un moteur électrique ;

b) Ceux qui utilisent un servomoteur hydraulique.

Le rapporteur décrit parmi les systèmes de la première catégorie, les dispositifs à contacteurs, les systèmes Scovill, Tirrill et le système de la General electric Co et, relativement aux systèmes de la seconde catégorie, les dispositifs Arca et Brown, Boveri.

Nous donnerons ici une courte description des dispositifs de la General electric Co et de la Société Brown, Boveri, nous proposant de revenir plus tard sur le dispositif Arca.

1° *Régulateur d'électrode de la General electric Co.* — Cet appareil utilise un moteur électrique pour la commande de l'électrode. Ce moteur qui commande le treuil m (fig. 2), est alimenté par un groupe moteur-générateur dont la génératrice G possède deux enroulements d'excitation en opposition, comme dans les systèmes Tirrill.

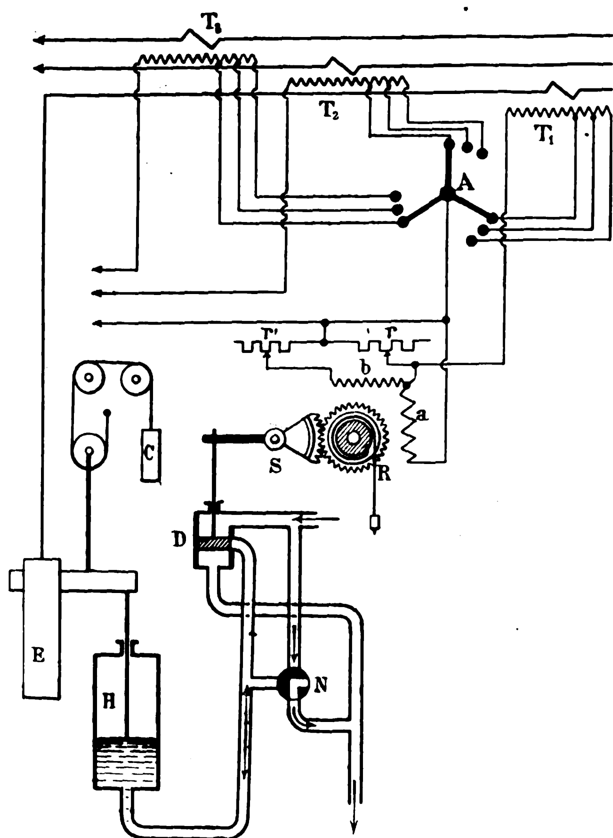


Fig. 3. — Schéma du régulateur d'électrode, système Brown, Boveri et Cie.

La valeur du courant d'excitation *a* est variable avec le courant débité par l'électrode. En effet, le courant du transformateur d'intensité est redressé par une lampe Tungar.

Les variations du courant d'électrode entraînent donc, sans retard, des variations du courant d'excitation en a et le courant débité par la génératrice G fait tourner le moteur m dans le sens convenable.

L'excitation fixe b et celle du moteur m sont fournies par la génératrice E.

m est le moteur qui entraine les génératrices G et E.

2° *Régulateur d'électrode de la Société Brown, Boveri et Cie.* — Cet appareil utilise un servomoteur hydraulique dont le distributeur est commandé par un relais électrique.

Ce relais est formé par un petit tambour soumis à l'action d'un champ tournant variable avec le courant d'électrode et au couple d'un ressort R (fig. 3).

Le fonctionnement est le suivant :

Lorsque l'intensité débitée par l'électrode E dépasse la valeur normale, le champ tournant produit un couple plus intense et le tambour tourne de façon à ce que le couple soit équilibré par celui du ressort R. La rotation du tambour entraîne la tige du tiroir du robinet distributeur D. Ce tiroir s'abaisse et le cylindre hydraulique est mis en communication avec l'arrivée d'eau. La pression de l'eau fait remonter le piston et l'électrode.

Inversement si le courant devient trop faible, le couple du ressort R fait manœuvrer le tiroir D dans le sens de la montée et le cylindre hydraulique H est alors mis à la vidange : l'électrode descend.

Le contrepoids C équilibre partiellement le poids de l'électrode et du porte-électrode.

C'est dans les dispositifs Brown-Boveri que l'on trouve, en premier, l'emploi des transformateurs d'intensité à plusieurs rapports. Il est ainsi possible de régler le four pour une série d'intensités différentes de 500 en 500 A, depuis 1 500 jusqu'à 5 000 A par exemple. Le changement de régime est obtenu par la manœuvre d'un commutateur tripolaire en étoile A, à plusieurs directions.

Dans une installation de régulateur d'électrode de ce système, le disjoncteur principal porte des contacts auxiliaires qui servent, en cas de disjonction, à brancher sur les régulateurs une source auxiliaire pour produire automatiquement le relèvement des électrodes.

3. Conclusion. — En résumé, l'emploi du régulateur automatique constitue un progrès important dans l'électrométallurgie en raison de la supériorité des résultats obtenus dans la fabrication sur ceux que procure le meilleur réglage à main, en raison aussi de l'augmentation possible du rendement et de l'atténuation des à-coups sur le réseau d'alimentation.

Les systèmes à commande par servomoteurs hydrauliques semblent présenter pour le réglage des fours à arcs, une certaine supériorité sur les systèmes à commande électrique en raison de leur robustesse, de leur rapidité d'action et des facilités d'entretien qu'ils présentent.

B. **Discussion**. — M. Bergeon signale l'intérêt que présente le mode de réglage basé sur la constance du

facteur de puissance du four. On obtient ainsi un rendement constant et cette solution est très intéressante pour le réseau d'alimentation. M. Bergeon cite à ce sujet le cas de l'installation de Brignoud (Isère) où, précisément, cette solution a été adoptée.

M. Bunet fait remarquer que beaucoup trop de fours électriques sont encore réglés à la main malgré les difficultés que l'on rencontre dans de telles conditions, par exemple dans le cas de la fabrication du carbure de calcium où le four fonctionne d'abord à résistance pour échauffer la masse et ensuite à arc. La tension passe ainsi de 40 v à 80 v.

III. La soudure électrique. — A. Rapport de M. Languepin [1]. — Après un exposé historique de la question d'après lequel les premiers brevets concernant la soudure électrique paraissent dater de 1883, le rapporteur donne une classification des divers procédés qui peuvent ainsi se diviser en trois groupes :

1° La soudure à l'arc ;
2° La soudure par résistance à chauffage direct ;
3° La soudure par chauffage indirect.

1. Soudure a l'arc. — Parmi les modalités que comporte ce procédé, on peut mentionner :

a) Arc entre pièce et électrode métallique fournissant le métal d'apport ;

b) Arc entre pièce et électrode en charbon ;

c) Arc entre deux électrodes avec ou sans atmosphère spéciale ;

d) Arc entre les deux pièces.

Dans ce dernier cas, un arc étant amorcé pendant quelques instants entre les deux pièces à souder, on les projette brusquement l'une contre l'autre en coupant le courant au moment du contact.

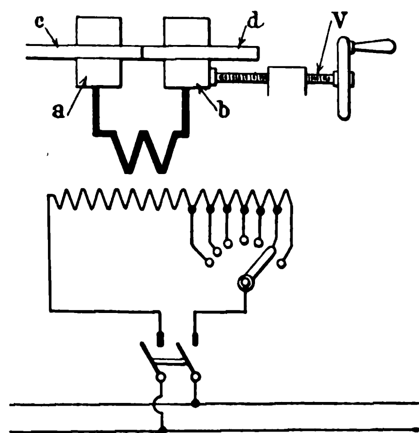


Fig. 4. — Principe du procédé Thomson pour la soudure électrique par résistance.

2. Soudure par résistance. — Les procédés employés comprennent :

a) Le procédé Thomson dans lequel les pièces à souder, amenées en contact, sont reliées aux extrémités d'un transformateur à basse tension dont le courant produit l'échauffement de ces pièces sur lesquelles on exerce ensuite une compression énergique (fig. 4) ;

b) Le procédé par percussion Westinghouse qui utilise, pour fournir le courant de chauffage, la décharge d'un condensateur ; le procédé électrolytique étudié par Coffin dans lequel les extrémités des pièces à souder sont plongées dans de l'eau acidulée, un pôle de la source étant relié au bain, l'autre pôle aux pièces.

Avec le procédé Thomson, on obtient la soudure par rapprochement. Une variante est constituée par la soudure par recouvrement (fig. 5) dans laquelle les deux pièces en métal bon conducteur, a et b, reliées aux extrémités du secondaire du transformateur, appuient sur les deux pièces à souder, c et d, le courant traversant les pièces à l'endroit du contact effectue la soudure en ce point. Il existe de nombreuses variantes de ce procédé parmi lesquelles on peut citer la soudure par recouvrement à deux secondaires (fig. 6) et la soudure continue sous molettes (fig. 7).

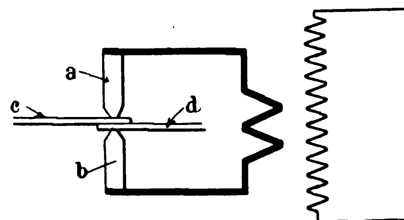
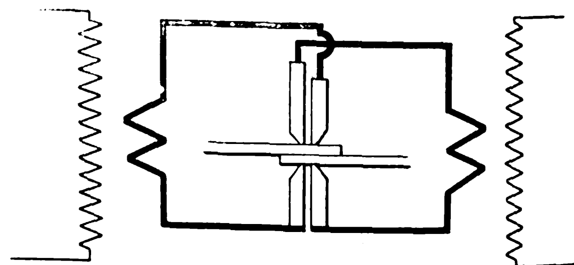
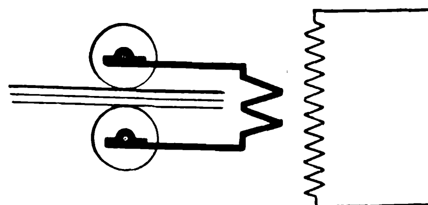


Fig. 5. — Principe de la soudure par recouvrement.


Fig. 6. — Principe de la soudure par recouvrement à deux enroulements secondaires de transformateur.


Fig. 7. — Principe de la soudure continue sous molettes.

3. Conditions d'une bonne soudure. — Le rôle de la pression exercée en fin d'opération semble être d'une grande importance. M. Languepin fait remarquer que

[1] Languepin. La soudure électrique. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, septembre 1927, t. VII (4e série), p. 1031-1063.

d'ailleurs on peut réaliser des soudures à froid en employant des pressions suffisantes et un poli très poussé des surfaces à souder. De telles soudures se rompent par arrachement.

Il y a lieu de s'entendre sur la signification du terme de collage qui parfois désigne une soudure mal faite ou une soudure insuffisante.

Il semble possible d'obtenir des soudures qui, a l'examen macrographique, paraissent soudées sur toute la surface mais ont néanmoins une résistance inférieure à celle du métal. On est ainsi conduit à admettre qu'il existe alors un grand nombre de défauts de soudure de surface si petite qu'elles n'apparaissent pas à la macrographie mais, néanmoins, diminuent la section utile.

Dans le cas de pièces propres et polies, on peut rechercher expérimentalement les conditions de température et de pression qui donnent le maximum de résistance. Mais le rapporteur, se basant sur les expériences qu'il a faites à ce sujet, ne croit pas que les essais de résistance soient capables de déterminer avec assez de précision la qualité d'une soudure.

La pratique montre que la soudure obtenue avec une même machine dépend d'un très grand nombre de facteurs, par exemple l'état des surfaces, les impuretés, la vitesse d'opération, etc.

La soudure lente met en jeu une faible puissance et ne demande pas une habileté spéciale de la part de l'ouvrier.

La soudure rapide est plus difficile à exécuter, demande une machine plus coûteuse et met en jeu une puissance instantanée plus grande.

La soudure par étincelles s'obtient en rapprochant lentement les pièces à souder placées sous tension. Les petites aspérités viennent en contact et sont fondues en produisant des étincelles. La chaleur ainsi dégagée amène l'extrémité des pièces à la température voulue pour la soudure. On les comprime alors brusquement en coupant le courant.

Ce procédé élimine les scories qui peuvent se trouver à la surface des pièces et réduit la dépense de courant. Malgré qu'il requiert un tour de main et qu'il entraîne la perte d'une certaine quantité de métal, il permet de réaliser des travaux très délicats et difficilement réalisables par un autre procédé, par exemple la soudure des tubes de chaudières de locomotives.

4. Choix du procédé. — Ce choix dépend de la nature du métal, de son état, de la forme des pièces et de leur utilisation, du nombre de pièces à fabriquer, de la précision à obtenir, de la puissance disponible, du prix du courant, du prix de la machine et du personnel disponible pour l'entretien et le réglage.

Le rapporteur expose les difficultés que l'on rencontre dans la soudure à recouvrement laquelle ne permet pas d'employer le procédé par étincelles et nécessite au début de l'opération l'emploi de pressions élevées à l'endroit où on doit effectuer la soudure, en particulier pour les pièces de grosses épaisseurs. De plus, comme il est nécessaire dans le procédé à recouvrement, de passer des deux côtés des pièces à souder, on est conduit à donner de grandes dimensions aux supports des électrodes. De ce fait, la self-inductance du circuit de la machine à souder augmente et le facteur de puissance diminue. Enfin, l'état des surfaces de contact et la présence de rouille et de calamine sur ces dernières prend avec la soudure à recouvrement une importance plus grande qu'avec la soudure par rapprochement.

M. Languepin décrit les divers moyens qui permettent de remédier à ces inconvénients et indique qu'avec la soudure par rapprochement, il n'y a pas lieu de majorer les coefficients de sécurité admis habituellement alors que c'est le contraire qui a lieu avec la soudure par recouvrement.

5. Machines a souder. — Il existe un nombre considérable de systèmes de machines à souder. Les qualités que l'on doit exiger de ces appareils sont principalement la robustesse et la bonne protection des organes, en particulier de la partie électrique. Le transformateur doit être placé dans le bâti et non à l'extérieur de la machine afin de réduire la self-inductance des circuits. L'appareillage peut être extérieur ou intérieur à la machine.

Les dispositifs de serrage des pièces à souder sont nombreux. Ils doivent pouvoir se manœuvrer rapidement.

6. Transformateurs. — En ce qui concerne les transformateurs, ils comportent un dispositif permettant de faire varier la tension secondaire afin de régler la vitesse de chauffage suivant la section ou l'épaisseur à souder. Ce dispositif est généralement un changeur de prises sur le bobinage primaire.

Les conditions de fonctionnement du transformateur, au point de vue de la puissance requise, sont extrêmement variables et dépendent de la pression et de la vitesse de soudure. Le rapporteur cite le cas de deux machines effectuant le même travail ; l'une avec pression et vitesse modérées absorbait un courant d'une intensité de 80 A, l'autre à forte pression initiale et grande vitesse, donnait au même ampèremètre un lancé de 400 A.

La mesure de la puissance absorbée par une machine à souder est souvent difficile en raison de la très courte durée de l'opération (parfois une fraction de seconde). On ne peut employer un appareil indicateur et à plus forte raison un enregistreur, en raison de la trop grande inertie de ces appareils. Les compteurs ne peuvent donner des résultats intéressants que pour un très grand nombre de soudures.

Il est malaisé de caractériser une machine à souder ; beaucoup de constructeurs offrent des machines en indiquant une puissance en kilowatts sans spécifier le régime de marche prévu à cette puissance.

Le rapporteur propose, à ce sujet, d'indiquer la puissance que peut fournir le transformateur en ser-

vice continu sur le plot de réglage maximum ou minimum.

7. Appareillage. — L'appareillage électrique des machines à souder doit être particulièrement robuste en raison de la fréquence des manœuvres exécutées. On atteint parfois 3 000 manœuvres à l'heure et couramment 1 000 manœuvres à l'heure.

En général, l'interrupteur est commandé par la pédale qui fait mouvoir les électrodes de telle manière que ces dernières viennent en contact avant que l'interrupteur ne soit fermé.

Un très grand nombre de systèmes d'interrupteurs ont été employés et il est impossible d'en donner la description. On a cherché aussi à rendre la soudure complètement indépendante de l'opérateur et, dans ce but, on a créé des interrupteurs automatiques avec lesquels le circuit est fermé pendant un temps défini ou encore qui coupent le courant quand l'intensité de ce dernier atteint une valeur déterminée.

8. Mode de branchement des machines. — Les machines à souder par résistance ne peuvent utiliser que du courant monophasé et bien que leur consommation réelle soit assez faible, les à-coups qu'elles produisent sont assez importants. Il est alors compréhensible que les compagnies de distribution se refusent à accepter le branchement des machines à souder sur leur réseau à basse tension et exigent l'établissement d'un poste à haute tension ou l'installation d'un transformateur triphasé-monophasé. Cependant, la généralisation de l'emploi des machines à souder est susceptible de créer un mouvement d'extension des applications de l'électricité et, par conséquent, les compagnies de distribution auraient intérêt à autoriser largement l'emploi de ces machines.

Dans le cas des installations privées de force motrice, l'emploi des machines à souder ne paraît pas recommandable en raison des chutes de tensions importantes qui se produisent lors des à-coups. Les régulateurs des turbines hydrauliques ou des moteurs à gaz de faible puissance ne peuvent suivre, en effet, les variations rapides de courant qui se produisent lors de la soudure.

En courant continu, les commutatrices se prêtent mal à l'alimentation des machines à souder.

9. Applications. — Les applications de la soudure électrique par résistance sont innombrables. La possibilité d'obtenir un prix de revient très bas permet d'employer la soudure électrique à un grand nombre de travaux. On peut réaliser aussi la fabrication de pièces mécaniques dont la forge et l'usinage seraient trop compliqués si elles étaient prises d'une seule pièce. De plus, la machine à souder par rapprochement est très souvent employée comme une véritable machine à forger pour exécuter des refoulements ou de pliages.

La soudure par points remplace le rivetage dans de très nombreuses applications.

10. Soudure par chauffage indirect. — Le procédé Thomson est utilisé non seulement pour exécuter des soudures sans apport de métal, mais aussi pour faire des soudures à l'étain ou des brasures.

Il n'est pas nécessaire, dans ce cas, de donner à la pression une valeur élevée mais il est utile d'égaliser la température des différentes parties. On est alors amené à produire la chaleur nécessaire non pas seulement par le passage du courant dans les pièces, mais par l'échauffement des électrodes de contact faites en charbon ou en métal spécial.

B. **Discussion.** — La présentation de ce rapport a été suivie d'une courte discussion dans laquelle M. Brillié a fait ressortir la différence qui existe entre les soudures dites collées obtenues par voie électrique et à l'autogène. Dans ce dernier procédé, il est possible de reproduire à volonté le phénomène de collage tandis qu'avec la soudure électrique il n'existe pas de démarcation bien tranchée entre une soudure collée et une bonne soudure.

M. Chaumat, président de la séance, a signalé l'importance que présenterait une limitation du nombre des types de machines à souder.

IV. L'arc électrique de soudure.— A. Rapport de M. Brillié (¹). — L'arc électrique employé dans la soudure présente des caractéristiques différentes de l'arc étudié par les électriciens. Ces caractéristiques dépendent des électrodes d'une part et de la nature du courant d'autre part.

1. Courant continu. — Dans l'opération de soudure, on cherche à obtenir la fusion de l'électrode et de la pièce à souder à l'aide de très fortes densités de courant. Au phénomène électrique vient se superposer un phénomène métallurgique de fusion lequel amène des perturbations dans le circuit de soudure et l'impossibilité d'obtenir un régime stable. C'est pourquoi on utilise des bobines de self-inductance placées en série dans le circuit de soudure à courant continu. L'influence de ces bobines est mise en évidence dans l'oscillogramme de la figure 8. L'emploi de l'oscillographe a permis de montrer que les crachements de l'arc correspondent à des pointes du courant de soudure.

1° *Matériel électrique utilisé pour l'alimentation de l'arc de soudure en courant continu.* — Ce matériel doit permettre d'obtenir une tension à vide suffisamment élevée pour réaliser un allumage facile de l'arc (50 v environ). Il doit comporter un dispositif permettant le réglage du courant, la tension aux bornes de l'arc en charge pouvant varier de 18 à 30 v; enfin, il doit être possible d'éviter les pointes de courant dues aux variations de tension de l'arc, produites par les gouttes de métal se détachant des électrodes en fusion.

(¹) Brillié; L'arc électrique de soudure. *Bulletin de la Société française des Électriciens*, septembre 1927, t. VII, (4ᵉ série), p. 1 065-1 088.

On a reconnu que la meilleure source de courant était une batterie d'accumulateurs avec une résistance en série, mais en raison des pertes d'énergie dans cette dernière, on a cherché à réaliser des génératrices spéciales parmi lesquelles on peut citer celle de la Société alsacienne de Constructions mécaniques et celle de la General Electric Co.

2° *Génératrice de la Société alsacienne de Constructions mécaniques.* — Dans cette génératrice, la chute de tension en charge est due à la réaction d'induit dont l'action est renforcée par un enroulement inducteur série démagnétisant. Une excitatrice montée en bout

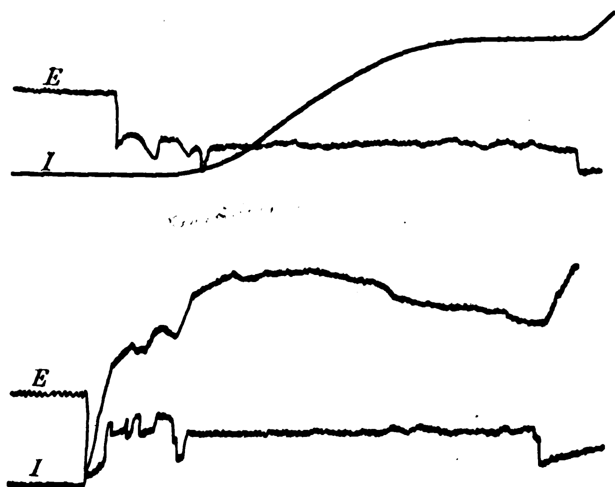


Fig. 8. — Oscillogramme de l'établissement du régime de soudure. *E*, tension; *I*, courant avec et sans bobine de self-inductance.

d'arbre assure l'alimentation des enroulements inducteurs magnétisants et le réglage du courant de soudure s'opère en agissant sur le calage des balais.

Un petit transformateur auxiliaire (fig. 9) possède un enroulement en gros fil monté en série sur l'induit de la

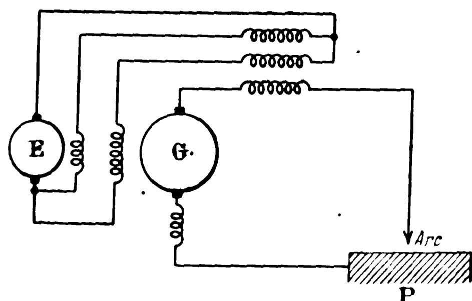


Fig. 9. — Génératrice de la Société alsacienne de Constructions mécaniques.

machine; cet enroulement remplace la bobine de self-inductance habituelle.

L'induction mutuelle produite en période variable entre les circuits induits et inducteurs est supprimée en ajoutant sur le petit transformateur deux petits enroulements montés en série dans les circuits inducteurs de la génératrice et de l'excitatrice. On évite ainsi toute fluctuation dans les courants inducteurs.

3° *Génératrice de la General Electric Co* (1). — Cette génératrice est une machine bipolaire, en principe, mais dont les pôles sont répartis sur 4 noyaux de manière à former deux flux indépendants de directions perpendiculaires entre elles; l'un est le flux principal, l'autre le flux en quadrature.

Les balais sont disposés dans la zone neutre entre les pôles de polarité opposée. Dans ces conditions, quand la génératrice est chargée, l'induit donne lieu à un flux de réaction fixe dans l'espace, dirigé suivant la ligne des balais. Le vecteur représentatif de ce flux peut alors se décomposer en deux vecteurs de directions perpendiculaires de sorte que la première composante vient se superposer au flux inducteur principal, tandis que la deuxième se retranche du flux inducteur en quadrature.

Or, les pôles émettant le flux principal ont une section réduite de telle sorte que le circuit magnétique correspondant est saturé dans les conditions normales de fonctionnement, il en résulte que l'effet de la composante du flux induit superposé est négligeable. Par suite, en plaçant un troisième balais à 90° de la ligne des balais principaux et en alimentant l'excitation de la machine entre un de ces derniers et le balais auxiliaire, on obtient un courant d'excitation indépendant de la charge.

Au contraire, le flux en quadrature duquel vient se retrancher la seconde composante du flux d'induit, donne lieu à un flux résultant qui décroît avec la charge. De plus, la valeur de ce flux d'induit et, par conséquent, du flux résultant varie suivant l'orientation des balais. On peut donc réaliser, pour chaque position de ces derniers, une caractéristique en charge d'allure plus ou moins plongeante et rencontrant l'axe des abscisses sur lequel sont portées les valeurs de l'intensité du courant débité. De telles conditions sont éminemment favorables aux exigences requises dans l'opération de soudure.

La stabilisation de l'arc est obtenue au moyen d'une bobine de self-inductance spéciale.

2. Courant alternatif. — Les essais réalisés sur l'arc électrique ont montré que l'amorçage ne peut se produire entre une électrode et une pièce parfaitement polie aux tensions et fréquences industrielles. Cet amorçage peut toutefois avoir lieu avec les fréquences élevées, mais l'emploi d'électrodes enrobées a permis de résoudre le problème pour les fréquences industrielles. Une telle électrode est un fil métallique enrobé dans une pâte ou dans un fil d'amiante trempé dans une solution chimique. Les vapeurs dégagées modifient l'atmosphère dans laquelle l'arc jaillit et permettent ainsi l'allumage.

Les conditions de fonctionnement d'un poste de

(1) *General Electric Review*, février 1925, t. xxviii, p. 86-90. Résumé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 6 juin 1925, t. xvii, p. 228 D.

soudure monophasé ont été étudiées par M. Bethenod [1]. Il a trouvé qu'avec un coefficient de stabilité donné, toute augmentation du rendement correspond à une diminution du facteur de puissance et réciproquement.

M. Bethenod a proposé l'emploi des arcs polyphasés pour la soudure [2]. Le principe consiste essentiellement dans l'emploi de deux électrodes côte à côte reliées soit chacune à une phase d'une distribution triphasée, la pièce étant connectée à la troisième phase, soit chacune à une phase d'une distribution diphasée à trois fils, le troisième fil étant relié à la pièce. Cette

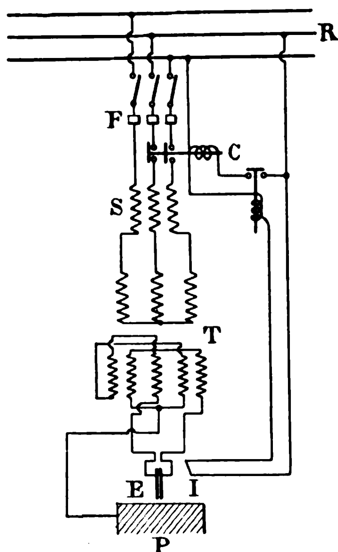


Fig. 10. — Schéma des connexions d'un poste de soudure par arc diphasé utilisant des électrodes doubles « Sandwich » (alimentation triphasée) : C, contacteur ; E, électrode « Sandwich » ; I, interrupteur placé sur le porte-électrode ; P, pièce à souder ; S, bobine de self-inductance réglable ; T, transformateur diphasé-triphasé.

dernière solution a été adoptée dans les postes dits « sandwich » dont la figure 10 donne le schéma des connexions.

3. Applications de la soudure électrique a l'arc. — Le rapporteur décrit divers travaux d'assemblage par fusion et liaison homogène des tôles, notamment les réparations de chaudières, les travaux de grosse chaudronnerie (construction de gazomètres de 85 000 m³), les constructions navales (chaland de 45 m de longueur pour le transport de la soude), construction de croisements et d'appareils de voies, etc.

M. Brillié cite comme type de réparation, par liaison hétérogène, la réparation d'une cage de laminoir de 68 t et la réfection d'un voussoir cassé du pont de Suresnes.

Le rapporteur envisage ensuite le remplacement des pièces de fonderie par des assemblages soudés. Cette idée a été appliquée en France à des blocs moteurs d'automobiles.

Pour les Américains, la soudure, procédé de réparation, devient un procédé de fabrication, c'est ainsi que la General Electric Co construit dans ses ateliers des machines électriques tournantes dont les carcasses sont en tôles roulées et soudées. Certaines carcasses destinées à des alternateurs de 20 000 kv-A ont un diamètre de 8 m. On arrive ainsi à obtenir une économie de temps du fait que l'on s'affranchit des longs délais exigés par la fonderie. On obtient une plus grande sécurité et on réalise une économie appréciable.

Les essais exécutés sur les assemblages métalliques soudés ont montré, tant en France qu'aux Etats-Unis, que les avantages pratiques et techniques du procédé permettent d'entrevoir dans un avenir très proche la réalisation de l'assemblage sur chantier, par soudure, de toutes les charpentes employées en construction métallique.

C'est ainsi que la Société Westinghouse a exécuté méthodiquement une série d'essais d'assemblages soudés et la résistance de ces derniers aux efforts statiques aux chocs et aux vibrations s'est révélée si favorable que les ingénieurs n'ont pas hésité à construire l'ossature d'un atelier en utilisant ce procédé.

D'autre part, la Société la Soudure autogène française a établi dans ses ateliers une passerelle type Pratt d'une portée de 9,90 m entre appuis et d'une hauteur de 0,90 m, par assemblages soudés. Les essais ont montré qu'avec une charge statique de 4 500 kg, cette passerelle se comportait comme une pièce parfaitement élastique.

Le rapporteur estime que les avantages du procédé de soudure des assemblages métalliques sont les suivants :

1° *Au point de vue pratique :*

Suppression du poinçonnage, alésage, rivetage et, par suite, simplification du traçage.

Simplification des assemblages, économie de métal.

Rapidité d'usinage et de montage.

Réduction de la main-d'œuvre.

Suppression du bruit du rivetage permettant le travail de nuit dans les villes.

2° *Au point de vue technique :*

Suppression des moments secondaires.

Encastrement important de la poutre, aux appuis.

Suppression des réductions de section au perçage des trous.

Les procédés de soudure oxyacétylénique et électrique, loin de se concurrencer, se complètent du fait qu'ils ont chacun leur champ d'action. D'ailleurs de nouvelles méthodes de soudure commencent à se développer aux Etats-Unis ; ce sont les procédés I. Langmuir et P. Alexander qui emploient à la fois l'hydrogène et l'arc électrique.

Dans le procédé Langmuir, on cherche à créer de l'hydrogène atomique en obligeant un courant d'hydrogène à traverser un arc jaillissant entre deux électrodes de tungstène, dans un véritable chalumeau électrique.

[1] *Bulletin de la Société alsacienne de Constructions mécaniques*, avril 1926.

[2] *Bulletin de la Société alsacienne de Constructions mécaniques*, octobre 1926.

L'arc dissocie l'hydrogène, dont les atomes se recombinent sur la pièce en dégageant la chaleur empruntée à l'arc durant la dissociation. On obtient ainsi une température de 8925°C alors qu'on obtient 6727°C avec la flamme oxyacétylénique.

Le chalumeau utilisé dans le procédé Langmuir apparait comme un artifice permettant d'utiliser l'énergie d'un arc à une température supérieure à celle de l'arc lui-même. Le rendement est inférieur à celui de l'arc mais, pour l'utilisation particulière de la soudure, peut être supérieur à celui de l'arc jaillissant directement sur la pièce.

La flamme possède un pouvoir réducteur et elle permet, grâce à sa faible vitesse, une fusion absolument calme du métal,

Dans le procédé Alexander, un arc ordinaire de soudure est entouré d'une atmosphère d'hydrogène (fig. 11).

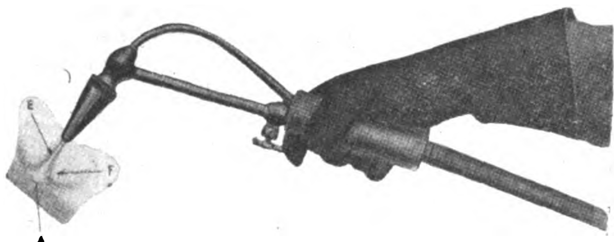


Fig. 11. — Chalumeau pour soudure à l'arc semi-automatique en atmosphère d'hydrogène, système Alexander : A, arc; E, fil électrode; F, flamme d'hydrogène.

L'hydrogène atomique formé n'a pas la forme d'une flamme stable dirigée par l'opérateur sur un point déterminé. Il joue un rôle réducteur énergique et protecteur contre l'action de l'air.

Ce procédé semble convenir pour la soudure des grosses pièces alors que le procédé Langmuir semble plutôt réservé à la soudure des pièces de dimensions réduites.

4. Contrôle des soudures. — M. Brillié rappelle l'importance du contrôle des soudures et les procédés qui ont été proposés à cet effet, notamment l'emploi des rayons X qui exige alors un matériel encombrant. On a essayé, sans grand succès, des méthodes basées sur la conductivité électrique mais M. Brillié signale une méthode mise récemment au point par M. Roux chef de laboratoire à la Société de la Soudure autogène française. Cette méthode consiste à former un spectre magnétique de la soudure. Quand celle-ci est bonne, les lignes de force sont continues, dans le cas contraire il se forme des amas. Ce fait s'explique simplement par la conductibilité magnétique de la soudure qui, suivant sa qualité, donne lieu à un équivalent d'entrefer plus au moins important comme l'a expliqué M. Bethenod lors de la discussion.

B. Discussion. — La communication de M. Brillié a donné lieu à une discussion à laquelle ont pris part MM. Bethenod, Delasalle, Keraly, Joyeux, Languepin et Lebaupin.

M. Keraly expose les difficultés que l'on rencontre dans la soudure de la fonte. Il cite le cas de travaux effectués sur la chemise de refroidissement d'un cylindre de moteur à gaz. Les soudures présentent des suintements à l'épreuve hydraulique. M. Brillié est d'avis qu'il est très difficile d'obtenir de bons résultats dans la soudure de la fonte mais que néanmoins l'emploi du métal novel qui est un cupro-nickel permet de résoudre à cet égard un grand nombre de difficultés. Ce métal se lie facilement à la fonte et s'usine aisément.

Sur une question de M. Languepin M. Brillié expose que l'enrobage de l'électrode, dans la soudure par courant alternatif, peut, en se mélangeant au métal en fusion, transformer complètement ce dernier, ce qui permet d'élaborer tous les aciers spéciaux. L'enrobage joue en somme le rôle de ferros.

Il a été indiqué que le courant alternatif ayant fait ses preuves en matière de soudure électrique, il est intéressant de l'employer de préférence au courant continu, en raison de son extrême diffusion. Ceci d'autant mieux qu'on s'affranchit d'un groupe convertisseur rotatif de rendement défectueux. L'emploi de la soudure à courant alternatif permet ainsi par rapport au courant continu de réaliser une économie d'énergie de près de 30 pour 100.

On a signalé qu'en Belgique et en Suisse, la soudure électrique prend une grande extension. On construit des pylônes soudés jusqu'à 85 m de hauteur. L'emploi des pylônes soudés dans les lignes de transmission est extrêmement avantageux du fait qu'il n'y a pas formation de rouille par infiltration, les boulons étant supprimés. Il faut aussi tenir compte que les rivets limitent les dimensions minima des profilés et, par conséquent, ne conduisent pas à une construction économique alors qu'avec la soudure ces inconvénients n'existent pas.

M. Lebaupin demande ce que les compagnies de chemins de fer pensent des joints de rails soudés. M. Brillié répond qu'il y a eu à ce sujet quelques mécomptes. Les cassures constatées s'expliquent par un effet de trempe et sont provoquées par le choc dû au passage des trains. Ce phénomène a d'ailleurs été utilisé durant la guerre pour casser des billettes : après un passage très court à l'arc, la billette recevait un choc qui la brisait facilement. M. Brillié estime d'après ses essais que le rail ne peut casser en faisant deux passes de métal lors de la soudure. D'ailleurs l'usage des rails soudés est très répandu aux Etats-Unis.

On a envisagé enfin la question des connexions des joints de rails. Une connexion en fils de cuivre torsadés, coupée de longueur, peut être soudée directement sur le rail. M. Languepin signale un procédé anglais qui permet la soudure d'un goujon en cuivre sur une plaque. Ce goujon est écarté de cette dernière, un arc jaillit; le goujon est alors projeté brusquement sur la plaque et, en même temps, le courant est coupé. Ce procédé donne de bons résultats mais les redevances demandées par l'inventeur atteignent une valeur qui le rend actuellement prohibitif. — L. V.

(A suivre.)

Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927) *(Suite)* (*)

VIII. Télégraphie et téléphonie à grande distance et questions y relatives *(suite)*.

Télégraphie multiplex par courants de fréquences audibles, par A. Pagès (France). — L'auteur expose les principes d'après lesquels ont été étudiées des installations de télégraphie multiplex expérimentées sur le réseau français. Il compare les différents procédés qui peuvent être utilisés pour sélectionner des signalisations de fréquences différentes — récepteurs à résonance ou récepteurs à bande — et montre que, suivant le type de circuit et l'importance du travail à écouler, chaque procédé peut présenter des avantages particuliers. Il indique enfin quels sont les modes d'application de la télégraphie multiplex : communications télégraphiques par câbles souterrains à grande distance et superposition au téléphone, sur un même circuit aérien, de plusieurs communications télégraphiques.

Etudiant d'abord le principe des appareils émetteurs, oscillateurs à lampe triode alimentant en parallèle le circuit d'émission, il montre qu'un montage simple permet d'obtenir, en plus de la stabilité indispensable de la fréquence et de l'intensité, un établissement et une rupture des signaux extrêmement rapides : les équations qui régissent le fonctionnement du système montrent que le circuit accordé qui commande la fréquence n'absorbe qu'une énergie extrêmement petite par rapport à celle qui est transmise au circuit extérieur, ce qui réduit la durée des régimes transitoires pendant lesquels cette énergie est accumulée ou restituée au circuit extérieur.

On compare ensuite les propriétés respectives des récepteurs à résonance ou à bande.

Un système récepteur à résonance est caractérisé par une fréquence de résonance, une sensibilité ou courant de régime à la résonance et une constante de temps. La nécessité de recevoir, sans déformation excessive les signaux les plus courts, impose une limite à la constante de temps et il est facile d'en déduire l'écartement minimum qu'il est nécessaire de donner aux fréquences successives pour que les diverses voies soient rigoureusement indépendantes.

La même évaluation est faite dans le cas de récepteurs à bande : une formule donnée par M. K. Küpfmüller, permet de déduire la durée d'établissement des signaux à partir de la largeur de la bande reçue.

Il est nécessaire, dans l'état actuel de la technique télégraphique, d'assurer la réception de signaux d'une durée de 0,01 s ; l'application de la télégraphie multiplex aux circuits souterrains pupinisés conduit à n'utiliser que des fréquences inférieures à 2 500 p : s. Dans ces conditions, on trouve qu'on peut superposer six fréquences dans le cas de récepteurs à résonance et huit dans le cas de récepteurs à bande.

D'ailleurs, on a réduit ces nombres respectivement à quatre et six fréquences afin de conserver une certaine marge et de n'être pas conduit à réduire la vitesse de signalisation dans le cas de circuits de grande longueur : on sait en effet que sur de tels circuits, l'inégalité des vitesses de propagation aux différentes fréquences produit un nouveau genre de déformation.

L'auteur expose un principe qui a permis de réaliser pratiquement les deux types de récepteurs, principe qui consiste à intercaler entre les circuits d'une lampe amplificatrice, un réseau de rétroaction produisant une tension dont la phase est telle que l'amplification soit diminuée. Un récepteur à bande comporte, au contraire, plusieurs circuits accordés sur des fréquences distinctes et convenablement groupés : ces dispositifs diffèrent profondément des réseaux connus sous le nom de filtres d'onde et permettent d'obtenir les mêmes effets.

Enfin on décrit le principe d'un montage rectificateur qui utilise un réseau de rétroaction du type produisant une augmentation de l'amplification : les équations du système montrent qu'on peut, comme dans le cas des oscillateurs et pour des raisons analogues, obtenir une constante de temps extrêmement faible. Les effets de ce réseau sont combinés avec ceux produits par une forte polarisation de grille et par la saturation du circuit de plaque et permettent d'obtenir une rectification des signaux. Ce montage facilite la commande d'un relais par des signaux déformés ainsi que le réglage de la réception.

L'application des principes ci-dessus aux circuits souterrains conduit à réaliser, soit des installations comportant six fréquences dans chaque sens utilisant des circuits distincts pour la transmission et la réception et munis de récepteurs à bande, soit des installations comportant quatre fréquences dans chaque sens, utilisant le même circuit pour la transmission et la réception et munis de récepteurs à résonance.

Des expériences ont été faites qui ont montré la possibilité de superposer à une communication téléphonique, sur un circuit aérien quelconque, au moins trois communications télégraphiques dans chaque sens en réservant à la transmission téléphonique la bande de fréquences strictement nécessaire et en utilisant pour la télégraphie des fréquences rapprochées situées près de la limite supérieure de cette bande. On peut espérer améliorer les réseaux télégraphiques par le développement de la télégraphie multiplex. *(A suivre).*

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 8, 15, 22, 29 octobre, 5, 12 et 19 novembre 1927, t. XXII, p. 533-536, 573-574, 615-616, 663-664, 707-710, 757-760 et 811-814.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Ondes mobiles : propagation, formation et protection (*Suite*) (*)

QUATRIÈME PARTIE : Protection des transformateurs contre les ondes mobiles

Cette quatrième partie est consacrée à l'application des considérations développées précédemment. L'auteur envisage en premier lieu la protection des transformateurs par eux-mêmes ainsi que les méthodes directes de protection par interrupteurs à résistance de choc, fil de terre, résistances d'amortissement, parafoudres, dispositifs à effluves, déchargeurs à jet d'eau, bobines de self-inductance, condensateurs. Il donne de ces divers moyens quelques analogies hydrauliques. Deux paragraphes sont réservés à un amortisseur de surtensions et à un étaleur amortisseur d'ondes. En dernier lieu, l'auteur étudie la protection des transformateurs de mesure — transformateurs de tension et transformateurs de courant — ainsi que celle des bobines de déclenchement des disjoncteurs.

I. Protection des transformateurs par eux-mêmes. Dispositifs divers. — Du fait que les ondes produisent sur les transformateurs des perforations entre spires et quelquefois aussi des perforations à la masse, soit directement, soit par voie de conséquence, la première idée qui vient à l'esprit, pour éviter ces accidents, est de prévoir un isolement assez fort pour résister, dans tous les cas, aux contraintes développées.

On est conduit avec une telle méthode à renforcer l'isolement sur toute la longueur de l'enroulement, à peu près régulièrement sur toute sa longueur dans les gros transformateurs et surtout au début dans les petits, ainsi qu'il découle de l'étude de la propagation des ondes dans les transformateurs. Mais alors la qualité du transformateur au point de vue du rendement baisse en raison de l'augmentation des dimensions et de la difficulté de refroidir convenablement l'enroulement et le prix de l'appareil augmente beaucoup. C'est donc une opération ruineuse.

On a préconisé (¹) des modes de bobinage destinés à maintenir constant tout le long de l'enroulement le rapport de la capacité entre spires à la capacité à la terre. Mais, outre que ce système aboutit à des impossibilités de réalisation et à un coût prohibitif, il n'empêche nullement la possibilité de surtensions et le transformateur reste vulnérable. Aussi n'a-t-il reçu aucune application pratique.

On a constaté que les divers modes de bobinage donnaient des résultats différents au point de vue des ondes mobiles. Il est bien évident qu'un bobinage réduit à une hélice est plus facile à isoler que le bobinage en galettes en fil rond des petits transformateurs et que le voisinage de deux spires appartenant à des couches différentes est ainsi évité. Mais rien ne saurait être réalisé dans cette voie, car le mode de bobinage à adopter, dépendant uniquement de la puissance et de la tension de service, le constructeur n'en est pas maître.

S'il est peu intéressant de renforcer l'isolement tout le long de l'enroulement, il est par contre fort utile de placer, tout au moins dans les petits transformateurs, des galettes d'entrée à isolement renforcé, car, comme nous l'avons vu, c'est dans les premières spires que se produisent les contraintes maxima.

Le renforcement de l'isolement des premières spires présente un intérêt d'autant plus marqué que le conducteur constituant l'enroulement est de faible section (¹). En effet, dans les petits transformateurs, l'étalement (dû à l'induction mutuelle et à la capacité entre spires) et surtout l'amortissement, sont considérables. La partie de l'enroulement la plus exposée se trouve ainsi apte à supporter les contraintes dues aux ondes mobiles et la partie suivante, qui est moins bien isolée, ne reçoit que des ondes déjà étalées et amorties, c'est-à-dire moins dangereuses. Le renforcement doit être étendu aux deux extrémités de l'enroulement dans les transformateurs triphasés dont le neutre est à la terre, à cause des ondes qui se propagent par la terre en cas de mise à la terre accidentelle d'une phase dans le voisinage immédiat du transformateur.

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 19, 26 novembre et 3 décembre 1927, t. XXII, p. 815-826, 865-871 et 923-932.

(¹) J. MURRAY WEED ; Procédé permettant d'éviter la production de tensions transitoires dans les enroulements de transformateurs et autres appareils à réactance. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, janvier et septembre 1922, t. XLI, p. 14-20 et 663-667 ; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 23 juin 1923, t. XIII, p. 1056-1058.

(¹) Voir paragraphe VIII et figure 13 de la troisième partie de cette étude.

Dans les gros transformateurs où l'effet d'amortissement cesse de prédominer pour devenir au contraire très faible et même négligeable, le problème est différent. Nous avons vu (paragraphe VIII de la troisième partie) que le rôle véritable de l'inductance mutuelle est tout d'abord de diminuer la self-inductance propre du conducteur, puis de l'augmenter au fur et à mesure que l'onde progresse le long de l'enroulement. Dans ces conditions, un transformateur peut, dans une certaine mesure, être assimilé à un conducteur dont l'impédance augmente progressivement, la capacité à la terre restant à peu près fixe le long de l'enroulement et la self-inductance augmentant.

La conséquence de l'augmentation de l'isolement entre spires (augmentation de l'épaisseur d'isolant) est la diminution du nombre de spires dans une galette. L'inductance se trouve donc diminuée pendant que la capacité à la terre reste constante. L'impédance d'onde est diminuée pour les bobines d'entrée.

Si nous appliquons à un tel bobinage la loi de réfraction des ondes pour un changement progressif des constantes du circuit [1], nous voyons que la tension d'une onde qui a pénétré dans le transformateur subit un accroissement d'amplitude plus considérable que si les premières galettes étaient normales.

Le renforcement de l'isolation entre spires dans les galettes d'entrée va donc à l'encontre du but cherché et c'est la totalité de l'isolement qu'il conviendrait de renforcer pour obtenir un résultat.

En application du raisonnement que nous venons de rapporter, on a même proposé de réduire l'épaisseur de l'isolant sur les premières spires [2] afin d'égaliser, par augmentation de l'impédance d'onde des galettes d'entrée, les contraintes dues aux ondes mobiles le long de l'enroulement. Nous ne pensons pas qu'une pareille disposition ait été mise en pratique. Elle pourrait cependant présenter quelque intérêt pour les gros transformateurs, s'il était possible de maintenir au moins égal l'isolement entre spires tout en diminuant l'épaisseur de l'isolant, grâce à un choix judicieux des diélectriques employés.

Nous avons tenu à vérifier les bases sur lesquelles reposent nos conclusions relatives à l'efficacité des bobines d'entrée à isolement renforcé. Ne disposant pas d'un transformateur de grande puissance, nous avons dû procéder par analogie.

Nous avons intercalé sur une ligne une bobine de self-inductance en hélice comprenant 46 spires de 30 cm de diamètre, en fil d'aluminium de 8 mm, et nous avons envoyé dans l'ensemble des ondes de charge. Nous avons relevé au moyen d'un spinteromètre la tension maximum existant au passage des ondes entre les vingt-trois dernières spires. Puis nous avons encore relevé cette tension après avoir augmenté un peu l'écartement des spires de la première partie de la bobine.

(1) Voir paragraphe VII de la première partie de cette étude.

(2) *Brevet français n° 571 358* demandé par la Société Brown, Boveri et Cie.

Nous avons constaté qu'elle avait effectivement augmenté très légèrement. Le même fait a été constaté lorsque, sans modifier la première partie de la bobine, nous avons augmenté sa capacité par rapport à la terre en approchant d'elle une plaque métallique reliée au sol.

Les expériences exécutées par la Société Brown, Boveri et Cie [1] sur un transformateur de 5 000 kv-A, à 56 000 v, prouvent que la présence de galettes d'entrée à isolement renforcé a pour effet d'augmenter les contraintes sur le reste de l'enroulement.

Il serait très intéressant de faire des essais systématiques pour déterminer expérimentalement l'influence des galettes à isolement renforcé dans des transformateurs de puissance croissante. A notre connaissance, rien n'a encore été fait dans cette voie, ou, tout au moins, publié.

La puissance à partir de laquelle il devient inutile et même nuisible de renforcer l'isolement entre spires, dépend d'une part de la section du conducteur constituant l'enroulement, c'est-à-dire de la tension de service, d'autre part de la raideur des fronts d'onde pour laquelle varient les effets de l'induction mutuelle et de la capacité entre spires. Nous croyons pouvoir en fixer l'ordre de grandeur à 200 à 400 kv-A pour des tensions de 10 000 à 100 000 v.

Il est bien évident que, dans aucun cas, ce procédé ne sera suffisant pour permettre aux transformateurs de résister aux contraintes créées par les ondes mobiles. Les accidents qui surviennent chaque jour sur des transformateurs dont les premières galettes sont à isolement renforcé, le prouvent surabondamment.

Les conclusions que l'on peut tirer de la seule considération du rapport de la capacité entre spires à la capacité par rapport à la terre sont sans valeur pratique [2]. En effet, la capacité entre spires est très faible et ne peut commencer à exercer une action appréciable que pour des gradients de potentiel très élevés. Nous avons vu qu'en pratique, pour des vitesses de variation très grande de la tension, les pertes dans les conducteurs et les isolants deviennent très élevées, causant un amortissement considérable. Il en résulte une répartition du potentiel analogue à celle qu'on obtient pour les petits transformateurs. Cette cause milite en faveur du maintien des galettes à isolement renforcé même sur les très gros transformateurs. Mais elle n'est pas suffisante, ainsi que nous l'avons vu, pour contrebalancer l'action de l'induction mutuelle croissante avec la pénétration dans le transformateur et nos conclusions restent pleinement valables.

Dans les cahiers des charges imposant aux constructeurs des conditions d'isolement pour les transformateurs, on devra tenir soigneusement compte des obser-

(1) *Compte rendu de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.* Paris, 1923. Discussions p. 1 096, fig. 2. L'analyse en a paru dans la *Revue générale de l'Électricité*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1 064.

(2) Voir paragraphes VI et VIII de la troisième partie de cette étude.

vations que nous venons d'indiquer si l'on veut éviter d'imposer des conditions aussi coûteuses qu'inutiles.

Nous avons vu [1] que la capacité entre spires a pour effet, lorsque le gradient de potentiel au front d'une onde devient considérable, de contribuer avec mutuelle induction à produire une répartition de la tension le long de l'enroulement, qui rappelle la répartition hyperbolique le long d'une chaîne d'isolateurs.

On a été amené ainsi à employer les mêmes procédés pour améliorer cette répartition et l'on place souvent sur les transformateurs pour très haute tension des « écrans électrostatiques » constitués par une sorte de cloche reliée à l'entrée de l'enroulement, entourant plus ou moins la ou les premières galettes et ayant pour effet, par augmentation de la capacité entre spires, d'étaler sur une très grande longueur les fronts d'ondes qui tendent à se concentrer sur les premières spires, tout au moins sur les transformateurs de faible puissance.

L'action de la capacité entre spires étant très faible, il en est de même de l'action des écrans. Ceux-ci ont d'ailleurs une efficacité trop faible et très variable avec le gradient de potentiel au front des ondes. Il sont difficiles à placer sur les transformateurs où la place disponible en tête des enroulements est très réduite.

Aussi leur emploi ne se généralise-t-il pas, même pour de très hautes tensions de service.

De nombreux dispositifs de ce genre ont été imaginés [2]; quelques-uns ont un intérêt théorique réel; mais dans l'ensemble ils n'offrent qu'un intérêt documentaire. Ils ne sont jamais entrés et ne rentreront vraisemblablement jamais dans la pratique.

Il ne faut pas confondre les écrans destinés à étaler les fronts raides avec les écrans employés dans les transformateurs d'essai à très haute tension (au delà de 100 000 V) pour égaliser le potentiel dans le voisinage des bobines dont le potentiel par rapport au sol est très élevé et éviter l'ionisation de l'air ambiant et les amorçages qui en résultent. Le rôle de ces derniers écrans est tout différent et leur utilité indéniable.

On a essayé également par divers dispositifs [3] d'augmenter l'amortissement, en particulier sur les premières bobines. En général ces dispositifs ne sont

(1) Voir paragraphes VI, VII et VIII de la troisième partie de cette étude.

(2) *Brevet autrichien n° 72 573. — Brevet français n° 539 003. — Brevet français n° 568 445.*

W. Reiche: Mesures relatives à la répartition de la tension dans les enroulements de transformateurs au passage des ondes transitoires. *Archiv für Elektrotechnik*, t. XV, p. 216; analysé dans *Revue générale de l'Électricité*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 203 D. Dans cet article, il est fait mention de disques métalliques placés entre les galettes sur la totalité de l'enroulement à haute tension.

(3) Parmi ceux-ci nous citerons: les transformateurs Thordarson: *L'Industrie électrique*, 10 mars 1917, t. XXVI, p. 98; analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 23 juin 1917, t. I, p. 199 D, et *Brevet français n° 481 059*. — Dispositif pour protéger les bobines contre les surtensions. *Brevet français n° 502 223* demandé par la Société Brown, Boveri et Cie. — Réactance de choc pour la protection des transformateurs. *Brevet français n° 594 997* demandé par J.-P. Desgouttes.

guère que la transposition, sur les bobines des transformateurs, des systèmes d'amortissement employés dans divers appareils de protection et leur valeur est la même que celle de ces derniers. Il faut croire que le problème n'est pas facile à résoudre pratiquement, car, en dehors de quelques rares essais, rien ne s'est encore répandu ni ne se répandra vraisemblablement.

En nous basant sur le fait que, dans un conducteur présentant une très grande résistance aux hautes fréquences, l'amortissement est assez considérable pour qu'une onde à front raide ayant parcouru une longueur suffisante cesse de présenter le moindre danger, nous avons établi une « résistance inductive protégée » [1] pour l'écoulement des charges statiques sur les réseaux aériens, qui assure elle-même sa protection contre les ondes mobiles.

La construction de l'appareil est assez spéciale. La première galette est en fil de fer de faible section avec isolement très élevé entre spires, entre couches et par rapport à la masse. La seconde galette est également en fil de fer avec un isolement renforcé. Les autres bobines sont normales. Le nombre de galettes de protection croît avec la tension de service. Les deux extrémités de l'enroulement sont protégées. La protection est quelquefois assurée par un dispositif formé de circuits dérivés. Ce procédé est applicable aux transformateurs de potentiel et aux transformateurs de puissance de quelques kilovolts-ampères tout au plus. Aussi ne le mentionnons-nous que pour mémoire. Encore est-il préférable, parce que plus pratique, de placer extérieurement la protection pour ces derniers appareils [2].

II. Méthodes directes de protection.

— Nous venons de voir combien il est difficile d'établir un transformateur et plus généralement un appareil quelconque comprenant un enroulement à haute tension capable de résister aux ondes mobiles. Il faut, en effet, recourir à un isolement si important que son coût est prohibitif et que le transformateur voit son rendement diminuer, ou à des dispositifs de protection dont l'adjonction est difficilement réalisable dans l'intérieur du transformateur.

En l'état actuel des choses et à de rares exceptions près, il n'est donc ni possible ni souhaitable de réaliser des transformateurs assurant eux-mêmes leur protection. De plus, il y a sur les réseaux bien d'autres choses à protéger que les transformateurs et il serait parfaitement contraire aux règles de l'économie de renforcer l'isolement général pour supprimer les méfaits des surtensions, d'autant plus que l'efficacité du procédé serait illusoire, l'amplitude maximum des surtensions étant dans une certaine mesure proportionnelle à l'isolement. On sait, en effet, que les réseaux mal isolés [3] ont moins

(1) *Brevet français n° 601 589.*

(2) Voir paragraphe XIX de cette quatrième partie.

(3) Par « mal isolés » nous entendons des réseaux ayant une résistance d'isolement kilométrique faible et non pas comprenant des isolateurs défectueux. Le cas est réalisé pour les réseaux à basse tension.

que les autres à souffrir des surtensions, en particulier, de celles d'origine atmosphérique, à cause de l'amortissement dû aux courants de fuite.

Il est donc indispensable de recourir aux méthodes directes de protection si l'on veut obtenir des résultats effectifs.

La question de la nécessité des méthodes directes de protection étant ainsi résolue affirmativement du point de vue technique, on peut se demander s'il en est de même au point de vue économique.

Vaut-il mieux protéger un réseau afin de supprimer les accidents, ou vaut-il mieux consacrer les sommes correspondantes à la réparation des avaries causées par les surtensions?

Pour les installations de grande puissance la question ne se pose même pas. Les exploitants connaissent trop le coût d'une interruption de service et de la réparation d'un gros transformateur pour hésiter à faire la dépense, bien négligeable en comparaison de celle de l'ensemble des installations, occasionnée par l'achat d'appareils de protection.

Pour les installations de faible puissance et même les réseaux ruraux, les difficultés d'entretien, de remplacement d'un transformateur avarié sont telles que l'exploitant aura toujours intérêt à éviter les accidents dus aux surtensions et pour cela à protéger convenablement ses installations [1].

Il y a quelques années, l'absence ou la méconnaissance d'appareils de protection réellement efficaces, économiques, ne demandant ni réglage, ni surveillance, ni entretien, c'est-à-dire réellement adaptés aux besoins de l'exploitant, et, d'autre part, les déboires provoqués par l'emploi d'appareils inefficaces ou dangereux, tels que les parafoudres à cornes et les bobines dites « ressort de sommier » avaient créé une tendance en faveur de la suppression complète des appareils de protection. Mais quelques sociétés de distribution d'énergie électrique, qui avaient adopté un peu trop hâtivement cette méthode, ont eu vite fait de constater leur imprudence. Et il est particulièrement instructif d'entendre les exploitants de certains réseaux, qui considéraient que la meilleure protection est l'adoption de coefficients de sécurité élevés, se plaindre maintenant des méfaits des surtensions. Parce que quelques réseaux neufs fonctionnant à plus de 100 000 V avaient obtenu un fonctionnement satisfaisant malgré l'absence d'appareils de protection, ces exploitants avaient imprudemment généralisé et appliqué de pareilles méthodes à d'anciennes installations fonctionnant sous une tension modérée.

A l'heure actuelle l'unanimité s'est faite sur la nécessité de recourir aux méthodes directes de protection, même pour les très hautes tensions. Cette tendance s'est nettement dégagée de la dernière Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension [1]. Elle n'avait à vrai dire jamais été mise sérieusement en doute pour les réseaux dont la tension est inférieure à 50 000 V.

Il convient donc de réserver dans les installations une place pour l'appareillage de protection tout comme on en réserve une à l'appareillage de sectionnement, de mesure, de sécurité, etc.

Nous allons examiner successivement les moyens qui permettent de réduire la production d'ondes mobiles et les moyens de protection proprement dits.

Parmi les premiers, qui sont plutôt des moyens préventifs, nous étudierons les interrupteurs à résistance de choc, le fil de terre et la mise à la terre du point neutre. Nous dirons, à l'occasion, un mot des facteurs naturels d'amortissement.

Parmi les moyens de protection proprement dits, nous étudierons les parafoudres, les bobines de self-inductance, les condensateurs et les systèmes qui en dérivent. Nous donnerons ensuite des exemples d'application. L'exploitant pourra ainsi se faire une opinion sur les nombreux appareils qui lui sont présentés.

III. Interrupteurs à résistance de choc. — Nous n'étudierons pas ici ces appareils dans leur ensemble, mais seulement du point de vue des surtensions.

Nous avons vu que la fermeture et l'ouverture d'un interrupteur provoquent la formation d'ondes à front raide. On peut diminuer l'amplitude et, partant, le gradient de potentiel au front de ces ondes en insérant une résistance au moment de la fermeture et de l'ouverture.

Etudions tout d'abord le cas d'une fermeture. Reprenons les formules (20) de la deuxième partie qui donnent l'amplitude des ondes de charge et de décharge prenant naissance à la fermeture d'une ligne chargée d'impédance Z_1 sur une ligne inerte d'impédance Z_2. En introduisant une résistance ponctuelle R, les équations qui lient les tensions et les courants deviennent

$$U_1 - u'_1 = u_2 + Ri_2$$

$$i_2 = \frac{u_2}{Z_2} = -\frac{u'_1}{Z_1}.$$

[1] Ce point de vue a été exposé d'une manière plus détaillée par M. Brianes dans son rapport sur « La protection des postes de transformation de faible puissance contre les surtensions » présenté au Congrès du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique (Grenoble 1925). Analysé dans *Revue générale de l'Électricité*, 24 octobre 1925, t. XVIII, p. 679-680.

Déjà le premier Congrès national d'Électrification rurale, tenu à Lyon en 1924, s'était occupé de la question de protection des petits postes et avait indiqué des directives. Voir le rapport de MM. Champigny et Delamarre sur les postes de transformation pour réseaux ruraux, dont les conclusions ont été adoptées par le congrès.

Ach. Delamarre : La quinzaine d'électrification rurale de Lyon. *Revue générale de l'Électricité*, 28 mars 1925, t. XVII, p. 490-504.

[1] *Compte rendu des travaux de la troisième session de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension*, Paris, 1925, t. II. Discussion des rapports sur la protection, p. 415 à 420. L'analyse en a paru dans la *Revue générale de l'Électricité*, 29 août 1925, t. XVIII, p. 34[illegible].

d'où

$$\left.\begin{aligned} u'_1 &= -U_1 \frac{Z_1}{Z_1+Z_2+R} \\ u_2 &= U_1 \frac{Z_2}{Z_1+Z_2+R}, \quad i_2 = \frac{U_1}{Z_1+Z_2+R} \end{aligned}\right\}. \qquad (1)$$

En comparant les formules (20) de la deuxième partie à celles-ci, on voit que la tension et le courant des ondes de charge et de décharge sont réduits dans le rapport $\frac{Z_1+Z_2}{Z_1+Z_2+R}$.

Pour déterminer la valeur optimum qu'il convient de donner à R, il faut voir ce qu'est devenu le courant au moment où la résistance est mise en court-circuit, c'est-à-dire plusieurs périodes après le premier temps. Ce courant I dépend des caractéristiques générales du circuit y compris la valeur de la résistance de choc. Au moment où celle-ci est mise en court-circuit, il se produit à nouveau des ondes de charge et de décharge proportionnelles à la tension RI existant aux bornes de l'interrupteur. La réduction de l'amplitude de ces ondes est maximum lorsque les ondes produites au premier et au second temps sont égales, c'est-à-dire pour

$$U_1 \frac{Z_2}{Z_1+Z_2+R} = RI \frac{Z_2}{Z_1+Z_2}, \qquad (2)$$

équation du second degré qui détermine la valeur de R.

Ces formules (1) et (2) peuvent s'appliquer au cas d'un générateur supposé de capacité infinie que l'on ferme sur un circuit d'impédance Z_2. Il suffit d'y faire $Z_1 = 0$. Elles ne sont valables que pour des résistances réellement ponctuelles (crayons de carborundum) et non pour des résistances constituées par un fil résistant de longueur assez considérable.

Les formules donnant la valeur de R, établies en tenant compte du courant normal de service et non du courant I qui s'établit alors que la résistance R est encore en circuit, ne sont pas exactes.

Mais tout cela n'a pas une très grande importance; car ce n'est pas là le véritable rôle des résistances de choc qui, conçues sous ce jour, ne présenteraient pas un intérêt très grand, étant donné que la réduction de l'amplitude et du gradient de potentiel des ondes de fermeture, est de 30 pour 100 en moyenne et de 50 pour 100 au plus, et que la fermeture des interrupteurs n'est pas l'unique cause de production des ondes mobiles [1].

Voyons ce qui se passe au moment de l'ouverture d'un circuit inductif tel qu'un câble ou un transformateur à vide [2].

Lorsque commence la rupture, une onde de décharge prend naissance dans l'interrupteur et provoque la formation d'une oscillation (voir paragraphe IV de la troisième partie) dont l'amplitude peut devenir considérable si rien ne vient limiter le courant qui passe dans l'arc de rupture. Dans l'interrupteur avec résistance de choc, la résistance est en parallèle avec l'arc lorsque commence la rupture ; puis le premier arc amorcé s'éteint et la résistance est en circuit ; enfin l'équipage mobile poursuivant sa course, un second arc s'amorce et est en série avec la résistance ; lorsqu'il s'éteint la rupture est terminée.

Ainsi donc, l'insertion d'une résistance dans le circuit d'ouverture a pour effet de consommer une bonne partie de l'énergie emmagasinée dans le circuit inductif dont la libération crée une forte surtension de rupture. La rupture est alors facilitée et la surtension, réduite. Cette rupture se faisant en deux temps, le maximum d'efficacité est obtenu lorsque la quantité d'énergie emmagasinée dans le circuit inductif est consommée en deux paliers égaux. La valeur à donner à la résistance est donc $R = \frac{U}{I}$, I étant le courant inductif.

La Société Brown, Boveri et Cie a donné la formule

$$R = 0{,}9 \frac{U}{I_\mu}, \qquad (3)$$

I_μ étant le courant magnétisant du transformateur à isoler du réseau qui l'alimente. C'est au moyen de cette formule que doit être déterminée la valeur des résistances de choc si l'on veut obtenir le maximum d'efficacité.

Il convient de remarquer que la valeur des résistances de choc (de l'ordre de 300 à quelques milliers d'ohms) n'a nul besoin d'être déterminée d'une manière très précise ; car l'efficacité du dispositif ne diminue que lentement lorsqu'on s'éloigne de la valeur optimum. C'est pourquoi une résistance de choc déterminée pour donner le maximum d'efficacité dans le cas le plus défavorable, qui est l'ouverture d'un circuit inductif, sera encore très utile pour limiter la surintensité de courant à la fermeture, fermeture qui peut être considérable dans le cas d'inductances comportant des circuits magnétiques trop voisins de la saturation.

On emploie encore, pour faciliter la coupure de très forts courants de charge ou des courants de court-circuit, des « résistances de coupure », dont la valeur est assez faible. Elles ont pour effet d'adoucir beaucoup

(1) Nous verrons en effet au début du paragraphe I de la dernière partie qu'il est possible d'obtenir très simplement des résultats infiniment plus satisfaisants à ce point de vue.

(2) Pour plus amples détails on pourra consulter :

J. Fallou ; Etude expérimentale des surtensions. *Compte rendu des travaux de la troisième session de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension*, Paris, 1925. L'analyse en a paru dans la *Revue générale de l'Électricité*, 22 août 1925, t. XVIII, p. 292-296.

A. Mauduit ; A propos d'essais effectués sur des interrupteurs à résistance de choc. *Revue générale de l'Electricité*, 12 juin 1926, t. XIX, p. 937-942.

Ch. Ledoux ; A propos d'essais effectués sur des interrupteurs à résistance de choc. *Revue générale de l'Electricité*, 2 octobre 1926, t. XX, p. 483-487.

les phénomènes de rupture et d'augmenter la capacité de rupture des interrupteurs.

On emploie aussi, en particulier en Suisse, des « interrupteurs à gradins », dans lesquels des résistances de valeur croissante sont successivement insérées au moment de l'ouverture et, inversement, éliminées, au moment de la fermeture. Ces appareils, dans lesquels l'établissement ou la rupture du courant se fait en 3, 4, 5, 6... temps, ont un fonctionnement plus doux que les interrupteurs à résistance de choc, lesquels fonctionnent en deux temps; encore peu répandus, ils conviennent fort bien pour la mise en service ou hors service d'appareils consommant un fort courant réactif. On les emploie également lorsque le fonctionnement d'un interrupteur ordinaire risque de provoquer des résonances locales.

Mais tout cela nous entraîne très loin des ondes mobiles avec lesquelles les interrupteurs ainsi conçus n'ont plus de rapports très étroits. Aussi ne nous étendrons-nous pas davantage sur ce point, laissant à chaque appareil son rôle véritable. Il convient cependant de remarquer que l'adjonction de résistances de choc constitue un important perfectionnement à la technique des interrupteurs.

L'amplitude des ondes de fermeture est un peu plus réduite lorsque la résistance de choc est constituée par un fil résistant que lorsqu'elle est constituée par une résistance graphitique quelconque. En effet, le fil résistant peut être assimilé à un tronçon de ligne ayant une impédance d'onde très grande et donnant un amortissement considérable.

IV. **Fil de terre**. — L'utilité du fil de terre tendu au-dessus des lignes aériennes, surtout lorsque la tension de service est élevée, est aujourd'hui assez solidement établie par l'expérience pour qu'on la considère comme indiscutable. Les critiques qui ont été formulées s'appliquent davantage à des réalisations, souvent défectueuses, qu'au principe.

Il faut, en effet, qu'un fil de terre soit établi avec un coefficient de sécurité plus élevé que la ligne qu'il protège de manière que les ruptures dues au vent ou au verglas soient pratiquement impossibles et celles dues aux coups de foudre directs, infiniment rares. Un fil de terre qui se rompt tombe sur la ligne qu'il protège et provoque un court-circuit. Il est donc de toute importance que la solidité mécanique soit parfaite. Au point de vue électrique, il faut que les prises de terre soient nombreuses et faites avec beaucoup de soin.

Le fil de terre assure une protection très efficace contre les coups de foudre directs. A cet effet, on le combine quelquefois avec des pointes de paratonnerre que l'on place sur les pylônes les plus exposés. Il limite fortement la formation de charges statiques qui sont l'une des principales causes déterminantes des arcs à la terre, car il maintient le voisinage immédiat de la ligne au potentiel du sol. Il réduit l'influence des décharges inductives orageuses sur la ligne. Si donc il n'assure pas une protection parfaite contre les troubles d'origine atmosphérique, il en diminue néanmoins l'importance et son emploi est à conseiller vivement dans les lignes à très haute tension.

Il est assez difficile de préciser l'ordre de grandeur de la protection assurée, car elle dépend beaucoup de la position du fil de terre par rapport à la ligne et de celle-ci par rapport au sol. Certains auteurs évaluent à 10 ou 15 pour 100 la réduction d'amplitude des ondes induites par la foudre. Des essais effectués en laboratoire par F.-W. Peek ont donné 50 pour 100, ce qui paraît excessif. Nous estimons que son ordre de grandeur est de 15 pour 100. En somme, un fil de terre est une cage de Faraday imparfaite. On tend quelquefois deux fils parallèles à une certaine distance l'un de l'autre pour augmenter l'efficacité. Un tube métallique ou un réseau de fils assez serré, permettrait d'obtenir la suppression complète des influences atmosphériques, comme c'est le cas pour les réseaux souterrains.

On reproche toutefois au fil de terre le coût trop élevé de son installation. Il est possible, pour les lignes à moyenne tension, de tourner la difficulté en limitant son emploi aux points particulièrement frappés par la foudre (tels que les tronçons qui franchissent des crêtes ou des couloirs d'orage) et au voisinage des postes où on le tendra, suivant le cas, sur une longueur de quelques centaines à quelques milliers de mètres. On emploie pour les lignes à très haute tension, à grandes portées, du câble d'acier de 60 mm² de section. Pour les lignes de moyenne et de faible importance, on pourra employer du fil de fer galvanisé du commerce de 4 à 5 mm de diamètre.

Nous ne nous étendrons pas davantage, renvoyant pour de plus amples détails aux études nombreuses qui ont été publiées sur ce sujet.

Mentionnons encore que quand le point neutre est mis à la terre, le fil de terre fournit un circuit de retour au courant de court-circuit en cas de mise à la terre accidentelle d'une phase et réduit les effets de ce courant sur les lignes télégraphiques et téléphoniques. Pour le courant normal de service, le fil de terre réduit un peu l'influence électrostatique et électromagnétique exercée sur ces dernières par les lignes à très haute tension et à courant fort.

V. **Mise à la terre du point neutre des circuits à haute tension**. — Cette question a une importance considérable et doit être examinée de divers points de vue. Elle mérite à elle seule une longue étude qui ne trouverait pas sa place ici. Nous ne pouvons l'envisager que dans ses rapports avec les ondes mobiles. Nous nous contenterons donc de rappeler quelques généralités.

Dans un réseau à point neutre isolé, lorsqu'une phase est mise à la terre, une onde de décharge parcourt de part et d'autre du défaut la phase avariée et le potentiel des phases saines, par rapport au sol, s'élève brusquement de la tension simple à la tension composée de service, d'où la possibilité d'accidents secondaires sur

l'ensemble du réseau. Le courant qui traverse le défaut est égal au courant de capacité du réseau (capacité entre phases, plus capacité des phases par rapport au sol).

Dans un réseau dont le point neutre est mis directement à la terre, une onde de décharge parcourt la phase avariée de part et d'autre du défaut, comme dans le premier cas, mais le potentiel des phases saines par rapport au sol ne varie pas. Les accidents sont donc limités à la phase avariée. Le courant de défaut est un courant de court-circuit.

Quand le point neutre est à la terre par l'intermédiaire d'une résistance, le cas est compris entre les deux précédents. C'est le système que nous préconisons [1], le neutre étant mis à la terre en un grand nombre de points. La valeur des résistances de terre sera déterminée en fonction des conditions propres à chaque cas particulier. Elle devra être assez faible, juste suffisante pour limiter à une valeur admissible le courant de court-circuit au sol. Toutefois, dans quelques cas (ligne aérienne à moyenne tension avec défauts de grande résistance), on adoptera une valeur assez forte de manière à pouvoir continuer un instant l'exploitation avec une phase à la terre et éviter un déclenchement intempestif.

L'avantage de la mise à la terre en plusieurs points, par l'intermédiaire de résistances, est de maintenir pratiquement invariable la différence de potentiel entre les phases saines et le sol, car la résistance unique équivalente est très faible, et de limiter cependant dans le transformateur le plus intéressé par le défaut, le courant de court-circuit à une valeur raisonnable pouvant être coupée par le disjoncteur correspondant sans répercussion violente sur l'ensemble du réseau.

On peut également mettre le neutre à la terre par l'intermédiaire d'une réactance (bobine de Petersen ou dispositif équivalent). Ce procédé permet d'éteindre l'arc à la terre en compensant le courant de capacité qui traverse le défaut par le courant inductif qui traverse la bobine. Mais il se produit des résonances qui provoquent de violentes surtensions et à ce titre nous estimons dangereux ce procédé, à quelques exceptions près. Il semble d'ailleurs qu'il ne jouisse déjà plus d'une si grande faveur, même dans les pays tels que l'Allemagne et la Suisse où il a été l'objet d'un engouement un peu surprenant. Nous n'entreprendrons pas ici son étude qui se rattache à celle des arcs à la terre et aux méthodes permettant d'assurer la continuité d'exploitation (surintensités de courant), mais non aux ondes mobiles.

En aucune manière la bobine de Petersen, même lorsque son utilité sera reconnue, ne pourra assurer la protection générale d'un réseau contre les surtensions ; elle ne sera jamais qu'un élément de cette protection.

En dehors des avantages généraux qui nous font préférer l'emploi de résistances pour la mise à la terre du point neutre, il existe des avantages touchant directement la protection contre les ondes mobiles.

Nous avons vu au paragraphe VIII de la troisième partie que, quand le point neutre d'un transformateur triphasé est isolé, il peut s'y produire de dangereux phénomènes de réflexion lorsque trois ondes (d'origine atmosphérique par exemple) se propagent simultanément dans les trois enroulements. De même une onde peut passer d'une phase dans une autre et interférer avec une autre onde incidente.

Lorsque le point neutre est relié directement à la terre, les réflexions se font avec changement de signe et, dans le cas d'ondes oscillatoires, il peut y avoir danger en un point quelconque de l'enroulement. De plus, en cas de mise à la terre accidentelle d'une phase dans le voisinage immédiat du transformateur, des ondes à front raide se propageant par le sol peuvent pénétrer dans le transformateur par le point neutre.

Au contraire, lorsqu'une résistance est intercalée entre le neutre et la terre, les phénomènes de réflexion d'ondes, en ce point, sont fortement atténués. Le maximum d'efficacité correspond, pour une onde se propageant dans les trois phases simultanément, à une résistance dont la valeur est égale au tiers de l'impédance d'onde d'un enroulement [1] (ordre de grandeur de 500 à 2 000 ohms) et, pour une onde se propageant dans un seul enroulement, à une valeur plus faible. Pour empêcher une onde se propageant par le sol de pénétrer dans le transformateur par le point neutre, on devra adopter au contraire une résistance de valeur très élevée. Mais cette dernière considération perd beaucoup de son importance du fait que les ondes se propageant par la terre sont très énergiquement et très rapidement amorties.

Il convient de remarquer que l'efficacité d'une résistance ne décroît qu'assez lentement lorsqu'on s'éloigne de la valeur optimum. Une résistance de valeur quelconque, déterminée d'après d'autres considérations, conserve donc toujours une action réelle.

D'ailleurs, il est possible d'augmenter beaucoup l'efficacité d'une résistance au point de vue des surtensions ainsi que nous allons le voir au paragraphe suivant.

Nous pouvons rattacher à ce paragraphe la mise à la terre permanente d'une phase, préconisée par M. Vogelsang, qui n'offre plus qu'un intérêt historique.

VI. Résistances et amortisseurs de mise à la terre. — Il est assez difficile de constituer de bonnes résistances de mise à la terre du point neutre, en raison de l'importance du courant qui les traverse lorsqu'une phase est mise à la terre par un défaut de très faible résistance.

Il faut étudier chaque cas en fonction des conditions de service, car les caractéristiques des résistances à employer varient suivant que l'on veut pouvoir continuer l'exploitation au moins quelques instants avec une phase à la terre (résistance élevée, cas voisin du point

(1) Ch. Ledoux; Sur la mise à la terre du neutre d'un réseau triphasé. *Revue générale de l'Electricité*. 3 juin 1922, t. XI, p. 809-810 et 4 novembre 1922, t. XII, p. 685-687.

(1) Voir les formules (22) de la troisième partie.

neutre isolé) ou que l'on désire simplement atténuer le courant de court-circuit au sol et avoir un déclenchement immédiat (résistance très faible, cas très voisin du neutre directement à la terre). C'est ce deuxième cas que nous préconisons. Les résistances de mise à la terre ne restent alors qu'un temps très court en circuit et il leur suffit, pour bien se comporter, d'avoir une capacité calorifique un peu élevée. Les relais ou les bobines de déclenchement des disjoncteurs doivent être réglés avec soin.

Il convient de noter que les résistances électrolytiques et graphitiques ont un coefficient de température négatif tandis que les résistances métalliques ont un coefficient de température positif. Mais la constance de la valeur de la résistance n'a pas une grande importance.

1. Résistances liquides et a sable humide. — Les résistances liquides et à sable humide ont un coût peu élevé et présentent la facilité, par variation de la concentration de l'électrolyte employé, d'être réglées pour des valeurs très fortes ou très faibles de la résistance. Mais elles nécessitent une surveillance attentive. doivent être soigneusement entretenues et, lorsqu'elles restent trop longtemps en circuit, l'électrolyte finit par bouillir et est projeté hors de la résistance. Aussi sont-elles peu pratiques. On en a cependant réalisé quelques-unes pour de grandes puissances en utilisant des bacs en tôle.

2. Jets d'eau. — Les jets d'eau constituent d'excellentes résistances de grande valeur, mais ils tiennent beaucoup de place et nécessitent un débit d'eau considérable qui limite leur possibilité d'installation. Les résistances à écoulement d'eau présentent les mêmes qualités et consomment moins d'eau.

3. Résistances « capacitives ». — Notre « résistance capacitive » [1], qui peut être réalisée suivant le cas comme une résistance liquide ou une résistance à écoulement d'eau, présente l'avantage d'avoir une résistance inversement proportionnelle à la fréquence des ondes mobiles, tout en étant aussi rigoureusement apériodique qu'une résistance ordinaire.

4. Résistances métalliques. — Les résistances métalliques dans l'huile, ou non, conviennent assez bien pour les faibles valeurs de la résistance, à la condition d'être très largement dimensionnées. Les résistances établies dans des bacs trop faibles sont dangereuses en raison des risques d'incendie par explosion qu'elles présentent. Les résistances établies pour une valeur très élevée de la résistance sont fragiles en raison des possibilités de rupture du conducteur qui est de faible diamètre. Pour constituer des résistances de faible valeur on peut utiliser des grilles en fonte ou en acier estampé qui sont très robustes.

[1] Voir paragraphe XI de cette quatrième partie.

5. Résistances au graphite. — On peut constituer d'excellentes résistances en assemblant en série-parallèle sur des supports incombustibles, des crayons ou des plaques graphitiques. On a pu réaliser ainsi de très gros appareils, notamment en Angleterre (Everett, Edgcumbe). Notre « résistance graphitique protégée » [1] établie en vue de la mise à la terre de transformateurs de faible puissance — quelques centaines de kilovolts-ampères — est constituée (fig. 1) par un tube en grès

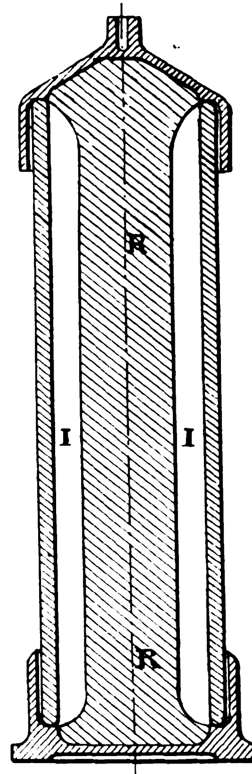


Fig. 1. — Vue en coupe d'une résistance graphitique protégée pour mise à la terre du point neutre du circuit à haute tension : R résistance ; I isolant.

fermé à ses deux extrémités par des calottes en fonte servant de prises de courant et à l'intérieur duquel sont fortement comprimées :

1° Une matière graphitique R constituant un noyau résistant ;

2° Une matière isolante I non combustible (sable siliceux), ayant une capacité calorifique élevée, entourant complètement le noyau résistant. Des broches métalliques assurent un bon contact entre les calottes et le noyau résistant. L'appareil a dans son ensemble l'aspect de la figure 2.

Lorsqu'un courant intense traverse le noyau résistant, celui-ci s'échauffe, mais ne peut se rompre parce qu'il est pulvérulent. Il peut atteindre une température très élevée. La masse qui l'entoure absorbe la chaleur et la transmet progressivement au tube en grès

[1] *Brevet français n° 555645.*

qui, ne subissant pas d'échauffement brusque, ne risque pas de se rompre.

L'appareil est robuste, économique et ne nécessite ni surveillance ni entretien. La manière dont il se comporte en service normal, sur de nombreux réseaux, le prouve surabondamment. Il ne peut être réalisé que

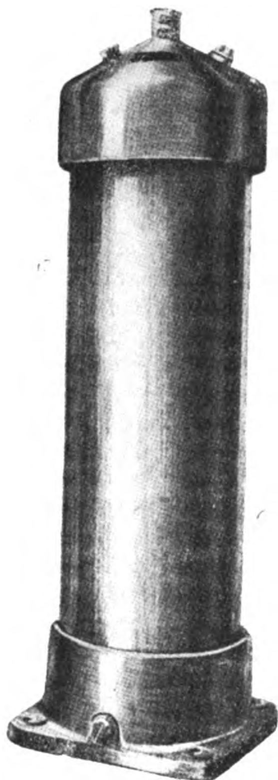


Fig. 2. — Vue extérieure de la résistance graphitique protégée.

pour de faibles valeurs de la résistance (une cinquantaine d'ohms environ).

Pour des valeurs élevées de la résistance, la construction extérieure reste la même; mais le noyau résistant est remplacé par des crayons de carborundum montés en série parallèle, et noyés dans du sable siliceux qui en assure la protection. Cette disposition permet de réaliser des appareils très robustes et économiques quelles que soient les conditions de service.

6. Amortisseur de mise a la terre. — Pour les installations de grande puissance ou, plus simplement, lorsqu'on veut obtenir une protection plus efficace, on emploie notre amortisseur de mise à la terre ([1]), qui est la combinaison en un appareil unique d'un amortisseur de surtensions et d'une résistance graphitique protégée. Il est constitué comme un amortisseur de surtensions dans lequel la petite bobine intérieure est remplacée par une résistance constituée comme l'indique la figure 1.

([1]) Breveté en France et à l'étranger.

Dans son ensemble l'appareil a l'allure de la figure 3.

Le fonctionnement de cet appareil est le même que celui de l'amortisseur de surtensions ([1]). Il étale et amortit les ondes à front raide qui arrivent au point neutre tant par les enroulements du transformateur que par la terre et les rend inoffensives. Cet appareil est très robuste et ne nécessite ni surveillance, ni réglage, ni entretien. Sa supériorité sur une résistance de très faible valeur est, tout en présentant les mêmes caractéristiques au point de vue général, d'étouffer les ondes mobiles. Pour de grandes puissances, on emploie des appareils constitués par des éléments superposés.

Lorsqu'on désire réaliser la mise à la terre directe du point neutre, tout en évitant les ennuis auquel ce procédé donne lieu au point de vue des ondes mobiles, on place entre le point neutre et la terre, un amortisseur de surtensions dont la figure 3 montre l'aspect extérieur. Cette méthode peut être très intéressante pour

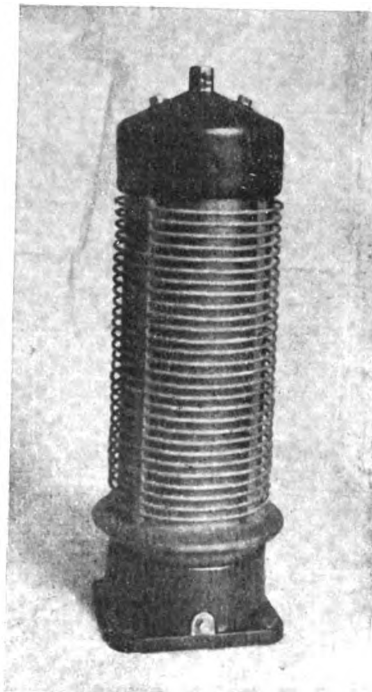


Fig. 3. — Amortisseur de mise à la terre, type A.

la protection du point neutre des transformateurs dans les réseaux souterrains et dans les réseaux aériens à très haute tension transmettant de grandes puissances.

Pour les transformateurs à courant monophasé fonctionnant en triphasé par groupe de trois, les autotransformateurs fonctionnant dans les mêmes conditions (le cas se présente quelquefois pour la jonction de deux réseaux), on peut assurer une protection parfaite du point neutre en insérant, selon le schéma de la figure 4, un amortisseur de surtensions sur chaque branche de

([1]) Voir paragraphe XVII de cette quatrième partie.

l'étoile et même un quatrième amortisseur entre le centre de l'étoile et la terre.

On remarquera que l'insertion d'une résistance ou d'un amortisseur entre le neutre et la terre (ou mieux selon le schéma de la figure 4, lorsque le cas se présente), introduit dans le circuit un important facteur d'amortissement dont l'influence se fait sentir non seulement sur les ondes mobiles, mais aussi sur les oscillations pouvant prendre naissance dans les transformateurs ou dans l'ensemble transformateur et ligne. Les surtensions de résonance sont ainsi fortement

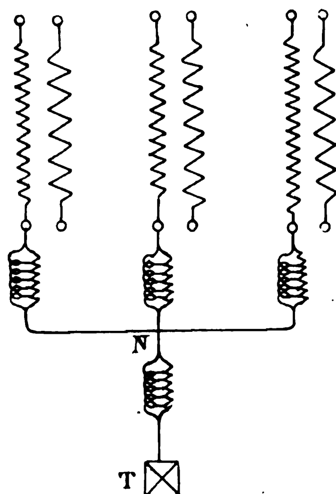


Fig. 4. — Protection du point neutre d'un groupe de trois transformateurs monophasés : N, point neutre ; T, terre.

atténuées et c'est un avantage important en faveur des dispositifs que nous préconisons.

7. Parafoudre avec ou sans résistance. — On place quelquefois entre le point neutre des transformateurs et la terre des parafoudres avec ou sans résistance. C'est une méthode dangereuse. En effet les parafoudres ne sont pas aptes à écouler à la terre les ondes mobiles [1] en raison du retard à l'amorçage et, de plus, ils sont une cause de perturbations graves par leur fonctionnement même, qui équivaut à un arc à la terre et engendre par conséquent des ondes mobiles et quelquefois de dangereuses résonances.

Les parafoudres fonctionnant en soupape électrique sont évidemment moins dangereux que les parafoudres à cornes, mais leur emploi sur le point neutre n'est jamais recommandable. Toute résistance insérée entre le point neutre et la terre devra l'être directement, sans intercalation d'une distance explosive quelconque.

8. Résistance inductive protégée. — Lorsque la mise à la terre du point neutre est réalisée à peu près uniquement dans le but d'écouler à la terre les charges statiques, on peut remplacer la résistance

[1] Voir paragraphe IX de cette quatrième partie.

de valeur élevée par une bobine d'écoulement ordinaire ou une résistance inductive protégée, mais il est préférable d'employer une résistance capacitive lorsque l'entretien peut en être facilement assuré.

VII. **Réalisation des prises de terre.** — Notre intention n'est pas d'entreprendre ici une étude complète de cette importante question pratique, mais seulement de rappeler quelques généralités, d'autant plus que, selon les terrains, il sera très facile ou très difficile de réaliser de bonnes prises de terre.

De toute manière, on devra apporter à leur réalisation beaucoup de soin, car une mauvaise terre est dangereuse, d'abord parce qu'elle introduit une forte résistance sur laquelle on ne compte pas normalement et ensuite parce qu'elle peut occasionner des accidents de personnes, à cause du gradient de potentiel élevé pouvant exister dans son voisinage.

Dans un terrain meuble, profond et légèrement humide, c'est-à-dire assez bon conducteur, le moyen le plus simple et le meilleur consiste à enfoncer, en les espaçant un peu, trois ou quatre tubes en fer de 4 à 6 cm de diamètre et de 2 à 3 m de longueur dont on réunit les sommets à une dizaine de centimètres au moins au-dessus du sol. Pour diminuer la résistance d'une telle prise de terre et réaliser une prise pour grand débit, il suffit de multiplier le nombre de tubes, à condition de les éloigner suffisamment les uns des autres (quelques mètres). Si l'on a pris la précaution de percer l'extrémité des tubes d'un certain nombre de trous latéraux, il devient possible d'améliorer la qualité de la terre ainsi réalisée en introduisant par les tubes une solution de chlorure de calcium ou de sel marin qui se répand dans le sol. Cette opération, répétée à intervalles de temps réguliers (une à deux fois par an), permet d'obtenir constamment une excellente prise de terre [1].

Lorsque le terrain est très mauvais conducteur, on est obligé de recourir à des artifices parfois coûteux : lits de coke, conducteurs, grillages enfouis dans le sol avec plaques de terre en cuivre ou tôle galvanisée. L'entretien doit être alors très bien assuré : arrosages réguliers et vérification par mesure de la résistance.

Dans une usine génératrice ou un poste important, où l'on doit réaliser la mise à la terre de plusieurs organes de l'installation, points neutres de plusieurs transformateurs ou alternateurs, carcasses et ferrures, parafoudres ou limiteurs ou condensateurs, fil de terre d'une ligne aérienne, paratonnerres, etc., il est préférable d'employer plusieurs prises de terre distinctes, pour augmenter la sécurité. Toutefois, pour une ligne à très haute tension fonctionnant avec le neutre à la terre, on peut employer pour le fil de terre et le neutre, la même prise ou deux

[1] Pour de plus amples détails, on pourra se reporter à l'étude suivante de H.-M. Towne ; Terres de parafoudres. *Electrical World*, 19 et 26 janvier 1924, t. LXXXIII, p. 131 et 183 ; analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 19 novembre 1924, t. XVI, p. 168 D.

prises très voisines (fig. 5), le fil de terre relié à de nombreuses prises intermédiaires fournissant un excellent circuit de retour au courant de terre en cas de défaut sur une phase.

Dans les réseaux souterrains où le courant de terre circule dans l'enveloppe de plomb des câbles, on doit en assurer la connexion aux boîtes de jonction. Il peut même être intéressant, quelquefois, de noyer dans le sol, parallèlement aux câbles, un conducteur en fer d'assez forte section servant de retour et réduisant les corrosions électrolytiques.

VIII. **Facteurs d'amortissement propres aux circuits.** — Avant d'étudier les appareils de protection proprement dits, nous allons dire un mot des facteurs d'amortissement qui interviennent pour limiter l'amplitude et le gradient de potentiel des ondes mobiles. Nous verrons plus loin que de nombreux appareils de protection ne font qu'utiliser, en les amplifiant, les causes d'amortissement propres aux circuits. Ce sont ces facteurs d'amortissement qui font que, souvent, les ondes mobiles ne présentent pas un grand danger, surtout à certaine distance du point où elles ont pris naissance.

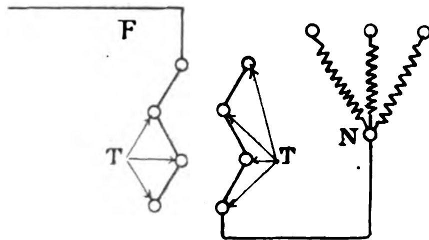


Fig. 5. — Prise de terre pour fil de terre F et point neutre N de circuit à haute tension : T, tubes pour prise de terre.

1. Amortissement dû au rayonnement des ondes. — Au moment de leur formation, toutes les ondes mobiles ne sont pas des ondes planes, c'est-à-dire pour lesquelles la vitesse de variation du potentiel est faible par rapport à la vitesse de déplacement. De plus, les conducteurs sont souvent placés de telle manière qu'ils constituent, au moins partiellement, des conducteurs sans retour. Il y a donc émission d'ondes hertziennes et partant, dégradation de l'énergie transportée par l'onde. La quantité d'énergie ainsi rayonnée est insignifiante pour des gradients de quelques centaines de volts par mètre au plus. Elle est considérable pour des gradients de plusieurs milliers de volts par mètre et aux hautes fréquences.

2. Amortissement dû à la résistance des conducteurs. — Nous avons vu au début de cette étude quel rôle important joue la résistance effective des conducteurs. Celle-ci est essentiellement variable avec la forme, les dimensions, la nature du métal des conducteurs et aussi avec la vitesse de variation du potentiel de l'onde. La résistance effective, telle que nous l'avons définie au paragraphe II de la première partie de cette étude, c'est-à-dire correspondant à la composante de puissance I^2R en phase avec le courant, comprend : la résistance spécifique du conducteur (mesurée en courant continu), accrue par la répartition inégale du courant (effet pelliculaire ou effet Kelvin), les pertes par courants de Foucault et par hystérésis lorsque le conducteur est en métal magnétique.

A titre d'exemple et pour fixer les idées, sont indiquées dans le tableau I les valeurs de la résistance, en ohms par mètre, d'un conducteur de 5 mm de diamètre en cuivre et en fer pour diverses fréquences.

Tableau I. — *Valeurs approchées de la résistance, en ohms par mètre, d'un fil de cuivre et d'un fil de fer de 5 mm de diamètre, en courant continu et en courant alternatif pour diverses fréquences.*

Fréquence en périodes par seconde		0	50	10^3	10^4	10^5	10^6
Résistance d'un fil de 5 mm de diamètre, en ohms.	cuivre	0,0098	0,01	0,015	0,02	0,2	2
	fer	0,055	0,072	0,10	0,19	0,73	3,7

Ce tableau montre l'importance considérable que peut prendre l'amortissement dans les lignes de faible section, les lignes en fil de fer, les enroulements en fil fin, d'autant plus que les valeurs indiquées doivent être majorées légèrement pour de fortes intensités du courant, comme en entraînent les ondes dont la tension est considérable, se propageant sur des circuits de faible impédance.

L'expérience a montré que, sur des lignes de faible section, les ondes mobiles d'origine atmosphérique cessent d'être dangereuses après quelques kilomètres de parcours. Dans les lignes à très haute tension, de forte section, les ondes mobiles restent dangereuses après un parcours de plusieurs dizaines de kilomètres. Il en est de même dans les réseaux souterrains de grande puissance. C'est ainsi que nous avons pu observer de violents amorçages entre spires sur des bobines de limitation des courts-circuits, consécutivement à un arc à la terre se produisant à plus de 10 km de distance et démontrant l'existence de fronts d'ondes encore très raides.

3. Amortissement dû à la conductance. — La conductance effective en dérivation, définie comme correspondant à la composante de puissance CU^2, en phase avec la tension, joue un rôle parallèle, si l'on peut dire, à celui de la résistance. D'une part, la quantité d'énergie emmagasinée par l'inductance n'est pas restituée entièrement à cause des pertes dues à la résistance ; d'autre part, l'énergie emmagasinée par la capacité n'est pas restituée à cause des pertes dues à la conductance.

Dans l'air, même saturé d'humidité, la perditance est négligeable. Il n'en est pas de même pour les isola-

teurs dont la résistivité superficielle diminue beaucoup avec la pluie. Dans l'ensemble, pour les lignes aériennes, tant que la tension produisant l'effet de couronne n'est pas atteinte, le rôle de la perditance est faible par rapport au rôle de la résistance [1].

Pour les câbles souterrains, les pertes dans les diélectriques restent également insignifiantes, même aux hautes fréquences. A titre d'exemple, reprenons le cas du câble à courant triphasé de 100 mm², à 30 000 v, qui nous a servi d'exemple au paragraphe IV de la première partie. Sa capacité par kilomètre (une phase par rapport à la terre) est de 0,15 μF. Il donne donc lieu à un courant dont l'intensité est

$$\frac{30\,000}{\sqrt{3}} \times 0{,}151 \times 10^{-6} \times 2\pi \times 50 = 0{,}9 \text{ A}$$

sous tension simple, à 50 p : s, avec $\cos \varphi = 0{,}01$, ce qui donne pour les pertes dans le diélectrique

$$\frac{30\,000}{\sqrt{3}} \times 0{,}9 \times 0{,}01 = 150 \text{ watts par kilomètre.}$$

L'ordre de grandeur des pertes diélectriques pour une onde à front raide d'amplitude maximum de 17 320 v est, compte tenu de ce que les pertes augmentent avec la fréquence, de 5 w par mètre, ces pertes croissant comme le carré de la tension. Cette onde donne lieu à un courant de 350 A ($Z = 45$ ohms environ), ce qui correspond à une puissance instantanée de 6 000 000 w. On voit que les pertes sont négligeables, même pour une onde de tension plus élevée. Il est vrai que la puissance instantanée transportée par l'onde est très considérable (8 fois plus grande environ que pour une ligne aérienne de même puissance).

Pour le conducteur constituant l'enroulement d'un transformateur, les pertes dans le diélectrique sont également négligeables. Elles sont bien plus faibles que pour un câble, car la capacité est bien moindre, mais la quantité d'énergie transportée par une onde qui parcourt l'enroulement est aussi infiniment moindre : à tension égale, 1/10 à 1/40 de celle qui parcourt le câble.

4. Amortissement par effluves. — Sur les lignes aériennes à très haute tension, apparaît, dès que l'on dépasse une certaine tension, dite tension critique, un phénomène dénommé de couronne [2], caractérisé par le fait que les conducteurs sont entourés d'une lueur bleuâtre. Une nouvelle augmentation de tension produit des effluves et, à la limite, amorce des étincelles et des arcs. Ce phénomène est dû à la rupture du diélectrique dans le voisinage du conducteur où sa contrainte est maximum. Il entraîne des pertes d'autant plus importantes que la tension critique est dépassée dans une plus large limite.

La tension critique, pour une ligne bifilaire, est donnée par la formule :

$$U_c = \delta \times 2r \log_e \frac{d}{r}, \qquad (4)$$

dans laquelle δ représente la rigidité diélectrique de l'air (29 kv : cm à 25°C, et à la pression atmosphérique correspondant à une colonne de mercure de 760 mm), d, la distance entre deux conducteurs et r. leur rayon.

Pour un conducteur unique, tendu à une distance h au-dessus du sol, la tension critique est :

$$U_c = \delta \times r \log_e \frac{2h}{r}. \qquad (5)$$

Il ne faut pas confondre ces deux formules qui nous permettent de calculer la tension d'apparition de couronne, pour une onde parcourant un conducteur d'une ligne avec ou sans fil de terre, avec la formule applicable à une ligne triphasée :

$$U = \delta \times r \sqrt{3} \log_e \frac{d}{r}. \qquad (6)$$

Les formules (4), (5) et (6) découlent de l'expression donnant le champ électrique au voisinage du conducteur pour un point situé sur la droite reliant deux fils ou la verticale abaissée d'un fil sur le sol. La capacité des conducteurs a été déduite d'une manière analogue.

Il est évident que, pour une ligne travaillant normalement un peu au-dessus de la tension critique, une onde subira une perte d'énergie, même si la tension critique correspondant à son amplitude propre n'est pas atteinte.

La tension critique baisse lorsque le conducteur est rugueux, lorsque la tension atmosphérique diminue, et quand la température augmente. L'état hygrométrique de l'air influe peu, mais la pluie augmente les pertes.

L'ordre de grandeur de la tension critique pour les lignes de transmission industrielles est de 100 à 150 kv. Le phénomène de couronne n'intervient donc pour limiter l'amplitude des surtensions que dans un très petit nombre de cas. D'ailleurs les pertes sont faibles : quelques centaines de watts par kilomètre lorsqu'on dépasse fortement la tension critique. Elles ne peuvent donc amener d'atténuation sensible de l'amplitude et du gradient de potentiel d'ondes (dont la puissance instantanée est de 4 à 40 millions de watts) que si leur action s'exerce sur de très longues distances.

5. Amortissement par ionisation des bulles d'air dans les cables. — Il se produit dans les câbles souterrains un phénomène qui présente quelques analogies avec l'effet de couronne. Si l'on augmente progressivement la tension à laquelle est soumis un câble, il se produit pour

(1) On pourra avoir une idée du rôle de la perditance sur les ondes mobiles par comparaison avec les pertes à vide pour la tension normale de service. On pourra consulter à ce sujet : J. Laurent ; Note sur les essais de lignes à très haute tension. Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension, 1923. *Revue générale de l'Electricité*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1 063-1 064.

(2) Pour l'étude détaillée des phénomènes on se reportera aux travaux de F.-W. Peek, Ryan, Whitehead, Watson, Görges, Weidig, Jaensch, Mershon, Harding, etc.

une certaine tension, que nous pouvons encore appeler critique, une augmentation brusque des pertes qui croissent alors très rapidement et peuvent amener la perforation du diélectrique. Ce phénomène est encore mal connu. On l'attribue à l'ionisation des bulles d'air qui restent à la périphérie du conducteur et dans le diélectrique. Il est possible qu'en raison de ce phénomène, les ondes dont l'amplitude dépasse la tension composée de service subissent un amortissement relativement plus important que celui que nous avons évalué. Il n'en reste pas moins très faible.

6. Amortissement par induction sur les conducteurs voisins. — Une autre cause d'amortissement des ondes mobiles est l'induction électrostatique et électromagnétique exercée sur les conducteurs voisins. C'est ainsi qu'un fil de terre réduit un peu l'amplitude des ondes voyageant sur les lignes. Il convient de remarquer que la perte d'énergie serait nulle si les conducteurs influencés avaient une résistance nulle et étaient reliés à la terre. En réalité leur résistance n'est jamais nulle et la terre, elle-même, a une résistance qui n'est pas négligeable, surtout dans les régions où le sol est sec. Il s'ensuit quelques pertes qui se traduisent par une légère composante active du courant de capacité. Mais cet effet est pratiquement négligeable.

Dans une ligne ou un câble comprenant plusieurs conducteurs, si une onde se propage sur un seul conducteur elle induit sur les conducteurs voisins des ondes secondaires, ce qui diminue un peu la quantité d'énergie contenue dans l'onde incidente. Mais cet effet est peu important.

7. Amortissement par pertes dans le fer. — Dans les enroulements à haute tension il se produit quelques pertes dans le fer; mais, étant donné que le flux n'y pénètre pour ainsi dire pas, ces pertes sont insignifiantes.

8. Conclusion. — En résumé, les diverses causes d'amortissement que nous venons d'examiner n'ont qu'une action assez faible et n'interviennent efficacement que si elles s'exercent sur un parcours de plusieurs kilomètres pour les installations de faible puissance et de plusieurs dizaines de kilomètres pour les installations de grande puissance. Elles n'ont donc pour effet que de circonscrire le danger créé par une onde mobile et sont sans action locale. Des ondes mobiles prenant naissance constamment en tous points d'un réseau, l'exploitant est donc contraint, pour protéger son matériel, à recourir aux appareils de protection proprement dits.

IX. Parafoudres. — Le plus ancien, le plus répandu et le plus typique est incontestablement le parafoudre à cornes employé en série avec une résistance quelconque.

Il doit être réglé pour ne s'amorcer qu'au-dessus de la tension étoilée si le neutre est directement à la terre et au-dessus de la tension composée de service si le neutre est isolé. Pour assurer l'extinction des arcs amorcés, on doit le régler pour une tension égale à une fois et demi au moins ces valeurs. Ainsi donc, sa tension instantanée d'amorçage est, suivant le cas,

$$\sqrt{2} \times 1,5 = 2,15 \quad \text{ou} \quad \sqrt{2}\sqrt{3} \times 1,5 = 3,7 \text{ fois}$$

la tension étoilée de service.

L'amorçage d'un parafoudre sous l'influence d'une onde mobile, ne se fait pas instantanément, mais avec un retard dépendant à la fois de la forme de l'onde et de celle des électrodes. Ce retard augmente avec le gradient de potentiel au front de l'onde. En principe, il est d'autant plus grand que la forme des électrodes facilite d'abord la production d'effluves avant l'amorçage. C'est ainsi qu'avec un spintermètre à aiguilles, l'intervalle d'éclatement, pour une tension donnée, est d'environ deux fois plus faible pour une onde à front très raide que pour une tension continue. Au contraire, avec un spintermètre à sphères d'assez fort diamètre, l'intervalle d'éclatement est sensiblement indépendant de la forme des ondes. De ce fait découle l'emploi combiné de boules et de cornes pour rendre le parafoudre sensible.

Divers dispositifs ont été imaginés sans grand succès pour augmenter cette sensibilité tels sont : le parafoudre Gola, le parafoudre Chester Allcutt qui est muni d'une électrode intermédiaire reliée aux autres par un système de condensateurs et de résistances, le parafoudre Land und See Kabelwerke, à électrode auxiliaire connectée par l'intermédiaire d'une résistance, le parafoudre compensé de C. E. Bennett, etc.

D'autres dispositifs ont été imaginés pour assurer le fonctionnement des parafoudres en cas d'ondes stationnaires, tels sont les parafoudres Sig, Regnoni, Schniewindt, Vogler, Wurtz-Grimoldi (à intervalles multiples), etc.

Perfectionné ou non, le parafoudre à cornes n'en reste pas moins inapte à écouler à la terre les ondes mobiles, par le fait même que sa tension d'amorçage est inévitablement beaucoup trop élevée. Pour une onde positive coïncidant avec un minimum de la tension de service, l'amplitude de l'onde pourra atteindre 5 à 6 fois la tension étoilée de service sans provoquer son fonctionnement.

Tous les parafoudres, quels qu'ils soient, et, plus généralement, tous les appareils comportant une distance explosive, présentent le même défaut et ne conviennent pas pour la protection contre les ondes mobiles. Certains d'entre eux, fonctionnant comme soupape électrique, sont intéressants à d'autres points de vue, mais leur étude sort du cadre que nous nous sommes tracé. A la vérité, bien peu ont subsisté parmi les innombrables types imaginés. Plusieurs n'ont même jamais reçu la moindre application pratique.

Il est intéressant d'examiner la question des résistances, car les répercussions de fonctionnement des parafoudres sur les réseaux dépendent beaucoup de leur valeur. Rappelons à ce sujet une notion classique, quoique sans valeur pratique.

Nous avons vu au paragraphe III de la troisième partie de cette étude (formule 1) que si une ligne d'impédance Z a son extrémité reliée à la terre par une résistance $R=Z$, une onde se propageant sur cette ligne s'écoule au sol sans qu'il y ait réflexion. On en a conclu, bien hâtivement, qu'il convient de donner aux résistances des parafoudres une valeur égale à l'impédance d'onde de la ligne à laquelle ils sont reliés. Même si nous faisons momentanément abstraction de ce fait capital que le parafoudre ne s'amorce que quand l'amplitude de l'onde a déjà atteint une valeur très élevée, cette conclusion n'est pas rigoureuse, car le parafoudre n'est pas seul à l'extrémité de la ligne ; il est en dérivation et, par conséquent, l'onde se partage en deux parties dont l'une va vers les circuits à protéger et l'autre traverse le parafoudre. La fraction dérivée par ce dernier est d'autant plus grande que l'impédance d'onde du tronçon de circuit qui alimente les machines à protéger, est plus grande par rapport à l'impédance d'onde de la dérivation contenant le parafoudre. Cela justifie l'emploi de bobines de self-inductance sur le circuit à protéger, immédiatement après la dérivation du parafoudre selon le schéma bien connu. De plus, l'emploi d'une inductance provoquant une réflexion d'onde, augmente la tension instantanée et facilite l'amorçage du parafoudre. Ainsi donc, on serait conduit, en adoptant cette théorie, à prendre pour valeur des résistances l'impédance d'onde des lignes, soit 400 à 800 ohms pour les lignes aériennes et 50 à 150 ohms pour les câbles (voir paragraphe IV de la première partie). Ces valeurs conduisent à des courants de décharge exagérés. Par exemple, pour une tension étoilée de 30 000 v et $R=500$ ohms, on aurait un courant de décharge de 60 A, soit 1 800 kw par phase.

On est donc amené à prendre des valeurs infiniment plus élevées, de manière à n'admettre que des courants de décharge de quelques ampères. L'efficacité théorique du parafoudre est alors très fortement réduite. On a essayé, mais sans grand résultat, de tourner la difficulté en admettant un courant de décharge très grand au début et diminuant ensuite rapidement. C'est de ce principe que procèdent notamment les parafoudres : Schweitzer et Conrad (avec résistances en échelle sur une corne), Benett (à résistance liquide variable), Oerlikon (à corne mobile), Burke, électrolytiques, à oxyde de plomb, Bendmann et A. E. G., etc.

Seulement, nous avons vu au paragraphe III de la troisième partie de cette étude, — formule (22), — que lorsqu'on réunit brusquement à la terre l'extrémité d'une ligne chargée par une résistance R, une onde de décharge parcourt la ligne. Chaque fois que, pour une raison absolument quelconque, un parafoudre s'amorce, il engendre une onde à front raide dont l'amplitude est d'autant plus grande que la résistance de décharge est plus faible. Cela permet de mettre le problème des parafoudres considérés du point de vue des ondes mobiles sous cette forme un peu humoristique : « Le parafoudre est un appareil d'autant plus dangereux qu'il est plus efficace. »

Les amorçages et les extinctions successives des parafoudres entraînent la formation d'une série d'ondes à front raide, souvent plus dangereuses que la surtension qui en a amorcé le fonctionnement. Cela se conçoit aisément, car un parafoudre en action est équivalent à un arc à la terre éclatant dans le voisinage immédiat des installations à protéger. Il peut provoquer, par ses réamorçages successifs, de dangereux phénomènes de résonance [1].

Les parafoudres à débit limité et à fonctionnement progressif, tels que les soupapes électriques genre Gilles et l'autovalve de la Westinghouse electric and manufacturing Company, dont le prototype est le limiteur à intervalles multiples (parafoudres à rouleaux) plus ou moins perfectionné, échappent à cet inconvénient. Ils peuvent rendre de réels services contre les oscillations à basse et moyenne fréquences qui se manifestent quelquefois dans les installations puissantes ; mais ils demeurent inopérants à l'égard des ondes mobiles, en raison de leur retard considérable à l'amorçage qui dépasse beaucoup la microseconde [2].

Signalons pour terminer une théorie nouvelle de l'action des parafoudres sur les ondes mobiles, imaginée par M. Thielemans [3]. La résistance en série avec le parafoudre est supposée être dérivée de manière permanente sur les installations à protéger. Le fonctionnement du dispositif ainsi simplifié peut alors être étudié d'une manière identique à celle employée à propos des condensateurs [4]. Il est presque inutile d'ajouter qu'une telle méthode ne correspond en aucune manière à la réalité et que les résultats ainsi déduits sont sans valeur pratique.

X. **Dispositifs à effluves.** — Nous avons vu au paragraphe VIII que le phénomène de couronne entraîne des pertes qui sont fonction de la tension et que, sur les lignes à très haute tension, il peut, dans certains cas, réduire sensiblement les ondes mobiles qui circulent sur les lignes, en particulier celles d'origine atmosphérique.

Aussi a-t-on essayé, au moyen de dispositifs divers,

(1) Voir le paragraphe III de la troisième partie sur le rôle physique des ondes mobiles et la génération d'oscillations.

(2) On nous excusera d'avoir consacré un paragraphe entier aux parafoudres pour aboutir à cette conclusion qui devrait être évidente : les parafoudres ne servent à rien contre les ondes mobiles. Dans une récente controverse publiée dans la *Revue générale de l'Electricité*, 29 janvier 1927, t. XXI, p. 171, M. A. Mauduit nous a fait remarquer que les parafoudres et les absorbeurs d'ondes ne doivent pas être comparés puisque leurs rôles sont différents. C'est aussi notre avis et c'est pourquoi nous nous excusons d'être revenus sur ce point. Mais comment s'en abstenir lorsque de toutes parts on ne parle que de la protection assurée par les parafoudres contre les ondes mobiles, ainsi qu'en témoigne une très abondante littérature technique ?

(3) L. Thielemans ; Quelques considérations sur les lignes de transport d'énergie. *Electricité et Mécanique*, septembre-octobre et novembre-décembre 1924, n[os] 3 et 4, p. 1-10 et 1-14, novembre-décembre 1926, n° 15, p. 1-15, mars-avril 1927, n° 17, p. 1-15.

(4) Voir paragraphe XV de cette quatrième partie.

d'accroître le phénomène de couronne pour obtenir un effet de protection. C'est ainsi qu'on a proposé l'insertion sur les lignes (¹) de tronçons de fil fin, de pinces présentant des pointes, de fils barbelés, etc. Pour obtenir un résultat avec de tels moyens, il faudrait les employer sur des longueurs considérables, étant donné la petitesse des quantités d'énergie ainsi dépensées. De plus, ces moyens ne sont applicables qu'à des lignes à très haute tension et ils ne sont pas toujours compatibles avec la sécurité et le bon fonctionnement des lignes. Aussi n'ont-ils jamais reçu d'application pratique en dehors de quelques essais. D'ailleurs, ils ne permettraient que de circonscrire le danger des ondes mobiles, mais ne constitueraient pas un moyen réel de protection contre les ondes produites dans les installations autres que les lignes.

Le dispositif de M. Mollard dérive des précédents. Il consiste en un cylindre muni de pointes, fixé sur les conducteurs de ligne par l'intermédiaire d'un manchon isolant. Il permet d'abaisser la tension d'apparition des effluves sans diminuer la sécurité. Seulement la quantité d'énergie dissipée par les effluves est insignifiante et il faudrait placer un très grand nombre d'appareils en série pour obtenir une protection réelle. L'augmentation de capacité du conducteur par rapport au sol est également très faible et l'appareil ne peut prétendre en aucune manière agir à la façon d'un condensateur (ordre de grandeur de la capacité, 3×10^{-6} µF, soit la millième partie de la capacité nécessaire pour obtenir un effet réel).

L'appareil de protection dit « Ge-Schutz », de la firme allemande Paul Meyer, se compose de deux électrodes à profil aigu, reliées l'une à la ligne à protéger, l'autre à la terre et séparées par une cloche de verre. Lorsque la différence de potentiel entre les deux électrodes devient suffisante, il se produit des effluves qui contournent la cloche de verre. L'appareil se comporte donc comme un condensateur à fuites. Son efficacité est très faible car les pertes dues aux effluves sont insignifiantes et sa capacité est de $1,2 \times 10^{-4}$ µF, soit un cinquantième de celle nécessaire pour obtenir une action réelle. A capacité égale, il serait évidemment préférable à un condensateur ordinaire.

XI. Déchargeurs à jet d'eau et à écoulement d'eau. Résistance capacitive. — On emploie quelquefois, dans les usines hydroélectriques et les grands postes de transformation, des résistances constituées par des jets d'eau dérivés entre les lignes et le sol suivant une disposition bien connue. Pour réduire la consommation d'eau, on remplace parfois les jets d'eau par des tubes de verre dans lesquels on maintient un léger courant d'eau juste suffisant pour empêcher un échauffement trop considérable, ou encore par des baguettes de verre à la surface desquelles glisse une pellicule d'eau. Au point de vue électrique, ces appareils sont équivalents.

(¹) Ces dispositifs ont été préconisés par divers auteurs : Whitehead, Pleyel et Olson, etc.

On les règle pour qu'ils consomment normalement, c'est-à-dire pour la tension simple de service, 0,1 A environ. Leur résistance exprimée en ohms est donc sensiblement égale à dix fois la tension simple exprimée en volts. C'est peu si l'on considère la consommation normale (en watts, 1/10 de la tension simple en volts), et beaucoup si l'on considère la possibilité d'écoulement au sol des ondes mobiles.

En effet, avec des résistances aussi considérables et malgré la petite capacité propre de ces appareils, ils ne peuvent écouler au sol qu'une fraction extrêmement faible des ondes. De même, leur action limitatrice des oscillations est bien réduite, car on ne peut guère augmenter leur débit au delà de 0,2 à 0,3 A, leur consommation devenant alors trop considérable. Leur plus grande utilité consiste à écouler au sol les charges statiques. Pour les autres phénomènes, ils sont insuffisants.

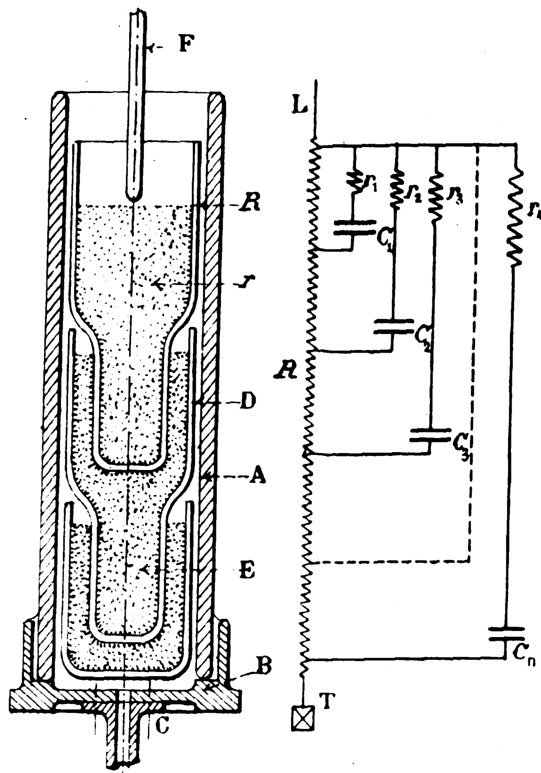


Fig. 6. — Vue en coupe de la « résistance capacitive ».
Fig. 7. — Schéma de la « résistance capacitive » : L, ligne; T, terre.

Il est cependant possible de les rendre très efficaces dans tous les cas en les transformant quelque peu. C'est ce que nous avons fait en créant notre « résistance capacitive » (¹).

Elle se compose (fig. 6) d'un tube en grès A fermé à sa partie inférieure par une base en fonte B, servant de support et reliée électriquement au sol et à un tuyau

(¹) Brevetée en France et à l'étranger.

d'arrivée d'eau C muni d'un robinet de réglage. A l'intérieur du tube sont placés des vases en verre D partiellement remplis d'une matière conductrice E, maintenus en place par des cales élastiques permettant leur libre dilatation. La hauteur du tube de grès et le nombre de vases de verre sont proportionnels à la tension de service. Le tout est rempli d'eau qui déborde et redescend en mince pellicule à l'extérieur du tube. A la partie supérieure du tube de grès, une prise de courant F plonge dans l'eau et est reliée à la ligne à protéger.

La distance entre le tube de grès et les vases de verre est très faible, et le volume d'eau remplissant cet intervalle constitue une résistance R de valeur élevée dérivée entre les installations à protéger et la terre comme dans un déchargeur ordinaire à écoulement d'eau. Au contraire, la section intérieure des vases de verre est considérable et le volume d'eau correspondant ainsi que la matière conductrice E constituent une résistance de faible valeur r en série avec la capacité constituée par les vases de verre, le tout étant également dérivé entre les installations à protéger et la terre. En résumé, l'appareil équivaut à peu près au schéma de la figure 7, le nombre de dérivations $r_1\ C_1$, $r_2\ C_2$, $r_3\ C_3, \ldots\ r_n\ C_n$ étant infini. Le shuntage de la résistance par des capacités est intégral.

Pour le courant normal de service, l'appareil est équivalent à une résistance R en dérivation laissant passer un courant de l'ordre de 0,1 A avec une légère composante de courant réactif. Pour des fréquences de plus en plus élevées, l'appareil est équivalent à une résistance r de quelques centaines d'ohms, en série avec un condensateur, laissant passer un courant pouvant atteindre une vingtaine d'ampères pour une tension égale à la tension normale de service. Il assure donc une protection très efficace contre les ondes mobiles (voir paragraphe XV, condensateurs) et contre les oscillations de moyenne et haute fréquences. Il écoule également les charges statiques et constitue donc un très important perfectionnement des déchargeurs à jet d'eau. Il présente sur les condensateurs ordinaires l'avantage d'être rigoureusement apériodique et de ne pouvoir engendrer de surtension lors d'une mise hors service, les condensateurs constitués par les vases de verre se déchargeant dans la résistance qui les shunte. Sa robustesse est très grande, chacun des vases de verre pouvant supporter une tension égale à plusieurs fois la tension normale de service. D'ailleurs, la rupture d'un vase n'entraîne rien d'autre qu'une augmentation du courant consommé et son remplacement est facile.

On branche ces appareils par l'intermédiaire d'un coupe-circuit fusible et d'un ampèremètre permettant de contrôler leur fonctionnement. Leur consommation d'eau est très réduite. Il est même possible, dans certains cas où leur échauffement n'est pas à craindre, de les employer comme de simples résistances liquides sans circulation d'eau.

XII. Bobines de self-inductance, bobines de choc. Généralités. — On a beaucoup écrit sur ces appareils, mais dans toute cette littérature, il y a extrêmement peu de choses exactes. Cela tient à la méconnaissance du rôle exact de ces appareils. En nous basant sur ce qui a été dit à propos de la propagation des ondes dans les transformateurs, nous allons tâcher de rétablir les faits dans leur réalité (voir paragraphe XIII).

Auparavant, rappelons pour mémoire la théorie classique [1] expliquant le rôle d'une inductance supposée ponctuelle, encore que les résultats ainsi obtenus soient complètement erronés.

Considérons deux tronçons de lignes d'impédances

$$Z_1 = \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} \quad \text{et} \quad Z_2 = \sqrt{\frac{L_2}{C_2}}$$

entre lesquels est insérée une inductance $\mathcal{L}$ supposée ponctuelle. Ecrivons que, de part et d'autre de l'inductance, les courants sont égaux, on a

$$i_1 - i'_1 = i_2 \quad \text{ou} \quad \frac{u_1 - u'_1}{Z_1} = \frac{u_2}{Z_2} = i_2;$$

de même pour l'égalité des tensions,

$$u_1 + u'_1 = u_2 + \mathcal{L}\frac{di}{dt}.$$

De ces relations, on tire l'équation différentielle du premier ordre, valable pour une onde de forme quelconque

$$\mathcal{L}\frac{du_2}{dt} + u_2(Z_1 + Z_2) - u_1\, 2 Z_2 = 0. \qquad (7)$$

Pour une onde rectangulaire [2] d'amplitude constante U_1, on a pour l'onde transmise

$$u_2 = U_1 \frac{2 Z_2}{Z_1 + Z_2}\left(1 - e^{-\frac{Z_1+Z_2}{\mathcal{L}}t}\right) \qquad (8)$$

et pour l'onde réfléchie,

$$u'_1 = U_1\left[1 - \frac{2 Z_1}{Z_1 + Z_2}\left(1 - e^{-\frac{Z_1+Z_2}{\mathcal{L}}t}\right)\right] \qquad (9)$$

L'onde transmise et l'onde réfléchie cessent, comme on le voit, d'être rectangulaires et le gradient de potentiel au front de l'onde transmise est

$$\frac{\partial u_2}{\partial x} = U_1 \frac{2 Z_2}{\mathcal{L} v_2} e^{-\frac{Z_1+Z_2}{\mathcal{L}}t}; \qquad (10)$$

(1) Pour le développement intégral de cette théorie, on se reportera aux travaux originaux de G. Gilles, E. Pfiffner, K.-E. Eriksson, Petersen qui ont également étudié de la même manière l'action d'un condensateur, ou à un ouvrage classique quelconque.

(2) Ce n'est pas nous qui parlons ainsi, car nous nous sommes efforcé au contraire de démontrer que l'onde rectangulaire ne peut ni exister, ni subsister. Nous allons avoir bientôt l'occasion de montrer que cette supposition conduit à des résultats absurdes.

il est maximum pour $t = 0$; on a alors

$$\left(\frac{\partial u_2}{\partial x}\right)_{\max} = U_1 \frac{2 Z_2}{\mathcal{L} v_2} = 2\, U_1 \frac{L_1}{\mathcal{L}}. \qquad (10\ bis)$$

La figure 8 montre l'aspect des ondes transmise et réfléchie dans le cas d'une onde incidente rectangulaire limitée pour $Z_2 = 4 Z_1$.

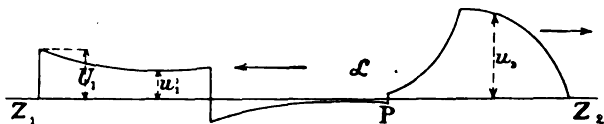


Fig. 8. — Action théorique d'une bobine de self-inductance supposée ponctuelle, sur une onde mobile supposée rectangulaire.

Supposons maintenant que nous ayons affaire à une onde à front incliné représenté par une droite :

$$u_1 = A_1 t.$$

S'il n'y avait pas d'inductance entre les éléments de circuit Z_1 et Z_2, l'onde transmise serait, d'après les équations 16 de la première partie de cette étude

$$u_2 = \frac{2 Z_2}{Z_1 + Z_2} A_1 t,$$

et le gradient de potentiel $\frac{\partial u_1}{\partial x}$ qui, dans l'onde incidente, était $\frac{A_1}{v_1}$, deviendrait

$$\frac{\partial u_2}{\partial x} \equiv \frac{A_1}{v_2} \frac{2 Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{\partial u_1}{\partial x} \frac{2 Z_2}{Z_1 + Z_2} \frac{v_1}{v_2} \text{ (1)}. \qquad (11)$$

Lorsque l'inductance $\mathcal{L}$ est insérée entre Z_1 et Z_2, l'équation (7) devient

$$\mathcal{L} \frac{\partial u_2}{\partial t} + u_2 (Z_1 + Z_2) - A_1 t\, 2 Z_2 = 0, \qquad (12)$$

d'où l'on tire

$$u_2 = \frac{2 Z_2}{Z_1 + Z_2} A_1 t \left[1 - \frac{\mathcal{L}}{(Z_1 + Z_2) t}\left(1 - e^{-\frac{Z_1 + Z_2}{\mathcal{L}} t}\right)\right]. \qquad (13)$$

L'onde transmise est réduite par la présence de l'inductance, proportionnellement au second terme de la parenthèse.

Le gradient de potentiel est :

$$\frac{\partial u_2}{\partial x} = \frac{A_2}{v_2} \frac{Z_1 + Z_2}{2 Z_2} \left(1 - e^{-\frac{Z_1 + Z_2}{\mathcal{L}} t}\right) \qquad (14)$$

En comparant (12) et (14), on voit que la présence de l'inductance réduit le gradient de potentiel proportionnellement à la parenthèse de l'équation (14). Pour $t = 0$, c'est-à-dire au moment où l'onde pénètre dans le tronçon Z_2, le gradient de potentiel est nul. Il augmente progressivement avec le temps et c'est, par conséquent, à la fin du front de l'onde qu'il est maximum.

Ce résultat est en contradiction avec celui obtenu dans l'hypothèse d'une onde rectangulaire. Or, il ne peut exister de gradients de potentiels infinis et, partant, d'ondes rectangulaires. Il convient donc de raisonner sur des ondes à front incliné pour si grand que soit le gradient de potentiel, si l'on veut obtenir des résultats exacts.

Nous allons montrer sur des exemples numériques les différences d'appréciation considérables du rôle des bobines de self-inductance que l'on rencontre selon l'hypothèse initalement admise.

Considérons une onde se propageant avec la vitesse $v = 300\,000$ km : s sur une ligne aérienne d'impédance $Z_1 = 500$ ohms, reliée, par l'intermédiaire d'une inductance supposée ponctuelle, $\mathcal{L} = 0{,}2$ m H, à un transformateur que nous assimilerons à un circuit d'impédance $Z_2 = 5000$ ohms, avec $v_2 = 100\,000$ km : s.

1. Cas d'une onde rectangulaire traversant une inductance ponctuelle. — Supposons que sa tension soit de 50000 v. L'amplitude maximum de l'onde transmise est

$$U_1 \frac{Z_1 + Z_2}{2 Z_2} = U_1 \frac{2 \times 5\,000}{500 + 5\,000} = 1{,}82\, U_1 = 91\,000 \text{ volts},$$

le gradient maximum de potentiel est (formule 10 bis)

$$U_1 \frac{2 Z_2}{\mathcal{L} v_2} = U_1 \frac{2 \times 5\,000}{0{,}2 \times 10^{-3} \times 10^8} = 25\,000 \text{ volts par mètre.}$$

L'inductance n'a donc servi à rien pratiquement.

2. Cas d'une onde a front incliné traversant une inductance ponctuelle. — Supposons que la tension atteigne 50000 v sur une longueur de 200 m $\left(\frac{\partial u_1}{\partial x} = 250 \text{ v : m}\right)$.

On a

$$u_1 = A_1 t = \frac{50\,000 \times 3 \times 10^8}{200} t = 7{,}5 \times 10^{10}\, t.$$

S'il n'y avait pas d'inductance, le gradient de l'onde transmise serait

$$\frac{\partial u_2}{\partial x} = \frac{\partial u_1}{\partial x} \frac{v_1}{v_2} \frac{2 Z_2}{Z_1 + Z_2} = 250 \frac{3 \times 10^8}{10^8} \frac{10\,000}{5\,500} = 250$$
$$\times 5{,}45 = 1365 \text{ v : m.}$$

Avec l'inductance, ce gradient est multiplié par la parenthèse de l'équation (14), dans laquelle

$$t = \frac{200}{3 \times 10^8} = 6{,}66 \times 10^{-7} \text{ s.}$$

(1) Voir formule (16 bis) de la première partie de cette étude.

On a donc :

$$\left(1-e^{-\frac{Z_1+Z_2}{\mathcal{L}}t}\right)=\left(1-2{,}718^{-\frac{500+3\,000}{0{,}2\times10^{-3}}6{,}66\times10^{-7}}\right)\doteq 1.$$

L'inductance n'a servi a rien.

3. Cas d'une onde a front incliné traversant une inductance répartie. — Supposons maintenant que l'onde à front incliné du cas précédent traverse l'inductance de 0,2 m H, mais que celle-ci, au lieu d'être ponctuelle, soit assimilable à un conducteur (1) de longueur appréciable pour lequel $Z_{\mathcal{L}}=3\,000$ ohms et $v_{\mathcal{L}}=200\,000$ km : s.

L'onde subit deux transformations successives :

En pénétrant dans l'inductance, le gradient de potentiel est multiplié par

$$\frac{v_1}{v_{\mathcal{L}}}\,\frac{2Z_{\mathcal{L}}}{{}_1Z+Z_{\mathcal{L}}}=\frac{3\times10^8}{2\times10^8}\,\frac{2\times3\,000}{500+3\,000}=2{,}57\,;$$

et, en passant de la bobine dans le transformateur, par

$$\frac{v_{\mathcal{L}}}{v_2}\,\frac{2Z_2}{Z_{\mathcal{L}}+Z_2}=\frac{2\times10^8}{10^8}\,\frac{2\times5\,000}{3\,000+5\,000}=2{,}5.$$

Le gradient est donc, au front de l'onde u_2, de

$$250\times2{,}57\times2{,}50=250\times6{,}42=1\,610\ \text{v : m},$$

c'est-à-dire plus élevé que si l'on n'insérait pas l'inductance. De même, l'amplitude de l'onde u_2 est augmentée dans la même proportion. L'inductance est nuisible.

Ce résultat n'a rien de surprenant. L'inductance dont les caractéristiques sont intermédiaires entre celles de la ligne et celles du transformateur constitue en quelque sorte une marche entre la ligne et le transformateur. La transformation de l'onde se fait par paliers ; elle se rapproche de la transformation totale qui s'opère pour un changement progressif de constantes (1).

Le troisième cas que nous avons envisagé est celui qui se rapproche le plus de la réalité, ainsi que nous allons le voir. L'expérience confirme bien nos conclusions (2) que l'insertion d'une inductance immédiatement avant un transformateur augmente les contraintes entre spires et est nuisible, quelle que soit la forme de réalisation de cette inductance (galette ou hélice à une ou plusieurs couches sans différence appréciable entre cas divers systèmes) (3).

Faut-il en conclure que les bobines de self-inductance ne peuvent rendre aucun service et qu'il convient de les supprimer? Non. Il suffit de savoir les utiliser, car elles constituent un excellent élément de protection. Et pour cela il faut connaître leur fonctionnement exact.

(A suivre.)

Ch. Ledoux,
Ingénieur I. E. T.

(1) Cette hypothèse est bien plus vraisemblable que les précédentes, car une inductance de 0,2 m H représentée, par exemple, par trois bobines en hélice de chacune 22 spires de 30 cm de diamètre en fil de 8 mm au pas de 15 mm comprenant près de 70 m de conducteur peut difficilement être considérée comme punctiforme, surtout lorsqu'on assimile l'enroulement d'un transformateur dans lequel l'inductance est bien plus concentrée, à une ligne à constantes réparties.

(1) Voir paragraphe VII de la première partie de cette étude.

(2) Rappelons les essais rapportés par M. E. Roth à la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension de 1923 (voir *Compte rendu*, p. 1 097-1 098 et *Revue générale de l'Electricité*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1 064) constatant que les inductances sont nuisibles. Pour notre part nous avons effectué de nombreux essais avec des inductances diverses et constaté que, quand l'impédance d'onde du circuit équivalent va croissant ou lorsque la vitesse de propagation va décroissant, le gradient de potentiel au front d'une onde va croissant. On nous excusera de ne pas reproduire ici le détail de ces essais qui encombreraient par trop cette étude.

(3) Nous n'entreprendrons pas l'étude détaillée de la construction des bobines de self-inductance afin de ne pas allonger démesurément cette étude. On peut cependant en tirer des conclusions intéressantes, car le mode de construction agit non seulement sur la tenue mécanique, mais aussi sur les caractéristiques électriques des bobines. Actuellement on n'emploie guère que les bobines en hélice à une seule couche, les bobines en galettes et les bobines en hélice à plusieurs couches, tous ces appareils étant isolés dans l'air.

Revues, analyses et informations

Détermination graphique des champs magnétiques (2).

1. Distribution du flux magnétique dans une encoche. — Après les études de Potier (1889), Carter (1901), Ragowski, Lehmann et d'autres, la détermination des champs électriques ou magnétiques a été largement appliquée, surtout dans le calcul des machines synchrones. Carter a déterminé un coefficient d'entrefer, en supposant que les franges du flux s'étalent sur une partie seulement de la surface de l'encoche et que la profondeur de l'encoche et la largeur de la dent sont infinies.

1° *Calcul des coefficients d'entrefer d'après les graphiques du flux.* — La figure 1 représente la distribution du flux dans l'entrefer sur un pas d'encoche. La courbe ACD montre comment varie la densité du flux dans l'entrefer à la surface d'un pôle. L'aire ABCD représente le flux perdu par la présence de l'encoche, ou l'accroissement équivalent de l'entrefer, de sorte que le coefficient d'entrefer est égal au rapport de ABDEF à l'aire ACDEF.

La figure 2 représente les variations de ces coefficients d'entrefer avec le rapport de la largeur d'encoche à l'épaisseur de l'entrefer, ainsi que de la largeur d'encoche à la largeur des dents et avec un rapport de la profondeur d'encoche à sa largeur égal à 4. Ces courbes concordent très sensiblement avec les résultats de Carter, de sorte qu'il n'y a pratiquement pas de différence entre des largeurs de dent et des profondeurs d'encoche finies ou infinies, pour les encoches ouvertes en usage dans les machines synchrones actuelles.

(2) Robert-W. Wieseman. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, mai 1927, t. XLVI, p. 430-437, 4 300 mots, 19 figures.

2° *Pulsation du flux due aux encoches.* — La variation de l'induction ou la pulsation du flux $\left(\frac{BC}{AF}, \text{fig. 1}\right)$, est déduite de graphiques où la largeur des dents est égale à la

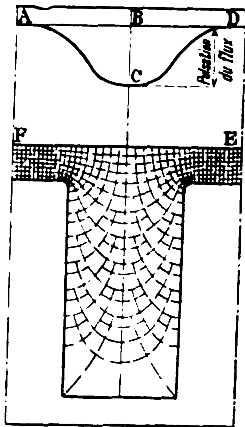


Fig. 1. — Distribution du flux dans une encoche. Rapport de la largeur d'encoche au pas d'encoche, 0,5; rapport de la largeur d'encoche à l'entrefer, 3,33; coefficient d'entrefer : rapport de l'aire ABDEF à l'aire ACDEF, 1,26; flux de pulsation : rapport de BC à AF, 0,493.

largeur d'encoche. La figure 3, qui représente ces résultats, en montre également la concordance avec les travaux analytiques de Carter qui supposaient la largeur des dents et la profondeur des encoches infinies. La pulsation du flux due aux encoches entraîne des pertes dans la face polaire, qui

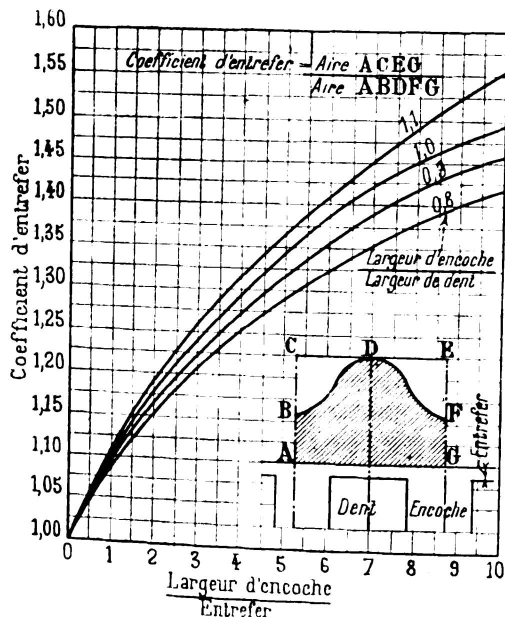


Fig. 2. — Variation du coefficient d'entrefer obtenu au moyen du graphique de la distribution du flux autour d'une dent avec largeur et profondeur finies, tel qu'il est employé dans les machines actuelles.

sont une partie des pertes à vide dans le fer et qui peuvent être calculées quand l'amplitude de la pulsation est connue.

Si le nombre de dents embrassées par un pôle varie quand le pôle franchit le pas d'une dent, il y aura pulsation du flux s'il n'existe pas d'amortisseurs à faible impédance. Outre les pertes qui en résultent, ces pulsations expliquent le bruit de sirène dans les machines à petit nombre de dents par pôle, quand le nombre de dents embrassant un pôle n'est pas constant.

3° *Largeur polaire donnant la tension efficace la plus grande dans les alternateurs à fer tournant.* — On emploie de plus en plus des alternateurs à fréquences élevées pour l'alimentation des fours à induction et des outils à grande vitesse. Ordinairement, quand la fréquence dépasse 2 500, on emploie des alternateurs à fer tournant.

La tension induite dans une bobine d'induit, dans ce genre d'alternateurs, dépend de la pulsation du flux. Si l'arc polaire est de 100 pour 100 du pas polaire et si l'entrefer est uniforme, l'onde de flux sera un rectangle; dans ce cas, la tension efficace induite est évidemment nulle, ainsi que la pulsation du flux. Mais, si l'on diminue l'arc, la tension induite passe par un maximum, et les graphiques de distribution du flux seront très utiles pour déterminer la valeur la plus favorable à donner à cet arc. On a trouvé que le rapport de l'arc polaire au pas polaire ne devait être pris

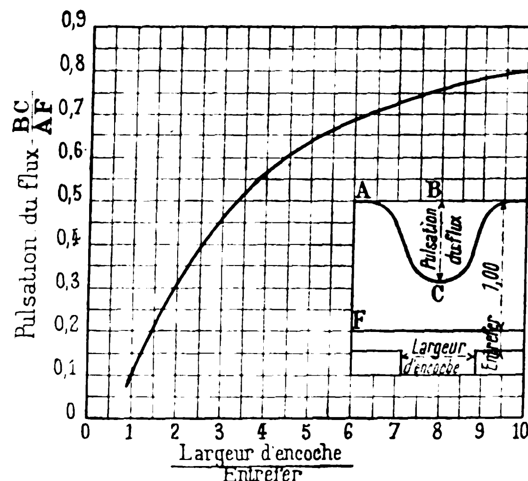


Fig. 3. — Variation de l'amplitude de la pulsation de flux obtenue par les graphiques de distribution de flux dans une encoche avec largeur et profondeur finies, telle qu'elle est employée dans les machines actuelles.

égal à 0,5 qu'avec des entrefers excessivement petits; avec un entrefer de 10 pour 100, ce rapport doit être égal à 0,35.

2. Distribution du flux dans l'entrefer d'une machine synchrone a pôles saillants, a vide, l'excitation n'étant assurée que par les bobines inductrices. — Les résultats obtenus au moyen des graphiques, d'une part, et avec un conducteur d'exploration placé sur la face polaire sont très concordants. Cette étude permet de déterminer la forme des pôles qui fait disparaître le troisième harmonique. Ainsi, si le rapport de l'entrefer minimum au pas polaire est 0,02 et si le rapport de l'entrefer maximum à l'entrefer minimum est 1,5, le rapport de l'arc polaire au pas polaire doit être 0,67, si l'on veut avoir une onde de flux à vide ne renfermant pas d'harmonique 3.

1° *Calcul de la tension des enroulements en triangle ouvert et du courant de circulation en triangle, dans une machine synchrone à vide.* — Les courbes de l'onde de l'harmonique de rang 3 obtenues par la méthode graphique permettent de déterminer la tension à vide qui apparaît au sommet ouvert d'un enroulement en triangle dont les sections n'ont

pas un pas égal à 2/3. On sait que cet harmonique de rang 3, ou ses multiples, sont les seuls qui apparaissent en triangle ouvert. L'amplitude de ces multiples est faible ; de plus, le pas et la répartition des sections réduisent la tension produite par ces flux, de sorte qu'on peut les négliger.

Si l'on désigne par E, la tension étoilée normale de l'enroulement à vide ; A_3, l'amplitude du troisième harmonique

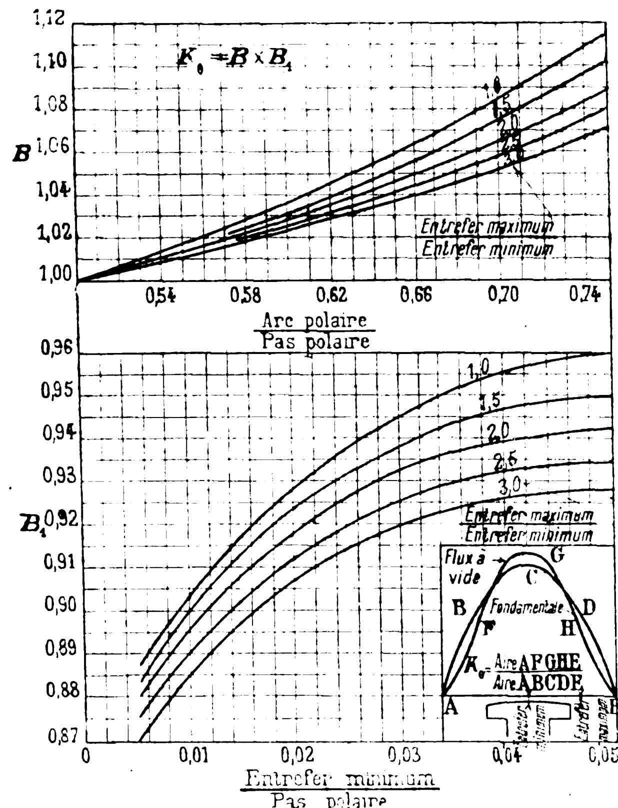


Fig. 4. — Variation du coefficient de distribution du flux K_Φ.

de l'onde de flux, exprimée en fraction de l'onde fondamentale ; K_p, le pas de la section pour l'onde fondamentale : K_d, le coefficient de bobinage pour l'onde fondamentale ; K_{3p}, le pas de la section rapporté à l'harmonique 3, K_{3d}, le coefficient de bobinage pour l'harmonique 3 ; E_3, la tension de l'harmonique 3 au sommet ouvert, on aura

$$E_3 = 3 E A_3 \frac{K_{3p} K_{3d}}{K_p K_d}.$$

Le courant de circulation I_3 de l'harmonique 3 est égal à E_3 divisé par l'impédance synchrone pour cet harmonique.

2° *Calcul des ampères-tours d'entrefer avec emploi de coefficients K_Φ et K_λ.* — Pour déterminer les ampères-tours d'entrefer à vide pour un pôle dont le rayon d'arc est inférieur au rayon d'induit, il est nécessaire d'employer deux coefficients de distribution de flux. Le coefficient K_Φ est le facteur de correction à introduire dans l'équation qui donne la tension pour un flux sinusoïdal ; c'est le rapport de l'aire de l'onde de flux réel à vide à l'aire du flux fondamental. Doherty et Shirley ont déterminé ce coefficient, en 1918, au moyen de graphiques de flux obtenus en supposant que l'induction variait en raison inverse de la distance du pôle au fer de l'induit. En établissant les graphiques du flux exacts, au moyen de la méthode des lignes équipotentielles, l'auteur a trouvé des valeurs de K_Φ concordant avec celles de Doherty et Shirley et représentées dans la figure 4.

Pour trouver les ampères-tours nécessaires pour faire passer ce flux dans l'entrefer il faut déterminer l'induction moyenne dans l'entrefer. Il est très utile de connaître le flux qui sort du pôle pour passer directement dans l'induit, comme le montre l'aire hachurée de la figure 5. Ce flux est égal au flux par pôle, multiplié par K_λ, où K_λ est le rapport de l'aire GBCDF à l'aire ABCDE. L'induction moyenne devant le pôle (région GF, fig. 5) est égal à K_λ multiplié par le flux par pôle, divisé par l'aire de la face polaire. On obtient dès lors exactement les ampères-tours, puisque le coefficient d'entrefer est donné sur la figure 2 et que la réluctance de l'entrefer est connue.

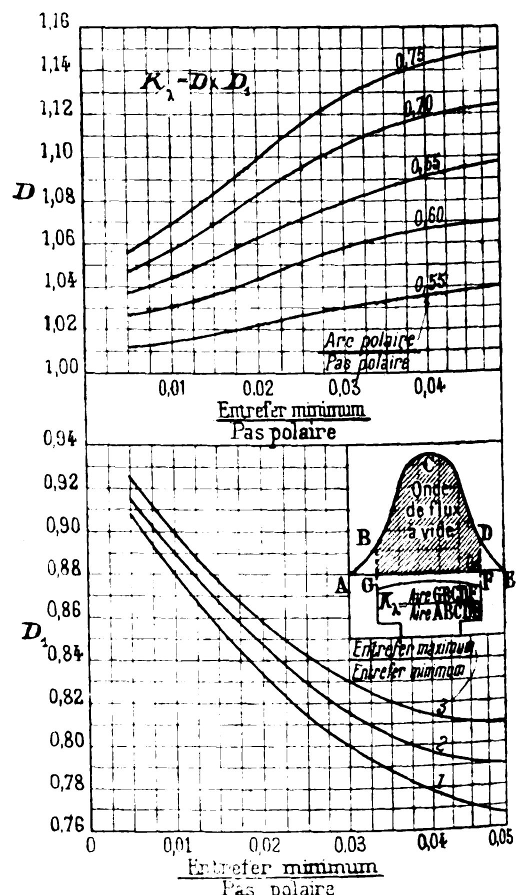


Fig. 5. — Variation du coefficient de flux de la face polaire K_λ.

Les auteurs étudient de même la distribution du flux dans l'entrefer d'une machine synchrone à pôles saillants excitée par une force magnétomotrice d'induit sinusoïdale dont l'axe est soit en coïncidence, soit en quadrature avec le centre du pôle. Ils en déduisent, dans le premier cas, l'onde de flux dans l'entrefer pour court-circuit permanent polyphasé, et dans le second cas, le calcul de l'écart angulaire. — C. P.

SECTION INDUSTRIELLE

Sur l'étude des moteurs asynchrones polyphasés à plusieurs vitesses (*Suite*) (*)

QUATRIÈME PARTIE : Moteurs en cascade interne (*Suite*)

III. Etude générale des bobinages de stators de moteurs en cascade interne. — A. Conditions générales que doit remplir un tel bobinage. — Un bobinage de stator de moteur en cascade interne doit répondre aux conditions suivantes :

1° Les points d'alimentation du stator par la ligne doivent être équipotentiels vis-à-vis du champ secondaire pour éviter que des courants à basse fréquence se ferment par le réseau, ce qui est inadmissible ;

2° Si le moteur doit démarrer sur résistances, il faut que celles-ci soient branchées en des points équipotentiels vis-à-vis du champ primaire excité par la ligne, faute de quoi la mise en court-circuit de ces résistances constituerait un court-circuit pour le champ primaire et rendrait le fonctionnement impossible;

3° Il faut de plus que les divers circuits qui peuvent se trouver en parallèle sur le stator ne constituent pas des courts-circuits vis-à-vis du champ secondaire, sinon les résistances seraient sans action.

Dans le cas particulier où l'on ne demande pas le démarrage sur résistances, le problème se simplifie considérablement : il suffit alors que le bobinage statorique à $2p_1$ pôles soit en court-circuit pour $2p_2$ pôles. Nous avons développé l'examen de ce type de bobinages dans la première partie de cette étude ; nous ne reviendrons donc pas sur cette question.

B. Utilisation de bobinages en étoiles multiples. — Les bobinages en étoiles multiples, dont nous avons établi le schéma dans la première partie de cette étude, constituent, en principe, un excellent bobinage de stator en cascade puisque les points d'alimentation d'une polarité sont des points neutres, par conséquent, des points équipotentiels, pour l'autre polarité. Ces bobinages ont souvent l'inconvénient de conduire à des nombres de phases d'alimentation incommodes.

Nous avons vu que ce mode de bobinage n'est pas applicable dans le cas où les quotients des deux nombres de paires de pôles par leur plus grand commun diviseur sont deux nombres dont l'un est égal à l'unité. Il ne sera donc pas applicable au moteur Hunt.

Il faut, de plus, vérifier si le bobinage en question ne constitue pas un court-circuit pour les autres polarités auxquelles la machine doit fonctionner, ce qui est souvent le cas, et empêche l'emploi de ce bobinage.

C. Bobinage utilisable quand les deux nombres de paires de pôles n'étant pas premiers entre eux, leurs quotients par leur plus grand commun diviseur sont l'un pair, l'autre impair. — Soit D le plus grand commun diviseur des deux nombres de paires de pôles p'_1 et p'_2.

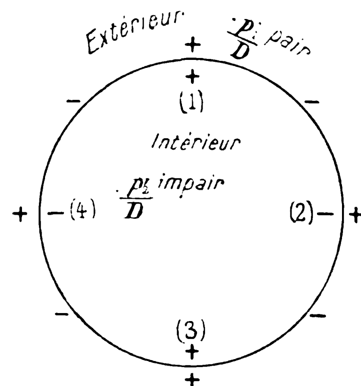


Fig. 23. — Diagramme de répartition des maxima des forces électromotrices dans quatre bobines dans le cas où les quotients des nombres de paires de pôles par leur plus grand commun diviseur sont l'un pair, l'autre impair.

Nous supposerons que $p_1 = \frac{p'_1}{D}$ est pair et que $p_2 = \frac{p'_2}{D}$ est impair.

Supposons d'abord que D soit égal à 2 ; p_1 étant pair, le premier nombre de pôles $2p'_1 = 2 \times 2p_1$ est multiple de 8 ; p_2 étant impair, le deuxième nombre de pôles $2p'_2 = 2 \times 2p_2$ est multiple impair de 4. A un instant donné, les polarités des champs en 4 points situés à 90° les uns des autres sur le stator sont donc telles qu'il est indiqué par la figure 23. Nous admet-

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 5, 12, 19, 26 novembre et 3 décembre 1927, t. XXII, p. 725-745, 775-796, 829-852, 881-905 et 945-963.

trons de plus que le nombre des bobines est multiple de 4, ce qui est normal, puisque l'un des nombres de pôles est multiple de 8. Les bobines sont alors groupées 4 par 4 comme il est indiqué par la figure 24. Les pôles étant disposés comme sur la figure 23, la somme des forces électromotrices induites dans les deux circuits en parallèle entre les bornes A et C est la même à la polarité p_1, et les bornes B et D sont équipotentielles pour cette polarité. De même, les deux circuits en parallèle entre B et D, ont des forces électromo-

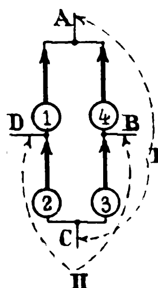


Fig. 24. — Couplage de bobinage de stator de moteur en cascade interne quand les quotients des nombres de paires de pôles par leur plus grand commun diviseur sont l'un pair, l'autre impair : I, bornes p_1 ; II, bornes p_2.

trices égales, à la polarité p_2, et A et C sont équipotentiels à cette polarité.

Les conditions nécessaires sont donc bien remplies.

Si D est un nombre pair quelconque égal à $2K$, on peut diviser la périphérie du stator en K parties homologues dont les bobines correspondantes seront montées en série K par K, les groupes ainsi obtenus étant couplés comme nous venons de le voir.

Enfin, si D est impair et égal à $2K+1$, sur une fraction égale à $\frac{1}{2K+1}$ de la périphérie, qui représente $2p_1$ ou $2p_2$ pôles suivant la polarité, on dédoublera chaque bobine en deux demi-bobines juxtaposées dans les mêmes encoches, qui seront respectivement couplées dans les groupes (1) et (3) ou dans les groupes (2) et (4), puisque les bobines (1) et (3) ont même force électromotrice et sont parcourues par des courants de même sens aux deux polarités, et qu'il en est de même des deux bobines (2) et (4) entre elles.

Ce bobinage sera toujours applicable quand p_1+p_2 sera impair, car alors p_1 et p_2 sont forcément, l'un pair, l'autre impair, et, de plus, la règle des attractions magnétiques impose une valeur de D supérieure à l'unité.

Ainsi nous trouverons ce bobinage pour $p_1+p_2=3$ (moteur Hunt), pour $p_1+p_2=5$, etc.

Pour $p_1=3$ et $p_2=1$, M. Creedy emploie un bobinage basé sur une idée analogue, mais plus compliqué.

D. Cas où le nombre des polarités est élevé. — Dans le cas où l'on a à prévoir plusieurs combinaisons de polarités primaires (p_{11}, p_{12}, p_{13}...) et secondaires (p_{21}, p_{22}, p_{23}...) telles que

$$p_{11}+p_{21}=p_{12}+p_{22}=p_{13}+p_{23}=\ldots,$$

pour ne pas trop compliquer les bobinages, on procède souvent comme il suit : on prévoit un bobinage statorique qui fournisse $2p_{11}$ pôles primaires et qui permette la circulation des courants à $2p_{21}$ pôles secondaires et l'insertion des rhéostats correspondants.

Pour les autres polarités, il suffit que le bobinage étant couplé à $2p_{12}$, à $2p_{13}$... pôles, les flux à $2p_{22}$, à $2p_{23}$... pôles n'y induisent aucune force électromotrice ; la marche en cascade se fera alors obligatoirement sur la combinaison de polarités $p_{11}+p_{21}$; pour obtenir les vitesses de base correspondant à $2p_{12}$, $2p_{13}$... pôles, aucun courant secondaire ne devant circuler dans le stator à ces polarités, ni pendant le passage de la vitesse de marche en cascade à la vitesse de base, il suffit donc que le flux à $2p_{22}$, à $2p_{23}$... pôles, ne produise aucune force électromotrice dans le stator. Ce qu'il faut, bien entendu, éviter, c'est que le bobinage couplé à $2p_{12}$ pôles, par exemple, soit en court-circuit pour le flux à $2p_{22}$ pôles, car alors le passage de la vitesse de marche en cascade à la vitesse de base se ferait dans de très mauvaises conditions.

En pareil cas, on pourra très souvent utiliser, pour certaines des polarités p_{12}, p_{13}... de simples bobinages ordinaires en étoile, où toutes les bobines de même phase sont couplées en série.

La force électromotrice induite dans un bobinage à $2p_m$ pôles par un flux à $2p_n$ pôles est, en effet, nulle pourvu que p_n ne soit pas multiple de p_m.

IV. Questions diverses concernant les moteurs en cascade interne. — A. Démarrage à la vitesse de marche en cascade par résistances introduites dans les circuits du rotor. — Supposons que les p_1+p_2 points du rotor qui doivent être mis en court-circuit pour la marche en cascade, ne le soient pas à l'arrêt et qu'ils soient réunis entre eux par p_1+p_2 résistances variables, les points du stator qui doivent être mis en court-circuit pour la marche en cascade étant, au contraire, court-circuités dès l'arrêt. Les courants induits dans les p_1+p_2 circuits du rotor se fermant à travers les résistances, produisent un couple moteur, et tendent, en même temps, à exciter le flux secondaire à la manière habituelle. Tant que la vitesse acquise par le moteur sera faible, la fréquence des courants induits dans le stator secondaire restera assez élevée. Celui-ci étant en court-circuit, le flux secondaire ne pourra avoir qu'une valeur assez réduite ; la force contre-électromotrice induite par ce flux secondaire dans les p_1+p_2 circuits du rotor sera également faible, et le moteur se comportera à peu près comme si le flux secondaire n'existait pas.

Quand, au contraire, la vitesse arrive au voisinage de celle de marche en cascade, la fréquence devient très faible dans le stator secondaire et il faut un flux

important pour y induire la force électromotrice correspondant à la chute de tension ohmique due au courant secondaire. Ce flux, prenant une importance beaucoup plus grande, induira dans le rotor une force contre-électromotrice élevée, et la tension aux bagues du rotor décroîtra très rapidement. Elle s'annulera et le rhéostat pourra être mis en court-circuit au moment où l'on atteindra la vitesse de marche en cascade, au glissement près qui correspond à la charge du moteur à cet instant. Les $p_1 + p_2$ points du rotor sont alors en court-circuit comme dans tout moteur normal en cascade.

Si l'on met ensuite en court-circuit $p_1 + p_2$ points équidistants des précédents, on atteint la vitesse de base à la manière habituelle.

Ce mode de démarrage sera très rarement utilisé, car il conduit à doubler le nombre des bagues. Il pourra cependant être employé dans des cas exceptionnels, par exemple, avec des stators à haute tension pour éviter l'emploi de résistances sur les circuits à haute tension du stator. On pourra aussi y avoir recours dans le cas de stators en étoile-polygone ne permettant pas l'utilisation de résistances rotoriques; par exemple, dans le cas d'un moteur à 36 bobines au stator et au rotor (fig. 30 de la troisième partie) et à 6 bagues, couplé pour 12 pôles au rotor. Ceci permet d'obtenir la vitesse de marche de 18 pôles avec démarrage sur résistances, en n'introduisant celles-ci que dans les circuits aboutissant à 3 des bagues.

Quelquefois, pour éviter d'avoir à pourvoir le rotor de $2\,(p_1 + p_2)$ bagues, on se contentera de $p_1 + p_2$ bagues, et d'un coupleur qui, au démarrage, réunira celles-ci aux $p_1 + p_2$ points devant être mis en court-circuit à la marche en cascade; puis, quand cette vitesse sera atteinte, le coupleur réunira en court-circuit les $p_1 + p_2$ points précédents et connectera aux bagues les $p_1 + p_2$ autres points.

B. Glissement des moteurs en cascade. — Les bobinages statorique et rotorique secondaires d'un groupe de 2 moteurs en cascade, ou d'un moteur en cascade interne, fonctionnent absolument comme ceux d'un moteur ordinaire.

Appelons ω la vitesse angulaire du champ primaire $\left(\omega = \frac{2\pi}{p_1} \times \text{fréquence}\right)$, ω_V la vitesse de rotation à vide et ω_R la vitesse de rotation en charge du moteur en cascade. La puissance P transmise par le stator primaire au rotor primaire se retrouve dans celui-ci sous forme mécanique pour la partie $P\frac{\omega_R}{\omega}$, et sous forme électrique pour la partie $P\frac{\omega - \omega_R}{\omega}$. La puissance transmise par le rotor secondaire au stator secondaire est $\alpha P \frac{\omega - \omega_R}{\omega}$, α étant légèrement inférieur à l'unité, et l'expression

$$(1 - \alpha)\, P\, \frac{\omega - \omega_R}{\omega}$$

représente les pertes rotoriques par effet Joule et les pertes secondaires dans le fer.

Le moteur secondaire fonctionnant comme un moteur ordinaire, son glissement propre g_1 a pour valeur

$$g_1 = \frac{r I_2^2}{\alpha P \frac{\omega - \omega_R}{\omega}},$$

en appelant $r I_2^2$ la perte par effet Joule statorique secondaire. Il faut bien remarquer que ce glissement g_1 est différent du glissement g du groupe constitué par l'ensemble des deux moteurs en cascade, ou du moteur en cascade combiné : en effet, au fur et à mesure que le moteur glisse, la fréquence des courants rotoriques augmente, ce qui tend à faire accélérer le moteur secondaire; le glissement g_1 est donc certainement plus grand que le glissement résultant g. La fréquence des courants rotoriques en charge et celle des courants rotoriques à vide sont dans le rapport de $\omega - \omega_R$ à $\omega - \omega_V$. Si la fréquence des courants rotoriques avait, à vide, la même valeur qu'en charge, le moteur en cascade tournerait à vide à une vitesse angulaire

$$\omega'_V = \omega_V \frac{\omega - \omega_R}{\omega - \omega_V}.$$

Le glissement propre du moteur secondaire a pour expression

$$g_1 = \frac{\omega'_V - \omega_R}{\omega'_V}.$$

Remplaçant ω'_V par sa valeur, il vient

$$g_1 = \frac{\omega - \omega_R \frac{\omega}{\omega_V}}{\omega - \omega_R}.$$

Egalons les deux valeurs trouvées pour g_1,

$$\frac{r I_2^2}{\alpha P \frac{\omega - \omega_R}{\omega}} = \frac{\omega - \omega_R \frac{\omega}{\omega_V}}{\omega - \omega_R},$$

$$\frac{r I_2^2}{\alpha P} = 1 - \frac{\omega_R}{\omega_V}.$$

Le second membre est l'expression habituelle du glissement g d'un moteur ordinaire. On a donc

$$g = 1 - \frac{\omega_R}{\omega_V} = \frac{r I_2^2}{\alpha P};$$

α étant, comme nous l'avons dit, très voisin de l'unité, le glissement du moteur en cascade est sensiblement égal au quotient de la perte par effet Joule statorique secondaire par la puissance utile du moteur.

Dans un moteur ordinaire, le glissement est égal au quotient de la perte par effet Joule rotorique par la puissance utile transmise au rotor; la perte par effet Joule rotorique représente, en première approximation, la moitié des pertes par effet Joule totales. Dans le moteur en cascade, la perte par effet Joule statorique secondaire représente, dans les mêmes conditions, un quart seulement des pertes par effet Joule totales du moteur : à égalité de pertes par effet Joule totales d'un moteur en cascade et d'un moteur ordinaire de même puissance à la même vitesse, le moteur en cascade glissera moitié moins que le moteur ordinaire. En fait, quand p_1 est plus grand que p_2, ce qui est le cas le plus fréquent, les pertes par effet Joule statoriques secondaires sont encore plus faibles, ce qui réduit encore le glissement.

C. **Pertes dans le fer des moteurs en cascade interne.** — Cette question est fort complexe et ne paraît pas avoir été élucidée jusqu'à présent. Elle se présente d'ailleurs de façon très différente pour le stator et pour le rotor.

1. Pertes dans le fer du stator. — Dans le stator se superposent deux flux à fréquences différentes, l'une qui est la fréquence fondamentale, l'autre qui est, au contraire, très basse. La pulsation du flux primaire fait, pendant la durée d'une période primaire, varier l'induction de $+B_1$ à $-B_1$ autour de la valeur B_2 due au flux secondaire, valeur que l'on peut considérer comme constante pendant toute la durée d'une période primaire puisque B_2 ne varie que très lentement.

1° *Pertes par courants de Foucault.* — La perte par courants de Foucault due au flux primaire, perte qui ne dépend que de la variation de l'induction $B_1 + B_2$ est la même, pour une même valeur de B_1, que si B_2 était nulle, puisque la variation de B_2 est extrêmement lente. La perte par courants de Foucault due à l'induction secondaire B_2 est négligeable comme elle l'est dans le rotor des moteurs asynchrones ordinaires.

2° *Pertes par hystérésis.* — En ce qui concerne les pertes par hystérésis, le phénomène est plus complexe et les résultats publiés par divers expérimentateurs (1) ne suffisent pas à élucider la question; la plupart des physiciens qui se sont attaqués à cette question ont, en effet, étudié de petites variations rapides de l'induction B_1 autour d'une valeur principale B_2 beaucoup plus élevée due, par exemple, à une excitation en courant continu. En pareil cas, la perte par hystérésis croît assez vite avec la valeur de l'induction permanente B_2 due à l'excitation en courant continu, mais il semble que, quand la valeur de l'induction alternative B_1 croît, le facteur d'augmentation décroisse. Ainsi, une induction alternative $B_1 = 2\,000$ unités C.G.S. donnant lieu à une perte par hystérésis W_{2000} quand B_2 est nul, donnera lieu à une perte W'_{2000} plus grande que W_{2000} quand B_2 prendra la valeur $8\,000$. Soit $\frac{W'_{2000}}{W_{2000}} = A$. Si maintenant nous partons de $B_1 = 6\,000$, nous trouverons pour $B_2 = 0$ une perte W_{6000} et pour $B_2 = 8\,000$ une perte W'_{6000} supérieure à W_{6000}. L'expérience montre que $\frac{W'_{6000}}{W_{6000}} = A_1$ est plus petit que $\frac{W'_{2000}}{W_{2000}} = A$.

Ball a donné (1) pour valeur de A, pour une tôle au silicium de qualité moyenne, l'expression suivante

$$A = 1 + 0,3 \times 10^{-7} \times B_2^{1,9}.$$

D'après Spooner (2) quand les valeurs de B_1 sont un peu élevées, par exemple de l'ordre de $5\,000$ à $6\,000$ unités C. G. S., la valeur de A qui a été établie par des essais avec $B_1 = 1\,000$ à $2\,000$ est trop élevée. Ainsi, pour $B_2 = 10\,000$ unités C. G. S, on obtient $A = 2,2$. Comme la valeur de B_2 subit, pendant une période de variation du champ secondaire, une variation lente de 0 à son maximum, pour avoir la valeur de A à introduire dans le calcul des pertes, il faut prendre la valeur moyenne de $B_2^{1,9}$ durant cette période, soit à peu près $\overline{7\,000}^{1,9}$ dans le cas considéré, ce qui donne $A = 1,6$. Cette valeur étant trop élevée d'après Spooner, on voit que le coefficient de majoration sera probablement voisin de 1,4 ou 1,5.

2. Pertes dans le fer du rotor. — Dans le rotor, les conditions sont tout à fait différentes de ce qu'elles sont dans le stator. Les deux flux ont, par rapport au rotor, la même fréquence, mais les inductions maxima résultantes varient dans les différentes régions suivant la loi du diagramme à $p_1 + p_2$ branches que nous avons étudié. Connaissant ce diagramme, on pourra procéder comme il suit : divisons la zone qui sépare deux maxima consécutifs (points 0° et 120° du cercle du champ bipolaire dans la figure 7) en un nombre arbitraire de parties, par exemple en 4 parties; les inductions qui correspondent aux 4 points de division sont représentées par les rayons vecteurs des points 0°, 30°, 60°, 90° de la courbe à $p_1 + p_2$ branches. On calculera les pertes du quart de la denture pour l'induction qui correspond au point 0° de la courbe, de la moitié pour les inductions relatives aux points 30° et 90° qui sont identiques entre elles, et du dernier quart pour l'induction du point 60°. Bien entendu, la courbe à $p_1 + p_2$ branches à employer est celle des inductions et non celle des forces magnétomotrices. On procédera de même pour le noyau.

3. Pertes par pulsation dans la denture. — Les pertes par pulsation dans la denture, tant du stator que du

(1) Spooner. *Transactions of the american Institute of electrical Engineers*, 1915, p. 2671.
Ball. Ibidem, p. 2693.
Yasujiro Niwu et Yoshihiro Asami. *Researches of the electrotechnical Laboratory Tokyo*, juin 1923, n° 124.
Spooner. *The electric Journal*, septembre 1925, t. XXII, p. 442-445.

(1) Ball. *Loc. cit.*
(2) Spooner. *Loc. cit.*

rotor, pertes qui sont dues surtout aux courants de Foucault, sont plus faibles à la marche en cascade qu'aux vitesses de base du fait que la fréquence de passage des dents du rotor devant celles du stator est plus basse.

4. Pertes globales. — M. Hunt a constaté que, pour un même flux primaire, la perte totale dans le fer de la machine n'est guère plus élevée, et est même quelquefois plus faible à la marche en cascade qu'à la vitesse de base correspondante. Ceci paraît d'autant plus vraisemblable que M. Hunt emploie en général des moteurs à encoches ouvertes où la perte par pulsation du flux dans la denture est, sans doute, assez élevée. Il a, en outre, constaté que si l'on veut pousser l'induction assez loin au delà de sa valeur normale, il n'en est plus de même. Cela tient probablement à ce que, en pareil cas, on atteint la saturation dans le noyau statorique, ce qui provoque des fuites de flux dans la carcasse en fonte, tandis qu'à la vitesse de base la saturation du noyau n'est jamais atteinte. Cette considération limite d'ailleurs les inductions dans la couronne du stator au voisinage de 14000 à 15000 unités C. G. S. Dans la denture, la limite des inductions est, au contraire, donnée par les courants magnétisants.

D. **Valeurs de l'induction à admettre dans les moteurs à cascade interne.** — 1. Puissance magnétisante correspondante. — 1° *Inductions dans la denture.* — Les deux champs du moteur tournant à des vitesses différentes, il y a des moments où les maxima de ces deux champs coïncident ; à ces instants, les inductions correspondant aux deux champs s'ajoutent arithmétiquement dans le circuit magnétique. Celui-ci doit donc être établi de façon à rendre possible, sans saturation excessive, une induction égale à la somme des inductions des deux champs composants. Sous ce rapport, le moteur en cascade diffère essentiellement du moteur asynchrone ordinaire ; dans celui-ci le maximum du champ tournant existe à tout instant en deux ou en un plus grand nombre de points du circuit magnétique. Dans le moteur en cascade, au contraire, les maxima des deux champs ne s'ajoutent qu'à certains instants, et encore, à ces instants, ne s'ajoutent-ils qu'en un petit nombre de points. Ainsi, pour un moteur à 4-8-12 pôles (fig. 3) les inductions maxima ne peuvent s'ajouter simultanément qu'en deux points, tandis qu'il y a 4 maxima pour le premier champ et 8 pour le second. La zone où l'induction est voisine de cette valeur maximum a sensiblement la même largeur que dans le moteur à 8 pôles. On pourra donc admettre les valeurs maxima de l'induction plus élevées que dans un moteur ordinaire. Il est d'ailleurs évident qu'une déformation importante des champs se produit quand la saturation intervient, chacun des deux flux tendant à passer dans les zones de moindre saturation qui sont des zones de moindre réluctance ; ces zones étant plus étendues que dans un moteur ordinaire, le phénomène, déjà très sensible dans les moteurs normaux, sera plus accentué dans les moteurs en cascade.

Néanmoins, il est clair que les courants magnétisants croissant entrêmement vite quand on augmente les inductions, l'induction maximum ne pourra pas être prise égale à la somme des inductions maxima que l'on adopterait si chacun des deux flux devait exister seul dans le circuit magnétique. On ne pourra guère en pratique dépasser dans la denture que de 20 à 25 pour 100 l'induction maximum que l'on admet dans les moteurs courants. Si on se limite pour ceux-ci à 19 000 unités C. G. S., abstraction faite de toute considération de déformation du champ, on ne devra pas, dans les mêmes conditions, dépasser pour le moteur en cascade 23000 à 24 000 unités C. G. S. pour la somme des deux inductions composantes.

On voit donc que si les deux inductions sont, par exemple, dans le rapport $\frac{B_1}{B_2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$, on pourra prendre au maximum

$$B_1 = 23\,500 \frac{2}{2+\sqrt{3}} = 12\,600 \text{ unités C.G.S},$$

au lieu de 19 000 dans un moteur normal.

Nous verrons plus loin les conséqnences que ceci entraîne au point de vue de la détermination des dimensions générales du moteur.

2° *Inductions dans le fer des couronnes du stator et du rotor.* — Les conditions sont assez différentes de ce qu'elles sont pour la denture. En effet, pour les moteurs usuels, les inductions y sont en général assez modérées et très éloignées de la saturation. L'induction maximum imposée par la saturation dans le moteur en cascade pourra souvent être voisine de la somme des inductions qui seraient admises normalement dans un moteur ordinaire pour chacune des deux polarités.

2. Calcul de la puissance magnétisante pour l'entrefer. — Calculons maintenant la puissance magnétisante requise pour l'entrefer par un tel moteur. Celle-ci est, on le sait, proportionnelle à la valeur moyenne du carré de l'induction dans l'entrefer. L'induction due au premier champ peut être représentée par $B_1 \sin\varphi$ et celle du second champ, par $B_2 \sin\psi$, φ et ψ étant des angles qui varient l'un et l'autre de $-\frac{\pi}{2}$ à $+\frac{\pi}{2}$. Toutes les valeurs de ces deux champs se trouvent combinées aux différents instants du fonctionnement. La valeur moyenne du carré de l'induction dans l'entrefer sera

$$\frac{1}{\pi^2}\int_{\varphi=-\frac{\pi}{2}}^{\varphi=+\frac{\pi}{2}}\int_{\psi=-\frac{\pi}{2}}^{\psi=+\frac{\pi}{2}}(B_1\sin\varphi+B_2\sin\psi)^2 d\psi\, d\varphi=\frac{1}{2}(B_1^2+B_2^2).$$

Pour un moteur ordinaire, c'est $\frac{1}{2}B^2$. La puissance magnétisante pour l'entrefer du moteur en cascade est donc simplement la somme des puissances magnéti-

santes correspondant aux deux champs composants. On peut dire que l'induction efficace dans l'entrefer est la racine carrée de la somme des carrés des inductions efficaces des deux champs composants, de même que, les pertes par effet Joule du stator étant la somme des pertes par effet Joule dues aux deux courants composants, la densité de courant efficace dans le cuivre du stator est la racine carrée de la somme des carrés des densités de courant efficaces dues aux deux courants composants.

E. **Avantages des moteurs en cascade interne.** — Ce que nous avons vu sur les bobinages de rotors en cascade, permet d'apprécier l'intérêt des moteurs en cascade interne pour la réalisation de polarités multiples : le rotor en étoile-polygone simple à $4N'$ bobines convient en cascade pour un nombre de pôles égal à $2N'$; nous savons, d'autre part, qu'un tel rotor permet la marche en moteur ordinaire à tous les nombres de pôles inférieurs à $2N'$; un quelconque de ces nombres pouvant être pris comme nombre de pôles de base (sauf si N' est pair, auquel cas il faut, comme nous le savons, 2 bagues de plus), nous voyons qu'avec N' bagues réunies à N' sections en étoile (ou $N'+2$ bagues réunies à $2N'$ sections en étoile), nous pourrons démarrer sur résistances pour toutes les polarités inférieures ou au plus égales à $2N'$ pôles (puisque en cascade pour $2N'$ pôles, les résistances sont introduites dans le stator). Au contraire, si l'on n'use pas de l'artifice de la marche en cascade, il faut $2N'$ bagues, soit un nombre double (ou à peu près double) du précédent pour obtenir une vitesse de moins, puisque la marche à $2N'$ pôles est impossible comme nous le savons avec les bobinages en étoile-polygone.

De même, avec deux bobinages à $4N'$ bobines chacun, soit $8N'$ bobines au total, le fonctionnement en cascade a lieu à $8N'$ pôles avec, comme vitesses de base, celles qui correspondent à tous les nombres de pôles intermédiaires entre $2N'$ et $6N'$, avec $2N'+1$ bagues.

En moteur ordinaire avec $4N'-1$ bagues, on a les mêmes vitesses, celle de marche en cascade étant exceptée.

Ainsi, avec 8 bagues et un bobinage en étoile-polygone simple à 24 bobines, on fonctionne en cascade à 12 pôles, et aux polarités de base de 2, 4, 6, 8, 10 pôles. Avec le même bobinage, en moteur ordinaire, il faut 12 bagues pour obtenir seulement 2, 4, 6, 8, 10 pôles.

Avec 7 bagues et un bobinage en étoile-polygone double de 24 bobines (en 2 fois 12 bobines), on a 8, 10, 12, 14, 16 pôles, et, en cascade, 24 pôles. En moteur ordinaire, le même bobinage, avec 11 bagues, donne les mêmes vitesses, excepté celle de 24 pôles.

Le montage en cascade a l'inconvénient de conduire, comme nous le verrons, à des bobinages de stator beaucoup plus compliqués, mais pour certaines applications, l'avantage de la réduction du nombre des bagues l'emporte de beaucoup sur l'inconvénient de l'augmentation du nombre de touches de l'appareil de manœuvre.

Types de moteurs en cascade interne les plus intéressants. — Les types de moteurs en cascade interne dont l'emploi paraît le plus avantageux sont ceux qui donnent le moins grand nombre de bornes au stator; ce sont ceux pour lesquels p_1+p_2 est impair, à cause du groupement par 4 des bobines du stator (fig. 24).

Les combinaisons à double bobinage rotorique, avec p_1+p_2 multiple de 4, paraissent présenter aussi un certain intérêt.

F. **Fonctionnement des moteurs en cascade sur courant monophasé.** — Nous mentionnerons simplement que M. Hunt a vérifié la possibilité de fonctionnement des moteurs en cascade sur courant monophasé (¹).

G. **Moteurs asynchrones en cascade interne synchronisés.** — M. Hunt a imaginé d'exciter en courant continu, grâce à l'emploi de bobinages convenables, le stator secondaire de ses moteurs en cascade, ce qui permet de les transformer en moteurs asynchrones synchronisés (²). Nous nous bornerons à mentionner ici cette application des moteurs en cascade, qui sort du cadre de cette étude.

H. **Le phénomène de Görges considéré comme un cas particulier du couplage en cascade interne.** — Supposons que les nombres de paires de pôles primaire et secondaire d'un moteur en cascade interne soient égaux ; le quotient de ces nombres par leur plus grand commun diviseur est égal à l'unité $p_1=p_2=1$, $p_1+p_2=2$. On est donc conduit, pour réaliser un tel moteur, à adopter un bobinage rotorique monophasé; la vitesse du moteur en cascade est égale à la moitié de celle du moteur primaire du fait que $\frac{p_1}{p_1+p_2}=\frac{1}{2}$.

Les nombres de pôles primaire et secondaire étant égaux, on ne pourra pas éviter l'induction mutuelle entre stator primaire et stator secondaire, et les courants secondaires à basse fréquence se fermeront par le réseau.

On retrouve ainsi toutes les caractéristiques de la marche à demi-vitesse des moteurs asynchrones à rotor monophasé, phénomène bien connu de tous les électriciens, découvert jadis par Görges, qui se trouve ainsi ramené à être un cas particulier du fonctionnement du moteur asynchrone à cascade interne (³). Nous avons déjà mentionné ce phénomène dans la première partie de cette étude.

I. **Fonctionnement des moteurs en cascade en moteurs à champ double.** — Il paraît possible de

(¹) Hunt. *The Electrician*, 16 avril 1920.

(²) Hunt et Sandycroft. *Brevet français n° 470 706* du 9 avril 1914, nos *480 519* et *480 570* du 27 décembre 1914, nos *496 157* et *534 370* du 4 février 1919, n° *534 370* du 22 avril 1921, n° *569 564* du 7 août 1923. Creedy; *Brevet anglais n° 239 571* du 8 mai 1924.

(³) Görges. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1896, p. 517, et *L'Éclairage électrique*, 24 avril 1897, t. xi, p. 218-220.

faire fonctionner les moteurs en cascade en moteurs à champ double. Soit, par exemple, un moteur en cascade à 12 pôles ($p_1 + p_2 = 6$), dont le stator soit couplé pour 10 pôles ; nous savons que pour 10 pôles primaires, le champ secondaire est bipolaire ; à la vitesse de base de 10 pôles, les 6 bagues du rotor sont parcourues par des courants hexaphasés. Supposons que, le rotor ayant été amené à une vitesse double du synchronisme de 10 pôles (soit à 1 200 t : mn dans le cas de courants à 50 p : s), le stator étant, bien entendu, couplé pour 10 pôles primaires et relié à la ligne, on alimente le rotor en courants hexaphasés à la fréquence fondamentale. En raison des 6 courts-circuits permanents qui existent dans le rotor, ces courants hexaphasés vont produire à la fois un champ à 10 pôles et un champ bipolaire tournant en sens inverse du précédent, de même que, lors du passage de la vitesse de marche en cascade à la vitesse de base de 10 pôles, les 6 courts-circuits du rotor produisent un flux bipolaire. Si les connexions ont été faites de façon que le champ à 10 pôles tourne par rapport au rotor, en sens inverse du mouvement, et le champ bipolaire, dans le sens du mouvement, le premier tournera synchroniquement avec le champ à 10 pôles excité par le stator et s'accrochera avec lui, ce qui permettra le fonctionnement en moteur à champ double.

Le champ bipolaire excité par le rotor sera un champ parasite analogue au champ tournant en sens inverse du mouvement des moteurs asynchrones monophasés. Ce champ bipolaire tournant dans le sens du mouvement tournera à une très grande vitesse par rapport au stator (à 4 200 t : mn dans le cas de courants à 50 p : s), et il y produira des pertes dans le fer très élevées, ce qui limitera beaucoup l'intérêt pratique de ce mode de fonctionnement.

De même, dans le cas de $p_1 + p_2 = 7$, la machine pourra fonctionner en moteur à champ double au double de la vitesse de synchronisme de 10 pôles ; le rotor devra être alimenté en courants à 7 phases ; le champ parasite sera tétrapolaire, et, dans le cas de courants à 50 p : s, il tournera à une vitesse absolue de 2 700 t : mn, donnant encore lieu à des pertes dans le fer élevées.

Le démarrage se fera sur résistances à une polarité de base donnant une vitesse supérieure à la vitesse de synchronisme en moteur à champ double, et en accrochant au passage de celle-ci. Ainsi, dans les deux cas précédents, on démarrera en couplant le stator à 4 pôles et en insérant des résistances dans le rotor à la manière habituelle ; au moment du passage à la vitesse de synchronisme du moteur à champ double, on fera le couplage à 10 pôles correspondant, et le moteur s'accrochera.

V. Moteur en cascade de Hunt à nombre de pôles multiple de 6, ($p_1 = 2$, $p_2 = 1$, $p_1 + p_2 = 3$). — Dans une partie de ce qui suit, nous parlerons de champs à 2 pôles et à 4 pôles bien que le moteur en cascade à 6 pôles soit magnétiquement déséquilibré ; ceci a pour but de simplifier les schémas, qui pour 4, 8, 12 pôles, par exemple, résultent simplement de la juxtaposition de deux schémas à 2, 4, 6 pôles. Il doit donc être bien entendu que les polarités multiples de 2, 4, 6 pôles sont seules admissibles, ainsi que nous l'avons démontré, lors de l'étude des attractions magnétiques.

A. **Bobinages de rotors.** — 1. Bobinage monophasé. — Nous avons vu, dans l'étude des généralités sur les rotors en cascade, un bobinage pour $p_1 = 2$, $p_2 = 1$ constitué simplement par 3 bobines juxtaposées (fig. 9). Nous avons constaté que le diagramme de ce bobinage était très médiocre. Cet enroulement, qui a été indiqué par M. Creedy, à titre d'exemple d'application des principes généraux concernant les rotors en cascade, n'a, croyons-nous, jamais été appliqué.

Le bobinage modifié comme l'indique la figure 10 serait excellent. En réalité, les bobines élémentaires n'ayant pas toutes le même pas, l'exécution de ce bobinage n'est pas très commode, surtout si l'on veut prévoir un bobinage auxiliaire pour atteindre les vitesses de base. Il ne semble pas que ce bobinage ait été utilisé.

2. Bobinages primitifs de M. Hunt. — 1° *Premier bobinage.* — Le premier bobinage de M. Hunt (fig. 25) était constitué par la combinaison de deux bobinages,
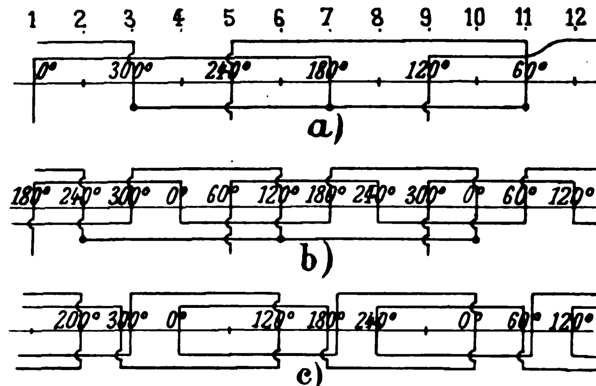


Fig. 25. — Schéma du premier bobinage rotorique de M. Hunt pour moteur en cascade à 2 + 4 = 6 pôles : a) Bobinage bipolaire ; b) bobinage tétrapolaire ; c) bobinage résultant.

l'un bipolaire (fig. 25 a), l'autre tétrapolaire (fig. 25 b), tous deux à pas diamétral, le bobinage tétrapolaire ayant deux fois plus de conducteurs que le bobinage bipolaire, et ce dernier n'occupant que la moitié des encoches. La combinaison de ces deux bobinages donne celui de la figure 25 c. Le diagramme est celui de la figure 26, qui apparaît comme assez médiocre. On voit que le tiers des conducteurs disparaît dans la combinaison ; en outre, toutes les connexions ont la longueur correspondant au bobinage tétrapolaire, très inférieure à celle du bobinage bipolaire ; la combinaison entraîne donc une sérieuse réduction des pertes dans le cuivre par rapport aux bobinages com-

posants ; en contre-partie, l'utilisation de la place des encoches n'est que de 50 pour 100, ce qui est assez médiocre.

2° *Rapport des inductions aux deux polarités.* — Le nombre des conducteurs du bobinage bipolaire est la moitié de celui des conducteurs du bobinage tétrapolaire ; le coefficient de bobinage est égal à l'unité dans les deux cas ; on a donc :

$$p_1 = 2, \quad p_2 = 1, \quad n_1 = 2n_2, \quad q_1 = q_2 = 1.$$

L'équation

$$\frac{n_1 q_1 B_1}{p_1} = \frac{n_2 q_2 B_2}{p_2}$$

donne

$$B_1 = B_2 \text{ (1)}.$$

Ce résultat peut être obtenu sans passer par l'intermédiaire des deux bobinages composants : le courant de

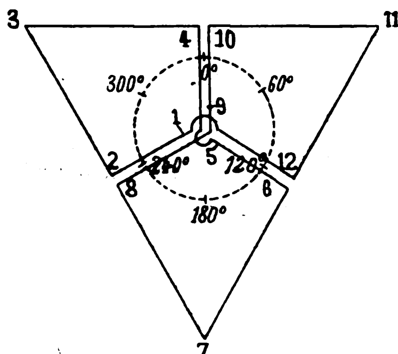


Fig. 26. — Diagramme vectoriel du bobinage de rotor en cascade de la figure 25.

tous les conducteurs du bobinage résultant, réagit sur chacun des deux champs ; on peut donc considérer que, à ce point de vue, $n_1 = n_2$; chaque phase du bobinage résultant est composée de deux spires qui, dans le champ tétrapolaire, sont décalées l'une par rapport à l'autre d'un pas polaire, et ont un pas diamétral ; on a donc $q_1 = 1$.

Dans le champ tripolaire, au contraire, ces spires sont à pas raccourci de moitié $\left(q'_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$, et sont décalées l'une par rapport à l'autre de $\frac{\pi}{2}$ $\left(q''_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$; le coefficient de bobinage résultant vis-à-vis du champ bipolaire est donc $q_2 = \frac{1}{2}$. Avec $n_1 = n_2$; $q_1 = 1$, $q_2 = \frac{1}{2}$, l'on retrouve $B_1 = B_2$. C'est cette dernière méthode de calcul qui convient pour les bobinages établis par le procédé de M. Creedy et qui donne directement le bobinage résultant sans passer par l'intermédiaire des bobinages composants.

(1) Si l'on augmente le nombre des encoches du rotor en les dédoublant, par exemple ; comme la moitié des encoches seulement contiennent des conducteurs de l'enroulement bipolaire, on voit immédiatement que le coefficient de bobinage de ce dernier est le coefficient normal des bobinages à douze phases, soit 0,99, tandis que pour le bobinage à 4 pôles, il est égal au coefficient des bobinages hexaphasés ordinaires, soit 0,956. On trouve alors

$$B_1 = \frac{0,99}{0,956} B_2 = 1,03 \ B_2.$$

Le flux bipolaire est double du flux tétrapolaire ; les ampères-tours bipolaires, sont, au contraire, moitié des ampères-tours tétrapolaires, alors que pour bien faire, il faudrait que les flux fussent à peu à près proportionnels aux ampères-tours correspondants. Le résultat sera médiocre.

3° *Passage de la vitesse de marche en cascade aux vitesses de base.* — Pour passer de la vitesse de marche en cascade à l'une des vitesses de base, on prévoit un bobinage auxiliaire logé dans les places vides des encoches ; le bobinage de cascade n'occupant que la moitié des places disponibles, on constitue le bobinage auxiliaire par un bobinage identique au bobinage de cascade, à cette seule différence près qu'il n'est pas fermé en court-circuit sur lui-même, mais réuni, en étoile, par exemple, à trois bagues. M. Hunt avait imaginé (1) un dispositif à six bagues permettant, pour le passage de la vitesse de marche en cascade à l'une des vitesses de base, de supprimer le court-circuit du bobinage en cascade et, par conséquent, la superposition des deux champs, le champ de la vitesse de base que l'on désire atteindre subsistant seul. Ceci n'a, d'ailleurs, qu'un intérêt médiocre puisque, la vitesse de base une fois atteinte et les bagues mises en court-circuit, le flux de cascade disparaît en tous cas.

Ce bobinage n'est plus employé actuellement.

4° *Modification de ce bobinage.* — Pour réduire le flux bipolaire et augmenter l'utilisation de la place dans les encoches, M. Hunt a proposé d'utiliser un bobinage bipolaire à trois conducteurs par phase (trois encoches situées à 120° contiennent chacune deux conducteurs) ayant, par conséquent, son point neutre sur une face du rotor et ses sorties sur l'autre (2). Le nombre des conducteurs bipolaires ayant augmenté dans le rapport 3/2, le flux correspondant est réduit dans le rapport 2/3. Cette disposition à nombre impair de conducteurs est peu pratique et n'a pas été retenue.

5° *Second bobinage.* — Un autre bobinage, donnant l'utilisation totale des encoches est montré par la figure 27. Le bobinage tétrapolaire est triphasé (et non hexaphasé) à pas raccourci de 1 tiers (fig. 27 b) ; le bobinage bipolaire comporte le même nombre de conducteurs que le bobinage tétrapolaire ; il est hexaphasé et à pas raccourci de deux tiers (fig. 27 a). La moitié des conducteurs disparaissent dans le bobinage résultant

(1) *Brevet français, n° 406 401* du 23 août 1909 de M. Hunt.

(2) *Addition n° 7 931* du 10 juillet 1907 au *Brevet n° 367 908* de M. Hunt.

(fig. 27 c), de sorte que celui-ci a le même nombre de conducteurs que chacun des bobinages composants; en outre, toutes les encoches sont pleines. Le dia-

Fig. 27. — Schéma du second bobinage rotorique de M. Hunt pour moteur en cascade à $2 + 4 = 6$ pôles : a) Bobinage bipolaire; b) bobinage tétrapolaire; c) bobinage résultant.

gramme est celui de la figure 28, qui est peu satisfaisant; ce diagramme est le même que celui de la figure 9.

Supposons, ce qui est le cas habituel, que chaque bobine soit répartie dans plusieurs encoches. Pour le bobinage à quatre pôles qui est, nous l'avons dit, tri-

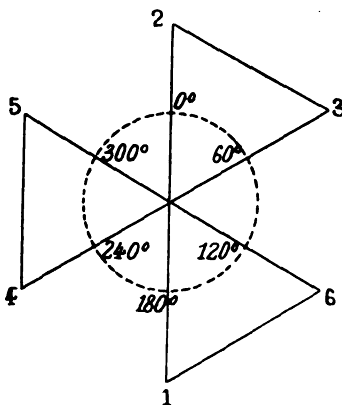


Fig. 28. — Diagramme vectoriel du bobinage de rotor en cascade de la figure 27.

phasé et à pas raccourci de un tiers, les coefficients de bobinage ont pour valeurs

$$q'_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 0{,}956,\quad q''_1 = \frac{\sqrt{3}}{2},\quad q_1 = \frac{3}{4} \times 0{,}956.$$

Pour le bobinage bipolaire, hexaphasé, à pas raccourci des deux tiers, les coefficients de bobinage sont

$$q'_2 = 0{,}956,\ q''_2 = 0{,}5,\ q_2 = 0{,}5 \times 0{,}956.$$

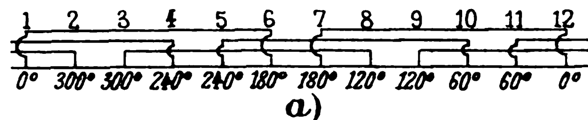
Les nombres de spires étant les mêmes pour les deux bobinages, on a

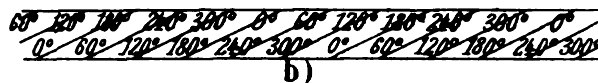
$$\frac{3}{4} \times 0{,}956\, B_1 = \frac{0{,}5 \times 0{,}956\, B_2}{1}$$

$$B_2 = \frac{3}{4} B_1.$$

Les coefficients de bobinage très bas, et la dispersion élevée du bobinage tétrapolaire triphasé à pas raccourci, rendent cet enroulement médiocre.

3. Bobinage normal. — L'enroulement normalement employé par M. Hunt est celui que M. Creedy a par la suite considérablement développé comme enroulement en étoile-polygone. Cet enroulement, qui est représenté par la figure 12 avait été obtenu par M. Hunt en superposant un enroulement bipolaire, hexaphasé, à pas diamétral (fig. 29 a) et un enrou-





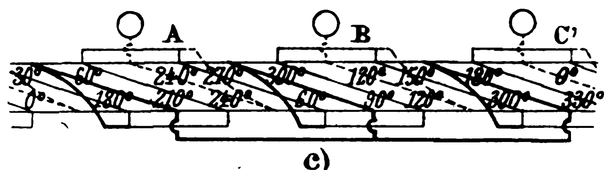


Fig. 29. — Schéma de bobinage en étoile-polygone normal de M. Hunt pour rotor de moteur en cascade à $2 + 4 = 6$ pôles : a) Bobinage bipolaire; b) bobinage tétrapolaire; c) bobinage résultant.

lement tétrapolaire, hexaphasé à pas raccourci d'un tiers (fig. 29 b). La composition des bobinages élémentaires donne dans la moitié des encoches un seul conducteur et dans l'autre moitié trois conducteurs dont deux sont parcourus par un conducteur de même phase et le troisième, par un courant déphasé de 60° sur celui des deux autres. On couple en polygone (triangle) un conducteur de chaque encoche, pris parmi les deux conducteurs portant le même courant pour les encoches à trois conducteurs. Les deux conducteurs restant dans celles-ci peuvent être réunis dans chaque encoche en un seul conducteur supportant un courant $\sqrt{3}$ fois plus fort, ce qui s'obtient en couplant les conducteurs correspondants en étoile et en les branchant

aux sommets du triangle des autres conducteurs. Le schéma résultant (fig. 29 c) coïncide avec celui de la figure 12. Le bobinage résultant a, comme on le voit, un pas diamétral à 4 pôles. La figure 5 représente un rotor de ce genre.

1° *Rapport des inductions aux deux polarités.* — Le rapport des deux inductions se calcule comme suit : Le nombre n_1 des spires, à 4 pôles, est double du nombre n_2 des spires à deux pôles.

Les coefficients de bobinage à 4 pôles sont, dans le cas de plusieurs encoches par pôle et par phase,

$$q'_1 = 0{,}956, \quad q''_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}, q_1 = 0{,}956 \times \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

A deux pôles, ces coefficients ont pour valeurs

$$q'_2 = 0{,}956, \quad q''_2 = 1 \quad q_2 = 0{,}956.$$

L'égalité

$$\frac{n_1 q_1 B_1}{p_1} = \frac{n_2 q_2 B_2}{p_2}$$

donne alors

$$B_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} B_1 = 0{,}866\ B_1.$$

Ce rapport peut être considéré comme assez satisfaisant.

Vérifions, à titre d'application, que l'on trouve bien le même résultat en écrivant que la force électromotrice induite dans un circuit du rotor est la même pour les deux flux.

Le schéma du bobinage résultant comportant 12 divisions, chacune représente 60° pour le flux tétrapolaire, et 30° pour le flux bipolaire. En supposant que chaque bobine élémentaire occupe des encoches uniformément réparties sur la largeur d'une division, on a, pour le bobinage résultant

$$q'_1 = 0{,}955, \quad q'_2 = 0{,}99.$$

La pas du bobinage résultant est diamétral à 4 pôles, raccourci de moitié à 2 pôles

$$q''_1 = 1, \qquad q''_2 = 0{,}707,$$
$$q_1 = 0{,}956, \quad q_2 = 0{,}700.$$

On a alors, comme il a été établi précédemment (en faisant $n_E = n_P$),

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{\left(\frac{n_E}{n_P}\sin\frac{p_1}{p_1+p_2}\pi + \sin\frac{p_1}{p_1+p_2}\frac{\pi}{2}\right) q_1}{\left(\frac{n_E}{n_P}\sin\frac{p_2}{p_1+p_2}\pi + \sin\frac{p_2}{p_1+p_2}\frac{\pi}{2}\right) q_2}$$
$$= \frac{\left(\sin\frac{2}{3}\pi + \sin\frac{1}{3}\pi\right) q_1}{\left(\sin\frac{1}{3}\pi + \sin\frac{1}{6}\pi\right) q_2} = \frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3}+1} \times \frac{0{,}956}{0{,}700} = \sqrt{3},$$

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

2° *Force magnétomotrice du rotor.* — Le bobinage tétrapolaire (fig. 29 b) primaire, comporte 4 bobines de chaque phase; en désignant par n'_2 le nombre de spires par bobine ($n_1 = 4n'_1$), et les notations m, q, n, I conservant les significations indiquées dans les généralités sur les bobinages en cascade, on a, pour le bobinage primaire seul

$$(mqnI)_1 = 3 \times 0{,}956 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 4n'_1 I.$$

Pour le secondaire

$$(mqnI)_2 = 3 \times 0{,}956 \times 2n'_1 I.$$

Nous savons que le courant I se confond avec le courant I_P dans les bobines en polygone du bobinage résultant.

Vérifions que la formule indiquée dans les généralités pour effectuer le calcul à partir du bobinage en cascade résultant donne bien les mêmes résultats

$$p_1 = 2;\ p_2 = 1;\ n_P = n'_1$$

$$(mqnI)_1 = (p_1 \pm p_2)\left[\cos\left(1 - \frac{2p_1}{p_1 \pm p_2}\right)\frac{\pi}{2} + \sin\frac{p_1}{p_1 \pm p_2}\frac{\pi}{2}\right] 2q_1 n_P I_P$$
$$= 3\left[\cos\left(1 - \frac{4}{3}\right)\frac{\pi}{2} + \sin\frac{2}{3}\frac{\pi}{2}\right] 2 \times 0{,}956 \times n'_1 I_P$$
$$= 3\left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) 2 \times 0{,}956\ n'_1 I_P = 3 \times 0{,}956 \frac{\sqrt{3}}{2} \times 4n'_1 I.$$

De même pour le flux secondaire

$$(mqnI)_2 = 3\left[\cos\left(1 - \frac{2}{3}\right)\frac{\pi}{2} + \sin\frac{1}{3}\frac{\pi}{2}\right] 2 \times 0{,}700\ n'_1 I_P$$
$$= 3\left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}\right) 2 \times 0{,}700\ n'_1 I_P$$
$$= 3 \times 0{,}956 \times 2n'_1 I_P.$$

3° *Variantes de ce montage* — M. Hunt a indiqué, dans les différentes études qu'il a publiées sur son

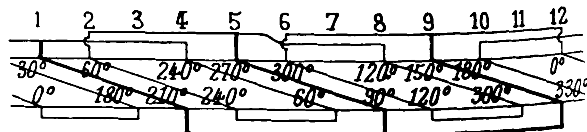


Fig. 30. — Première variante du bobinage de la figure 29

moteur, plusieurs variantes de ce montage. Les figures 30 et 31 en indiquent deux.

Entre deux spires consécutives de l'étoile du bobi-

nage de la figure 31 sont comprises deux spires du polygone parcourues par des courants de même phase. Ces deux spires sont décalées, dans le champ à 4 pôles, d'un pas polaire; il en est de même des deux côtés de la spire en étoile dont le pas est diamétral à quatre pôles. Si donc on constitue un circuit étoile-polygone avec une seule spire en polygone et un seul conduc-

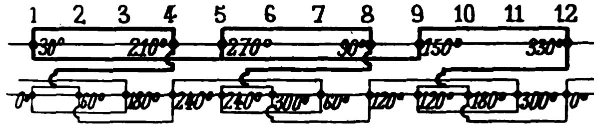


Fig. 31. — Deuxième variante du bobinage de la figure 29.

teur en étoile, la force électromotrice induite dans ce circuit par le flux primaire à 4 pôles sera la même que dans le montage de la figure 31, le courant sera le même, et en disposant deux tels circuits sur le rotor (fig. 32), on retrouverait les mêmes bobines et les mêmes courants aux mêmes points du rotor que précédemment. Pour permettre de suivre les connexions qui sont faites, tantôt d'un côté du fer, tantôt de

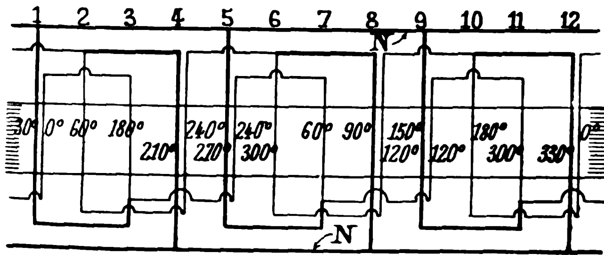


Fig. 32. — Troisième variante du bobinage de la figure 29; N, N, points neutres.

l'autre, la figure 8 représente la surface développée du fer du rotor. On voit qu'il existe deux circuits indépendants couplés en triangle et que chacune des barres de l'étoile (représentées en traits forts) est reliée d'un côté à l'une des barres du triangle et de l'autre, à un des cercles de point neutre. Il y a un de ces cercles de chaque côté du rotor. Avec ce bobinage comportant des bobines en étoile composées d'un conducteur unique, on ne peut pas, bien entendu, dédoubler le nombre des encoches, puisqu'il serait impossible de coupler en série les conducteurs en étoile des encoches dédoublées, à moins de les réunir en anneau; mais, pour certaines machines à faible pas polaire, ce bobinage présente une grande simplicité et une robustesse comparable à celle d'une cage d'écureuil; il a, croyons-nous, été quelquefois employé par M. Hunt.

4° *Passage de la vitesse de marche en cascade aux vitesses de base.* — Pour passer de la vitesse de marche en cascade à l'une des vitesses de base, on ferme sur des résistances, que l'on met en court-circuit progressivement, les 3 bagues raccordées aux branches supplémentaires de l'étoile représentées en pointillé sur la figure 9 (si la machine est à 2 n/4 n/6 n pôles, n bobines sont raccordées en parallèle à chaque bague). A 4 pôles, le diagramme des forces électromotrices induites dans l'enroulement en polygone est un hexagone (fig. 15 de la troisième partie); le courant a la même intensité dans tous les conducteurs; le pas est diamétral et la répartition des forces magnétomotrices est hexaphasée ($q = 0{,}956$). A 2 pôles, le diagramme des forces électromotrices induites est un triangle (fig. 16) de la troisième partie; les courants dans les bobines en étoile sont $\sqrt{3}$ fois plus grands que dans les bobines en polygone; les forces magnétomotrices sont dodécaphasées; le pas est raccourci de moitié et le coefficient de bobinage est $\left(q' = 0{,}99,\ q'' = \frac{1}{\sqrt{2}}\right) q = 0{,}495$.

On peut aussi, comme l'indique M. Creedy, ne pas réunir ces bobines supplémentaires au reste du bobinage, mais les connecter simplement en étoile à celle de leurs extrémités qui n'est pas réunie à la bague, et réunir les bagues en court-circuit à la manière ordinaire.

On peut enfin (Creedy) ne pas prévoir du tout de bobinage auxiliaire, et réunir simplement aux bagues les trois connexions A, B, C de façon à créer des courts-circuits supplémentaires, équidistants des courts-circuits permanents des bobines en étoile; ces courts-circuits supplémentaires, tendent à annuler l'opposition des forces électromotrices OC et OC' (fig. 4) due aux deux flux primaire et secondaire, opposition existant au milieu de la distance des courts-circuits permanents et, par conséquent, empêchent la production du flux secondaire. Ces procédés donnent aux vitesses de base une répartition des forces magnétomotrices moins satisfaisante que la connexion étoile-polygone normale.

Avec les montages des figures 31 et 32, la disposition pratique des bobines auxiliaires est assez incommode à réaliser. Avec celui de la figure 30, chaque bobine en étoile n'étant pas réunie aux bobines en polygone voisines, on a affaire à un bobinage étoile-polygone irrégulier. On vérifie aisément, en faisant le diagramme des forces électromotrices induites dans les différentes bobines, que les bobines auxiliaires devraient, soit être indépendantes du bobinage principal, soit comprendre un nombre double de conducteurs par encoche, ayant chacun, par conséquent, une section moitié moindre, ce qui complique quelque peu la fabrication. En outre, à la grande vitesse, la répartition des forces magnétomotrices est assez défectueuse.

Le seul mode de connexion vraiment satisfaisant est donc celui de la figure 29, c'est-à-dire le montage normal en étoile-polygone.

4. Bobinage rotorique en polygone de M. Creedy. — Le bobinage rotorique en polygone à encoches pleines, de M. Creedy (voir généralités sur les bobinages en cascade), conduit au rapport des inductions

$$\frac{B_2\ (2\ \text{pôles})}{B_1\ (4\ \text{pôles})} = 1{,}06.$$

qui est peu favorable, de sorte qu'il ne paraît pas à recommander.

B. **Bobinages de stators.** — 1. BOBINAGE TRIPHASÉ-HEXAPHASÉ. — 1° *Schéma de ce bobinage.* — Le bobinage le plus simple est basé sur l'emploi du bobinage triphasé à la grande polarité, hexaphasé à la petite, bobinage donnant deux polarités doubles l'une de l'autre, que nous avons étudié précédemment. La figure 33 est le schéma de ce bobinage pour 4 et 8 pôles.

Pour pouvoir adapter ce bobinage à la marche en cascade, il faut l'établir avec des circuits en parallèle

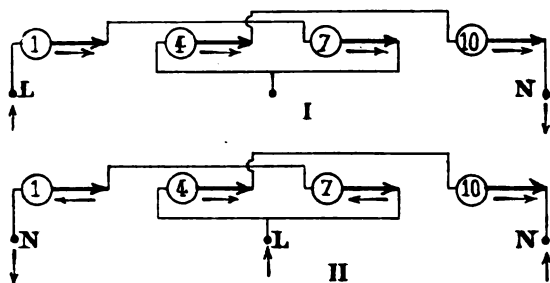


Fig. 33. — Schéma de connexions de bobinage classique susceptible de couplage pour 4 et pour 8 pôles : I, Couplage à 8 pôles ; II, couplage à 4 pôles ; N, neutre ; L, ligne.

donnant des points équipotentiels à une polarité qui ne le soient pas à l'autre, suivant le schéma de principe de la figure 12 de la première partie. Ce schéma comporte, pour chaque phase, un nombre de bobines multiple de 4 ; il se présente sous la forme la plus simple pour 4 et 8 pôles, donnant 12 pôles en cascade ; aussi les schémas suivants seront-ils établis pour ces polarités ; nous indiquerons plus loin la modification à leur faire

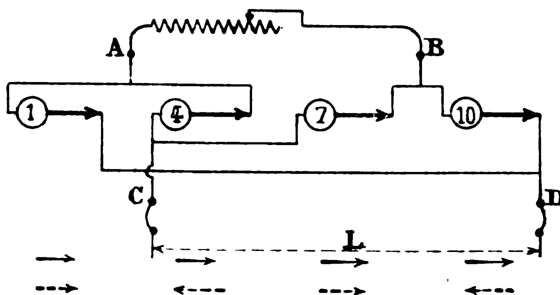


Fig. 34. — Schéma d'une phase de bobinage statorique à 12 bobines de M. Hunt pour moteur en cascade à 4 + 8 = 12 pôles : A, B, bornes à 4 pôles ; C, D, bornes à 8 pôles ; L, ligne ; I, courants à 4 pôles (flèches en trait plein) ; II, courants à 8 pôles (flèches en trait ponctué).

subir quand le nombre de paires de pôles de la petite polarité est impair.

Le schéma 4-8 pôles permettant la marche en cascade à 12 pôles est celui de la figure 34, comportant 4 bobines pour une phase, soit 12 bobines en tout. Sur la figure 34 l'alimentation est supposée faite à 8 pôles (bornes C D), le rhéostat de démarrage étant inséré entre les bornes 4 pôles (bornes A B) ; on voit, d'après les sens des flèches que les courants ont bien les sens qui conviennent pour les deux polarités indiquées. Si l'on veut adopter 4 pôles comme polarité primaire, on connecte le réseau aux bornes A B, et le rhéostat aux bornes C D.

Pour passer de la vitesse de marche en cascade à l'une des vitesses de base, on alimente le stator aux bornes C D pour 8 pôles, A B pour 4 pôles, les bornes A B ou C D restant respectivement déconnectées du rhéostat, et on insère celui-ci entre les bagues du rotor.

Le stator comporte donc 4 bornes par phase, soit 12 bornes en tout ; ce nombre se réduit à 9 quand on ne demande que l'un des deux couplages 8-12 pôles ou 4-12 pôles.

Les connexions entre phases des moteurs à 3 polarités (4, 8, 12 pôles) sont faites en étoile à 8 pôles, en triangle à 4 pôles, conformément à la figure 35. Pour les moteurs à 2 polarités (8-12 pôles ou 4-12 pôles),

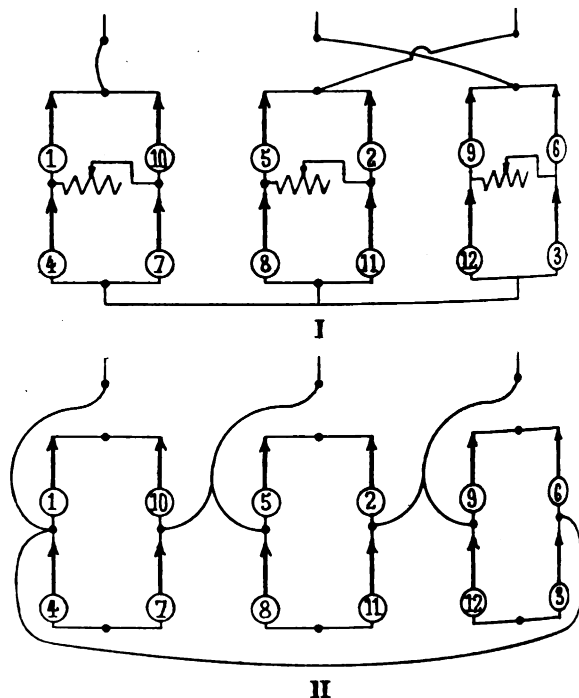


Fig. 35. — Schéma de connexions de bobinage statorique à 12 bobines de M. Hunt pour moteur en cascade à 3 polarités, à 4 + 8 = 12 pôles : I, Couplage à 8 et 12 pôles : II, couplage à 4 pôles.

elles sont faites à volonté en étoile ou en triangle, en général en étoile. Quelquefois, pour améliorer la capacité de surcharge de ces moteurs à la grande vitesse (4 ou 8 pôles suivant le cas), on les couple en étoile pour la marche en cascade, et le passage de la petite à la grande vitesse ; puis, une fois la vitesse de base atteinte et le flux de cascade ayant, par conséquent, disparu, on couple les phases en triangle pour multiplier l'induction par $\sqrt{3}$ et la ramener au voisinage de

la valeur qu'elle aurait dans un moteur ordinaire; en ce cas, bien que le moteur comporte seulement deux vitesses, il faut 12 bornes au stator.

Le bobinage employé sera généralement un bobinage en deux couches, triphasé à 8 pôles, hexaphasé à 4 pôles, à pas diamétral à 8 pôles, bobinage qui donne, nous le savons, une répartition satisfaisante des forces magnétomotrices et des harmoniques modérés aux deux polarités.

On pourrait aussi employer, suivant le même schéma, un montage dû à Dahlander [1], avec bobines du type à un seul faisceau par entaille, qui est hexaphasé régulier à 8 pôles, mais qui donne des harmoniques élevés à 4 pôles; en raison de ce fait, ce bobinage ne sera généralement pas à retenir.

2° *Cas où le nombre de paires de pôles est impair à la petite polarité.* — Pour réaliser ce bobinage, il faut, par phase, un nombre de bobines qui soit multiple de 4. Si les polarités sont multiples impairs de 2, 4, 6, pour pouvoir le réaliser, on appliquera la règle indiquée dans les généralités sur les bobinages en cascade.

3° *Coefficients de bobinage.* — Les coefficients de bobinage sont pour le bobinage triphasé-hexaphasé en deux couches, 0,826 à 8 pôles, 0,676 à 4 pôles, comme nous l'avons établi dans la deuxième partie de cette étude. Ces coefficients, assez bas, constituent un inconvénient de ce bobinage, dont l'avantage est le nombre de bornes modéré.

4° *Rapport des inductions aux deux couplages pour les moteurs à trois polarités.* — Le couplage se fait (fig. 35) en étoile à 8 pôles, en triangle à 4 pôles. Le nombre des spires en circuit étant le même dans les deux cas, les deux flux primaires Φ_4 à 4 pôles, et Φ_8 à 8 pôles sont dans le rapport

$$\frac{\Phi_4}{\Phi_8} = \sqrt{3} \times \frac{0,826}{0,676} = 2,12.$$

Le rapport des inductions correspondantes est $\frac{B_4}{B_8} = 1,06$. Dans la marche en cascade, les deux inductions primaire et secondaire, cette dernière étant désignée suivant le cas par B'_4 ou par B'_8, sont dans le rapport déterminé par le bobinage rotorique, soit, pour un bobinage rotorique en étoile-polygone :

$$\frac{B'_4}{B_8} = \frac{B_4}{B'_8} = 0,866.$$

L'induction maximum, à la marche en cascade est, suivant le couplage adopté, $B_4 + B'_8$ (couplage 4 pôles au primaire) ou $B'_4 + B_8$ (couplage 8 pôles au primaire); on voit que

$$\frac{B_4 + B'_8}{B'_4 + B_8} = \frac{1,06}{0,866} = 1,225.$$

[1] *Brevet allemand, n° 98 417.*

La machine marchant en cascade est donc plus saturée au couplage 4 pôles au primaire qu'au couplage 8 pôles au primaire. Ceci est sans inconvénient, et est même, en général, avantageux, car, pour la marche en cascade, on adopte de préférence le couplage 8 pôles au primaire qui permet le passage de la vitesse de marche en cascade à la vitesse suivante (8 pôles) sans couper le primaire. De la sorte, la saturation est modérée à la marche en cascade. La superposition des deux flux primaire et secondaire ne se produit au couplage 4 pôles au primaire et n'entraîne, par conséquent, une forte saturation que pendant les quelques instants du démarrage, entre la vitesse de marche à 8 pôles et celle de marche à 4 pôles, ce qui est sans inconvénient, puisque le flux de cascade disparaît une fois la vitesse de base atteinte. On a ainsi l'avantage d'une induction un peu plus élevée à 4 pôles, entraînant une amélioration de la capacité de surcharge qui est généralement avantageuse à grande vitesse.

5° *Tension aux bornes des rhéostats de démarrage.* — Le réseau étant couplé aux bornes 8 pôles et le rhéostat étant inséré entre les bornes 4 pôles, nous nous proposons de calculer la tension U_R aux bornes de chaque phase du rhéostat en fonction de la tension U aux bornes de la ligne. Nous supposerons le rotor bobiné en étoile polygone, ce qui détermine le rapport des deux flux primaire Φ_8 et secondaire Φ'_4,

$$\frac{\Phi'_4}{\Phi_8} = 2\frac{B'_4}{B_8} = 2 \times 0,866 = \sqrt{3}.$$

Le stator étant couplé en étoile, on a

$$\frac{U_R}{U} = \frac{1}{\sqrt{3}}\frac{q_4\Phi'_4}{q_8\Phi_8} = \frac{1}{\sqrt{3}}\,\frac{0,676 \times \sqrt{3}}{0,826} = 0,815.$$

Les chutes de tension réduisent assez sensiblement ce rapport qui tombe, en général, au voisinage de 0,7. Cette valeur est assez élevée et peu favorable quand le stator est bobiné à haute tension.

Le même calcul effectué pour le moteur 4-12 pôles supposé couplé en étoile, donne

$$\frac{U_R}{U} = \frac{1}{\sqrt{3}}\,\frac{0,826}{0,676 \times \sqrt{3}} = 0,407.$$

Si le stator était couplé en triangle, comme c'est le cas pour les moteurs à 3 polarités on aurait

$$\frac{U_R}{U} = 0,407 \times \sqrt{3} = 0,707.$$

6° *Rapport des courants des deux polarités dans le stator.* — D'après ce que nous avons vu au début de l'étude des moteurs en cascade, on doit avoir approximativement pour les moteurs 8-12 pôles, en caractérisant toujours les grandeurs relatives à la polarité

secondaire par un indice « prime »,

$$\frac{I_8 \cos \varphi \, q_8 B_8}{p_8} = \frac{I'_4 q'_4 B'_4}{p'_4},$$

$$q_8 = 0{,}826, \quad q'_4 = 0{,}676, \quad \frac{B'_4}{B_8} = 0{,}866, \quad p_8 = 4, \quad p'_4 = 2$$

$$I'_4 = \frac{1}{\sqrt{2}} I_8 \cos \varphi.$$

Le courant résultant dans le bobinage statorique a pour valeur

$$\sqrt{I_8^2 + I'^2_4}.$$

On aurait de même pour les moteurs 4-12 pôles.

$$I'_8 = \sqrt{2}\, I_4 \cos \varphi.$$

et le courant résultant aurait pour valeur

$$\sqrt{I_4^2 + I'^2_8}.$$

7° *Couplage spécial aux polarités 8-12 pôles.* — Une combinaison de bobinage permettant de n'avoir

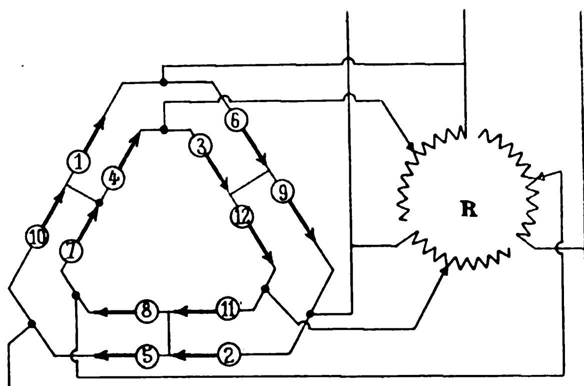


Fig. 36. — Schéma de connexions de bobinage statorique à 12 bobines et 6 bornes, de M. Hunt pour moteur en cascade à 2 polarités à 8-12 pôles : R, rhéostat.

que 6 bornes au stator pour réaliser la grande polarité et la marche en cascade (8-12 pôles), à l'exclusion

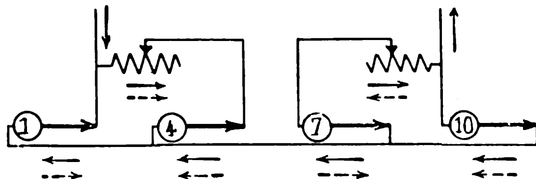


Fig. 37. — Schéma détaillé des connexions d'une phase du bobinage statorique à 12 bobines et 6 bornes, de M. Hunt pour moteur en cascade à 2 polarités à 8-12 pôles : Courants à 8 pôles (flèches en traits pleins); courants à 4 pôles (flèches en traits ponctués).

de la petite polarité, est représentée par les schémas des figures 36 et 37. Pendant le démarrage, le courant de la ligne, pour atteindre les bobines 4 et 7, doit passer par les résistances de démarrage; ces bobines ne seront donc parcourues pendant le démarrage que par un faible courant, à 8 pôles. Une fois le démarrage achevé, elles seront parcourues par le même courant que les bobines 1 et 10. Pour éviter que les différents pôles ne se trouvent dans des conditions différentes au démarrage, il faudra partager chaque bobine en deux demi-bobines connectées respectivement comme 1 et 4 ou 7 et 10. De la sorte, il n'y aura aucun déséquilibrage magnétique entre les différents pôles.

Il est évident que ce bobinage ne peut pas convenir pour la marche à 4 pôles, puisqu'il faudrait une alimentation à 3 phases séparées.

2. Bobinage hexaphasé-dodécaphasé. — 1° *Schéma de ce bobinage.* — M. Hunt a développé un autre schéma qui

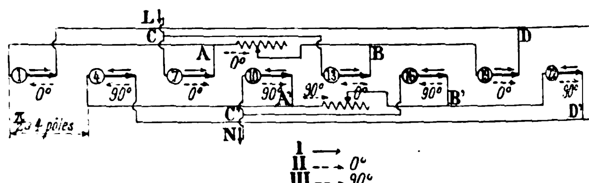


Fig. 38. — Schéma détaillé des connexions d'une phase d'un bobinage statorique à 24 bobines, de M. Hunt pour moteur en cascade à 2 polarités à 8-12 pôles : L, ligne; N, neutre; I, courants à 8 pôles; II, courants à 4 pôles (1re phase); III, courants à 4 pôles (2e phase).

a l'avantage de donner des coefficients de bobinage plus élevés — par conséquent une meilleure utilisation de la matière — une moindre dispersion — par conséquent une plus grande capacité de surcharge — et une

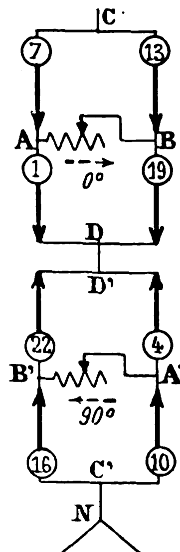


Fig. 39. — Schéma simplifié des connexions d'une phase d'un bobinage statorique à 24 bobines de M. Hunt pour moteur en cascade à 2 polarités à 8-12 pôles : N, neutre.

tension plus faible aux bornes du rhéostat ceci aux dépens du nombre de bornes qui atteint 24 pour les moteurs à trois polarités.

Le bobinage comporte 24 bobines qui sont réunies par groupes de 4. Pour 8-12 pôles (fig. 38, 39) le couplage est hexaphasé à 8 pôles ; le circuit secondaire est dodécaphasé à 4 pôles. Pour 4-12 pôles (fig. 40, 41), le montage est fait en couplant en série les bobines voisines de façon à réaliser une répartition hexaphasée des bobines et une alimentation triphasée ; le circuit secondaire à 8 pôles demeure hexaphasé. Dans les moteurs à 3 polarités (fig. 42), le couplage des phases se fait en triangle pour 4-12 pôles et en étoile pour 8-12 pôles. Pour les moteurs à deux polarités, le couplage peut se faire en étoile pendant la marche en cascade, en triangle pendant la marche à la vitesse de base, si on veut augmenter le couple à cette dernière vitesse. Le nombre des bornes est de 24 pour les moteurs à 3 polarités et de 15 pour les moteurs à 2 polarités (ou de 18 si on fait le couplage en étoile pour la marche en cascade et en triangle pour la marche à la vitesse de base).

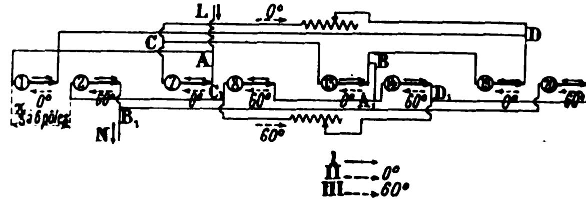


Fig. 40. — Schéma détaillé des connexions d'une phase d'un bobinage statorique à 24 bobines, de M. Hunt pour moteur en cascade à 2 polarités à 4-12 pôles : L, ligne ; N, neutre ; I, courants à 4 pôles ; II, courants à 8 pôles (1re phase) ; III, courants à 8 pôles (2e phase).

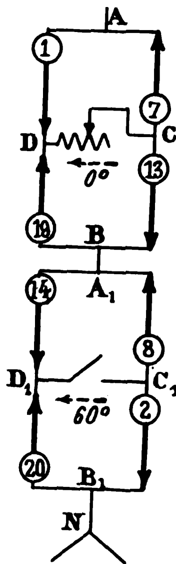


Fig. 41. — Schéma simplifié des connexions d'une phase d'un bobinage statorique à 24 bobines, de M. Hunt pour moteur en cascade à 2 polarités à 4-12 pôles : N, neutre.

Dans le cas où le nombre de paires de pôles est impair à la petite polarité, on procède comme dans le cas du bobinage triphasé-hexaphasé.

2° *Démarrage.* — Les résistances de démarrage en cascade sont, en principe, au nombre de 6, soit sur le couplage 8-12 pôles, soit sur le couplage 4-12 pôles. Comme le circuit secondaire est dodécaphasé au couplage 8-12 pôles, si le couple résistant est faible, on peut se contenter d'introduire des résistances dans les deux circuits AB et A′ B′ (fig. 39, 42) d'une seule des phases triphasées primaires, en laissant ouverts les circuits des deux autres phases, du fait qu'ainsi on démarre en diphasé ; puis, une fois le démarrage achevé, on met en court-circuit, au moyen d'un interrupteur tétrapolaire, les points AB et A′ B′ des phases où l'on n'a pas introduit de résistances. On peut aussi prévoir trois résistances triphasées (une sur chaque branche de l'étoile) et mettre en court-circuit les trois autres ponts par un interrupteur tripolaire. De même, à 4-12 pôles, on peut démarrer avec 3 résistances triphasées au lieu de 6.

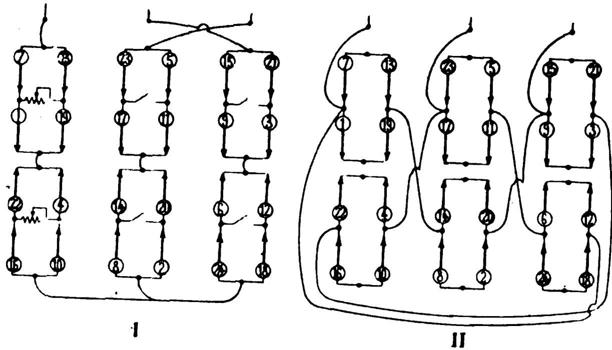


Fig. 42. — Schéma simplifié des connexions d'un bobinage statorique à 24 bobines de M. Hunt pour moteur en cascade à 3 polarités à 4-8-12 pôles : I, Couplage à 8 et 12 pôles ; II, couplage à 4 pôles.

Bien entendu, si le couple résistant est important, on doit démarrer avec 6 résistances. Dans le cas où l'on démarre avec 2 ou 3 résistances seulement, l'interrupteur de court-circuit est, en général, monté sur la carcasse de la machine.

3° *Choix du pas.* — Le couplage n'étant triphasé dans aucun cas, mais étant toujours à 6 ou à 12 phases, on peut raccourcir ou allonger le pas sans avoir à craindre l'introduction d'harmoniques nuisibles. On aura, au contraire, avantage à choisir un pas non diamétral à 8 pôles, et tel qu'il y ait recouvrement des bobines des deux couches, comme nous l'avons souvent signalé au cours de cette étude ; ceci entraînera une réduction des harmoniques.

On sera, en outre, guidé dans le choix du pas par la considération de l'influence de celui-ci sur la valeur

des pertes par effet Joule; un allongement du pas diminue le coefficient de bobinage à 8 pôles et l'augmente à 4 pôles; il diminue donc le rapport du courant à 4 pôles au courant à 8 pôles. Au couplage 8-12 pôles, ce dernier demeure constant si le facteur de puissance et le rendement du moteur demeurent constants, puisque le courant à 8 pôles est le courant absorbé en ligne; le courant résultant diminuera donc, et les pertes par effet Joule seront réduites. Mais la diminution du coefficient de bobinage à 8 pôles entraîne une augmentation de l'induction; si on veut maintenir celle-ci constante, ce que l'on doit toujours supposer dans la discussion, on doit augmenter le nombre de spires, ce qui entraîne une majoration des pertes par effet Joule. Au couplage 4-12 pôles, l'influence des deux facteurs se fait sentir en sens inverse du cas précédent.

Tous calculs effectués, on trouve les résultats suivants : au couplage 8-12 pôles, en supposant le facteur de puissance voisin de 0,8, et le rotor couplé en étoile-polygone à la manière habituelle, on trouve que le minimum de pertes par effet Joule a lieu pour un allongement du pas de 16 degrés électriques à 8 pôles, et que la réduction des pertes par effet Joule correspondantes est de 2 pour 100, ce qui est insignifiant. Au couplage 4-12 pôles, dans les mêmes conditions, l'allongement du pas à 8 pôles doit être de 32 degrés électriques environ, et le gain est de 45 pour 100 sur les pertes par effet Joule. En fait, le recouvrement à moitié des bobines des deux couches, correspond à un allongement du pas de 1/6, c'est-à-dire de 30 degrés électriques, à 8 pôles. Le recouvrement étant, comme nous le savons, le plus favorable pour la réduction des harmoniques, nous choisirons donc un pas allongé de 1/6 à 8 pôles. Mais comme nous venons de le dire, l'influence de cet allongement sur les pertes par effet Joule, influence plusieurs fois signalée par M. Hunt, est en réalité insignifiante si on maintient l'induction constante.

Pour les moteurs à 3 polarités, un allongement du pas est également favorable, car il a pour effet d'augmenter l'induction à 8 pôles et de la diminuer à 4 pôles. Avec pas diamétral à 8 pôles, on trouverait en effet un rapport des inductions primaires $\frac{B_4}{B_8}$ plus élevé que celui trouvé avec le bobinage triphasé-hexaphasé, ce qui serait excessif. Avec pas allongé de 1/6, on trouve à peu près la même valeur qu'avec le bobinage triphasé-hexaphasé, ce qui paraît être la valeur optimum pour ne pas avoir un appel de courant excessif dû à la saturation pendant le passage de 8 à 4 pôles. On pourrait toutefois, bien entendu, régler le rapport de ces inductions à une valeur différente, si le besoin s'en faisait sentir, en agissant sur le pas, un allongement de ce dernier correspondant à une diminution du rapport $\frac{B_4}{B_8}$.

4° *Coefficients de bobinage, courant secondaire et tension aux bornes des rhéostats des moteurs 8-12 pôles.* — Le bobinage est hexaphasé, à pas allongé de 1/6 à 8 pôles; il est dodécaphasé, à pas raccourci de 5/12 à 4 pôles :

$$q'_8 = 0{,}956, \quad q''_8 = 0{,}956, \quad q_8 = 0{,}915,$$
$$q'_4 = 0{,}99, \quad q''_4 = 0{,}793, \quad q_4 = 0{,}785.$$

Courant secondaire :

$$\frac{I_8 \cos\varphi\, q_8 B_8}{p_8} = \frac{I_4 q_4 B_4}{p_4}$$

$$I_4 = I_8 \cos\varphi \frac{0{,}915}{0{,}785} \times \frac{1}{0{,}866} \times \frac{1}{2} = 0{,}675\, I_8 \cos\varphi.$$

Tension aux bornes des rhéostats de démarrage (montage en étoile des trois phases primaires)

$$\frac{U_R}{U} = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{1}{2} \frac{q_4\Phi_4}{q_8\Phi_8} = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{1}{2} \frac{0{,}785}{0{,}915} \times 2 \times 0{,}866 = 0{,}43.$$

Les chutes de tension réduisent encore ce rapport.

5° *Coefficients de bobinage, courant secondaire et tension aux bornes des rhéostats des moteurs 4-12 pôles.* — Le bobinage est hexaphasé à pas raccourci de 5/12 à 4 pôles, et hexaphasé à pas allongé de 1/6 à 8 pôles :

$$q'_4 = 0{,}956, \quad q''_4 = 0{,}793, \quad q_4 = 0{,}76,$$
$$q'_8 = 0{,}956, \quad q''_8 = 0{,}956, \quad q_8 = 0{,}915.$$

Courant secondaire :

$$I_8 = I_4 \cos\varphi \frac{0{,}76}{0{,}915} \times 0{,}866 \times 2 = 1{,}43\, I_4 \cos\varphi.$$

Tension aux bornes des rhéostats de démarrage (montage en étoile des trois phases primaires),

$$\frac{U_R}{U} = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{1}{2} \frac{0{,}915}{0{,}76} \frac{1}{2 \times 0{,}866} = 0{,}20,$$

rapport encore réduit par les chutes de tension.

6° *Coefficients de bobinage, courants secondaires, tensions aux bornes des rhéostats, rapports des inductions et des courants résultants aux deux couplages pour les moteurs à trois polarités.* — Au couplage 8-12 pôles (montage étoile), comme précédemment :

$$q_8 = 0{,}915, \quad q_4 = 0{,}785, \quad I_4 = I_8 \cos\varphi \times 0{,}675,$$
$$\frac{U_R}{U} = 0{,}43.$$

Au couplage 4-12 pôles (montage triangle) :

$$q_4 = 0{,}76, \quad q_8 = 0{,}915, \quad I_8 = I_4 \cos\varphi \times 1{,}43,$$
$$\frac{U_R}{U} = 0{,}2\sqrt{3} = 0{,}346.$$

Rapport des inductions primaires aux deux polarités :

$$\frac{B_8}{B_4} = \frac{\frac{1}{\sqrt{3}} \times 2 \times 0{,}76}{0{,}915} = 0{,}96.$$

Comme le rapport des inductions primaires et secondaires est

$$\frac{B'_4}{B_8} = \frac{B_4}{B'_8} = 0{,}866,$$

on voit que la machine fonctionnant en cascade sera plus saturée au couplage 4-12 pôles qu'au couplage 8-12 pôles, et ce, dans le rapport $\frac{1}{0{,}866 \times 0{,}96} = 1{,}20$, c'est-à-dire à peu près dans le même rapport que pour le bobinage triphasé-hexaphasé. La machine étant plus saturée au couplage 4-12 pôles qu'au couplage 8-12 pôles, les pertes par effet Joule en cascade seront plus faibles et les pertes dans le fer plus fortes au premier couplage qu'au second. Pour les raisons données dans l'étude du bobinage triphasé-hexaphasé, le fonctionnement en cascade a généralement lieu au couplage 8-12 pôles.

(*A suivre.*)

H. de Pistoye.

Revues, analyses et informations

Transmission des signaux sur les trains en marche.

On sait l'intérêt qu'il y aurait, au point de vue de la sécurité, à pouvoir assurer l'arrêt automatique d'un train, sans aucune intervention du personnel, lorsque ce train franchit un signal fermé. Or, l'Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft a imaginé un système (1) qui a donné des résultats satisfaisants dans des essais aux plus grandes vitesses.

1. Principe du dispositif. — Le schéma de principe est représenté sur la figure 1. Il s'agit de deux circuits 1 et 2 comportant chacun une bobine d'inductance, L_1 et L_2. La

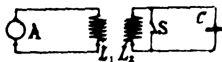


Fig. 1. — Schéma de principe du dispositif de transmission des signaux sur les trains en marche, de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.

première se trouve sur la locomotive et est reliée à un alternateur A débitant du courant sous 40 v, à une fréquence de 2500 p : s environ. La deuxième bobine est sur la voie; elle forme avec le condensateur C un circuit oscillant et se trouve couplée avec la première lors du passage de la locomotive. L'interrupteur S qui peut mettre ladite bobine en court-circuit est ouvert si le signal est dans la position d'arrêt et fermé dans le cas de « voie libre ».

Dans l'application de ce principe, il importe de distinguer le courant dans le circuit 1 soustrait à l'influence du circuit 2, courant que nous appellerons « à vide », et celui qui se superpose au courant à vide par suite du couplage avec le circuit 2. Le courant à vide est sensiblement indépendant de la fréquence, puisque la force électromotrice de l'alternateur est proportionnelle à cette fréquence, d'une part, et qu'il en est de même, d'autre part, de la réactance d'induction du circuit, qui, seule est à considérer ici dans une première approximation. Or, on voit par le calcul et l'expérience le confirme que, pour une fréquence constante de la force électromotrice de l'aternateur, le courant résultant dans le circuit 1 tend d'abord vers zéro, si la capacité C varie. pour augmenter brusquement et diminuer de nouveau ensuite. La courbe de la figure 2. relevée expérimentalement, représente cette variation de ce courant I_1. Désignons par C' la valeur de la capacité pour laquelle I_1 est nul et par C'' celle pour laquelle I_1 est maximum; il est facile de concevoir la possibilité de prévoir un signal auxiliaire, avant le signal principal qui, muni d'un circuit, tel que le circuit 2, avec un condensateur de capacité C', provoque le déclenchement d'un relais à minimum dans le circuit 1 sur la

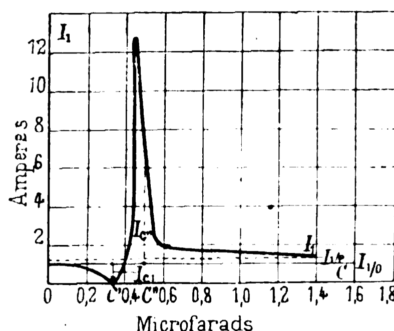


Fig. 2. — Variations du courant du circuit 1 en fonction de la capacité du circuit 2, pour une distance des deux circuits de 50 mm.

locomotive; ce relais à son tour commande la manœuvre préparatoire du fonctionnement des freins.

En passant ensuite vers le signal principal, la locomotive rencontre un circuit dont la capacité est C'', d'où résulte dans le circuit 1 le courant maximum, puis le déclenchement d'un relais à maximum et enfin celui des freins.

2. Application de ce principe. Pour que le dispositif dont nous venons de décrire le fonctionnement agisse normalement, il faut d'abord que la fréquence du courant débité

(1) H. Laub. *A. E. G.-Mitteilungen*, septembre 1927, p. 375-380, 00 mots, 17 figures.

par l'alternateur soit constante, et, de plus, que la distance des deux circuits 1 et 2, au moment où doit intervenir le couplage, ne dépasse pas 50 à 60 mm.

1° *Réglage de la fréquence.* — La fréquence est maintenue constante à l'aide du régulateur de la turbine à vapeur qui entraîne l'alternateur; les limites de la variation de la vitesse sont $\pm$ 2 pour 100 de la vitesse normale.

2° *Disposition adoptée pour des distances entre circuits supérieures à 65 millimètres.* — Si cette distance augmente, le coefficient de dispersion des deux circuits couplés devient tout de suite très important et le courant induit dans le circuit 1 par le circuit 2 est d'intensité beaucoup trop faible pour

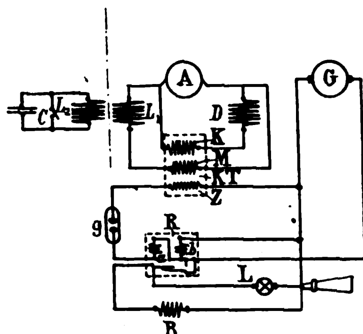


Fig. 3. — Schéma du dispositif de transmission des signaux sur les trains en marche, pour une distance des deux circuits supérieure à 65 mm : A, alternateur; B, électroaimant de frein; D, bobine d'inductance; G, machine à courant continu; g, lampe-valve; K, enroulement de compensation du transformateur KT; KT, transformateur compensé; L, lampe; M, enroulement normal; R, relais; Z, enroulement d'allumage.

pouvoir exercer une action effective sur un relais. La disposition adoptée est alors celle représentée sur la figure 3. Dans le circuit principal de la locomotive, en série avec L_1 et l'alternateur, est intercalé un des enroulements M du transformateur compensé KT; l'enroulement de compensation dont l'action est opposée à celle de MK est réglé, à

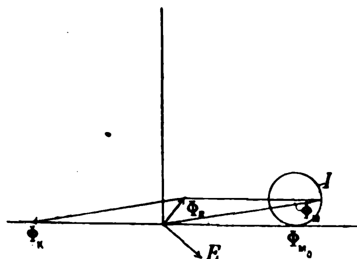


Fig. 4. — Diagramme du flux dans le transformateur compensé et variation du flux Φ_M lorsque la capacité du circuit 2 varie.

l'aide de l'inductance D, pour qu'à vide le champ dans le transformateur soit nul, ainsi que la force électromotrice induite dans Z. Mais lorsque la bobine L_1 sera soumise à l'action du circuit 2, il se produira une variation du courant dans l'enroulement M et, le champ n'étant plus équilibré, une force électromotrice induite dans l'enroulement Z. Le diagramme de la figure 4 est relatif aux flux créés dans le transformateur. Le flux Φ_K est constant, le flux Φ_M varie avec le courant dans l'enroulement M et l'extrémité du vecteur représentant ce flux lorsque la capacité du circuit 2 varie, décrit une circonférence; Φ_R est le flux résultant donnant lieu à la force électromotrice E dans Z.

Cette force électromotrice se superpose à celle développée par une machine à courant continu G qui alimente une lampe-valve g. On sait que ces lampes ne laissent passer le courant qu'après leur allumage et que, si l'on augmente la tension au delà de la tension d'allumage E_z, le courant augmente; lorsqu'après l'allumage, on fait décroître la tension, le courant diminue sans que la lampe s'éteigne jusqu'à une valeur E_A de la tension. Si donc on applique aux bornes de la lampe une tension comprise entre celle d'allumage E_z et celle de l'extinction E_A, le courant ne passera que si à cette tension s'en ajoute une autre permettant d'atteindre ou de dépasser la tension d'allumage. Cette tension additionnelle est précisément, dans le dispositif décrit, celle due à la force électromotrice induite dans l'enroulement Z. Grâce à l'absence d'inertie de la lampe, le fonctionnement du système est immédiat; de plus, le fait que le courant reste établi dans le circuit lorsque la tension est revenue à sa valeur initiale au-dessous de la tension d'allumage, augmente la sécurité du dispositif, puisque le déblocage des freins nécessite l'intervention d'un agent du train qui doit couper le circuit de la génératrice à courant continu.

Cette solution, prévue pour une distance des deux circuits

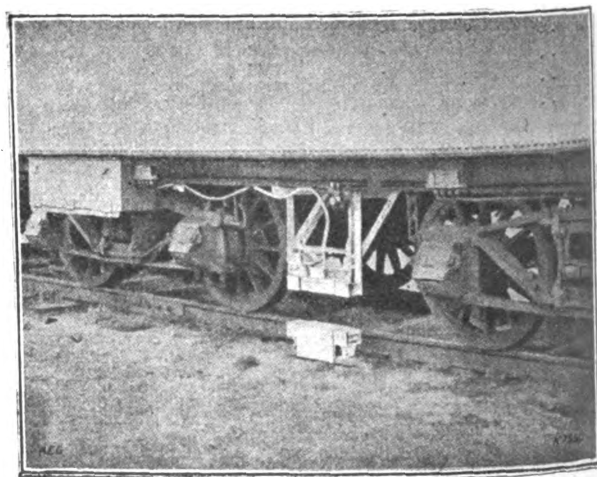


Fig. 5. — Vue du dispositif de transmission des signaux sur les trains en marche.

de 140 mm, a donné de bons résultats pour des distances supérieures, atteignant jusqu'à 250 mm. La figure 5 montre la disposition des deux circuits en regard, celui de la voie et celui de la locomotive. — A. C.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 20 JUIN 1927.

D'après le rapport de cette compagnie, au capital de cent millions de francs et dont le siège est à Paris, 23, rue de Vienne, aucune modification n'a été apportée, depuis le dernier exercice (1), au régime sous lequel l'a placé les avenants (des 7 août 1921, 24 mai 1924 et 10 août 1925) aux conventions qui régissent les rapports de la compagnie avec la Ville de Paris.

Malgré l'élévation des tarifs et de la hausse des charbons et des salaires, la progression de la clientèle s'est continuée. En 1926, le nombre des abonnés s'est accru de 66 538; l'augmentation était de 68 753 en 1925 et de 46 800 en moyenne pour les cinq années précédentes. Au 31 décembre 1926, le chiffre des abonnés est de 577 592, encore loin du chiffre des abonnés du gaz (881 279).

Par contre, l'accélération de la consommation est moins accusée. Par rapport à l'année 1924, l'accroissement avait été de 56 millions de kilowatts-heures en 1925, il n'a atteint, en 1926, que 33 millions de kilowatts-heures, soit une augmentation de 8,2 pour 100; la consommation est passée de 412 696 535 à 446 552 003 kw-h correspondant à une production aux usines de plus de un demi-milliard de kilowatts-heures.

Dans le total, la consommation d'éclairage entre pour 271 millions de kilowatts-heures contre 246 millions en 1925, en augmentation de 10 pour 100, tandis que la consommation de force motrice ne s'est élevée que de 166 à 174 millions de kilowatts-heures, soit en plus 4,8 pour 100 contre 9 pour l'an dernier, ce qui traduit un fléchissement dans l'activité industrielle.

La puissance maximum fournie au réseau parisien a été de 257 400 kw; l'augmentation sur l'exercice précédent, qui avait été l'an dernier de 22 000 kw, s'est abaissée à 10 000 kw.

Depuis la date de la dernière assemblée générale, le conseil municipal n'a approuvé aucun programme nouveau. La série des programmes approuvés demeure ainsi actuellement au nombre de 8, portant les lettres A à H, pour une dépense totale de 1 046 millions de francs incombant à la Ville de Paris, quelle que soit la forme de réalisation des ressources correspondantes.

Les deux premiers programmes A et B, actuellement terminés, ont porté la puissance installée dans les usines de Saint-Ouen et d'Issy-les-Moulineaux de 120 000 à 330 000 kw par l'installation de sept groupes turboalternateurs du type 30 000/35 000 kw, avec leurs chaudières de 2 000 m² de surface de chauffe.

Les travaux du programme C se poursuivent. Ils consistent à remplacer les unités anciennes de 10 000/12 000 kw des usines de la compagnie par des unités plus économiques de 12 000 à 15 000 kw et en même temps à élever la fréquence de 41 2/3 à 50 p : s pour assurer la liaison du réseau avec les réseaux voisins et l'utilisation éventuelle du courant d'origine hydraulique. Ces travaux difficiles ne seront pas terminés avant 1929. Dès à présent cependant, quatre des anciens groupes ont été remplacés par des groupes 12 000/15 000 kw à 50 p : s, les stations de la zone continue sont toutes équipées en groupes nouveaux fonctionnant à 50 p : s, et grâce à la transformation des installations d'abonnés dans une section importante de la zone diphasée au nord-est de Paris, l'usine Nord fournit actuellement près de la moitié de sa production en courant à la fréquence de 50 p : s.

La réalisation du programme D est presque terminée. Ce programme a pour objet d'installer dans l'usine de Saint-Ouen trois nouveaux groupes de 30 000/35 000 kw et les chaudières correspondantes, ce qui aura pour effet de porter la puissance installée des usines de Saint-Ouen et d'Issy-les-Moulineaux à un total de 450 000 kw pour une puissance utile de 330 000 kw. La puissance installée est d'ores et déjà complète en machines; il ne reste à achever que les deux dernières chaudières.

Le programme E, autorisé le 19 mai 1924, pour une dépense de 10 millions de francs, ne constituait qu'une première étape; il avait pour objet d'amorcer la superposition de la distribution en courant alternatif dans la zone continue qui est médiocrement desservie par la canalisation à cinq fils.

Le programme F a été approuvé le 28 août 1925 pour une dépense de 144 millions de francs. Son exécution, très avancée, a permis de mettre les organes de transformation à la hauteur des moyens de production accrus par l'exécution des programmes précédents. Il comporte également des travaux d'extension de la distribution achevés aujourd'hui.

Le programme G, approuvé le 29 décembre 1925, comporte, d'une part, la continuation de l'extension de la distribution pour l'emploi de la puissance utile de 330 000 kw, d'autre part, le développement des installations de transformation, notamment l'établissement de deux postes de transformation susceptibles de recevoir le courant à la tension de 60 000 v à provenir d'une source d'énergie nouvelle à créer ultérieurement. La dépense totale a été fixée à 216 millions de francs. Les travaux sont en cours.

Le programme H, approuvé à la même date que le précédent, a pour objet l'extension à 120 000 kw de la puissance utile de l'usine Sud-Ouest, soit un accroissement d'environ 40 000 kw procurant une puissance utile totale de 370 000 kw; les travaux sont également en cours d'exécution.

En conséquence des divers programmes ci-dessus indiqués, les sous-stations de transformation anciennes ont reçu les transformateurs et groupes rotatifs correspondant

(1) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 6 novembre 1926, t. XX, p. 683-684.

à l'augmentation de puissance des usines; aux stations anciennes sont venues s'annexer les 5 stations nouvelles : Plaisance, Trinité, Magenta, Laos et Beaubourg, et 4 nouvelles sections de bureaux : Grenelle, Saint-Ambroise, Italie et Charonne. Il a été installé, en 1926, 11 postes de transformation nouveaux dans la zone diphasée portant à 179 le nombre de ces postes; il a été mis en service 29 postes à 12 000 v, en courant monophasé, 7 postes à 12 000 v en courant diphasé et 73 cabines haute tension portant à 555 le nombre des abonnés pour le courant à haute tension; l'établissement de colonnes montantes nouvelles a été poursuivi; enfin, la compagnie a continué, parallèlement aux besoins de la consommation, le développement des canalisations primaires et du réseau de distribution dont la longueur totale atteint, fin 1926, 3 538 km, dont 130 km ont été posés en cours de l'année.

Le dernier programme I, présenté au conseil municipal au printemps 1927, n'a pas encore reçu l'approbation de cette assemblée : un ajournement prolongé des travaux qu'il comporte, et qui doivent s'étaler sur plusieurs années, ferait particulièrement souffrir la clientèle, et ne permettrait pas de tirer le parti utile des installations qui auront été, au préalable, méthodiquement créées. L'évaluation de ce programme monte à 390 millions de francs et, ajoutée aux évaluations des programmes précédents, porterait la dépense totale à environ 1,5 milliard de francs.

Dans l'ensemble, ces travaux sont destinés à assurer les besoins de la population jusque vers 1930, et cette échéance relativement prochaine oblige la compagnie à envisager, dès maintenant, certaines autres mesures de développement, notamment de la production, auxquelles il convient de penser déjà.

Le compte de profits et pertes comporte des produits nets d'exploitation s'élevant à 91 944 752,33 fr auxquels s'ajoutent les intérêts et divers, de 6 061 981,95 fr, formant ensemble un total de 98 006 734,28 fr.

Si l'on en déduit : 2 706 812,50 fr pour intérêts des obligations anciennes et 4 314 840,59 fr pour compte d'amortissement, il reste, pour bénéfice à partager, une somme de 90 985 081,19 fr.

Sur cette somme, 24 582 007,33 fr reviennent à la Ville de Paris, à titre de loyer supplémentaire, en application de l'article 30 bis de la convention, modifié par l'article 5 de l'avenant de 1924, et 36 656 058,60 fr reviennent au fonds de travaux à titre de prélèvement supplémentaire, en application de l'article 28 bis de la convention, modifié par l'article 4 de l'avenant de 1924, soit un total de prélèvements de 61 238 065,93 fr contre 53 571 346,39 fr l'année précédente; le surplus, 29 747 015,26 fr contre 28 816 825,10 fr l'année précédente, revient à la compagnie.

On remarquera que, tandis que la part de la compagnie résultant du développement de l'entreprise ne s'est accrue que de 930 190,16 fr, soit de moins de 0,8 pour 100 sur les accroissements de recettes, les prélèvements supplémentaires en faveur de la Ville de Paris et du fonds de travaux se sont augmentés de 7 666 719,54 fr et sont huit fois plus forts. En fait, et en valeur absolue, la rémunération de la compagnie aura diminué sensiblement depuis quelques années par suite de la baisse du franc, tandis qu'inversement celle de la Ville de Paris n'a cessé de s'accroître.

Au total, la Ville aura touché, en dehors du loyer de 30 917 990,62 fr, et déduction faite de 5 499 997,95 fr qui ont été reversés par elle au compte provisionnel, un loyer supplémentaire de 19 082 009,38 fr, soit au total 50 millions de francs.

Enfin, pour la constitution du domaine industriel de la ville, il a été versé au fonds de travaux 104 972 891,36 fr (dont 68 316 832,76 fr à titre de prélèvement sur les recettes et 36 656 058,60 fr sur les bénéfices supplémentaires, et au compte provisionnel 73 031 380,30 fr.

L'ensemble des sommes ainsi prélevées au titre du loyer et du loyer supplémentaire de la ville, du fonds de travaux et du compte provisionnel, ressort à 228 004 271,66 fr, soit encore près de huit fois la part de la compagnie.

A la part de la compagnie, qui s'élève à 29 747 015,26 fr, viennent s'ajouter les revenus de son domaine privé de 4 761 816,31 fr.

Le solde bénéficiaire ressort ainsi à 34 508 831,57 fr.

Cette somme est entièrement disponible puisqu'il n'y a plus lieu de déduire de prélèvement au profit de la réserve légale qui atteint le dixième du capital social.

Les bénéfices reportés des services antérieurs se montent à 4 500 000 fr donnant avec la somme précédente un total à répartir de 39 008 831,57 fr.

Après versement d'une somme de 8 508 831,57 fr à la réserve pour éventualités diverses, il est réparti 26 000 000 fr aux actions, soit 65 fr bruts par action, impôts à déduire, sur lesquels 30 fr bruts ont été distribués en décembre 1926 à titre d'acompte.

Le surplus, soit 4 500 000 fr, est reporté à nouveau.

Bilan au 31 décembre 1926.

Actif.

	fr
Dépenses de premier établissement	209 188 301,66
Mobilier et installations	1 977 604,8[illegible]
Prime de remboursement des obligations	2 375 000 »
Caisses et banques	103 132 709,9[illegible]
Valeurs en portefeuille	2 556 745,80
Cautionnement	2 031 296,10
Approvisionnement	23 998 799,5[illegible]
Comptes débiteurs	139 444 171 »
Acompte sur le dividende	12 000 000 »
Tansformation de l'éclairage public	820 601,18
Section nouvelle de premier établissement, compte Ville de Paris	896 462 840,36
	1 393 988 070,[illegible]

Passif.

	fr
Capital social	100 000 000 »
Obligations en circulation	64 079 500 »
Amortissement de la section ancienne : dépenses de premier établissement, etc	43 690 415,68
Réserve légale	10 000 000 »
Réserve complémentaire d'amortissement des actions	13 346 160,80
Réserve pour éventualités diverses	38 016 511,8[illegible]
Autres comptes créditeurs	151 450 481,52
Bons décennaux 1922 remboursables par la Ville de Paris	100 000 000 »
Bons décennaux 1923 remboursables par la Ville de Paris	107 500 000 »
Obligations à 6,5 pour 100, année 1924	240 000 000 »
Bons décennaux à 7 pour 100, année 1925	243 500 000 »
Amortissements sur la section nouvelle	8 791 100,07
Fonds de travaux	138 510 551,36
Compte provisionnel	96 091 508,[illegible]
Bénéfices reportés des exercices antérieurs	4 500 000 »
Compte de profits et pertes. Solde créditeur	34 508 831,57
	1 393 988 070,[illegible]

SECTION DE LÉGISLATION

Législation, jurisprudence, réglementation

Sur le règlement de la contribution extraordinaire sur les bénéfices de guerre.

Le « Journal officiel » du 21 août 1927 publie, page 2731 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12524. — M. Taton-Vassal, député, expose à M. le ministre des Finances : *a*) qu'un contribuable imposé à la contribution extraordinaire sur les bénéfices de guerre a bénéficié du sursis de payement institué par l'article 3 de la loi du 7 mars 1921 et que sa demande en détaxe a été rejetée par la commission du premier degré, puis par la commission supérieure; *b*) qu'il a versé les intérêts prévus par ledit article; *c*) que la décision de la commission supérieure a été annulée par le Conseil d'Etat; *d*) que la détaxe demandée a été ensuite partiellement accordée; *e*) qu'il s'ensuit que le contribuable a payé des intérêts sur une somme qui lui a été remboursée, et demande s'il a droit à restitution, dans quelle limite, à qui, dans quelle forme et dans quel délai il peut présenter une demande en vue de cette restitution. (Question du 24 mai 1927.)

Réponse. — Par application des dispositions de l'article 3 de la loi du 7 mars 1921, les intérêts dus par les contribuables qui ont demandé à surseoir au versement de la somme dont ils sollicitent la détaxe à raison de déficits subis au cours de la période de guerre ne doivent être calculés que sur la partie d'impôt qui a été laissée définitivement à leur charge. Dans le cas où le contribuable intéressé entendrait demander le remboursement d'intérêts mis à sa charge, il lui appartiendrait d'adresser au ministère une pétition sur papier timbré.

Sur les impôts frappant les émoluments des gérants associés des sociétés à responsabilité limitée.

Le « Journal officiel » du 21 août 1927 publie, page 2732 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

12782. — M. Couhé, député, demande à M. le ministre des Finances : 1° Lorsque dans une société à responsabilité limitée, il est prévu pour les gérants, statutairement, des appointements en rémunération de leur travail personnel, si ces appointements peuvent être soumis seulement à l'impôt sur les traitements et salaires et distraits des bénéfices industriels et commerciaux; 2° lorsque dans une société de la forme ci-dessus mentionnée et que, par suite de difficultés de trésorerie, les appointements statutaires des gérants n'ont pu être intégralement alloués, si l'impôt est dû sur les sommes réellement décaissées ou sur les appointements prévus par les statuts, mais qui n'ont pu être versés; 3° en ce qui concerne les bénéfices industriels et commerciaux, et lorsque des difficultés de trésorerie se produisent, si l'impôt est dû sur les sommes décaissées ou sur le montant du bénéfice résultant du compte profits et pertes; 4° lorsque dans une société à responsabilité limitée les associés gérants ont des comptes courants et lorsque l'un d'eux procède à des retraits d'argent si la décharge figurant dans les papiers de caisse avec la signature de l'associé gérant doit comporter le timbre-quittance; 5° de même lorsqu'il y a payement à des employés ou à des ouvrières travaillant à domicile, si les reçus figurant dans les pièces de comptabilité de la société doivent comporter timbre-quittance. (Question du 14 juin 1927.)

Réponse. — 1° Les appointements fixes alloués aux gérants associés des sociétés à responsabilité limitée doivent être soumis à l'impôt sur les traitements et salaires au nom des bénéficiaires et distraits des bases de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux dû par la société; 2° l'impôt sur les traitements et salaires dû par les gérants ne porte que sur les émoluments qui leur ont été effectivement versés ou dont leur compte a été crédité; 3° l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux dû par la société doit être établi sur la totalité du bénéfice net de la société, y compris la part de ce bénéfice qui n'a pas été distribuée; 4° et 5° réponse affirmative.

Sur les modalités de l'imposition des revenus des gérants des sociétés à responsabilité limitée.

Le « Journal officiel » du 9 novembre 1927 publie, page 2389 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

13416. — M. Peraudin, député, expose à M. le ministre des Finances que dans une société à responsabilité limitée formée entre deux personnes, ces deux personnes étant toutes deux gérants, il est stipulé : *a*) que le capital social est productif d'intérêts; *b*) que les comptes courants facultatifs sont également productifs d'intérêts; et demande, pour le calcul des bénéfices industriels et commerciaux : 1° si les intérêts servis au capital, qui sont, d'après la comptabilité de la société, passés à frais généraux, doivent être ajoutés aux bénéfices nets; 2° si les intérêts servis aux comptes courants et également portés aux frais généraux doivent ou non être réintégrés et, dans le cas de la négative, si ces intérêts doivent supporter l'impôt de 18 pour 100 prévu par la loi du 29 juin 1872, malgré l'exemption stipulée en faveur des gérants par l'article 42 de la loi du 7 mars 1925. (Question du 3 novembre 1927).

Réponse. — 1° Les intérêts alloués aux parts sociales de gérants d'une société à responsabilité limitée échappent à l'impôt sur le revenu des capitaux mobiliers; mais, alors même qu'ils figureraient dans les frais généraux de l'entreprise, ils doivent être compris dans les bases de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux susceptible d'être établi au nom de la société; 2° l'exemption accordée par l'article 42 de la loi du 7 mai 1925 ne s'applique qu'aux produits des parts sociales, y compris, le cas échéant, les intérêts dont l'article 24 autorise la répartition en l'absence de bénéfices; elle ne s'étend pas aux intérêts des prêts ou des dépôts. Par suite, les intérêts servis aux gérants à l'occasion des dépôts de sommes qui peuvent être retirées à vue, à échéance fixe, ou sur préavis, sont passibles de la taxe de 18 pour 100 prévue, soit par la loi du 21 juillet 1917 quand il s'agit d'un dépôt véritable, soit par la loi du

29 juin 1872 quand le dépôt est un véritable prêt; mais ces intérêts conservent le caractère de charges déductibles au regard de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux.

Sur la non-application de la taxe sur le chiffre d'affaires aux avances faites pour droits d'octroi et sur son application aux frais de timbres.

Le « Journal officiel » du 9 novembre 1927 publie, page 2388 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

13380. — M. Grinda, député, demande à M. le ministre des Finances si la taxe du chiffre d'affaires est due : *a*) sur le montant des droits d'octroi avancés par le commerçant vendeur pour le compte de l'acquéreur qui les lui rembourse; *b*) sur le montant des timbres des effets de commerce et des timbres-poste facturés aux clients. (Question du 3 novembre 1927.)

Réponse. — *a*) Réponse négative, étant entendu que, comme l'impliquent les termes de la question, les marchandises sont, au moment de la vente, situées hors du lieu sujet aux droits d'octroi et que la vente est consentie à des conditions emportant transfert de propriété à l'acheteur avant l'introduction dans ledit lieu; *b*) réponse affirmative.

Sur le droit de visite des inspecteurs du travail.

Le « Journal officiel » du 4 novembre 1927 publie, page 1061 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

8254. — M. Daraignez, sénateur, demande à M. le ministre du Travail si un inspecteur du travail a le droit d'entrer dans une usine à une heure où il sait pertinemment qu'il ne trouvera ni le directeur, ni les employés, mais uniquement les ouvriers, et de ne faire connaître qu'au moment du départ, sans toutefois montrer ses pièces d'identité, son titre d'inspecteur du travail, de partir de l'usine sans passer par les bureaux et, enfin, de ne pas donner avis de cette visite au directeur. (Question du 30 juin 1927.)

Réponse. — Aux termes du paragraphe premier de l'article 105 du livre II du Code du Travail, les inspecteurs du travail ont entrée dans tous les établissements visés par les dispositions dont ils ont à assurer l'exécution, à l'effet d'y procéder à la surveillance et aux enquêtes dont ils sont chargés.

L'absence du chef de l'établissement visité ou de ses employés ne saurait faire obstacle à l'exercice de ce droit.

Sur les formalités administratives à accomplir pour obtenir des dégrèvements de l'impôt foncier et de l'impôt cédulaire sur les bénéfices.

Le « Journal officiel » du 4 novembre 1927, publie, page 1057 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

8272. — M. Carrère, sénateur, demande à M. le ministre des Finances quelles sont les formalités administratives à accomplir pour obtenir des remises d'impôts pour pertes de revenus résultant d'événements extraordinaires (grêle, inondation) : 1° par dégrèvement sur la contribution foncière des propriétés non bâties ; 2° par dégrèvement sur l'impôt cédulaire des bénéfices de l'exploitation agricole. (Question du 11 juillet 1927.)

Réponse. — 1° Pour obtenir une remise d'impôt foncier en cas de pertes de récoltes, une demande doit être adressée au préfet, sur papier libre, cette demande devant, à peine de déchéance, être produite dans les quinze jours qui suivent l'événement ayant causé les pertes, ou, tout au moins, trente jours au plus tard avant la date à laquelle commence habituellement l'enlèvement des récoltes, telle que ladite date est fixée, pour chaque nature de culture, par arrêté préfectoral. Lorsque les pertes ont frappé une partie notable de la commune, une seule demande peut d'ailleurs, dans les mêmes délais, être formulée par le maire dans l'intérêt collectif de ses administrés ;

2° L'article 39 des lois codifiées par le décret du 15 octobre 1926 dispose que les contribuables peuvent obtenir le dégrèvement de l'impôt sur les bénéfices de l'exploitation agricole dans la mesure où leur bénéfice réel, pendant l'année précédant celle de l'imposition, n'a pas atteint le revenu forfaitaire pris pour base de leur cotisation. Les pertes subies par les sinistrés en 1927 sont dès lors susceptibles d'avoir une répercussion, non pas sur l'impôt dû au titre de l'année 1927, mais bien sur l'impôt qui sera établi au titre de l'année 1928.

Pour s'assurer le bénéfice de la disposition susvisée, les intéressés devront, après la mise en recouvrement du rôle de 1928, présenter une réclamation dans les formes et délais indiqués au verso de leur avertissement.

Sur l'irrégularité au point de vue fiscal d'une comptabilité établie en monnaie étrangère.

Le « Journal officiel » du 21 août 1927 publie, page 2733 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

127796. — M. Taton-Vassal, député, expose à M. le ministre des Finances: *a*) qu'une société dont le siège social est en Suisse, tient en francs suisses comptabilité des opérations effectuées par l'unique établissement par elle exploité en France; *b*) que le chiffre d'affaires mensuel de cet établissement est resté sensiblement constant au cours d'un exercice de douze mois; *c*) que contrôleur des contributions directes et contribuable estiment, d'un commun accord, qu'il en est de même des bénéfices mensuels; et demande dans ces conditions pour obtenir la base de l'imposition de ladite société à l'impôt cédulaire sur les bénéfices industriels et commerciaux si c'est le cours du franc suisse au dernier jour de l'exercice envisagé ou bien le cours moyen du franc suisse pendant cet exercice, que l'on doit appliquer au bénéfice accusé, en francs suisses, par le compte de profits et pertes de cet exercice. (Question du 14 juin 1927.)

Réponse. — Une comptabilité tenue en monnaie étrangère pour les opérations d'un établissement exploité en France ne peut être considérée comme régulière au regard des lois fiscales françaises et les résultats qu'elle accuse ne peuvent être retenus, en vue de l'assiette de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux qu'à titre de simple renseignement.

Sur la réglementation du nombre d'heures de service des veilleurs de nuit.

Le « Journal officiel » du 29 novembre 1927 publie, page 3 335 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

13902. — M. Paul Bellamy, député, demande à M. le ministre du Travail : 1° à quel maximum d'heures de service sont astreints les veilleurs de nuit non logés; 2° si les dispositions de la « loi de huit heures » leur sont applicables. (Question du 16 novembre 1927.)

Réponse. — Les veilleurs de nuit non logés bénéficient des dispositions de la loi du 23 avril 1919 sur la journée de huit heures. La durée de leur travail est régie par les règlements d'administration publique applicables à la profession dans laquelle ils sont employés; ces règlements contiennent généralement des dispositions spéciales les concernant, conformément à la loi qui a prévu des dérogations « pour certaines catégories d'agents dont le travail est essentiellement intermittent ». Il conviendrait, pour donner une réponse précise à la question posée, de savoir dans quelle profession sont occupés les veilleurs de nuit en cause.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français
réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN, Agrégé** de l'Université.

11e ANNÉE. **TOME XXII. — N° 24.** **17 DÉCEMBRE 1927.**

Société des Ingénieurs civils de France : Séance du 4 novembre 1927. — Dans cette séance, présidée par M. Janet, président de la Société, M. DUBERTRET a fait une communication intitulée *L'emploi des hautes pressions et surchauffes*; en voici le résumé :

Après avoir rappelé la communication faite l'an dernier à la Société des Ingénieurs civils de France par M. Roszak (1) et celle faite en mars 1927 à la Société française des Electriciens par M. Herry (2), l'auteur passe en revue les principales contributions apportées par différents pays au développement de l'emploi des hautes pressions et des fortes surchauffes.

En Angleterre, la construction d'installations fonctionnant à des pressions de 40 kg : cm² est considérée comme normale : une turbine Parsons de 50 000 kw, alimentée par de la vapeur à la pression de 38,5 kg : cm² et à la température de 395°C est en fonctionnement dans une usine électrique de Chicago; une autre, d'une puissance de 600 kw seulement, mais fonctionnant à la pression et à la température qui viennent d'être indiquées a été établie, à titre expérimental, sur le bateau King George V et cet essai a donné toute satisfaction.

Aux Etats-Unis, la Westinghouse electric and manufacturing Company et la General electric Company ont construit des turbines fonctionnant à des pressions d'environ 84 kg : cm².

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 29 mai 1926, t. XIX, p. 842.
(2) *Revue générale de l'Electricité*, 12 mars 1927, t. XXI, p. 404.

En Allemagne, l'emploi de pressions de l'ordre de 35 kg : cm² est fréquent et des installations pour des pressions de 100 et même 180 kg : cm² ont été réalisées ou sont en cours d'exécution : première installation de Siemenstadt, avec chaudière Benson et turbine Zoelly, à 100 kg : cm² et 400°C; deuxième installation de Siemenstadt, avec chaudière et turbine des mêmes types, à 180 kg : cm² et 420°C; installation d'essai de la société Schmitt à Vernigerode; extension de l'usine génératrice des Grosskraftwerke, à Mannheim, en cours de réalisation, par l'installation de deux turbines de 4800 et 6000 kw, alimentées par de la vapeur à pression de 100 kg : cm² et à la température de 475°C. Au sujet de cette dernière installation, M. Dubertret donne les indications suivantes : le choix de la pression de 100 kg : cm² a été fait après enquête approfondie auprès des constructeurs; l'étude des prix a montré que le coût d'une installation à très haute pression dépasse de peu (d'environ 7 pour 100) celui d'une installation de même puissance à pression moyenne; les turbines, construites par la Société Brown, Boveri et Cie, comprennent chacune une roue à action suivie d'une partie à réaction.

En Tchécoslovaquie, la maison Erste Brunner, et, en Suède, la Société Laval ont construit des turbines marchant sous une pression de vapeur de 100 kg : cm².

En Belgique, M. Herry, qui a été un précurseur dans l'emploi des hautes pressions et fortes surchauffes en installant en 1925 une turbine de 1750 kw avec vapeur à 50 kg : cm² et 440°C dans l'usine de Langerbrugge des Centrales

électriques des Flandres [1], réalise actuellement l'extension de cet emploi à un groupe de 7 000 kw.

En Suisse, il n'existe pas d'usine utilisant de la vapeur à haute pression, mais les constructeurs de ce pays (Escher Wyss et Cie, Brown, Boveri et Cie) ont étudié et réalisé des turbines à haute pression; de son côté, la Société Sulzer étudie une chaudière à 100 kg : cm²; d'autre part, d'importants travaux concernant la soudure des chaudières à haute pression ont été faits par M. E. Höhn, ingénieur en chef de l'Association suisse des Propriétaires d'Appareils à vapeur.

En France, la question de la production et de l'emploi des hautes pressions et des fortes surchauffes a été aussi l'objet de nombreux travaux et de diverses applications. La Société française des Constructions Babcock et Wilcox, les Etablissements Delaunay-Belleville, la Société alsacienne de Constructions mécaniques ont établi des types de chaudières pour des pressions de l'ordre de 100 kg : cm² : une chaudière produisant par heure 4 000 kg de vapeur à cette pression, construite par cette dernière société, est en service à Mulhouse; une autre, produisant 12 000 kg de vapeur à l'heure, est en essai; une troisième, devant fournir de la vapeur à 45 kg : cm² et à 450°C et destinée à l'usine d'Issy-les-Moulineaux de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, est actuellement en construction dans les ateliers de la même société. D'autre part, la Société Rateau construit en ce moment un certain nombre de turbines pour des pressions de l'ordre de 40 kg : cm²; il en est de même de la Société alsacienne de Constructions mécaniques qui a en cours de montage plusieurs installations pour des pressions analogues; la Compagnie Electro-Mécanique a réalisé, avec la collaboration de la Société Brown, Boveri et Cie, une installation, située à Saulnes, comprenant une turbine à deux cylindres de 5635 kw, 3000 t : mn, alimentée par de la vapeur à 30 kg : cm² et à 350°C; elle construit, pour l'usine d'Issy-les-Moulineaux, une turbine à trois cylindres de 35 000 kw, 1 500 t : mn devant recevoir de la vapeur à 35 kg : cm² et 425°C, et, pour la Société d'Electricité de Marseille, deux turbines à deux cylindres de 15 000 kw, 3000 t : mn alimentées par de la vapeur à 30 kg : cm² et 400°C. Il convient de signaler aussi les efforts des métallurgistes français en vue de la production d'alliages spéciaux destinés à la construction des machines et appareils devant fonctionner à des températures et pressions élevées.

En terminant M. Dubertret énonce les conclusions auxquelles l'a conduit son étude. L'une d'elles est que l'expérience a maintenant démontré que l'emploi des grandes pressions et des hautes températures est pratiquement possible et qu'il procure l'économie que l'on avait escomptée; une autre, que le choix des valeurs de la pression et de la température ainsi que celui des types ou des dispositions de chaudières ou de turbines dépendent dans une large mesure des conditions générales de fonctionnement de l'usine. En dernier lieu, il exprime le vœu suivant : « Il est souhaitable de favoriser les études techniques consacrées à la production et à l'emploi des hautes pressions et surchauffes et de recueillir dans un centre d'études et d'informations les résultats des travaux entrepris, de manière à éclairer et à coordonner les efforts qui doivent tendre à l'économie du charbon, à la diminution du prix du kilowatt-heure et à la réduction de nos importations ; cette organisation devrait se mettre en relation, s'il y a lieu, avec les Pouvoirs publics pour la recherche et l'application des moyens propres à assurer l'emploi économique de la vapeur ».

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 19 mars 1927, t. XXI, p. 462-464.

Discussion. — Au sujet de l'adoption d'une pression de 100 kg : cm² à l'usine de Mannheim, signalée par M. Dubertret dans sa communication, M. Dieterlen fait observer que les études des ingénieurs et des constructeurs français n'ont pas été étrangères à cette adoption. Il rappelle qu'en 1925, M. Ernest Mercier, administrateur-délégué de l'Union d'Electricité, avait conçu un type de chaudière à haute pression qui fut construite par les Etablissements Delaunay-Belleville et mise en service en 1927 à l'usine génératrice de Gennevilliers ; il rappelle aussi que c'est dans cette usine que l'on a réalisé pour la première fois en marche industrielle les plus grandes surchauffes et que M. Rauber, directeur de l'usine, a donné des précisions à ce sujet dans un travail intitulé » L'évolution visible dans la technique des centrales à vapeur » [1]. Il signale encore que le docteur Marguerre, chargé de l'étude des installations de Mannheim, vint à Paris pour se renseigner sur les résultats acquis et que des conférences eurent lieu entre lui, M. Rauber, M. Arrighi de Casanova, ingénieur en chef de l'Union d'Electricité, les ingénieurs des Etablissements Delaunay-Belleville et les ingénieurs de la Société Humboldt, de Cologne, détentrice de la licence des brevets des Etablissements Delaunay-Belleville. C'est dans ces conditions que la Société Humbold reçut la commande, pour l'usine de Mannheim, d'une chaudière répondant aux caractéristiques suivantes: timbre 106 kg : cm², vaporisation horaire, 60 t, surchauffe 470°C.

M. Darrieus fait observer que si les producteurs français d'énergie électrique ne se sont pas engagés plus avant dans la voie de l'emploi des hautes pressions et des grandes surchauffes cela tient précisément à ce que, comme l'a montré M. Dubertret, le problème dépend de nombreux facteurs et en particulier de la possibilité d'assurer une charge constante aux groupes électrogènes, possibilité qui ne se présente que rarement dans les conditions actuelles de marche de nos réseaux de distribution. Aussi croit-il devoir insister sur un moyen permettant de relever l'utilisation de nos usines génératrices thermiques : ce moyen est l'interconnexion des usines en général et, plus particulièrement, l'interconnexion avec des usines hydrauliques munies de réservoirs d'accumulation les mettant en mesure de fournir la puissance brusquement requise au moment des pointes de consommation. Il estime que l'usine hydraulique, loin d'être une concurrente de l'usine thermique, est un facteur essentiel de l'évolution de celle-ci en lui permettant l'adoption de tous les perfectionnements qu'une usine thermique isolée ne peut recevoir en raison de ses conditions d'utilisation. Il souhaite dès lors que, à l'exemple de l'Italie, nous mettions bientôt l'aménagement de nos chutes d'eau plus en rapport avec nos ressources naturelles en cherchant à ramener la proportion de l'énergie électrique produite dans des usines thermiques, qui est actuellement de 60 pour 100 de la production totale, à 10 pour 100 comme c'est le cas chez nos voisins.

Répondant à M. Dieterlen, M. Dubertret ajoute que le docteur Marguerre lui a signalé d'une façon très détaillée les excellents résultats qu'il avait tirés de la collaboration des Etablissements Delaunay-Belleville et que ce fait est indiqué dans sa communication écrite.

(1) Une note bibliographique sur cet ouvrage a été publiée dans *Revue générale de l'Electricité*, 16 janvier 1926, t. XIX, p. 84. Voir aussi la communication faite par M. Rauber au Congrès de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique tenu à Rome en septembre 1926 et dont une analyse a été publiée dans *Revue générale de l'Electricité*, 19 mars 1927, t. XXI, p. 464-466.

La Semaine de Discussions d'octobre 1927 de la Société française des Electriciens *(Suite)* (*)

Travaux de la quatrième Section

La quatrième journée de la Semaine de Discussions était réservée aux travaux intéressant la quatrième section du Comité d'Administration de la Société française des Electriciens : rappelons que cette section s'occupe des questions relatives aux canalisations, à la distribution générale, à la traction.

L'ordre du jour comportait la présentation et la discussion des rapports suivants : comparaison entre le courant continu et alternatif, par M. Mathivet; le problème de la sécurité dans les chemins de fer, par M. Lemonnier; considérations générales sur la signalisation automatique des chemins de fer, par M. Laloy; les postes électriques d'aiguillage, par M. Courel; la signalisation automatique sur les réseaux américains, par M. Tuja ; la récupération jusqu'à l'arrêt des trains, par M. Guéry; système de traction A. D. R. à courant continu, à démarrage sans résistances et à récupération d'énergie, par M. Della Riccia.

Les deux séances du 27 octobre 1927, prévues pour l'ensemble de ces rapports, furent tenues sous la présidence de M. Gratzmüller, ingénieur-conseil, en l'absence de M. Péridier, directeur de la Société des Transports en commun de la Région toulousaine, qui s'étant trouvé au dernier moment empêché d'assurer cette présidence, s'était fait excuser.

Dans ce qui suit, nous examinerons les divers rapports présentés et résumerons les discussions qui les suivirent.

I. Comparaison entre le courant continu et le courant alternatif. — A. **Rapport de M. Mathivet** (1). — Ce rapport est consacré à la recherche des raisons qui, depuis quelques années, ont remis en faveur le courant continu pour la transmission de l'énergie.

Lorsqu'il s'est agi, il y a une huitaine d'années, de reconstituer les régions dévastées par la guerre, et lorsque s'est posé le problème de l'économie du charbon, on a étudié les avantages respectifs de l'emploi du courant continu et des courants alternatifs pour résoudre les problèmes considérés. Après huit années de travaux intensifs dans tous les domaines d'application de l'électricité à l'industrie, il semble intéressant à M. Mathivet d'examiner si les idées ou solutions préconisées en 1919, et pour la plupart réalisées, sont bien des solutions définitives et si la pratique a sanctionné les conclusions formulées à cette époque.

En effet, alors qu'il semblait devoir être admis que, pour la transmission de l'énergie, les courants alternatifs l'emportaient sur le courant continu et que, pour la traction électrique, le courant continu conservait la prépondérance, on a vu depuis quelques années la faveur revenir au courant continu pour la transmission de l'énergie à longue distance tandis que le courant alternatif regagnait du terrain dans le domaine de la traction électrique.

1. Production de l'énergie. — Si l'on examine les différentes utilisations des courants alternatifs et du courant continu, on constate que les premiers sont employés sous forme de courant triphasé, ou de courant monophasé, avec des fréquences de 15 à 60 p : s, les basses fréquences intéressant la traction électrique et celles de 50 p : s, et plus, étant préférées pour l'éclairage et les usages ordinaires. Au point de vue production, les caractéristiques des courants alternatifs sont la possibilité de réaliser des turboalternateurs pour des puissances jusqu'à 150 000 kw, avec une tension jusqu'à 13 500 v, et la facilité d'élever la tension jusqu'à 220 000 v par des transformateurs statiques, en vue de la transmission.

Le courant continu est caractérisé par la puissance relativement faible réalisable par des turbodynamos, à une tension de 5000 v au maximum; l'élévation de la tension en vue de la transmission d'énergie est réalisable par couplage des génératrices ou transformation du courant alternatif en courant continu par le transverter. Des raisons d'unification de fréquence et de nécessité d'interconnexion des réseaux ont conduit à l'adoption, en Europe, de la fréquence de 50 p : s, d'où la nécessité d'utiliser le courant continu pour des applications comme la traction qui ne s'accommodent pas de cette fréquence; ce courant continu est alors obtenu par transformation des courants alternatifs au moyen de commutatrices, de groupes convertisseurs, de redresseurs à vapeur de mercure, ou enfin du transverter de M. Highfield. Rappelons que ce dernier appareil, déjà décrit dans ces colonnes (1) fait appel à des principes analogues à ceux du panchahuteur de Maurice Leblanc et fonctionne comme il suit : le courant triphasé alimente un transformateur statique où l'on a multiplié les phases du primaire, ce qui multiplie également les phases du secondaire ; ces phases du secondaire sont

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 26 novembre, 3 et 10 décembre 1927, t. XXII, p. 860-864, 920-922 et 972-981.

(1) Mathivet. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, octobre 1927, t. VII (4e série), p. 1 235-1 249).

(1) J. Reyval : La production de courants continus à très haute tension au moyen du « transverter ». *Revue générale de l'Electricité*. 6 juin 1925, t. XVII, p. 893-898.

réunies à un collecteur de dynamo, autour duquel tournent des balais entraînés par un moteur synchrone; le courant continu capté au moyen de ces balais peut atteindre la tension maximum des courants alternatifs des secondaires des transformateurs. On peut arriver ainsi à la tension de 100 000 v et constituer des transverters d'une puissance de 5 000 kw. Pour terminer l'examen de la question production, M. Mathivet mentionne que, dans les pays qui se sont ralliés au courant alternatif monophasé à 16,66 p : s pour la traction (Autriche, Suisse, Bavière, Suède, Norvège et une partie de l'Amérique du Nord), des usines génératrices, en général hydrauliques, sont uniquement affectées à la production de ce genre de courant.

2. Transmission de l'énergie. — Les courants alternatifs permettent d'utiliser les câbles armés jusqu'à 60 000 v, et les lignes aériennes jusqu'à 200 000 v avec de grandes puissances transmises mais avec des effets nuisibles de capacité et de self-induction.

Le courant continu rend possible l'utilisation de câbles armés jusqu'à 100 000 v, et celle des lignes aériennes jusqu'à 300 000 v, avec seulement deux fils, sans effets nuisibles de capacité et de self-inductance, mais avec l'inconvénient d'un mauvais rendement à faible charge.

M. Mathivet dit à ce sujet :

« Il semble bien que, pour longtemps encore, les courants alternatifs restent la solution générale et il faut leur rendre cette justice que, malgré les défauts nombreux que présente leur emploi, ce sont eux qui ont permis de progresser d'une manière considérable dans l'électrification de nos pays, en se prêtant d'une manière très simple à l'unification des tensions de transport et à l'unification des tensions d'utilisation.

» Il serait, en effet, tout à fait injuste de ne pas reconnaître que c'est grâce à son extrême simplicité que le moteur asynchrone a pu se multiplier dans nos usines et permettre ainsi à l'électricité de conquérir des domaines qui jusqu'alors lui étaient inconnus.

» D'ailleurs, dans son développement, le moteur asynchrone a été puissamment aidé par l'égale simplicité et l'extrême souplesse des transformateurs statiques : la possibilité, en effet, de réaliser avec ces appareils, n'importe quelle puissance et n'importe quelle tension, ont permis de les installer dans n'importe quel endroit, soit même d'une manière absolument rustique et, en leur associant des moteurs asynchrones, on a pu généraliser très rapidement l'emploi des réseaux à courants alternatifs offrant toutes les gammes de tension depuis 110 v jusqu'à 15 000 v.

» Toutefois, cette extension de l'emploi des transformateurs statiques et des moteurs asynchrones s'est faite au détriment du rendement général des installations et de l'utilisation des stations génératrices, par suite du déphasage inévitable que ces appareils produisent entre la tension de distribution et le courant d'utilisation.

» Nous savons tous, en effet, que la question du facteur de puissance est loin d'être résolue et que les phénomènes perturbateurs qui se produisent sur les lignes de transmission d'énergie à courants alternatifs, deviennent d'autant plus fréquents et d'autant plus nuisibles que la tension de transmission ainsi que l'intensité du courant sont plus élevées.

» Il semble que l'on soit arrivé maintenant à l'extrême limite que la pratique puisse admettre, en adoptant des tensions de 100 000 et 200 000 v et des intensités de 300 à 500 A; la puissance de 100 000 kw paraît rester, jusqu'à nouvel ordre, une puissance que l'on ne pourrait pas dépasser.

» Ceci explique que, par exemple, au Transvaal, on étudie en ce moment, une ligne de transmission d'énergie dont l'artère centrale serait parcourue par du courant continu haute tension ».

On revient donc à des idées qui avaient conduit à la réalisation de transmission d'énergie de Moutier à Lyon, lequel fonctionne encore avec succès.

L'installation projetée au Transvaal comporterait une usine génératrice avec alternateurs accouplés à des turbines hydrauliques; ceux-ci alimenteraient des groupes placés à leur voisinage immédiat et comprenant chacun un moteur synchrone de grande puissance entraînant une ou plusieurs dynamos connectées en séries entre elles et avec les dynamos des groupes voisins; la ligne de transmission d'énergie pourrait atteindre une tension de 200 000 v à 300 000 v, aucun prélèvement n'étant fait sur son trajet; à l'extrémité de cette ligne sont prévus des moteurs à courant continu, couplés en série et actionnant des alternateurs qui fourniraient l'énergie aux distributions locales sous forme de courant alternatif. On peut également concevoir la solution du problème uniquement par le courant continu (suppression des alternateurs et moteurs synchrones à l'usine génératrice).

Ayant ainsi montré que les idées nouvelles en matière de transmission d'énergie sont inverses de celles qui ont eu cours jusqu'ici, M. Mathivet examine les diverses catégories d'applications de l'électricité, au point de vue des avantages et inconvénients des deux genres de courant à comparer.

3. Applications mécaniques. — Pour ces applications en général, l'auteur estime que les moteurs à courant continu sont plus avantageux, malgré la servitude de la surveillance des balais, à cause de la possibilité de faire varier leur vitesse dans des limites relativement étendues, d'où l'existence d'usines où le courant reçu sous forme de courant alternatif est, avant utilisation, transformé en courant continu. Il émet d'ailleurs l'idée que, tout compte fait, il n'est pas certain que le rendement total d'une installation avec convertisseurs, commutatrices ou redresseurs à vapeur de mercure soit inférieur au rendement total de la même installation réalisée uniquement en courant alternatif. Répondant par avance à l'objection de l'emploi de moteurs à courants alternatifs à collecteur pour réaliser les variations de vitesse, M. Mathivet considère ce genre de moteurs

comme un compromis entre le moteur à courant continu et le moteur à courant alternatif et, les dénommant « moteurs mixtes », les caractérise comme des moteurs à courant continu dont les inducteurs sont alimentés en courant alternatif. Il reconnaît toutefois que leur réalisation peut être remarquable et permettre leur emploi en traction, en extraction minière et dans l'industrie métallurgique. Pour ces trois applications de l'électricité, il se prononce nettement en faveur du moteur à courant continu, ou du moteur mixte, à l'exclusion du moteur à courant alternatif proprement dit. Toutefois pour la commande des trains de laminoirs, où la puissance peut atteindre 15000 ch, la préférence est à donner au courant continu proprement dit, les moteurs alternatifs à collecteur n'ayant pas encore pu être pratiquement réalisés pour des puissances de cet ordre de grandeur. De même pour la commande des machines d'extraction, malgré l'existence d'installations où l'on emploie des moteurs à courant alternatif, la préférence semble, dans la plupart des cas, devoir être donnée au moteur à courant continu, à cause de la souplesse et de la précision de la manœuvre.

Passant ensuite à l'examen de l'emploi du moteur synchrone pour la correction du déphasage du courant d'utilisation sur la tension, M. Mathivet dit :

« La plupart des compagnies houillères du Nord et et du Pas-de-Calais ont, en effet, adopté le moteur synchrone, soit pour commander directement les convertisseurs des machines d'extraction électriques du système Ward Leonard, soit pour être adjoint à ce convertisseur comme compensateur synchrone, lorsque ce convertisseur avait été prévu avec moteur asynchrone.

» Mais on peut alors se demander si, au lieu d'avoir une installation à courant alternatif, comportant un très grand nombre de ces moteurs synchrones, il ne conviendrait pas mieux, pour tous les moteurs d'une même usine, ou pour tous les moteurs d'un même îlot suffisamment concentré, d'employer dans chaque usine, ou dans chaque îlot, des moteurs à courant continu alimentés, soit par des commutatrices, soit par des redresseurs à vapeur de mercure, ou mieux, par des convertisseurs rotatifs, dont la génératrice à courant continu serait commandée par un moteur synchrone de grande puissance.

» La question du facteur de puissance ne se poserait plus ni pour le réseau secondaire, ni pour le réseau primaire, et elle serait résolue par le seul fait de l'emploi d'un moteur synchrone puissant. »

Dans le cas des appareils de levage, le courant continu est également plus avantageux que le courant alternatif, en raison des conditions à remplir : couple important au démarrage, mise en vitesse rapide, freinage commode, possibilité de faire varier la vitesse dans des limites assez étendues.

4. Électrométallurgie et électrochimie. — Pour l'électrométallurgie, M. Mathivet mentionne que le courant alternatif présente de gros avantages, bien que nécessitant des précautions spéciales pour réduire dans la mesure du possible le déphasage du courant.

En électrochimie, le courant continu reprend l'avantage pour les installations d'électrolyse, parmi lesquelles il faut noter celle des usines de zinc d'Anaconda, représentant une puissance de plus de 300.0kw.

5. Applications diverses. — L'emploi de l'énergie électrique en agriculture fait actuellement appel uniquement au courant alternatif, ce qui paraît à M. Mathivet une solution défectueuse au point de vue du rendement et du facteur de puissance (grand nombre de petits moteurs asynchrones et de petits transformateurs). Un autre inconvénient lui paraît résider dans la difficulté d'obtenir une égale répartition des charges sur les phases des transformateurs. Il paraît donc que les exploitations agricoles devraient revenir dans un avenir encore indéterminé à l'emploi du courant continu.

Mentionnant la supériorité du courant continu pour la télégraphie, la téléphonie, les signaux, M. Mathivet donne encore la préférence au courant continu pour l'éclairage qui semble moins fatiguer la vue que le courant alternatif.

6. Accumulateurs. — L'auteur considère enfin les accumulateurs qui constituent une nouvelle manifestation des avantages du courant continu ; les réalisations actuelles des accumulateurs tant au fer et au nickel qu'au plomb (type Ironclad) permettent d'envisager leur utilisation non seulement pour de petits tracteurs de mines, mais aussi pour de puissantes locomotives à faible vitesse (trafic de marchandises) et pour l'automobile ; cette dernière application est d'ailleurs étroitement liée à la question de notre approvisionnement en pétrole.

7. Conclusion. — La conclusion du rapport est la suivante :

« Toutefois, en présence de l'immense développement pris par les installations en courant alternatif, en présence de la politique d'unification des tensions qui a été décidée en France, il y a huit ans, il nous paraît assez difficile de pouvoir revendiquer maintenant, pour le courant continu, une place au moins égale à celle de son concurrent.

» Tout en réservant nos pronostics, pour les lignes de transmission d'énergie à très haute tension et en souhaitant même qu'il soit fait une part au courant continu dans les grandes transmissions d'énergie restant à réaliser en France, nous pourrons, croyons-nous, conclure ainsi :

» Chaque fois qu'il s'agira d'une application vulgaire de l'électricité, et chaque fois qu'il s'agira de défricher un champ d'action jusque là vierge, il sera plus simple de faire appel au courant alternatif, ce qui ne veut pas dire que ce sera plus économique.

» Mais, chaque fois que l'on voudra opérer un travail délicat, demandant à la fois de la souplesse et de

la précision, il faudra revenir au courant continu par des transformations appropriées, en choisissant, dans chaque cas, la solution la plus économique pour ces transformations ».

B. Discussion. — Ce rapport qui touche à des questions de production et de transmission d'énergie électrique et également à des problèmes de distribution et d'applications de tous genres a provoqué plusieurs observations.

1. PRODUCTION ET TRANSMISSION. — 1° *Observations de M. Bunet.* — Retenant l'exemple de la ligne de Moutier à Lyon, M. Bunet fait remarquer qu'il s'agit, somme toute, d'une puissance de 15000 kw avec un courant maximum de 100 A ; des machines de 500 kw (100 A et 5000 v) ne marchent jamais à plus de 3000 v, ce qui lui paraît d'ailleurs être la tension maximum réalisable par collecteur. Le projet du Transvaal prévoit des génératrices de 100 A à 300 A avec une tension de 10000 v, ce qui ne donne pas encore une puissance bien importante. Enfin les inconvénients de telles installations à courant continu à haute tension sont la nécessité de disposer d'un personnel d'élite d'après l'expérience de la ligne de Moutier à Lyon, et l'obligation d'avoir un grand nombre de machines pour un réseau de grande puissance.

2° *Observations de M. Génissieu.* — Pour M. Génissieu, les installations de Moutier, comme celle prévue au Transvaal, ne sont que des cas très particuliers d'artères d'alimentation à un seul sens de transmission d'énergie. Mais il existe aussi des lignes jouant le rôle de barres omnibus pour un réseau, de même que des réseaux complètement maillés où le sens et l'itinéraire de la transmission d'énergie peuvent varier. De tels problèmes sont-ils susceptibles d'être résolus dans le cas de réseaux à courant continu à haute tension ? Telle est la question que pose M. Génissieu ; il note enfin comme improbable la suppression des courants alternatifs, même si le courant continu devait se généraliser.

3° *Observation de M. Demany.* — L'existence de génératrices à courant continu de 6000 kw à grande vitesse semble à M. Demany une preuve de la possibilité de réaliser des groupes d'assez grande puissance ; bien que l'on n'ait pas dépassé 1000 v pour ces machines, la question d'augmentation de la tension, en raison des progrès réalisés dans la technique de l'isolation, ne lui semble pas un obstacle insurmontable.

2. DISTRIBUTION ET APPLICATIONS. — 1° *Note de M. Rieunier.* — Se plaçant au point de vue distribution dans la région parisienne, M. Rieunier constate que les grosses applications (traction, extraction minière, grosse métallurgie) n'y ont pas l'importance relative qu'elles possèdent dans d'autres régions. Par contre, les applications mécaniques que M. Mathivet dénomme d'importance secondaire sont nombreuses et absorbent plus de la moitié de l'énergie distribuée. Le distributeur préfère, pour toutes ces catégories, la distribution en courant alternatif pour les raisons suivantes :

a) La région de Paris étant loin des centres miniers et des régions riches en énergie hydraulique, le prix de revient de l'énergie électrique y est élevé ;

b) Pour cette raison, il faut rechercher le rendement maximum, exprimé par le rapport des énergies intégrées en vingt-quatre heures, et non par le rapport des puissances instantanées à un moment quelconque ;

c) Il y a lieu en outre de tenir compte des dépenses de loyer ou d'amortissement du prix des locaux, ainsi que des dépenses de main-d'œuvre, qui ne sont négligeables ni les unes ni les autres ;

d) Le courant alternatif offre le maximum de facilités pour multiplier les points d'alimentation et diminuer d'autant les frais de canalisations.

C'est pour ces raisons que la situation de la distribution en courant continu, non compris les réseaux de traction, est la suivante :

Dans la grande banlieue, il n'y a jamais eu de courant continu.

Dans la banlieue immédiate, les quelques distributions à courant continu qui avaient pris naissance au début ne se sont jamais développées et ont disparu pour laisser la place au courant polyphasé, notamment à Asnières, au début du siècle actuel ; à Levallois, en juillet 1914 ; à Courbevoie, en 1916 ; à Neuilly-sur-Seine, en 1920.

A l'intérieur de Paris, la situation est différente : le courant continu a été conservé, surtout comme trop coûteux à supprimer tant en raison de la nécessité du remaniement des installations intérieures qu'à cause de la dépense de remplacement du réseau souterrain actuel, en câbles armés à un seul conducteur, par un réseau équivalent de distribution en courant alternatif pour la même énergie annuelle.

M. Rieunier mentionne que la différence des pertes de transformation entre la distribution en courant continu actuelle et ce que pourrait être la distribution par courant alternatif représente pour la Ville de Paris plus de 20 millions de kilowatts-heures par an.

Enfin M. Rieunier note que l'abonné, sauf des cas spéciaux comme imprimeries, galvanoplastie, cinématographes, machines-outils à grande variation de vitesse, préfère employer le moteur à courant alternatif pour les raisons suivantes :

Le souci du rendement et de la moindre dépense pour l'énergie consommée ;

Le désir de supprimer le plus possible les organes intermédiaires entre le compteur et les points d'utilisation ;

La facilité d'entretien et la robustesse du moteur à courants polyphasés, qui en outre ne s'emballe pas.

La conclusion de M. Rieunier est que :

a) Pour la transmission d'énergie, la discussion reste ouverte et il est possible de voir se réaliser des applications insoupçonnées du courant continu sous des tensions non encore atteintes ;

b) Pour la distribution, en dehors de ce que M. Ma-

thivet appelle les trois applications les plus importantes de l'électricité (traction, extraction minière, métallurgie), le courant alternatif est à préférer, et de beaucoup, pour la distribution urbaine ou suburbaine, même dans des agglomérations très denses absorbant de grandes quantités d'énergie :

c) Pour l'utilisation, le courant alternatif est plus économique et tout aussi commode pour l'abonné moyen et les applications courantes. C'est d'ailleurs cet abonné moyen qui assure plus de la moitié des recettes des distributeurs, et qu'il s'agit d'atteindre et de conserver.

2° *Observations de M. Demany.* — Tout d'abord M. Demany formule des réserves sur la conception de M. Mathivet qui assimile les moteurs à courant alternatif à collecteur à des moteurs à courant continu imparfaits; il ne faut pas oublier que ces moteurs à collecteur ont une caractéristique particulière : la limitation automatique du courant de démarrage.

De même le rejet des moteurs à courant alternatif pour la grosse métallurgie, et particulièrement pour la commande de laminoirs, semble excessif à M. Demany qui indique avoir vu des cas où l'emploi du moteur triphasé à collecteur a paru la solution la plus avantageuse à tous points de vue pour une installation d'ensemble.

Enfin, il signale le remplacement progressif, pour l'amélioration du facteur de puissance, des moteurs asynchrones par des moteurs asynchrones synchronisés dont la vitesse n'est pas rigoureusement fixe et qui ne décrochent pas. Il existe en outre des moteurs autocompensés dont le prix est de l'ordre de celui de moteurs à courant continu et qui répondent au désir d'obtenir un facteur de puissance égal à l'unité.

3° *Observations de M. Gratzmüller.* — Après avoir obtenu une réponse négative de M. Mathivet sur la question d'existence d'installations de transverters, M. Gratzmüller indique que la traction en courant monophasé donne de bons résultats, mais que la traction en courant continu peut se défendre.

Au sujet de la tension de 1 500 v choisie pour l'électrification en courant continu des chemins de fer français, M. Gratzmüller signale que cette valeur n'a été adoptée que pour limiter la tension des moteurs à 750 v. Aujourd'hui où l'on a reconnu la possibilité de construire des moteurs de traction pour 1 500 v à leurs bornes, il semble qu'il n'y aurait eu aucune difficulté à adopter la tension de 3 000 v pour l'alimentation des lignes de contact.

4° *Réponse de M. Mathivet.* — L'auteur du rapport craint, d'après la discussion qui a suivi, que son idée n'ait pas été exactement comprise. Tout d'abord il signale que les objections faites d'après les installations de Moutier perdent de leur valeur du fait que ces installations sont anciennes et que la construction des machines a fait des progrès depuis cette époque.

Quant à la signification du retour à la transmission en courant continu, elle semble être celle d'un désir d'éviter les inconvénients du mauvais facteur de puissance, qui sont loin d'être négligeables. A titre d'exemple il cite le cas de l'installation des mines de Vicoigne, Nœux et Drocourt où l'amélioration du facteur de puissance à une valeur égale à l'unité, a conduit à des économies annuelles chiffrées, après contrôle sérieux, à 1 000 000 fr. Il conclut que, si l'on ne peut recourir au courant continu, il est du moins absolument nécessaire de rechercher avec persévérance à améliorer le facteur de puissance des installations à courant alternatif existantes.

II. Le problème de la sécurité dans les chemins de fer. — A. Rapport de M. Lemonnier (¹). — Les collisions entre les trains peuvent se classer en trois catégories. Un train peut en effet rattraper un autre train de même sens ; rencontrer un train de sens contraire; prendre un autre train en écharpe à une bifurcation où à tout autre point analogue. D'où la division du rapport de M. Lemonnier en trois parties : espacement des trains de même sens; moyens d'éviter les rencontres de trains de sens contraires; protection des bifurcations.

1. Espacement des trains de même sens. — C'est le problème le plus général, car il se pose aussi bien sur les lignes à voie unique que sur celles à voie double; il comporte deux genres de solutions consistant soit à maintenir entre les passages de deux trains consécutifs en des points donnés un certain intervalle de temps, soit à laisser entre deux trains une certaine distance; ce dernier système est habituellement désigné sous le nom de cantonnement, de block-system, ou, par abréviation, de block.

1° *Espacement par le temps.* — Ce système, où l'intervalle de passage aux postes est habituellement de dix minutes, tend à disparaître, du moins sur les lignes chargées. Il n'offre, en effet, en cas d'arrêt fortuit en un point non muni de signaux, que la sécurité précaire de signaux d'arrêt (drapeau rouge ou feu rouge, appuyé de pétards) faits au train suivant par le conducteur de queue, qui a dû au préalable se porter au pas de course à une distance de l'arrière de son train fixée à 1 000 m sur la plupart des réseaux (ordre de grandeur de l'espace nécessaire pour l'arrêt d'un train dans des cas spéciaux). Il est inutile d'insister sur la possibilité de tamponnements parfois inévitables avec ce système, malgré toute la diligence du personnel.

2° *Block-system.* — Pour les lignes de quelque importance, on a recours au système de cantonnement dont le principe est le suivant : la ligne est divisée en un certain nombre de cantons consécutifs ayant chacun leur entrée défendue par un signal fermé au passage de chaque train et remis à voie libre seulement lorsque le train ayant dépassé le signal d'entrée du canton suivant a été couvert par la fermeture de ce dernier signal.

(¹) Lemonnier. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, octobre 1927, t. VII (4e série), p. 1 203-1 219.

Tout d'abord ce système de protection, avec des cantons suffisamment courts, permet de limiter l'intervalle entre deux trains successifs au temps nécessaire pour parcourir un canton.

En outre il assure une protection théoriquement parfaite du train, quelle que soit sa marche effective, une fois qu'il est engagé dans un canton dont la fermeture du signal d'entrée interdit l'accès au train suivant.

La protection par signaux faits par le conducteur de queue d'un train arrêté, indispensable avec le système d'espacement par le temps, a pu être supprimée dans les installations modernes de blocks à fonctionnement excellent. Elle a été conservée à titre de sécurité complémentaire sur les lignes pourvues de systèmes de blocks plus anciens.

Après avoir indiqué les principes de protection, M. Lemonnier donne les caractéristiques des principaux systèmes de blocks réalisés.

a) Block non enclenché. — Dans ce système, le poste d'entrée d'un cantonnement doit remettre à voie libre les signaux correspondants seulement après avoir reçu du poste d'entrée du cantonnement suivant avis téléphonique de l'entrée du train dans ce dernier cantonnement. Ce block est purement moral.

b) Block enclenché à circulations non intéressées. — Les installations de ce genre sont encore très employées en France; le signal d'entrée d'un canton, une fois fermé ne peut être remis à voie libre qu'après avoir été débloqué par le poste suivant qui ne peut lui-même procéder à cette opération qu'après avoir fermé le signal d'entrée de son propre canton. L'inconvénient du système est que rien n'empêche un poste de fermer son signal avant le passage du train dans le canton correspondant, débloquant ainsi prématurément le signal d'entrée du canton dans lequel le train est encore engagé.

c) Block enclenché avec circulations intéressées. — Ce système, également très usité en France, est un perfectionnement du précédent en ce sens que la manœuvre de fermeture du signal d'entrée d'un canton et par conséquent le déblocage résultant du signal d'entrée du canton précédent ne peuvent être effectués qu'après passage effectif du train sur une pédale placée à la sortie du canton à libérer.

L'inconvénient est que le passage d'un seul essieu suffit à actionner la pédale; la manœuvre des signaux sera donc possible même si le train a, par exemple à la suite d'une rupture d'attelage, laissé un certain nombre de wagons dans le canton qu'il quitte. En outre, le block à pédale rencontre certaines difficultés d'installation dans les gares, en raison des manœuvres et des garages.

d) Block automatique à circuit de voie. On a donc été amené à aller encore plus loin, et à réaliser le block à circuit de voie, ordinairement automatique. Dans ce système la manœuvre du signal (sémaphore) est commandée par un relais assurant, tant qu'il est excité, le maintien du sémaphore dans la position d'ouverture, et dès qu'il n'est plus excité, le retour à la position de fermeture. L'excitation est assurée par une source électrique placée à la sortie du canton intéressé et reliée au relais du sémaphore d'entrée par les rails de la voie convenablement connectés entre eux et isolés des rails des cantons limitrophes. Avec ce dispositif, tant qu'il reste un essieu dans le canton à protéger, cet essieu shuntant le circuit d'alimentation du relais provoque une chute de tension aux bornes du relais et sa désexcitation, ce qui assure le maintien du sémaphore à l'arrêt.

La tendance étant de supprimer toute autre protection, il faut être assuré que ce système de block n'aura jamais un raté de fonctionnement, ou du moins que les mauvais fonctionnements correspondront toujours au maintien intempestif des signaux à l'arrêt et ne seront pas trop fréquents. En outre, la fermeture des signaux s'effectuant en général par l'action de la pesanteur, il faut éviter tout coincement ou frottement anormal dans les parties mécaniques de leur commande et sur leur axe. Cette dernière difficulté se trouve efficacement tournée par l'emploi de signaux lumineux de jour comme de nuit, dont les feux correspondent à ceux donnés par les signaux ordinaires pendant la nuit.

2. Moyens d'éviter la rencontre de trains de sens contraires. — Le problème ne se pose que pour les lignes à voie unique et à deux sens de circulation.

La plupart des grands réseaux français emploient habituellement la méthode qu'on peut dénommer « du livret de marche ». Elle consiste à déterminer à l'avance pour tous les trains les points de croisement et de garage qui sont portés à la connaissance des intéressés; si ceux-ci les observent, aucune formalité particulière n'est imposée pour l'expédition d'un train. Les précautions à prendre en cas de modifications nécessaires des points de croisement et de garage (retards des trains, trains facultatifs, extraordinaires, machines de secours, etc.) sont fixées en détails par les règlements. Le système peut être complété par l'emploi de cloches électriques servant à annoncer les départs d'une gare à la suivante et à certains points intermédiaires.

On utilise parfois un block-system analogue à celui de la double voie mais complété par un dispositif de départ de gare mettant à l'arrêt tous les signaux d'une section, pour une circulation dans un sens, dès que le signal d'entrée dans cette section pour une circulation de sens contraire est mis à voie libre.

3. Protection des bifurcations. Moyens d'éviter les prises en écharpe. — Pour une bifurcation simple, telle que celle de la figure 1 (double voie se divisant en deux doubles voies) il existe deux points où les trains peuvent se prendre en écharpe : en A par convergence et en B par cisaillement.

Comme moyen d'éviter la prise en écharpe en B, M. Lemonnier mentionne la disposition du « saut de mouton », où l'une des voies de la branche déviée passe par-dessus ou par-dessous la ligne principale; cette solution coûteuse n'est pas toujours réalisable en raison des dispositions locales.

La protection complète d'une telle bifurcation sans saut de mouton est donnée par la figure 1 ; les divers signaux qui y figurent ont des rôles définis en détail dans le rapport de M. Lemonnier et résumées dans la légende de la figure.

Les conditions pour que les signaux assurent efficacement la sécurité sont données comme il suit par M. Lemonnier :

« Il faut :

» *a*) Que l'aiguilleur protège bien chaque passage de train en manœuvrant les leviers convenables d'aiguillages et de signaux;

» *b*) Que ces signaux obéissent bien à leur manœuvre

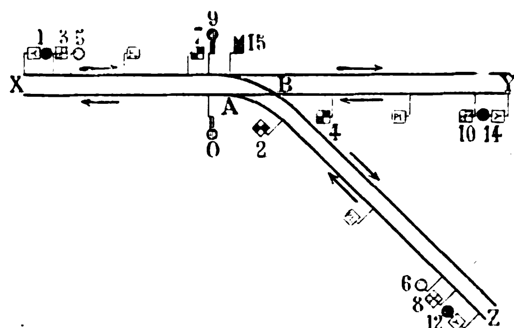


Fig. 1. — Disposition schématique des appareils de protection d'une bifurcation. 2 et 4, damiers d'arrêt absolu; 8 et 10, damiers d'annonce des précédents; 5 et 6, disques verts de ralentissement; plaque Y, annonce de l'approche d'une bifurcation; 7, carré de pointe, et 3, damier d'annonce correspondant; 9 et 0 sémaphores d'espacement par block-system; 15, indicateur de direction; 1, 12, 14, disques rouges de protection commandant la marche à vue, et plaques PL de poteaux-limites de protection.

en se mettant dans la position correspondant à celle de leur levier;

» *c*) Que les mécaniciens des trains survenant, respectent leurs indications ».

1° *Postes d'aiguillage.* — Les divers genres de postes d'aiguillage sont :

Les « postes mécaniques » à manœuvre des appareils (signaux ou aiguilles) par tringles rigides ou fils, dont le rayon d'action limité par l'effort de déplacement des leviers ne dépasse guère 300 m ;

Les « postes à pouvoir » où les appareils sont manœuvrés par des moteurs et où les leviers de commande de faibles dimensions ne servent plus qu'à actionner les dispositifs (commutateurs par exemple) établissant les circuits d'alimentation des moteurs. Ceux-ci sont actionnés soit par l'eau sous pression, l'air comprimé et le plus souvent, actuellement, par l'électricité.

Ces postes à pouvoir se subdivisent eux-mêmes en postes à leviers individuels (1 levier par appareil) nécessitant parfois, pour un mouvement donné, la manœuvre de 10 leviers et plus, et les postes à leviers d'itinéraires où la manœuvre d'un seul levier (ou de deux, dans certains systèmes) assure la commande exacte de tous les appareils d'aiguillage et de signalisation intéressant les possibilités de réalisation d'un mouvement donné et la protection du train effectuant ce mouvement.

Après avoir ainsi défini les genres de postes d'aiguillage, M. Lemonnier mentionne que dans des postes simples il est relativement facile à l'aiguilleur de donner assez d'attention à la manœuvre des leviers peu nombreux pour ne pas actionner un levier voisin de celui qu'il faudrait, et ouvrir ainsi un signal en voulant en ouvrir un autre. Il n'en est pas de même dans les grands postes où l'on trouve parfois plus de 100 leviers, et il est nécessaire d'avoir recours aux enclenchements, qui ont pour but, par des liaisons judicieusement établies entre leviers, d'empêcher la réalisation de combinaisons dangereuses pour la sécurité. Ces dispositifs donnent l'assurance qu'au moment de l'ouverture d'un signal, tous les signaux nécessaires pour la protection du mouvement correspondant sont bien fermés. Une sécurité complémentaire est réalisée par des « enclenchements de transit » existant dans quelques postes mécaniques et dans presque tous les postes à pouvoir; ces dispositifs comportent une pédale d'entrée et une pédale de sortie sur chaque itinéraire possible; l'attaque de la première par le train immobilise au moyen de verrous électriques tous les signaux fermés dont l'ouverture serait incompatible avec la protection de l'itinéraire, et cela même après fermeture des signaux autorisant cet itinéraire, et tant que le train n'a pas attaqué la pédale de sortie.

2° *Contrôle du fonctionnement des appareils.* — Pour assurer la sécurité de concordance des mouvements réalisés par les aiguilles et signaux avec ceux commandés par la position du levier, on dispose des moyens suivants :

Le contrôle par voyant, lié au fonctionnement du signal ou de l'aiguille par un commutateur qui le fait passer au rouge quand l'appareil est effectivement fermé ; tout signal dont le voyant n'est pas au rouge doit être considéré comme ouvert, même si son levier est dans la position de fermeture, et la protection doit être assurée par tout autre moyen approprié;

Le contrôle impératif, réalisant un verrouillage des leviers de commande de tout mouvement incompatible avec celui correspondant à un signal ouvert, tant que ce signal n'est pas revenu lui-même à sa position de repos, et non plus tant que son levier de manœuvre n'est pas à la position de fermeture du signal ; il en est de même pour le contrôle de la position correcte des lames d'une aiguille à fond de course dans le sens convenable. Le contrôle impératif peut même être permanent pour les lames d'aiguille, c'est-à-dire que l'ouverture des signaux intéressés reste en permanence sous le contrôle de la position correcte de l'aiguille et se trouve empêchée dès que les lames de l'aiguille ne se trouvent plus, même accidentellement, à fond de course dans cette position.

3° *Contrôle de la vigilance des mécaniciens.* — Examinant enfin la question d'observation des signaux par les mécaniciens, M. Lemonnier indique que les réseaux français l'ont résolue comme il suit : le franchissement d'un

signal à l'arrêt est marqué automatiquement par un signal spécial sur la bande de l'enregistreur de vitesse de la machine; de plus le franchissement du signal avertisseur précédant le signal à l'arrêt, actionne automatiquement un sifflet spécial placé sur la locomotive pour avertir le mécanicien qui, à ce moment, doit, au moyen de la manette de vigilance, marquer un signe particulier sur la bande de l'enregistreur de vitesse de la machine, indiquant ainsi qu'il a remarqué le passage au signal avertisseur, et que s'il a franchi ensuite le signal à l'arrêt consécutif, il l'a fait sciemment, et conformément aux prescriptions réglementaires.

Les réseaux français n'ont pas jugé bon d'aller encore plus loin dans cette voie en prévoyant le freinage automatique du train au passage d'un signal avertisseur.

M. Lemonnier termine ce rapport en signalant que les conditions de sécurité mentionnées sont pratiquement réalisées dans les appareils actuels de block automatique et de postes à pouvoir et que les appareils construits en France soutiennent avantageusement la comparaison avec ceux des constructeurs étrangers.

B. Discussion. — Ce rapport, en raison de son caractère d'exposé général des problèmes de signalisation n'a pu donner lieu à une discussion. M. Gratzmüller, président de séance, a remercié M. Lemonnier des indications fournies qui sont intéressantes pour des électriciens dont la majorité a peu d'occasions de se renseigner sur cette question.

III. Considérations générales sur la signalisation automatique des chemins de fer. — A. Rapport de M. Laloy (1). — Outre les avantages bien connus de la signalisation automatique sur la signalisation manuelle, au point de vue sécurité et souplesse d'exploitation, M. Laloy croit utile d'insister sur les suivants :

a) Suppression du personnel de manœuvre des signaux, d'où économie considérable sur les frais d'entretien et par conséquent possibilité d'amortir la dépense d'installation d'une signalisation automatique en un temps de l'ordre de dix ans au maximum ;

b) Remplacement d'un grand nombre de sous-agents (agents de manœuvre) par un petit nombre d'agents d'instruction technique plus développée (agents d'entretien);

c) Certains problèmes de signalisation ne peuvent être résolus que par des moyens automatiques, en raison de la complexité et de la rapidité de manœuvre qu'ils nécessitent. A titre d'exemple l'auteur cite la manœuvre de l'aiguille prise en pointe à l'entrée de la station de Louis-Blanc de la ligne 7 du Chemin de fer métropolitain de Paris ; les trains se succédant à intervalles de 1,5 mn, et étant dirigés alternativement sur l'une et l'autre des voies commandées par l'aiguille, on conçoit l'impossibilité de demander à un aiguilleur d'effectuer en un temps aussi court toutes les manœuvres nécessaires à une exploitation aussi serrée.

Dans le développement de son rapport, M. Laloy se limite au block automatique, c'est-à-dire aux installations destinées à protéger la marche des trains et à les écluser dans des cantons successifs.

1. Différentes catégories de block automatique. — Il existe deux genres de block automatique :

1° *Block à pédales*. — Ce système tend à disparaître, mais a eu de nombreuses applications sur certains réseaux et peut offrir un intérêt dans des cas particuliers, à cause de son faible prix d'installation.

La commande des signaux est assurée par le passage du train sur une pédale placée à l'entrée de chaque canton ; les opérations réalisées par cette commande sont le blocage en position d'arrêt du signal d'entrée du canton où s'engage le train, et, après contrôle de ce blocage, la remise à voie libre du signal d'entrée du canton précédent, qui avait été antérieurement bloqué de manière analogue par le passage du train sur la pédale correspondante. Ce block peut être dénommé à action passagère et intermittente.

2° *Block automatique à circuit de voie*. — C'est le plus répandu et il semble le plus intéressant actuellement pour les réseaux ferrés. Nous ne reviendrons pas sur son principe de fonctionnement déjà exposé plus haut dans le rapport de M. Lemonnier.

Il y a lieu cependant de mentionner que dans ce block à action continue, le relais de commande est désexcité, et les signaux correspondants mis à l'arrêt non seulement tant qu'il reste un essieu dans le canton à protéger, mais encore quand une des files de rails constituant le circuit d'alimentation du relais, est interrompue.

2. Conditions a remplir par une installation de signalisation. — Tout d'abord elle ne doit, en aucun cas, donner de fausses indications de voie libre, c'est-à-dire permettre l'ouverture d'un signal qui devrait être à l'arrêt pour protéger un train. C'est là une condition tout à fait particulière qu'on ne trouve pas en général dans les installations électriques ordinaires.

Le fonctionnement doit être aussi parfait que possible. Cette condition offre, en ce qui concerne l'exploitation des chemins de fer, un intérêt exceptionnel, car tout dérangement de l'installation de signalisation entraîne des retards de trains constituant une gêne inadmissible si elle est fréquente. Il ne semble guère paradoxal à M. Laloy d'affirmer qu'on enregistrera moins d'accidents avec une signalisation ne remplissant pas parfaitement toutes les conditions de sécurité, mais fonctionnant régulièrement, qu'avec une signalisation théoriquement parfaite au point de vue sécurité, mais donnant lieu à de nombreux dérangements.

Il en résulte quelques règles essentielles dans l'établissement des schémas et circuits de liaison des appa-

(1) Laloy. *Bulletin de la Société française des Électriciens*, octobre 1927, t. VII (4e série), p. 1221-1233.

reils, ainsi que dans la construction des appareils eux-mêmes.

Ce sont les suivantes pour les schémas et circuits :

a) Une indication de voie libre doit toujours correspondre à une dépense d'énergie ;

b) La source d'énergie doit être à une extrémité et l'appareil d'utilisation à l'autre extrémité du circuit de voie ;

c) Il est parfois nécessaire de couper les deux conducteurs d'un circuit, au lieu d'un seul pour être sûr que ce circuit soit neutre ;

d) Tout accident aux fils (rupture ou mélange) doit se traduire par une indication d'arrêt.

Pour les appareils, les conditions à remplir peuvent se résumer ainsi :

a) Adaptation aux conditions d'implantation, autrement dit il faut tenir compte de la constitution du ballast, du climat et des conditions locales ;

b) La position d'un appareil neutre (sans courant) doit correspondre à la position des signaux à l'arrêt ;

c) Aucun coinçage ou gommage ne doit pouvoir maintenir un appareil en position de voie libre ;

d) Les dispositifs de remise d'un appareil en position d'arrêt doivent être l'objet de la plus grande attention ;

e) Les parties électriques ne doivent jamais supporter d'efforts mécaniques ;

f) La qualité des matières employées à la construction doit être parfaite et l'emporter sur la question de prix ;

g) Les vérifications, essais, épreuves doivent être faits avec le plus grand soin ;

h) Un appareil, avant d'être adopté définitivement, doit avoir fait l'objet d'un essai de plusieurs années dans des conditions réelles de fonctionnement.

3. Appareils d'une installation de block automatique. — Nous reproduisons ci-après la partie du rapport de M. Laloy relative à cette question :

« 1° *Moteurs de signaux.* — Les signaux mécaniques sont en général actionnés par des moteurs électriques consommant de 1 à 5 A sous 8 v, qui, par l'intermédiaire d'engrenages, mettent les ailes ou cocardes des signaux dans la position d'ouverture.

» Le signal étant « ouvert », le circuit du moteur est coupé et tout le dispositif maintenu dans cette position sous l'effet de l'excitation de bobines à faible consommation (environ 0,05 w), appelées « bobines de maintien ».

» Lorsque ces bobines sont désexcitées, le signal, sous l'influence de la pesanteur, revient en position d'arrêt. Dans ce mouvement, et suivant le type d'appareil employé, ou bien :

» *a)* Tout le mouvement d'engrenage et le moteur électrique sont ramenés en arrière (moteur à dévirage) ou bien :

» *b)* Les engrenages seuls sont ramenés en arrière, le moteur électrique étant alors désolidarisé du système (moteur à semi-dévirage) ou bien :

» *c)* Aucun organe de l'appareil n'est ramené en arrière, l'aile (ou la cocarde) se trouvant alors complètement désolidarisée du mécanisme qui a servi à la mettre à « voie libre » (moteur désengageur).

» Il est indiscutable que ce dernier type d'appareil (moteur désengageur) est supérieur aux deux autres, car on a intérêt à supprimer toute résistance passive pouvant s'opposer à la mise en position d'arrêt d'un signal mécanique. Le moteur à désengageur est le seul actuellement employé sur les nouvelles installations réalisées en France. Il est également employé en grand en Amérique, lorsque la commande du signal se fait du pied de celui-ci.

» Par contre, les moteurs à désengageur américains étant très volumineux et susceptibles de masquer les ailes des signaux lorsqu'ils sont placés en tête de mât, les Américains ont été obligés, pour cette raison, de revenir au moteur à dévirage chaque fois que le signal est mû par un moteur placé sur l'axe de l'aile. Cette mesure est, à notre avis, des plus regrettables au point de vue « sécurité ».

» En ce qui concerne l'emplacement de l'appareil de commande d'un signal, on se trouve en présence de deux écoles préconisant :

L'une le moteur au pied du signal ;

L'autre, le moteur en tête de mât sur l'axe de l'aile.

» La première solution offre des avantages au point de vue facilité de visite et d'entretien, elle réduit les liaisons électriques entre le moteur et les relais. Par contre, elle entraîne l'allongement des commandes mécaniques reliant l'aile à l'appareil de commande.

» La deuxième solution, au contraire, réduit les transmission mécaniques au détriment des liaisons électriques.

» 2° *Signaux lumineux.* — Deux types de signaux de ce genre sont actuellement employés en France :

» Dans l'un, chaque feu est constitué par une lentille unique, éclairée par une lampe à plusieurs filaments ;

» Dans l'autre, chaque feu comporte plusieurs lentilles éclairées chacune par une lampe à basse tension à filament unique.

» 3° *Relais de voie.* — Le relais est l'appareil fondamental du bloc automatique ; ses conditions de fonctionnement peuvent se résumer comme suit :

» L'énergie mise en jeu est à très faible tension puisqu'elle est fournie en général par deux piles. D'autre part, les deux bornes du relais sont réunies aux deux rails qui ne présentent entre eux qu'une résistance des plus faibles (de l'ordre de 2 ohms par kilomètre). Notons d'autre part que, pour avoir une intensité suffisante dans le relais, il faut augmenter la conductibilité des rails et pour cela il faut shunter les éclisses mécaniques par une liaison électrique constituée en général de deux fils de fer bagués dans les rails, et donnant une résistance de 0,003 ohms environ.

» Les remarques ci-dessus font ressortir des conditions de fonctionnement absolument différentes de celles qui régissent les installations électriques ordinaires.

» *a*) Relais de voie à courant continu. — Le relais de voie à courant continu est, en général, un électroaimant dont l'armature établit ou rompt des contacts; la résistance normale du bobinage d'un relais de voie est de 4 ohms. L'appareil doit être assez sensible et présenter une assez grande marge de fonctionnement pour ne pas être influencé par les variations normales des piles et par la variation de la résistance d'isolement du ballast qui le shunte et qui change de valeur, suivant que le temps est sec ou humide. L'appareil doit être très sensible au court-circuit pour que sa désexcitation soit certaine par le shunt d'un seul essieu. Le fer doit être de toute première qualité et surtout ne présenter aucune rémanence. La puissance à laquelle se désexcite un relais de voie est en général 1/3 ou 1/2 de la puissance minimum nécessaire pour l'exciter. Au point de vue mécanique, cet appareil doit être particulièrement bien étudié, et tout risque de coinçage doit être éliminé.

» N'oublions pas, en effet, que le relais de voie abandonné en campagne sans surveillance est l'appareil qui matérialise l'absence de danger qu'il y a pour un train à pénétrer dans la section de voie qu'il protège. On doit éviter d'y toucher et, en fait, un relais doit pouvoir rester des années sans nécessiter aucun entretien. Bien entendu, toute intervention humaine ne doit provenir que d'un agent sûrement qualifié et connaissant parfaitement son métier.

» Le problème de relais de voie semble être résolu à l'heure actuelle, car plusieurs dizaines de milliers de ces appareils dont certains sont en service depuis trente ans, fonctionnent d'une façon des plus régulières et pratiquement sans entretien. »

L'auteur mentionne accessoirement qu'en Amérique les relais à courant continu doivent être plus sensibles (mauvais isolement des rails par le ballast) et qu'on a dû réduire parfois la résistance du bobinage jusqu'à 2 ohms pour obtenir une excitation franche du relais, ce qui nuit à la sécurité de fonctionnement.

b) Relais de voie à courant alternatif. — Lorsque le circuit de voie est alimenté par du courant alternatif, on emploie des relais spéciaux au sujet desquels M. Laloy donne les indications suivantes :

« En général, pour les longs circuits de voie, on emploie des relais à deux enroulements appelés relais à deux éléments. L'appareil fonctionne, soit comme un compteur à disque (relais-disque), soit comme un moteur à champ tournant (relais à champ tournant, relais-tasse).

» Un enroulement est alimenté en local généralement sous 110 v, l'autre enroulement appelé « enroulement de voie » est alimenté sous 1 à 2 v environ, par le courant qui parcourt le circuit de voie.

» On peut dire que l'énergie nécessaire au fonctionnement du relais est ainsi fournie en local, l'enroulement de voie agissant comme excitateur.

» Bien entendu, des dispositifs spéciaux utilisant des résistances, des selfs et des capacités sont employés pour obtenir un déphasage aussi voisin que possible de 90° entre les courants parcourant respectivement les deux enroulements des relais.

» Dans le cas de circuit de voie court, on emploie souvent des relais à un élément, c'est-à-dire à un seul enroulement qui prend toute son énergie sur la voie. Le principe de ces appareils se rapproche en général de celui des compteurs monophasés. »

4. Circuits de voie a courant alternatif. — Dans le cas de l'alimentation des circuits de voie par du courant alternatif, la disposition générale des appareils peut subir quelques changements par rapport au cas de l'alimentation en courant continu. Il y a lieu de distinguer deux cas :

1° *Cas de la traction à vapeur.* — Le montage du circuit de voie à courant alternatif est le même que pour le cas du courant continu. Le courant à la tension d'utilisation, est fourni par un transformateur statique, dans le secondaire duquel on intercale une résistance limitant le courant lors de la mise en court-circuit des rails par un essieu.

2° *Cas de la traction électrique.* — L'installation devient un peu plus compliquée comme l'indique la figure 2 correspondant à la traction en courant continu, car il faut permettre le retour du courant de traction par les rails, qui n'est pas possible avec le circuit de voie à courant continu par suite de la présence de joints isolants entre les voies des deux cantons limitrophes. M. Laloy décrit comme suit le rôle des divers appareils de la figure 2 :

« A chaque groupe de joints isolés a et b, on installe un appareil appelé pont d'inductance, qui se compose

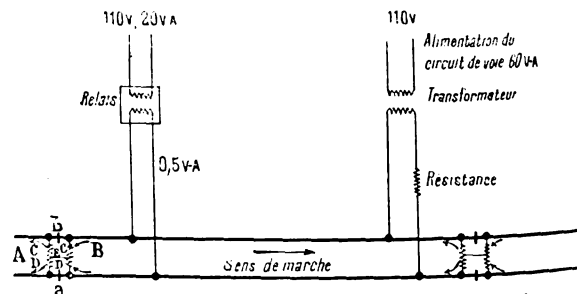


Fig. 2. — Schéma d'un circuit de voie à courant alternatif pour traction électrique à courant continu.

de deux connexions inductives A et B. Une connexion inductive est constituée par deux enroulements de barres de cuivre C et D enroulées autour d'un noyau de fer feuilleté. Ces deux enroulements sont en série. Les deux points milieu des connexions inductives sont reliés par une barre E.

» On voit sur la figure, que si le courant de retour traction est égal dans les deux files de rails, les deux enroulements de la connexion inductive étant parcourus par des courants de sens contraire, leur effet magnétique s'annule.

» Au contraire le courant de signalisation provenant du transformateur T par l'intermédiaire des rails, par-

court en série les deux enroulements de la connexion inductive et crée aux bornes une différence de potentiel permettant l'excitation du relais ».

Les connexions inductives sont à circuit magnétique à entrefer, pour parer aux effets du déséquilibrage du courant de traction dans les deux files de rails; on admet pour leur établissement un déséquilibrage de 20 pour 100. A titre d'indication, l'impédance d'un pont d'inductance est de 0,0003 ohm dans le cas d'un circuit de voie ayant, à 50 p:s, une impédance de 0,9 à 1,2 ohms par kilomètre, et l'impédance d'une connexion inductive est de 0,2 ohm environ.

On peut aussi employer la disposition spéciale représentée par la figure 3. Dans ce cas, les connexions inductives ont deux enroulements, chaque connexion jouant

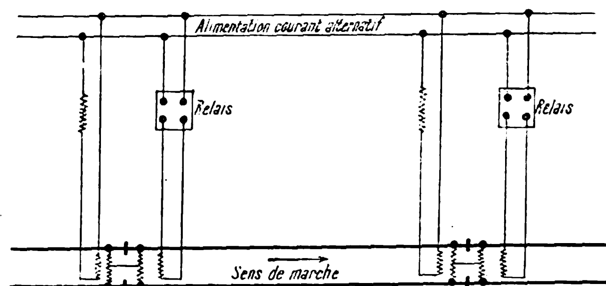


Fig. 3. — Schéma d'un circuit de voie à courant alternatif à circuits de signalisation séparés.

ainsi le rôle de transformateur. On réalise l'avantage de séparer complètement les circuits de signalisation des circuits où circule le courant de traction, et l'on obtient, en outre, une grande souplesse dans le réglage des circuits de voie, en agissant sur les rapports de transformation des deux connexions inductives. Plus de 3 000 connexions inductives de ce type sont en service ou en installation en France.

M. Laloy termine l'exposé relatif aux circuits de voie par la remarque suivante :

» Dans le cas du block à courant continu, le bon état des joints isolants est indispensable pour éviter l'excitation indue d'un relais par la pile voisine, destinée à exciter le relais de voie précédant, en amont ce relais.

» Dans le block à courant alternatif, si on a pris soin d'inverser les « polarités » des alimentations successives de voie, il arrive qu'en cas de mauvais joints isolés, l'alimentation voisine d'un relais tend à faire tourner ce relais dans le sens opposé à celui qui correspond à son excitation normale, autrement dit le relais tend à s'appuyer dans sa position neutre c'est-à-dire « sécurité ». Cet avantage disparaît dans certaines installations où l'on emploie des relais à trois positions, dont le principe consiste à s'exciter tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre suivant la « polarité » du courant, laquelle dépend, grâce à des dispositifs spéciaux, de la position du train à couvrir sur les divers circuits de voie suivant immédiatement le signal considéré.

» Le système de block avec relais à trois positions, malgré l'infériorité qu'il présente au point de vue sécurité, est fréquemment employé en Amérique, parce qu'il permet la suppression d'une grande partie des canalisations qui sont nécessaires pour relier les postes à relais successifs dans un block à relais ordinaires. De ce fait le prix d'une installation est relativement moins élevé ».

5. Résultats obtenus en France avec le block automatique. — M. Laloy donne à ce sujet les renseignements suivants :

« La première installation de block automatique réalisée en France date de 1898. Dès 1900, la Compagnie des Chemins de fer du Midi entreprenait l'équipement complet des grandes lignes de son réseau.

» Les chemins de fer de la Grande Ceinture de Paris, le Métropolitain de Paris et le Nord-Sud de Paris, ont équipé également tout leur réseau en block automatique.

» Par contre, les autres grands réseaux n'ont réalisé à ce jour que des installations partielles, bien que certaines soient des plus importantes.

» En Amérique, le block automatique a pris, au contraire, une extension formidable et générale; à l'heure actuelle, toutes les grandes lignes sont équipées en block automatique. »

On peut dire qu'à nombre égal de signaux, une installation de block automatique est en France deux à trois fois plus importante qu'aux Etats-Unis. Les installations américaines ne comprennent en effet que le block proprement dit, alors qu'en France les installations de block d'espacement des trains comprennent la signalisation de manœuvre et servent en outre à actionner de nombreux appareils n'existant pas en Amérique (crocodiles, porte-pétards, etc.)

1° *Fonctionnement proprement dit.* — D'après M. Laloy, le nombre de dérangements par signal et par an est du même ordre de grandeur en France et en Amérique ;

2° *Entretien.* — D'après les statistiques américaines, l'effectif nécessaire pour l'entretien des signaux en état de bon fonctionnement est cinq fois plus élevé qu'en France (d'après les statistiques de la Compagnie des Chemins de fer du Midi de 1900 à 1914);

3° *Fausses voies libres indues.* — Le nombre de fausses voies libres indues, d'après les statistiques américaines, est assez considérable et ne serait jamais toléré, à juste titre, par un réseau français. En appliquant leur proportion à un block automatique de Paris à Vintimille, on trouverait qu'il se produirait par an 55 voies libres indûment réalisées.

En résumé, si la France ne peut supporter la comparaison avec les Etats-Unis au point de vue quantité de signaux automatiques en service, en revanche la supériorité des installations françaises, aux points de vue qualité et conception, ne semble guère discutable.

B. **Discussion.** Cet exposé n'a pas été suivi d'une discussion proprement dite, celle-ci étant provoquée en quelque sorte par le rapport suivant de M. Courel qui oppose les postes d'aiguillage et de signalisation au système du block automatique.

IV. Les postes électriques d'aiguillage. — A. **Rapport de M. Courel** (1). — Tout d'abord, l'auteur mentionne, au sujet du rapport précédent, que l'espacement des trains, sans circuits de voie continus, trouve encore souvent son application, en particulier dans les gares. Le procédé consiste à créer deux parties de voie isolées, l'une à l'entrée, l'autre à la sortie du canton à protéger. Lorsqu'un tel circuit de voie réduit est shunté par un essieu, un relais correspondant est désexcité et déplace d'un certain angle un encliquetage; les deux encliquetages correspondant à l'entrée et à la sortie du canton commandent un contact fermé seulement lorsqu'ils sont en regard, c'est-à-dire lorsque la section est libre. Accessoirement, le dispositif permet un comptage des trains, car il revient à sa position initiale seulement lorsqu'il est sorti un nombre de trains égal à celui des trains entrés.

Nous remarquerons que ce système, au point de vue résultats, est comparable à celui mentionné dans le rapport de M. Lemonnier sous la dénomination de block enclenché avec circulations intéressées; il prête d'ailleurs à la même critique de ne pas permettre de contrôler qu'un train sortant d'un canton n'a pas laissé des voitures dans ce canton à la suite d'une rupture d'attelage, par exemple.

Passant aux manœuvres d'aiguillages, M. Courel note qu'après les aiguillages et signaux indépendants à commande individuelle, la nécessité de la sécurité fit réaliser les premiers enclenchements vers 1855. Ensuite vinrent les postes à pouvoir destinés à réduire les efforts musculaires de manœuvre directe de systèmes compliqués de tringles et câbles funiculaires. On arriva ensuite aux postes à leviers à fonctions multiples se divisant en deux catégories principales : les leviers « trajecteurs » et les leviers « d'itinéraire ».

Dans les postes à leviers de la première catégorie, il faut deux manœuvres, l'une d'un levier d'entrée, l'autre d'un levier de sortie, pour réaliser les combinaisons d'aiguillages et de signalisation correspondant à l'entrée par une voie dans la section considérée et à la sortie par une autre voie. Avec m voies d'entrée et n voies de sortie, on aura donc besoin de $m + n$ leviers pour réaliser toutes les combinaisons d'itinéraire possibles.

Dans les postes à leviers d'itinéraires, la manœuvre d'un seul levier suffit pour actionner tous les appareils concernant un itinéraire déterminé. Avec m voies d'entrée et n voies de sortie, il faudra donc un nombre maximum de mn leviers, pouvant d'ailleurs être réduit au nombre réel d'itinéraires à réaliser.

M. Courel indique alors que le choix de l'un des deux types de postes pose la question de savoir s'il faut disposer de moins de leviers, quitte à demander à l'aiguilleur plus de manœuvres (leviers trajecteurs), ou de disposer de plus de leviers demandant moins de manœuvres à l'aiguilleur (leviers d'itinéraire). En pratique, on semble s'être arrêté au principe d'emploi des leviers trajecteurs pour les itinéraires peu fréquentés, et des leviers d'itinéraires dans le cas de passages très fréquents.

Examinant ensuite les postes électriques d'aiguillage, qui sont la forme la plus récente des postes à pouvoir, il rappelle d'abord que, comme pour les installations de block, les deux conditions essentielles à remplir sont la fermeture des signaux lors d'un dérangement quelconque, et le fonctionnement le plus régulier possible.

En outre, le fait que les postes d'aiguillage sont en permanence occupés par le personnel de manœuvre, réduit la durée des dérangements au minimum et conduit à un certain nombre de principes distincts de ceux régissant le block automatique.

La commande de certains appareils demande une puissance appréciable, ce qui conduit à adopter la tension de 110 V pour le courant d'alimentation; contrairement à ce qui a lieu dans les installations à circuits de voie, l'isolation a plus d'importance que la conductibilité. Dans le système Aster, envisagé dans le rapport, les divers circuits ayant un retour commun par la terre, un seul conducteur par circuit a besoin d'être isolé; en outre, ce conducteur est muni d'un fusible, dont la fusion, en cas de défaut d'isolement, décèle et localise le défaut. Pour l'auteur du rapport, dans les postes électriques d'aiguillage, on augmente la sécurité et on réduit l'entretien en commandant mécaniquement tout ce qui peut l'être, et en évitant le plus possible l'automaticité. En conséquence, les leviers sont enclenchés mécaniquement entre eux; les dispositifs peuvent être très divers. Le système de la Société L'Aster, décrit ensuite, est caractérisé par les plans d'aiguilles, bâtis rigides, plans correspondant chacun à une aiguille dont ils commandent le mouvement à droite ou à gauche suivant qu'eux-mêmes sont déplacés à droite ou à gauche au moyen de l'arbre à cames actionné par un quelconque des leviers d'itinéraire; dans ce mouvement, chaque plan d'aiguilles, divisé en cases traversées chacune par un arbre à cames actionné par un levier d'itinéraire, verrouille par immobilisation des cames, dans leur position d'arrêt, tous les arbres et en conséquence tous les leviers pouvant commander des itinéraires non compatibles avec la position de l'aiguille donnée par la position de son plan d'aiguille. En outre, ce dernier laisse libres de se déplacer tous les arbres à cames correspondant à des itinéraires compatibles avec sa position qui matérialise celle de l'aiguille. Les connexions électriques d'appareils et signaux, pour chaque itinéraire, sont réalisées par des contacts commandés par un deuxième arbre solidaire de l'arbre à cames de commande et de verrouillage des aiguilles qui correspond à l'itinéraire à réaliser.

M. Courel indique comme il suit les autres caractéristiques du système :

« La commande des aiguilles se fait par des moteurs qui coupent eux-mêmes mécaniquement, à fin de course, leur circuit d'alimentation, en dirigeant le courant qui vient d'être utilisé pour la manœuvre vers un conducteur de contrôle revenant dans le poste.

(1) Courel. *Bulletin de la Société française des Électriciens*, juin 1927, t. VII (4e série), p. 717-723.

» Les relais de contrôle indiquent *en permanence* la position des appareils et de leur commande; les relais d'aiguille, par exemple, dont les circuits sont fermés par un contact placé sur l'aiguille elle-même, indiquent la position de celle-ci. Si cette position est intermédiaire (aiguille entrebâillée), ils actionnent un double signal optique et sonore donnant l'indication du danger.

» Ces relais servent également à la constitution des circuits d'itinéraire que doit parcourir le courant destiné à la commande des signaux; chaque conducteur électrique représente une voie et chaque armature de relais une aiguille. Le circuit d'itinéraire ne peut être fermé que si tous les relais, donc toutes les aiguilles d'itinéraire, sont commandés dans la bonne position. Les moteurs des signaux sont commandés dans les mêmes conditions que les moteurs d'aiguille. Ils possèdent un accouplement magnétique tel que, à la rupture de la moindre condition qui concourt à sa mise à voie libre, le signal se ferme sous l'action de son contrepoids.

» Enfin, pour compléter la sécurité et éviter la manœuvre sous les trains ainsi que la destruction des enclenchements de protection, les leviers sont maintenus et verrouillés au retour dans la position de travail quand un train se trouve sur l'itinéraire qu'ils commandent. Pour maintenir les leviers à cette position où les enclenchements sont conservés, un verrou électrique alimenté par un système à circuit de voies ne sera sous tension que si la section est libre; alors seulement, son armature est attirée et permet la manœuvre du levier correspondant. En cas d'occupation de la section, l'armature du relais privé de courant, tombe et maintient le levier enclenché. Il en est de même si le signal commandé à la fermeture, après passage des trains, n'a pas été effectivement fermé.

» Pour les postes électriques de commande d'aiguillage, l'emploi du courant continu présente des facilités plus grandes que le courant alternatif, du fait que la batterie d'accumulateurs n'a pas de défaillance comme peut en avoir un secteur. Cependant, la Société l'Aster installe actuellement des postes sur voies électrifiées où, pour des raisons de sécurité, le courant continu est absolument proscrit ».

Après avoir indiqué que sur 40 postes de ce genre en service et ayant réalisé environ 80 millions de manœuvres de leviers, soit plus de 200 millions de manœuvres d'aiguillages et de signaux, on n'a pas eu à enregistrer un seul dérangement contraire à la sécurité (le nombre des dérangements est de l'ordre de 1 par poste et par mois), M. Courel termine en indiquant qu'il préfère les postes électriques d'aiguillage et de signalisation aux installations de signalisation automatique.

Ce rapport n'a pas donné lieu à discussion.

V. Le « block-system » automatique aux Etats-Unis. — A. Rapport de M. Tuja [1]. — Cette étude, limitée à l'examen du block automatique sur les voies à sens de circulation spécialisé, n'a pas été présentée, M. Tuja s'étant fait excuser de ne pouvoir assister à la séance. Nous en indiquerons très brièvement les points essentiels.

Au 1er juin 1927, il existait aux Etats-Unis :

65 000 km de lignes (99 500 km de voies) équipés en block automatique à sémaphores électriques.

13600 km de lignes (20600 km de voies) équipés en block automatique à signaux lumineux colorés ou de position.

C'est en 1879 que fut commencée l'installation de signaux automatiques à commande par électroaimants et circuits de voie. Le premier signal à moteur date de 1900 et c'est en 1903 qu'apparaissent les circuits de voie à courant alternatif. Les premières études d'emploi des signaux lumineux de jour comme de nuit remontent à 1913.

Les signaux américains se différencient des signaux français en ce qu'ils donnent trois indications :

Voie libre, signifiant que les deux cantons suivants sont libres;

Avertissement, signifiant que le premier canton est libre, mais que le second est occupé.

Arrêt, indiquant que les deux cantons suivants sont occupés.

La signalisation des bifurcations est simplifiée par la suppression de l'indication de direction estimée inutile.

Les signaux sont de deux catégories :

Signaux sémaphoriques, dits parfois « banjos » à cause de la forme de l'aile.

Signaux lumineux de jour et de nuit.

1. Signaux sémaphoriques. — Les ailes sémaphoriques à trois positions, se déplacent dans le quadrant supérieur et donnent les trois indications suivantes :

a) Position verticale vers le haut (ou feu vert la nuit) : voie libre.

b) Position à 45° vers le haut (ou feu jaune orangé la nuit) : avertissement.

c) Position horizontale (ou feu rouge la nuit) : arrêt.

L'extrémité de l'aile peut être taillée en pointe (signaux permissifs), ce qui signifie que le signal à l'arrêt peut être franchi en marche prudente à faible vitesse. Elle est taillée à angle droit dans les cas d'arrêt absolu où le signal à l'arrêt ne doit pas être franchi.

Un même mât peut porter jusqu'à 3 ailes superposées.

2. Signaux lumineux colorés. — Ils sont établis sur les mêmes principes que les feux de nuit des sémaphores. En général les trois feux colorés correspondant aux trois indications de l'aile sémaphorique sont disposés horizontalement sur un panneau; leurs axes sont bien parallèles et les lentilles produisant les faisceaux sont protégées des réflexions de lumières extérieures par des visières en tôle. Ils se combinent sur les mâts de même manière que les ailes sémaphoriques.

On trouve aussi la disposition des trois feux sur une même verticale, ainsi que celle des trois feux disposés

[1] Tuja. *Revue générale des Chemins de fer*, mai et juin 1927, t. XLVI, p. 436-458, et 515-540; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 17 décembre 1927, t. XXII, p. 1084.

en triangle, très près l'un de l'autre, avec une visière unique de protection.

3. SIGNAUX LUMINEUX DE POSITION. — Dans ce genre de signaux, les indications sont fournies, non plus par la couleur, mais par la disposition de trois feux de même couleur légèrement jaune.

Les feux, au nombre de sept, sont disposés l'un au centre, les autres à la périphérie d'un panneau circulaire; ils sont allumés par trois à la fois, situés sur un même diamètre vertical, à 45° ou horizontal, rappelant ainsi les trois positions correspondantes d'une aile sémaphorique.

4. SIGNAUX DE MANŒUVRE. — Ces signaux nettement différenciés des précédents sont à deux ou trois indications; leurs dimensions sont faibles et ils sont placés au ras du sol (dwarf signals).

5. CIRCUITS DE VOIE. — Les connexions de rail à rail sont constituées par des fils de fer galvanisés, des fils bi-métalliques à âme d'acier recouverte de cuivre (copperclad), ou des fils de cuivre. Leur fixation au rail s'effectue à l'aide de broches. Il existe également des connexions soudées au rail, qui ne semblent guère utilisées que sur les réseaux électrifiés.

Les joints isolants sont de deux types principaux :

Joint « Weber » utilisant le bois comme isolant (meilleur au point de vue électrique).

Joint « Continuous » utilisant la fibre (meilleur au point de vue mécanique).

Ils sont toujours supportés, ce qui leur assure une durée relativement grande.

6. RELAIS DE VOIE. — On peut distinguer 5 types :

1° *Relais à courant continu, type neutre ;*

2° *Relais à courant continu, type polarisé*, comportant deux armatures, l'une fonctionnant comme l'armature d'un relais du type neutre, l'autre polarisée pour assurer la sélection entre les circuits commandant les deux positions « voie libre » et « avertissement » du signal. Ils peuvent ainsi donner la commande de trois indications.

3° *Relais à courant alternatif à un élément*, qui n'utilisent pas de source auxiliaire de courant local.

4° *Relais à courant alternatif à deux éléments*, qui comportent un enroulement de voie alimenté par le circuit de voie, et, en outre, un enroulement alimenté par une source d'énergie locale. Ce type de relais peut être construit à 2 ou 3 positions.

5° *Relais à courant alternatif, type de fréquence*, effectivement actionné à partir d'une fréquence déterminée, celle du courant de signalisation.

Pour tous ces relais, les contacts commandant la mise à voie libre des signaux sont du type carbone-argent, qui évite toute possibilité de collage.

7. DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DES SIGNAUX AUTOMATIQUES. — Cette partie du rapport contient des détails sur la construction des divers types de signaux mentionnés ci-dessus et sur leur mode de fonctionnement. Nous n'en retiendrons que quelques points :

1° *Signaux sémaphoriques.* — Les ailes des sémaphores sont en métal émaillé pour faciliter l'entretien et la visibilité ; elles sont fixées sur le porte-lucarnes qui porte les trois verres colorés convexes, pour éviter toute réflexion parasite, qui viennent se placer devant la lanterne. L'ensemble, articulé autour d'un axe horizontal, est entraîné dans la position voulue par un petit moteur électrique à dévirage agissant par l'intermédiaire d'un engrenage, et pourvu d'un dispositif de maintien en position, à électroaimant; un commutateur solidaire du mouvement du bras sémaphorique réalise les connexions voulues pour l'alimentation du moteur et du dispositif de maintien. Le tout est placé dans une boîte étanche, en tête du mât sémaphorique ; les axes et coussinets étanches sont soigneusement lubrifiés pour éviter le gel.

2° *Signaux lumineux.* — Les feux élémentaires des signaux colorés sont constitués par une lampe à filament concentré placé au foyer d'une lentille colorée (rouge, vert, jaune orangé, bleu, pourpre ou blanc lunaire), à échelons, dont la distance focale peut descendre jusqu'à 12,5 mm ; le système est complété par une lentille extérieure à échelons, en verre clair.

Les lampes à filaments concentrés sont construites pour des tensions de 8,10 v et 120 v et des puissances allant de 10 à 40 w ; on augmente leur durée en les sous-voltant de 10 pour 100 sans que la portée du signal soit sensiblement modifiée.

Les lentilles sont de diverses formes suivant l'ouverture du faisceau lumineux qui reste toujours faible, sauf pour les signaux de gares de triage ; pour les signaux placés en courbe, le type « spreadlight » étale le faisceau en éventail dans le plan horizontal.

La portée d'un signal lumineux coloré, par clair soleil et en alignement droit, varie de 750 m à 1 800 m suivant la puissance de la lampe et le type de lentilles.

Les feux élémentaires des signaux de position ne comportent qu'une lentille à échelons extérieurs, avec un verre protecteur de forme et de composition spéciales, et un réflecteur intérieur qui dévie une petite portion du faisceau lumineux vers le sol pour réaliser une bonne visibilité à courte distance.

8. ALIMENTATION EN ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — Cette alimentation est réalisée de diverses manières :

a) Par sources locales de courant continu (piles ou accumulateurs) ;

b) Par courant alternatif direct, pris à un réseau de distribution, et seul utilisable sur les lignes électrifiées.

c) Par courant alternatif et accumulateurs, comprenant, à chaque signal, un transformateur-abaisseur de tension et deux groupes de redresseurs et accumulateurs, ceux-ci étant montés en tampon et constituant une réserve d'énergie.

Le rapport se termine par quelques indications sur l'organisation du service de signalisation et des observations générales sur les caractéristiques du block automatique aux États-Unis. — F. P. *(A suivre.)*

Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927) (*Suite et fin*) (*)

VIII. Télégraphie et téléphonie à grande distance et questions y relatives (*suite et fin*).

Etat actuel de la téléphonie à grande distance en Europe, par M. P.-F. Erikson (Grande-Bretagne). — L'année 1926 a marqué à la fois le cinquantième anniversaire de l'invention du téléphone et le vingt-cinquième anniversaire de l'invention de la bobine de charge, par le docteur Pupin.

La téléphonie par câble a fait de tels progrès pendant les vingt-cinq dernières années, qu'elle fournit à l'heure actuelle, un moyen sûr et économique de communications à grande distance, tout en n'employant que des conducteurs de faible diamètre.

Le Comité consultatif international des Communications téléphoniques à grande Distance (ou C. C. I.) créé en 1924, a joué un rôle important dans l'établissement du réseau de câbles européens tel qu'il est maintenant, en cherchant à uniformiser les types de câbles employés, afin de faciliter leur emploi pour les communications internationales.

L'étude de M. Erikson décrit rapidement les progrès réalisés en Europe dans le domaine de la téléphonie à grande distance. Les pays ayant développé dans de grandes proportions leurs réseaux de câbles sont : l'Autriche, la Belgique, la Tchéco-Slovaquie, la France, l'Allemagne, la Grande-Bretagne, la Hollande, la Hongrie, l'Italie, la Suède et la Suisse.

Les renseignements qui ont servi à cette étude ont été rassemblés dans des publications diverses. L'auteur apprécie pleinement que le développement sans cesse croissant des réseaux de câbles et les modifications possibles dans les projets, peuvent affecter l'exactitude du document. Il espère cependant que ces inexactitudes ne seront pas d'une grande importance.

Autriche. — La situation géographique de l'Autriche l'oblige à fournir des moyens rapides de transit pour les communications internationales. Le câble Vienne-Passau, qui fut achevé en janvier 1927, assure les liaisons avec l'Allemagne et l'Europe occidentale. Des extensions de ce câble atteindront les frontières hongroise et suisse à la fin de l'année 1927.

Le programme futur comprend des connexions directes avec la Tchéco-Slovaquie, l'Italie et la Yougo-Slavie.

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 8, 15, 22, 29 octobre, 5, 12, 19 novembre et 10 décembre 1927, t. XXII, p. 533-536, 573-574, 615-616, 663-664, 707-710, 757-760, 811-814 et 982.

Belgique. — Les lignes téléphoniques de la Belgique sont très importantes et leur multiplicité a conduit rapidement à établir un réseau de câbles assurant les communications nationales et internationales. Le câble Bruxelles-La Panne fut achevé en 1926. Il est relié, en ce dernier point, aux câbles sous-marins allant vers l'Angleterre. Le câble de Bruxelles à Liége et à la frontière allemande fut mis en service en avril 1927. Un câble reliant Bruxelles à Anvers et la Hollande fut achevé en février 1927. Il existait d'ailleurs deux câbles plus anciens entre Bruxelles et Anvers. Le câble Bruxelles-Lille, déjà installé en Belgique, fournira les circuits nécessaires pour la France.

Enfin, deux câbles sont en construction : de Bruxelles à Charleroi et de Bruxelles à Aubange, ce dernier devant assurer les communications avec l'est de la France, la Suisse et l'Italie.

Plusieurs de ces câbles seront d'ailleurs prochainement doublés, afin de faire face à l'accroissement de demandes. Des câbles transversaux permettront ultérieurement d'utiliser des voies détournées pour régler le trafic et parer aux accidents.

Tchéco-Slovaquie. — Lors de sa reconstitution après la guerre, ce pays n'avait pas de lignes téléphoniques convenables à grande distance ; un projet de câbles fut donc établi avec Prague, la capitale, comme point central. Le câble Prague-Kolin fut achevé au début de 1926 ; il assure les communications avec l'Allemagne. Son prolongement de l'autre côté de Prague jusqu'à Bratislava, qui sera achevé à la fin de 1927, reliera la Tchéco-Slovaquie à la Hongrie. Un embranchement est d'ailleurs prévu vers l'Autriche. Trois câbles en projet relieront ultérieurement Prague à l'Allemagne et à l'Europe occidentale.

France. — Le premier câble français fut projeté, entre Paris et Strasbourg, après la guerre, pour relier l'Alsace-Lorraine au réseau français. Ce projet fut incorporé dans un plan comprenant sept câbles principaux rayonnant de Paris. Le câble Paris-Strasbourg fut mis en service en avril 1926 ; il est relié au réseau allemand, et une amorce allant vers Bâle assure la liaison avec la Suisse. Il a permis l'établissement de circuits directs Paris-Berlin et Paris-Vienne.

Les câbles Paris-Le Havre et Paris-Boulogne sont également achevés, ce dernier doit recevoir tout le trafic avec la Grande-Bretagne.

Le câble Paris-Lille, en installation, sera relié au réseau belge ; les travaux entre Paris et Lyon sont éga-

lement commencés, avec prolongation ultérieure sur l'Italie et l'Espagne.

Enfin, les câbles projetés, Paris-Bordeaux-frontière espagnole et Paris-Nantes complètent le programme élaboré en 1921.

Allemagne. — Le réseau de câbles allemands s'est développé énormément durant les sept dernières années, à raison de 1 000 km en moyenne par année, grâce à l'action du Reichspostministerium, qui a provoqué la création, en avril 1921, d'un organisme central groupant les divers constructeurs de câbles téléphoniques, le Deutsche Fernkabel Gesellschaft. Le plan national établi à ce moment tenait également compte des très grands besoins internationaux, dus à la situation géographique centrale de l'Allemagne.

Sans donner des détails sur la pose des câbles, on peut dire qu'au point de vue international, les dates marquantes sont : en 1925 la liaison par câble avec la Suisse; en 1926 la liaison par câble avec la France, la Hollande et la Grande-Bretagne. Les premiers essais de communication avec la Scandinavie datent de 1908; on utilisait des lignes aériennes et un câble sous-marin. Une liaison entièrement par câble est prévue, et d'ailleurs presque entièrement réalisée, entre l'Allemagne et Stockholm.

Les communications avec le Danemark, assurées jusqu'à maintenant par de petits câbles sous-marins, seront améliorées par la pose d'un câble plus direct relié au système de câbles allemands. Pour la téléphonie vers la Russie et les Etats baltes, le réseau allemand utilise un câble sous-marin qui évite le « corridor polonais ». Ce câble se continue en Prusse orientale où il doit s'étendre jusqu'à Konigsberg.

Le câble reliant Berlin à Gleiwitz assurera les communications avec la Pologne; enfin on a déjà mentionné les jonctions à Dresde et Passau avec les câbles tchécoslovaques et autrichiens.

Deux câbles sont en projet du côté sud, vers l'Italie, par la Suisse, d'une part, et l'Autriche, d'autre part.

Grande-Bretagne. — Avant l'utilisation des câbles, la Grande-Bretagne possédait un bon réseau de lignes aériennes couvrant tout le pays. Mais l'encombrement des principales routes et la difficulté de faire de nouvelles constructions, amena de bonne heure l'emploi des câbles; les premiers essais eurent lieu en 1897, et le premier câble chargé entre Manchester et Liverpool fut réalisé en 1908, tandis que l'utilisation des circuits fantômes fut introduite en 1913 sur le câble de Londres à Liverpool.

La plus grande partie des câbles du réseau actuel se trouvent dans les Midlands, centre industriel de l'Angleterre, relié aux grands ports, aux centres miniers du Pays de Galles et Londres.

De Londres partent quatre grandes artères : vers Glasgow et Dundee, Manchester et Liverpool, le sud du Pays de Galles, Portsmouth et Southampton. Enfin des câbles rayonnant de Londres assurent les liaisons internationales avec la Hollande, la Belgique et la France.

Le câble Londres-Glasgow contient, en outre des circuits ordinaires, des circuits à charge spéciale, pour la téléphonie transatlantique.

Le premier câble sous-marin fut posé en 1891 entre l'Angleterre et la France et depuis, de nombreux câbles ont été nécessaires pour faire face au trafic avec le continent. L'année 1924 marque le début de l'utilisation de câbles sous-marins à isolement en papier, les modèles les plus récents contenant 7 quartes.

Rappelons que le service direct avec l'Allemagne fut inauguré en 1926, et le service direct avec la Suède en juin 1927. Les relations avec la Hollande sont plus anciennes et datent de la pose du premier câble anglo-hollandais en 1922.

Il est également intéressant de signaler que, grâce à l'établissement de nombreux câbles de jonction, un service interurbain sans délai d'attente a pu être établi dans un rayon de 100 km autour de Londres et pour certaines relations très importantes comme Manchester-Liverpool et Edinburgh-Glasgow.

Hollande. — Pendant les vingt dernières années, le nombre des téléphones en Hollande a sextuplé; la moitié des appareils se trouve d'ailleurs dans trois grandes villes : Amsterdam, Rotterdam et La Haye.

Dès 1911, on envisagea la construction d'un câble pour relier ces trois villes, mais la guerre en retarda la réalisation et il ne fut achevé qu'en 1920.

Les câbles entre Amsterdam et Utrecht et entre Rotterdam et Utrecht furent installés en 1922. La transformation graduelle en câbles des lignes aériennes utilisées pour les circuits vers l'Angleterre fut opérée de 1922 à 1926 et en 1926 on a même dû doubler un de ces circuits.

De nouveaux câbles furent posés entre Amsterdam, Rotterdam et Utrecht en 1925 et 1926, ainsi qu'un câble direct La Haye-Utrecht prolongé jusqu'à la frontière allemande. Une autre liaison avec le réseau allemand doit être achevée cette année. Les circuits vers la Belgique et la France seront constitués par un câble partant de Roosendaal, qui est compris dans le programme de cette année.

Depuis 1920, année où fut posé le premier câble Amsterdam-Rotterdam, il a fallu en poser un second, puis un troisième, qui sera achevé cette année.

Enfin, un certain nombre de nouveaux câbles sont prévus, y compris une grande artère traversant tout le pays.

Hongrie. — La Hongrie sera prochainement reliée par câble au réseau européen à grande distance; on a en effet posé un câble entre Budapest et Vienne, dont la portion hongroise se termine à la première station de relais téléphoniques en territoire autrichien. A la dernière station hongroise, une bifurcation de ce câble ira rejoindre le réseau tchécoslovaque de câbles à Bratislava.

Deux câbles sont en projet, pour relier la Hongrie à la Yougo-Slavie.

Italie. — En 1912 le Ministère italien des Postes et Télégraphes avait préparé un projet pour l'établissement d'un système de câbles chargés destinés à relier les centres industriels du nord de l'Italie. La guerre retarda les travaux, et, la paix rétablie, le projet fut étudié à nouveau (en raison des progrès apportés dans la technique par l'emploi extensif de relais téléphoniques. Il fallait, de plus, tenir compte des interférences possibles avec les lignes à haute tension dont le nombre et l'importance avaient beaucoup augmenté.

Les contrats pour l'installation du premier câble reliant Milan-Turin-Gênes furent passés en 1921. Ces câbles furent prévus par l'Administration italienne des Télégraphes, de façon à pouvoir fournir des circuits internationaux.

Actuellement, on commence la réalisation d'un réseau, allant de Trieste jusqu'à Naples, et se raccordant au premier câble. Un autre ensemble de câbles interurbains se développe dans le Nord de l'Italie. Les concessions accordées à l'entreprise privée, en vue du développement téléphonique, donnent certains droits aux concessionnaires dans les limites de leurs territoires. Ils doivent cependant établir les circuits jugés nécessaires par l'Administration. La société concessionnaire pour le Nord de l'Italie procède, par exemple, à l'installation de câbles partant de Milan vers Turin, Vérone et le tunnel du Simplon.

L'exécution du réseau national est confié à la Società italiana Reti Telefoniche interurbane, qui groupe les différents fabricants italiens de câbles. Quant aux relations internationales, il n'y en a actuellement aucune par câble, mais les voies qu'on utilisera ultérieurement sont bien définies. Pour la Suisse, il y a deux voies principales, partant toutes deux de Milan par le Simplon et le Gothard, et allant respectivement vers Berne et Zurich. Lorsque des circuits plus directs vers la France seront nécessaires, ils seront fournis par un câble allant de Turin à Lyon par Modane.

Suède. — La Suède, qui présente une très vaste superficie, a sa population concentrée surtout au centre et au sud. Dans les dix dernières années, le trafic sur les principales lignes téléphoniques desservant ces régions devint tellement intense que l'établissement de nombreux nouveaux circuits fut jugé nécessaire. Le choix se porta sur les câbles, du fait que l'entretien de nombreuses lignes aériennes aurait été trop coûteux, en raison des tempêtes de neige.

Le premier câble fut établi entre les deux principales villes, Stockholm et Gothenburg; il fallait se hâter d'ailleurs, sinon l'électrification des chemins de fer eût nécessité le déplacement des lignes aériennes : ce câble fut mis en service au début de 1923. L'Administration avait établi en même temps le plan d'un réseau complet, prévoyant les circuits internationaux nécessaires pour relier Stockholm aux divers pays d'Europe.

On envisage la construction d'un câble de Stockholm à Malmö, qui sera raccordé par câble sous-marin à l'Allemagne et au Danemark. Ce câble est d'ailleurs déjà en service de Stockholm à Norrköping et il desservira ultérieurement la côte ouest de la Suède. Le câble Stockholm-Uppsala-Gavle relie la capitale au nord du pays.

C'est en 1919 que le premier câble sous-marin direct avec l'Allemagne fut posé; deux autres furent nécessaires, plus tard, pour faire face au trafic.

Suisse. — Bien que de faible superficie, la Suisse joue un rôle important en téléphonie à grande distance. Avant l'utilisation des câbles, plusieurs lignes aériennes internationales y passaient, leur introduction remonte à 1892 : en 1910 il y avait déjà 67 circuits internationaux en Suisse. A côté du développement propre du téléphone, la difficulté de protéger les lignes aériennes contre l'induction particulièrement importante des lignes d'énergie, placées nécessairement dans les vallées, à proximité des lignes téléphoniques, a provoqué le développement rapide des câbles.

Le réseau comprend deux artères principales, l'une allant de Genève à Saint-Gall par Zurich, et l'autre allant au Sud de Zurich à Chiasso par le Gothard (cette dernière section est actuellement en construction). Le centre du réseau est Zurich, et les deux câbles assurent le trafic international à Bâle, Schaffhouse, Oberriet (près de Saint-Gall), Chiasso et Genève.

Une particularité intéressante est que, pratiquement, toutes les grandes artères sont munies de deux câbles, le câble principal pour le trafic international et à grande distance, et le câble collecteur pour le trafic local et le service télégraphique.

Genève est maintenant relié par des câbles avec la frontière d'Italie; seule une section demeure aérienne, et sera prochainement remplacée par un câble.

Enfin, la région nord-est de la Suisse possède un réseau de câbles allant jusqu'à Coire.

Cette description montre que, dans l'établissement des réseaux de câbles des divers pays, les autorités responsables ont toujours réservé des circuits pour les relations internationales.

La communication de M. Erikson indique les villes d'Europe entre lesquelles existent des relations par câbles et la distance qui les sépare.

La longueur totale des câbles installés dans les onze pays considérés ci-dessus est de 24 400 km; et la longueur totale de paires dans ces câbles est de 2 725 000 km, soit 68 fois le tour de la terre.

Le circuit le plus long sur câbles est Londres-Berlin, villes distantes de 1 384 km. Les portions de câbles qui manquent actuellement dans le réseau européen seront vite établies et, avant longtemps, le réseau de câbles souterrains et sous-marins assurera des communications rapides et sûres entre les divers pays d'Europe.

La technique d'exploitation des longs câbles, par le docteur Hoepner (Allemagne). — La réunion des réseaux

de câbles téléphoniques des États européens, c'est-à-dire de l'Allemagne, des Pays-Bas, de la Suisse, de la Grande-Bretagne, de l'Autriche, de la France, du Danemark, de la Suède et de la Tchécoslovaquie a facilité l'établissement journalier des communications à des distances plus longues avec une perfection très grande. Ces succès sont dus à l'activité infatigable des administrations des pays adhérents au Comité consultatif international des Communications téléphoniques à grande Distance, et de l'industrie privée, qui a fourni les câbles, les bobines et les amplificateurs.

L'auteur démontre, à l'aide du réseau allemand, la grande importance universelle d'un réseau interurbain de câbles pour la téléphonie à grande distance, pour la télégraphie, pour la transmission photoélectrique et pour la transmission radiophonique. Il montre les difficultés que les ingénieurs ont dû surmonter pour atteindre l'utilité pratique universelle des réseaux de câbles.

En particulier, l'auteur discute les moyens qui sont propres à étendre la portée du système à deux fils, ce sont : l'amélioration de l'homogénéité de l'impédance caractéristique; l'adaptation perfectionnée de l'impédance des amplificateurs à l'impédance des lignes; la compensation de la distorsion; la diminution de la diaphonie dans les câbles et dans les stations amplificatrices. De plus, la compensation de la distorsion dans les circuits à quatre fils, les phénomènes d'écho et de courants transitoires, la compensation de la distorsion de phases, les amplificateurs sur cordons dans les systèmes à deux fils et à quatre fils, la transmission radiophonique et photoélectrique et la télégraphie musicale et intraacoustique font l'objet d'une grande partie de la communication.

En outre, l'auteur discute la question très importante du maintien d'un réseau en câble et des circuits empruntant un tel réseau et montre quelques moyens nouveaux qui sont propres à simplifier les mesures de maintien, par exemple un instrument qui surveille automatiquement l'isolement des câbles et un autre instrument qui annonce par une lecture directe et par une seule mesure, le niveau de transmission.

L'état présent de la théorie des transmissions par fils et ses problèmes d'actualité, par le professeur I.-I. Carson (États-Unis). — Le développement rapide de la technique des transmissions par fils, ainsi que la complexité croissante des problèmes y relatifs, réclament un guide théorique de plus en plus fidèle ainsi qu'une théorie de plus en plus rigoureuse. La communication de M. Carson est un exposé, d'où se trouvent exclus tous calculs mathématiques, de la théorie de transmission classique et des limites qu'elle comporte. Elle préconise plusieurs méthodes par lesquelles on peut attaquer ce problème d'une manière aussi fondamentale que rigoureuse. M. Carson indique les directions dans lesquelles doit s'étendre la théorie de la transmission.

Relations de fréquence dans les systèmes électriques de communication, par le docteur R.-V. Hartley, du Bell Telephone Laboratory (États-Unis). — L'auteur propose une expression numérique de l' « information », expression basée sur des considérations physiques, à l'exclusion de toute considération psychologique. Les limites à la vitesse de transmission de cette « information » pour un système donné, dues à la distortion causée par « l'emmagasinage » d'énergie sont discutées du point de vue des phénomènes transitoires. La relation entre le point de vue des phénomènes transitoires et le point de vue du régime permanent est examinée. On montre que, lorsque l'emmagasinage d'énergie est utilisé pour restreindre la transmission en régime permanent à un intervalle limité de fréquences, la quantité « d'information » qui peut être transmise est proportionnelle au produit de l'intervalle de fréquences par l'intervalle de temps pendant lequel ces fréquences sont utilisables. Plusieurs exemples de l'application de ce principe à des systèmes courants sont fournis. Dans les cas de la transmission de photographies et dans le cas de la télévision, la variation du courant dans l'espace est analysée par une méthode de régime permanent analogue à celle appliquée ordinairement aux variations dans le temps.

L'influence de la terre sur le champ électromagnétique des ondes propagées sur des lignes aériennes et sur l'induction mutuelle entre des lignes parallèles, par M. le docteur F. Pollaczek (Allemagne). — Cette communication est un extrait de plusieurs ouvrages du rapporteur, qui ont pour sujet le calcul rigoureux du champ électromagnétique d'une ligne simple à haute tension et à courant alternatif. En admettant que la surface de la terre soit une plaine et que la conductivité du sol soit finie et constante, on démontre qu'il est possible de déduire, en pleine rigueur et d'une manière complète, les influences capacitives et inductives du courant alternatif de la ligne et des courants parasitaires traversant le sol sur des lignes parallèles voisines. De ces considérations il résulte une formule d'inductance mutuelle entre des lignes parallèles, formule qui dépend surtout de la conductivité du sol, de la fréquence du courant alternatif et de l'affaiblissement de la ligne. Les recherches sur le champ de la ligne simple de longueur infinie sont en connexion étroite avec celles sur l'antenne horizontale (compte tenu de la conductivité finie du sol) et, en particulier, il est aisé de voir qu'on peut déduire, par une simple opération analytique, les formules rigoureuses de l'antenne de celles de la ligne infinie. — A. T.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Ondes mobiles : propagation, formation et protection (*Suite*)

QUATRIÈME PARTIE : Protection des transformateurs contre les ondes mobiles

(*Suite et fin*) (*)

XIII. **Bobines de self-inductance. Réalités des phénomènes.** — Reportons-nous au paragraphe VIII de la troisième partie de cette étude dans lequel nous avons exposé le véritable mode de propagation d'une onde dans l'enroulement d'un transformateur. Une inductance est identique à un enroulement et doit être traité de même. Elle agit donc de trois manières distinctes qu'on peut caractériser au moyen des trois coefficient spécifiques suivants :

1. Coefficient relatif de protection. — L'inductance est assimilable à un conducteur ayant des caractéristiques réparties et dont l'impédance d'onde est $Z_{\mathcal{L}}$ avec une vitesse de propagation $v_{\mathcal{L}}$ (1). En raison de ces caractéristiques distinctes de celles (Z_1, v_1 et Z_2, v_2) des éléments de circuits entre lesquels elle est insérée, l'inductance multiplie le gradient de potentiel d'une onde transmise, par un facteur K_r qui peut être plus grand ou plus petit que 1, que nous appellerons « coefficient relatif de protection » (2) et qui est donné par l'expression

$$K_r = \frac{v_1}{v_{\mathcal{L}}}\frac{2Z_{\mathcal{L}}}{Z_1+Z_{\mathcal{L}}} \times \frac{v_{\mathcal{L}}}{v_2}\frac{2Z_2}{Z_{\mathcal{L}}+Z_2} \times \frac{v_2}{v_1}\frac{Z_1+Z_2}{2Z_2} = \frac{2Z_{\mathcal{L}}(Z_1+Z_2)}{(Z_1+Z_{\mathcal{L}})(Z_{\mathcal{L}}+Z_2)}. \quad (15)$$

Ce coefficient ne dépend pas de la vitesse de propagation dans l'inductance, mais seulement de son impédance d'onde.

Il est supérieur à l'unité pour $Z_1 < Z_{\mathcal{L}} < Z_2$ et pour $Z_1 > Z_{\mathcal{L}} > Z_2$. Dans l'exemple précédent (paragraphe XII, 3) il était de $\frac{6,42}{5,45} = 1,18$. Il est maximum pour $Z_{\mathcal{L}} = \sqrt{Z_1 Z_2}$. Il est plus petit que l'unité pour $Z_1 > Z_{\mathcal{L}} < Z_2$ et pour $Z_1 < Z_{\mathcal{L}} > Z_2$. Ceci montre qu'un tronçon de conducteur quelconque $Z_{\mathcal{L}}$, inséré entre deux tronçons Z_1 et Z_2 assure une protection d'autant plus efficace que son impédance d'onde est supérieure (bobine de self-inductance) ou inférieure (câble ou étaleur amortisseur d'ondes) à Z_1 et à Z_2.

2. Coefficient d'étalement. — Chaque élément de conducteur constituant l'inductance agit par induction électromagnétique sur les éléments voisins, comme dans un enroulement de transformateur, et il se produit, de ce fait, un étalement de l'onde auquel correspond une diminution du gradient de potentiel. L'inductance a donc pour effet de multiplier le gradient de potentiel par un facteur K_e plus petit que 1 et que nous appellerons « coefficient d'étalement ». La valeur de K_e n'est pas la même pour tous les points d'un même front d'onde. Celle qui nous intéresse est relative au gradient maximum existant avant et après l'action de la bobine. K_e dépend du mode de construction de la bobine, ainsi que de la forme de l'onde et du rapport de sa longueur à celle du conducteur constituant la bobine. Le rôle de la capacité entre spires est généralement très faible, ainsi que le montre l'expérience.

3. Coefficient d'amortissement. — Le conducteur constituant l'inductance possède non seulement de la self-inductance et de la capacité réparties, mais aussi de la résistance r et de la conductance g qui entraînent des pertes et diminuent l'amplitude des ondes et, partant, le gradient de potentiel. Dans certaines bobines perfectionnées, que nous étudierons plus loin, ces pertes peuvent devenir importantes. L'insertion d'une inductance a donc pour effet de multiplier le gradient de potentiel par un facteur K_a plus petit que 1, que nous appellerons « coefficient d'amortissement ». Ce coefficient est égal à la racine carrée du coefficient d'amortissement rapporté à l'énergie contenue dans l'onde.

4. Coefficient global de protection effective. Discussion pratique. — Le « coefficient global de protection

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 19, 26 novembre, 3 et 10 décembre 1927, t. XXII, p. 815-826, 865-871, 923-942, 983-1000.

(1) C'est seulement par approximation que nous pouvons parler de $Z_{\mathcal{L}}$ et de $v_{\mathcal{L}}$, ainsi que de ces mêmes caractéristiques pour un enroulement quelconque, étant donné ce que nous avons dit de la propagation des ondes dans les transformateurs au paragraphe VIII de la troisième partie de cette étude.

(2) A certains points de vue, il peut paraître plus logique de considérer l'inverse de ce coefficient. De même pour les autres coefficients que nous considérons ensuite.

effective » K, de l'inductance, est égal au produit des trois coefficients partiels que nous venons de définir soit

$$K = K_r K_e K_a. \tag{16}$$

En raison de la prépondérance de K_r, le coefficient K peut être plus grand ou plus petit que l'unité. En d'autres termes, une inductance est utile lorsque K est plus petit que 1 et nuisible lorsqu'il est plus grand.

On remarquera que les coefficients K_r, K_e, K_a et K étant indépendants des vitesses de propagation s'appliquent aussi bien à l'amplitude d'une onde qu'à son gradient de potentiel. Dans ces conditions, l'amplitude d'une onde transmise à travers une inductance est égale au produit de l'amplitude de l'onde initiale par le coefficient de surtension transversale par réfraction d'onde [1] et le coefficient K, et son gradient de potentiel, est égal au produit du gradient de l'onde initiale par le coefficient de surtension longitudinale par réfraction d'onde et par le coefficient K.

Nous allons examiner du point de vue pratique les divers coefficients de K.

1° Lorsqu'on a $Z_1 < Z_{\mathcal{L}} > Z_2$, K_r est d'autant plus petit que $Z_{\mathcal{L}}$ est plus grand. Il convient donc d'accroître la self-inductance linéique et de diminuer la capacité par rapport à la terre, ce qui peut être réalisé par une construction très ramassée. On ne peut guère dépasser cependant, dans la plupart des cas, une impédance de plus de 3 000 à 4 000 ohms et on reste très souvent au-dessous de cette valeur. Il est à peu près impossible de réaliser avec une construction simple et économique des bobines ayant une impédance d'onde plus grande que celle d'un transformateur de même puissance et plus encore, de puissance plus faible. Il est donc impossible, par insertion d'une inductance immédiatement avant un transformateur, de protéger effectivement ce dernier ; mais cette difficulté peut être facilement tournée, comme nous allons le voir. Les bobines constituées par un conducteur plat roulé en galette ont une impédance $Z_{\mathcal{L}}$ un peu plus forte que les bobines en hélice à une seule couche, mais la différence n'est pas telle qu'on puisse les considérer comme préférables, car elles présentent d'autres inconvénients. Leur capacité entre spires, qui est appréciable, ne constitue cependant pas un inconvénient aussi grave qu'on l'a quelquefois affirmé.

Le coefficient de self-induction total des bobines employées influe assez peu au delà d'une certaine valeur. Par exemple, si l'on place en série deux bobines en hélice, comprenant chacune 20 à 25 spires de 30 cm de diamètre et donnant au total environ 0,14 mH (55 m de conducteur avec $v_{\mathcal{L}} = 150000$ km : s, équivalant à 110 m de ligne), on obtiendra la même valeur de K_r que si l'on plaçait trois, quatre, ... dix... bobines identiques en série.

En pratique, une bobine comprenant de 50 à 200 m de conducteur d'impédance $z_{\mathcal{L}} = 3000$ à 4000 ohms, est suffisante. Elle correspond à un coefficient de self-induction de 0,12 à 0,5 mH, cette valeur n'ayant pas d'importance en elle-même.

K_r est théoriquement compris entre 0 et 2, pratiquement entre 0,3 et 1,5. Pour des valeurs données de Z_1 et de Z_2, il est maximum pour $Z_{\mathcal{L}} = \sqrt{Z_1 Z_2}$; il croît lorsque l'intervalle entre Z_1 et Z_2 augmente. Il est d'autant plus faible que $Z_{\mathcal{L}}$ est plus grand et que Z_1 et Z_2 sont plus petits.

2° K_e est d'autant plus faible que l'induction électromagnétique des spires entre elles est plus grande, ce qui est réalisé par une construction très ramassée et en faisant voisiner des spires de rang très différent, comme cela a lieu dans les galettes de transformateur en fil rond. Cette disposition n'est pas toujours facile à réaliser et ne va pas sans quelques inconvénients. Notons que ce qui est une cause d'ennui dans les transformateurs constitue une cause d'étalement et est désirable dans les inductances de protection.

On voit que le coefficient de self-induction total n'intervient pas directement et que deux bobines de même coefficient peuvent donner des valeurs différentes de K_e.

En pratique, K_e est très voisin de l'unité. Pour une bobine en hélice de 25 spires de 30 cm de diamètre, dont nous avons déjà parlé, $K_e = 0,97$ environ. Pour une bobine en galette équivalente, $K_e = 0,96$ environ. Si l'on place n bobines en série, le coefficient d'étalement total est égal au coefficient d'étalement d'une bobine élevé à la puissance n. On voit que la multiplication du nombre des bobines ne donnera pas de très brillants résultats. Par exemple, pour trois bobines en hélice comme la précédente on aura $K_e = \overline{0,97}^3 = 0,915$.

Nous verrons au paragraphe suivant qu'il est possible par certains artifices de diminuer beaucoup K_e.

3° K_a varie énormément avec la nature et la section du conducteur constituant l'inductance. Il augmente proportionnellement à sa longueur. Pour la bobine en hélice dont nous avons parlé ou la bobine en galette équivalente, K_a est égal à 0,99 environ. Pour des bobines construites avec des conducteurs de plus forte section, K_a est pratiquement égal à l'unité. Au contraire pour les bobines dites à fort coefficient de self-induction (fig. 9), construites en fil de fer de faible section, K_a a une valeur plus faible. Par exemple, pour une bobine de 40 spires de 25 cm de diamètre, en fil de fer galvanisé de 5 mm, on a $K_a = 0,95$ environ.

On est malheureusement très limité dans cette voie, car la section du conducteur constituant une inductance est déterminée par le courant normal de service et les conditions de refroidissement. Sous ce rapport les bobines en hélice, mieux ventilées que les bobines en galette, permettent d'employer des conducteurs donnant des pertes et, partant, un amortissement plus grand et sont préférables à ces dernières.

Nous verrons au paragraphe suivant qu'il est possible, par certains artifices, de diminuer beaucoup K_a, ce qui est important pour les inductances supportant de fortes intensités de courant.

[1] Ces coefficients sont définis au paragraphe VII de la première partie.

Il est facile de mesurer le produit $K_e K_a$ qui constitue le « coefficient propre de protection » de l'inductance. Nous avons constitué un circuit comprenant un tronçon de ligne sur lequel nous envoyions des ondes à front raide. A l'extrémité de ce tronçon, nous avons placé en série plusieurs bobines d'un même modèle, puis des dispositifs évitant les réflexions d'ondes, et enfin une résistance de mise à la terre, comme dans le schéma de la figure 1 de la troisième partie de cette étude. Nous avons mesuré au moyen d'un spintermètre à sphères la tension instantanée maximum existant aux bornes d'un élément et aux bornes de l'élément suivant. Le rapport de ces deux tensions donne le produit $K_e K_a$, chaque élément réduisant le gradient de potentiel de l'onde, proportionnellement à son coefficient de protection propre. Ce sont les résultats de ces mesures qui nous ont permis de fixer les valeurs des coefficients K_e et K_a.

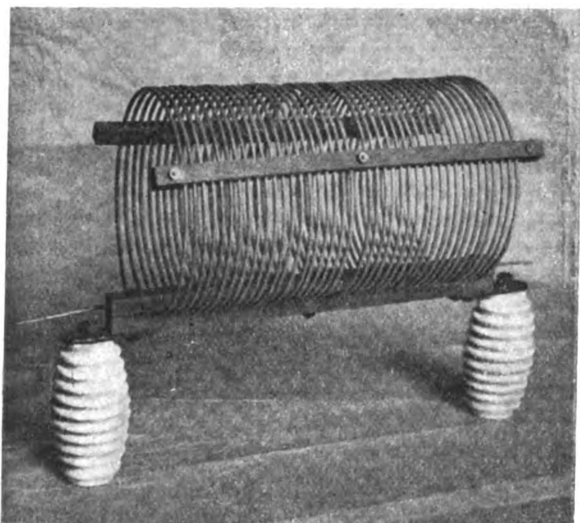


Fig. 9. — Bobine dite à fort coefficient de self-inductance, en fil de fer, montée sur isolateurs « accordéons » pour 25 000 v, des Etablissements D. Soulé.

Le coefficient relatif de protection peut être déterminé expérimentalement de manière très simple. Il suffit de constituer un circuit comportant deux tronçons d'impédance Z_1 et Z_2 avec les précautions déjà indiquées et de mesurer le gradient de potentiel par la méthode de la boucle de part et d'autre du point de transition avant et après l'insertion d'une inductance. On obtient ainsi le coefficient de protection effective qui, divisé par le coefficient propre de protection, donne le coefficient K_r.

La grande majorité des essais d'inductance effectués jusqu'à présent (1) ne précisent pas l'importance relative de K_r, K_e et K_a et ne permettent pas d'apprécier de manière indiscutable les qualités d'une bobine. Comme l'action d'une inductance varie beaucoup avec son emplacement dans le circuit d'essai, les résultats les plus variables et les plus contradictoires ont été obtenus. Dans bien des dispositifs d'essai, les inductances à essayer participent à la formation des ondes ou font partie de circuits qui deviennent le siège d'oscillations, ce qui fausse complètement les résultats. En général, dans les circuits d'essai, on a affaire à des oscillations plus ou moins complexes qui n'ont que de vagues rapports avec les ondes mobiles qui parcourent les installations industrielles.

Pour obtenir des résultats ayant une valeur pratique réelle, il faut employer un dispositif d'essai du genre de celui de la figure 1 de la troisième partie de cette étude et considérer les valeurs de Z_1 et Z_2, c'est-à-dire le coefficient relatif de protection qui est très variable.

Nous avons vu que, dans le cas d'une ligne (aérienne ou souterraine) alimentant un transformateur, ce qui est le cas le plus général, les impédances Z_1, $Z_{\mathcal{L}}$ et Z_2 sont telles que K_r est toujours plus grand que 1, et que, par conséquent, l'insertion d'une inductance immédiatement avant le transformateur est inutile quand elle n'est pas nuisible. Il est facile de tourner cette difficulté par l'emploi de deux points consécutifs de transition au lieu d'un.

Supposons, en effet, qu'entre l'inductance et le transformateur, existe un autre tronçon de lignes Z'_1. Nous aurons alors quatre tronçons Z_1, $Z_{\mathcal{L}}$, Z'_1 et Z_2. Le coefficient relatif de protection devient

$$K_r = \frac{2 Z_{\mathcal{L}}\, 2 Z'_1 (Z_1 + Z_2)}{(Z_1 + Z_{\mathcal{L}})(Z_{\mathcal{L}} + Z'_1)(Z'_1 + Z_2)}. \qquad (17)$$

Il est d'autant plus faible que $Z_{\mathcal{L}}$ est plus grand, comme dans le cas précédent, et que Z'_1 est plus petit. Comme dans une certaine limite on est maître de ces deux grandeurs, il est possible de diminuer beaucoup K_r.

Pour fixer les idées, reprenons l'exemple d'une ligne aérienne ($Z_1 = 500$ ohms, $v_1 = 300\,000$ km : s) sur laquelle circule une onde à front incliné

$$\left(\frac{\partial u_1}{\partial x} = 250 \text{ v : m}\right)$$

et alimentant un transformateur ($Z_2 = 5000$ ohms, $v_2 = 100\,000$ km : s). Supposons que l'inductance ($Z_{\mathcal{L}} = 3000$ ohms, $K_e = 0{,}9$, $K_a = 0{,}99$) soit placée non pas

(1) Voir notamment les essais de MM. A. Mauduit et P. Bunet sur les ondes à front raide. Journées de Discussions de décembre 1924 de la Société française des Electriciens. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, octobre 1925, t. v (4e série), p. 1061-1087; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 17 janvier 1925, t. xvii, p. 82-84.

H. Traege; De l'efficacité de la protection par bobines d'inductance. *Archiv für Elektrotechnik*, 1924, t. xv, p. 349 et *Elektrotechnische Zeitschrift*, 24 décembre 1925, t. xlvi, p. 1942; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 20 février 1926, t. xix, p. 69 D.

K.-W. Wagner; Etude des effets de protection contre les surtensions, produits par les bobines d'inductance. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 10, 17 et 24 août 1916, t. xxxvii, p. 425, 440 et 456; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 4 août 1917, t. ii, p. 179.

immédiatement avant le transformateur, mais sur la ligne un peu avant le poste. On a alors $Z'_1 = Z_1$. Le coefficient K_r devient

$$K_r = \frac{2 \times 3\,000 \times 2 \times 500\,(500 + 5\,000)}{(500 + 3\,000)(3\,000 + 500)(500 + 5\,000)}$$

$$= \frac{3,3 \times 10^{10}}{6,74 \times 10^{10}} = 0,49.$$

Le coefficient global de protection effective est

$$K = K_r K_e K_a = 0,49 \times 0,9 \times 0,99 = 0,436.$$

Le gradient de potentiel, au front de l'onde qui a pénétré dans le transformateur, n'est donc que 0,43 de ce qu'il serait sans inductance, soit 587 v par mètre, au lieu de 1 365. L'amplitude maximum de l'onde transmise qui était

$$50\,000 \times \frac{2 Z_2}{Z_1 + Z_2} = 50\,000 \times 1,82 = 91\,000 \text{ volts}$$

n'est plus que

$$91\,000 \times 0,49 \times 0,99 \cong 45\,000 \text{ volts}.$$

L'inductance ainsi placée agit donc très efficacement. En réalité, la réduction obtenue est un peu plus faible que l'indique le calcul, car les changements de constantes ne sont pas parfaitement brusques. Ils sont toujours un peu progressifs et il ne faut guère compter sur un coefficient K inférieur à 0,50 au lieu de 0,45 pour l'exemple précédent.

On trouvera, au paragraphe I de la cinquième partie, un certain nombre d'applications de bobines de self-inductance et d'absorbeurs d'ondes, à la protection des postes transformateurs et d'installations diverses. Il est d'ailleurs facile d'étendre à un cas quelconque les principes que nous venons d'exposer.

Les formules que nous avons établies ne sont rigoureusement valables que si les longueurs des tronçons Z_2 et Z'_1 sont au moins égales à la moitié de la longueur occupée par le front de l'onde dans le conducteur considéré, et les longueurs des tronçons Z_1 et Z_2, au moins égales à la moitié de la longueur totale occupée par l'onde si celle-ci est limitée, pour qu'il n'y ait pas superposition de l'onde incidente, de la première onde deux fois réfléchie sur la ligne Z_1 et de l'onde transmise réfléchie à l'extrémité du conducteur Z_2. Cette seconde condition est toujours réalisée en pratique quand il s'agit d'une ligne et d'un transformateur. La première est également réalisée de manière satisfaisante pour des longueurs équivalentes à des tronçons de ligne de 60 à 400 m. Ces longueurs peuvent être estimées par les considérations suivantes : la plus grande amplitude possible d'une onde mobile est déterminée par l'isolement du réseau, mais elle est normalement au plus égale à deux fois la tension composée de service. La valeur du gradient de potentiel qui commence à devenir dangereux, varie beaucoup avec le mode de bobinage, c'est-à-dire avec la tension et la puissance. Admettons que son ordre de grandeur rapporté à une ligne de caractéristiques $Z = 500$ ohms, $v = 300\,000$ km : s, soit de 200 v : m à 10 000 v et 500 v : m à 100 000 v. La longueur d'un front d'onde est alors $\frac{10\,000 \times 2}{200} = 100$ m pour 10 000 v et $\frac{100\,000 \times 2}{500} = 400$ m, ce qui correspond bien aux longueurs de circuit données. Pour des fronts d'onde plus longs, l'action d'une inductance diminue (le coefficient K_r se rapproche de l'unité), mais le danger est également moindre.

Pour des oscillations intéressant l'ensemble du circuit et équivalentes à des ondes mobiles de grande longueur par rapport aux conducteurs $Z_{\mathcal{L}}$ et Z'_1, les formules donnant K_r perdent toute signification.

On sera peut-être un peu surpris, au premier abord, de la manière dont nous avons envisagé le rôle des inductances dans la protection contre les ondes mobiles. Notre théorie, qui est présentée ici pour la première fois, quoique différant profondément des idées classiques, est pourtant la seule qui soit vraiment en concordance avec la réalité des phénomènes. Elle fait intervenir des coefficients qui ne sont pas en relation directe avec l'inductance totale $\mathcal{L}$.

Il est donc parfaitement inutile de recourir à des inductances atteignant jusqu'à 10 m H, comme certains auteurs ont cru devoir le conseiller, pour obtenir une protection efficace. Des inductances donnant environ 0,1 à 1 mH, suivant le cas, sont suffisantes, si elles sont convenablement placées, ainsi que nous l'avons montré, et l'emploi de bobines plus fortes ne donnerait qu'un supplément très faible de protection. Il est plus intéressant de recourir simultanément à l'emploi d'une inductance $Z_{\mathcal{L}}$ et d'un conducteur Z_1 d'impédance aussi faible que possible, tel qu'un câble ou un étaleur d'ondes ([1]). Il est bien évident qu'en adoptant des inductances plus faibles que celles que nous conseillons, leur efficacité diminuerait rapidement. Les bobines de quelques spires, élégamment qualifiées de « ressorts de sommier », ne servent absolument à rien.

On voit dès maintenant l'intérêt qu'il y a à diminuer le plus possible le coefficient propre de protection $K_e K_a$, qui assure, dans tous les cas, une efficacité réelle à une bobine de self-inductance, car une onde suffisamment étalée et amortie cesse d'être dangereuse et les oscillations stationnaires et, éventuellement, les résonances qu'elle engendre par ses réflexions successives sont elles-mêmes très atténuées. Nous allons donc étudier les moyens qui permettent de diminuer K_e et K_a.

XIV. Perfectionnements aux bobines de self-inductance. — Augmentation de leur pouvoir d'étalement et d'amortissement. — Nous allons envisager le problème dans son ensemble au lieu de nous borner à l'étude de quelques cas particuliers, comme on le fait d'habitude.

([1]) Voir paragraphe XVIII de cette quatrième partie.

1. THÉORIE GÉNÉRALE DU POUVOIR D'ÉTALEMENT ET D'AMORTISSEMENT. — La théorie qui suit est exposée pour la première fois dans sa généralité [1].

Considérons une onde se propageant sur un circuit. Si nous voulons étaler cette onde, c'est-à-dire lui faire occuper une longueur plus grande et diminuer, de ce fait même, son amplitude et son gradient de potentiel, nous pouvons employer deux moyens et deux seulement :

1° Prélever une partie de cette onde et la transporter par un chemin plus court ou plus long que celui suivi par l'onde incidente, en avant ou en arrière de cette dernière;

2° Accumuler dans un élément de circuit quelconque une partie de l'énergie contenue dans l'onde incidente et la libérer lorsque cette dernière commence à décroître.

Nous allons examiner successivement ces deux moyens, le premier faisant partie de ce paragraphe, le second, l'objet du paragraphe suivant.

Considérons un conducteur Z (fig. 10) entre deux points A et B duquel sont dérivés n tronçons de circuit

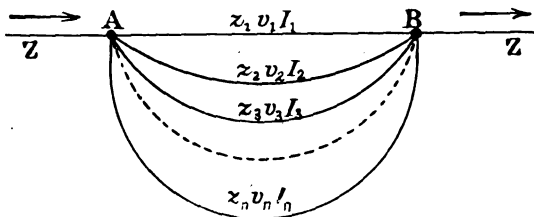


Fig. 10. — Schéma général des étaleurs d'onde à circuits dérivés.

de longueur $l_1, l_2, l_3, \ldots, l_n$ et de caractéristiques $z_1\ v_1$, $z_2\ v_2$, $z_3\ v_3, \ldots, z_n\ v_n$. Supposons qu'une onde mobile arrive au point A. Elle subit une réflexion et une réfraction partielles régies par les formules (16) établies dans la première partie de cette étude, dans lesquelles on remplacera Z_2 par son équivalent déduit de la loi de Kirchhoff

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} + \frac{1}{z_3} + \cdots + \frac{1}{z_n}.$$

Dans chaque tronçon circulent des ondes transmises dont les amplitudes respectives sont égales. Les temps mis par les ondes partielles à parcourir les dérivations sont respectivement $\frac{l_1}{v_1}, \frac{l_2}{v_2}, \frac{l_3}{v_3}, \ldots, \frac{l_n}{v_n}$ et diffèrent les uns des autres. Supposons pour la clarté de l'exposé que l'on ait $\frac{l_1}{v_1} < \frac{l_2}{v_2} < \frac{l_3}{v_3} < \ldots < \frac{l_n}{v_n}$, ce qui, en fait, n'a aucune importance. L'onde partielle qui a parcouru le premier tronçon, arrive la première au point B où elle subit une réflexion et une réfraction partielles, comme l'indiquent les formules (16) précitées. Une première partie de l'onde commence à circuler sur le conducteur Z au delà de B. Puis l'onde partielle, qui a parcouru la seconde dérivation, arrive à son tour au point B, les mêmes phénomènes se reproduisent et une seconde partie de l'onde passe au delà de B. Et ainsi de suite pour les ondes partielles qui circulent sur les tronçons 3, 4,.... n. Les ondes réfléchies en B reviennent en A où elles sont à nouveau réfléchies, ensuite en B, et chaque fois, une partie repart sur le conducteur Z en deçà de A et une partie au delà de B.

En fin de compte, l'onde transmise qui progresse sur le conducteur Z au delà de B et l'onde réfléchie qui repart en deçà de A, sont toutes deux très étalées. L'étalement a lieu sur une longueur d'autant plus importante que les longueurs des circuits dérivés $l_1, l_2, l_3, \ldots, l_n$ sont elles-mêmes plus grandes.

Dès que ces longueurs deviennent inférieures à la longueur du front de l'onde à étaler, l'efficacité du dispositif diminue rapidement et devient nulle en même temps qu'elles.

Les dérivations peuvent être indifféremment conductives, inductives électromagnétiques ou inductives électrostatiques ce qui donne un très grand nombre de combinaisons possibles. De plus, le nombre de dérivations peut être fini comme il est indiqué sur la figure 10 ou infini, ce qui est aisément réalisable.

Si certaines dérivations, tout au moins, donnent lieu à des pertes sensibles imputables soit à la résistance effective r des conducteurs, soit à la conductance g en dérivation, une partie de l'énergie de l'onde incidente est détruite. Les ondes réfléchie et transmise sont amorties.

Tout d'abord, à titre d'exemple, étudions ce qui se passe dans le cas très simple où les dérivations de la figure 10 se réduisent à deux de mêmes caractéristiques que le conducteur sur lequel elles sont insérées, la longueur de l'une étant le double de celle de l'autre, laquelle est précisément égale à la longueur du front de l'onde incidente (onde de charge à front incliné déjà considérée : $\frac{\partial u}{\partial x} = 250$ v par mètre, $u_1 = 50000$ v, longueur du front 200 m).

Lorsque l'onde arrive au point A, une partie est réfléchie, l'autre transmise et l'onde partielle qui circule sur chaque dérivation a pour amplitude

$$u_2 = \frac{2\,z_2}{z_1 + z_2}\,u_1 = 50\,000\,\frac{2\frac{z}{2}}{z + \frac{z}{2}} = 50\,000 \times \frac{2}{3} = 33\,333 \text{ volts}.$$

Arrivée en B cette onde, transmise par la première dérivation, se divise encore de la même manière et une première onde, dont l'amplitude atteindra 22 222 volts, commence à circuler au delà de B. Lorsque la tension en B est devenue égale à 22 222 volts, c'est-à-dire lorsque le front de la première onde partielle est entièrement écoulé, l'onde transmise par le second tronçon commence à arriver et la tension en B continue d'augmenter jusqu'à 44 444 volts. Les phénomènes

[1] Elle a cependant été esquissée dans le *Brevet français* n° 578 066 et dans le rapport de M. Brianes. *Loc. cit.*

deviennent alors un peu plus difficiles à suivre, mais on peut y arriver avec un peu de patience On voit alors que le front de l'onde transmise est étalé sur une grande longueur, le gradient étant maximum au début de l'onde et atteignant la valeur de $\frac{22\,222}{200} = 111$ volts par mètre, soit les 4/9 de ce qu'il était auparavant. Le front de l'onde réfléchie est également très étalé et le gradient est maximum au début. Il atteint la valeur de 55,5 volts, soit les 2/9 de sa valeur initiale.

Si les dérivations avaient une impédance d'onde plus grande que le conducteur sur lequel elles sont intercalées, le gradient, au front de l'onde transmise, serait beaucoup plus faible.

Le cas de la figure 10 est absolument général et englobe toutes les combinaisons possibles de conducteurs. Sans chercher à exposer les principaux groupes de combinaisons possibles, nous mentionnerons quelques cas particuliers intéressants.

2. Bobine de self-inductance. — Une bobine de self-inductance est assimilable à un conducteur entre certains points duquel existent en nombre infini de dérivations inductives électromagnétiques (inductance mutuelle des spires) et de dérivations inductives électrostatiques (capacité entre spires). Le temps mis par le flux magnétique et le flux électrostatique pour se propager entre deux spires de rang différent, est plus court que le temps mis par l'onde pour parcourir les spires. Il en résulte un étalement de l'onde incidente d'autant plus accentué que des spires de rang plus différent réagissent plus activement les unes sur les autres. Il est donc possible de diminuer le coefficient K_e d'une bobine de choc par une construction appropriée, par exemple en constituant des bobines cylindriques à plusieurs couches. Cette disposition est quelquefois utilisée, en particulier en Suisse et en Allemagne. Elle est recommandable chaque fois que l'isolement entre couches est suffisant pour rendre impossible tout amorçage. Cette condition n'est pas souvent réalisée dans les bobines où l'air sert d'isolant.

3. Enroulement de transformateur. — Un enroulement de transformateur doit être traité de la même manière qu'une inductance de protection et même à un plus haut degré. On pourra se reporter utilement au paragraphe VII de la troisième partie de cette étude, où nous avons examiné cette très importante question et lui appliquer les idées que nous avons exposées, à propos des inductances, au paragraphe XIII.

4. Tronçon de conducteur. — La bobine de self-inductance ou, plus généralement, un tronçon de conducteur d'impédance $Z_{\mathcal{L}}$, inséré entre deux conducteurs d'impédances Z_1 et Z_2, est assimilable au cas de la figure 10 avec un seul conducteur entre A et B. Les réflexions successives en A et B produisent un certain étalement de l'onde. Le coefficient K_r que nous avons défini au précédent paragraphe, se rapporte au gradient maximum de potentiel de l'onde transmise, c'est-à-dire au gradient de la première onde partielle transmise.

5. Bobine shuntée par une résistance. — Une bobine de self-inductance $\mathcal{L}$ shuntée par une résistance R (bobine Campos) correspond au cas de deux conducteurs en parallèle (fig. 11), l'un d'impédance $Z_{\mathcal{L}}$ et d'une certaine longueur (bobine), l'autre d'impédance

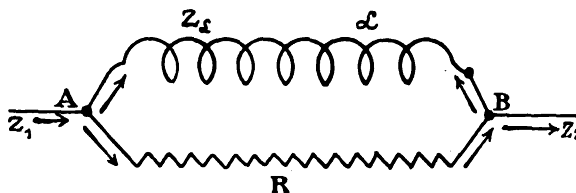


Fig. 11. — Bobine shuntée : $\mathcal{L}$, bobine ; R, résistance.

R et de longueur nulle (résistance). L'étude de ce dispositif est un peu différente de celle des deux conducteurs considérés dans l'application numérique précédente. Pour les ondes traversant la bobine, il faut tenir compte du coefficient d'étalement K_e.

Lorsque l'onde incidente u_1, se propageant sur Z_1, arrive en A, elle se divise en trois parties dont l'une u'_1 est réfléchie et les deux autres se propagent respectivement par l'inductance et par la résistance. La tension résultante en A est

$$u_A = u_1 - u'_1 = i_{\mathcal{L}} z_{\mathcal{L}} = u_{BR} + R i_R.$$

L'onde qui parcourt la résistance arrive en B instantanément, du fait que la résistance R a une longueur nulle et la tension en B est égale au produit du courant i_R par l'impédance équivalente aux circuits $Z_{\mathcal{L}}$ et Z_2 en parallèle soit $\frac{Z_{\mathcal{L}}\,Z_2}{Z_{\mathcal{L}} + Z_2}$ (sens des flèches de la fig. 11); on a donc

$$u_{BR} = i_R \frac{Z_{\mathcal{L}} Z_2}{Z_{\mathcal{L}} + Z_2}$$

d'où

$$i_{\mathcal{L}} Z_{\mathcal{L}} = \left(R + \frac{Z_{\mathcal{L}} Z_2}{Z_{\mathcal{L}} + Z_2}\right).$$

En écrivant que l'intensité est la même de part et d'autre du point A, il vient $i_1 + i'_1 = i_{\mathcal{L}} + i_R$.

Il est donc possible de tirer de ces équations les valeurs respectives de u_A, $i_{\mathcal{L}}$, i_R et u_{BR}. Le gradient de potentiel au front de la première onde qui circule sur Z_2 est

$$\frac{\partial u_2}{\partial x} = \frac{\partial u_1}{\partial x} \frac{u_{BR}}{u_1} \frac{v_1}{v_2}.$$

Lorsque l'onde transmise par l'inductance arrive en B elle se divise en deux parties; l'une circulant sur le tronçon Z_2, l'autre revenant sur Z_1 et Z_2 par l'intermédiaire de la résistance. La détermination des ondes

partielles se faisant comme précédemment. Le gradient au front de l'onde est

$$\frac{\partial u_2}{\partial x} = \frac{\partial u_1}{\partial x} \frac{u_{B\mathcal{L}}}{u_2} \frac{v_1}{v_2} K_e.$$

L'étalement atteint sa valeur maximum lorsque le gradient au front de la partie de l'onde transmise par la résistance et circulant sur Z_2 est légèrement inférieur (à cause de la superposition qui se produit) au gradient de la partie de l'onde transmise par l'inductance et circulant sur Z_2 c'est-à-dire lorsque

$$u_{BR} \simeq u_{B\mathcal{L}} K_e.$$

Pour une résistance voisine de la valeur optimum et une inductance constituée par un conducteur dont la longueur est au moins égale à celle du front de l'onde (compte tenu des vitesses de propagation), le front de l'onde est étalé sur une grande longueur et le gradient de potentiel est toujours inférieur à la moitié de ce qu'il serait en l'absence du dispositif.

Ces conclusions, pourtant conformes à la réalité, sont en opposition avec celles tirées de la théorie classique supposant l'inductance ponctuelle. Cette théorie que nous ne rapporterons pas ici [1] est erronée pour les mêmes raisons que celles formulées aux paragraphes XII et XIII à propos des inductances simples.

La présence d'une résistance dérivée ayant pour effet de consommer une certaine quantité d'énergie, l'amplitude de l'onde transmise se trouve réduite et les oscillations pouvant être engendrées par les réflexions successives de l'onde initiale, sont donc également atténuées.

Contrairement aux idées admises, l'adjonction d'un shunt aux bobines de self-inductance a pour double effet d'étaler et d'amortir les fronts d'onde, l'effet d'étalement étant prédominant. On aura pour une bobine d'efficacité satisfaisante $K_e = 0,4$, $K_a = 0,9$. Malheureusement, la plupart des bobines shuntées sont de dimensions trop réduites.

L'adjonction d'une bobine ordinaire, après la bobine shuntée, est utile lorsque le conducteur Z_2 a une impédance de faible valeur, et nuisible dans le cas contraire (pour les raisons exposées à propos des inductances ordinaires).

Les conclusions que nous venons d'établir ne sont valables que si les conducteurs d'impédances Z_1 et Z_2 sont très longs par rapport au front de l'onde initiale, c'est-à-dire si les phénomènes de réflexion n'interviennent pas immédiatement. Dans le cas contraire, l'efficacité du dispositif diminue rapidement.

Pour des oscillations, qui ne présentent que la forme apparente d'ondes très longues se réfléchissant plusieurs fois dans les circuits intéressés, c'est le coefficient de self-inductance global de l'inductance, qui intervient. On peut alors, sans erreur, considérer l'inductance comme ponctuelle, du fait que sa longueur est très faible par rapport à celle du front de l'onde incidente et l'on retombe dans la seconde série des procédés d'étalement, qui consiste à accumuler de l'énergie pour la restituer ensuite.

Dans ces conditions, pour des oscillations de pulsation $\omega = 2\pi f$, la résistance apparente de la bobine est $\mathcal{L}\omega$ et la chute de tension $U = \mathcal{L}\omega I_{\mathcal{L}}$. Dans la résistance, la chute de tension est $U = R\, I_R$ et l'on a

$$\mathcal{L}\omega I_{\mathcal{L}} = R I_R \quad \text{ou} \quad \frac{\mathcal{L}\omega}{R} = \frac{I_R}{I_{\mathcal{L}}}. \qquad (18)$$

Le courant total qui traverse l'ensemble est

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_{\mathcal{L}}^2};$$

L'impédance équivalente à l'ensemble est

$$Z = \frac{\mathcal{L}\omega}{\sqrt{1 + \frac{\mathcal{L}^2\omega^2}{R^2}}}; \qquad (19)$$

La puissance dissipée dans la résistance est

$$W = R I_R^2 = R I^2 \frac{\mathcal{L}^2\omega^2}{\mathcal{L}^2\omega^2 + R^2}. \qquad (20)$$

Cette expression est maximum pour $R = \mathcal{L}\omega$; on a alors

$$W_m = \frac{1}{2} R I^2.$$

La valeur de W ne diminue qu'assez lentement lorsqu'on s'éloigne de la condition $R = \mathcal{L}\omega$. On a intérêt pour augmenter W_m à employer des inductances de grande valeur shuntées par des résistances équivalentes.

Pour une inductance de 0,2 mH, à la fréquence 100000 p : s, on devra prendre

$$R = \mathcal{L}\omega = 0,2 \cdot 10^{-3} \times 2\pi \times 10^5 = 126 \text{ ohms}.$$

L'impédance équivalente est

$$Z = \frac{126}{\sqrt{2}} = 89 \text{ ohms}.$$

Si, au lieu de prendre une inductance en fil de cuivre de forte section, on prend une inductance en fil de fer de faible section (lorsque l'intensité de service le permet), la résistance propre de l'inductance n'est plus nulle. On voit, en se reportant au tableau du paragraphe VIII, que pour une bobine en fil de fer de 5 mm de diamètre et 60 m de longueur, la résistance propre est de 45 ohms à 100 000 p:s. L'impédance de la bobine est alors

$$\sqrt{\mathcal{L}^2\omega^2 + r^2} = \sqrt{\overline{126}^2 + \overline{45}^2} = 134 \text{ ohms},$$

[1] On trouvera cette étude dans un ouvrage classique, par exemple: A. MAUDUIT; *Installations électriques*, Dunod, 1926, ou dans l'un des nombreux articles publiés sur la question.

soit un peu plus que dans le premier cas. En prenant une résistance shunt de valeur égale à cette dernière, la puissance consommée augmente un peu de ce fait et beaucoup à cause de l'énergie consommée par la résistance propre de l'inductance. Elle est, en fin de compte, 1,42 fois ce qu'elle était dans le premier cas. Cet exemple montre l'intérêt que présente l'emploi des inductances en fil de fer.

6. Bobine avec secondaire résistant. — On a proposé quelquefois [1] de remplacer la résistance dérivée aux bornes de l'inductance par une résistance dans laquelle le flux produit par le courant qui traverse l'inductance, induit des courants secondaires. Au point de vue de l'amortissement des oscillations, ce dispositif convenablement calculé est équivalent à la bobine shuntée. Mais pour des ondes mobiles, il ne peut prétendre à aucun effet d'étalement. Il lui est donc très inférieur dans l'ensemble.

On peut rapprocher de ce dispositif ceux consistant à augmenter l'amortissement par dépôt d'une pellicule magnétique résistante à la surface des conducteurs ou par disposition d'un tube concentrique sur le conducteur. Ces dispositifs n'offrent guère qu'un intérêt documentaire. Ils ont été indiqués initialement par G. Campos [2].

7. Bobines a effluves. — Dans le même ordre d'idées on a construit à l'étranger des bobines [3] dont les spires sont extrêmement rapprochées, l'air assurant l'isolement Sous l'influence des ondes mobiles qui créent d'importantes différences de potentiel entre spires, des effluves prennent naissance entre spires et détruisent une partie de l'énergie des ondes. Cet appareil, dont le principe est intéressant, est inefficace, car son fonctionnement est très aléatoire et la formation d'effluves ne nécessite qu'une quantité d'énergie insignifiante.

Nous pouvons rapprocher de cet appareil la bobine shuntée par une distance explosive. Ce dispositif qui n'offre aucun intérêt, car l'étincelle ne consomme presque pas d'énergie, peut être nuisible dans bien des cas.

8. Bobines en fil de fer de faible section. — Nous utilisons et nous conseillons pour protéger les transformateurs d'essai, de préférence aux résistances généralement employées qui offrent l'inconvénient de donner lieu à des chutes de tension considérables souvent gênantes, des bobines de self-inductance de grand diamètre et comprenant un grand nombre de spires, en fil de fer de faible section. Ces bobines, qui assurent un étalement assez prononcé des fronts d'onde, ont, pour les gradients de potentiel élevés, une résistance de 10 à 100 fois plus grande que pour le courant normal de service. Elles assurent une protection plus efficace que les résistances avec une chute de tension de deux à dix fois moindre. Quelquefois, nous dérivons sur ces bobines [1], en entrecroisant les connexions, d'autres bobines constituées par un conducteur plus court et plus résistant de manière à augmenter l'effet d'étalement.

Pour la protection des transformateurs de potentiel dont la consommation est de l'ordre de 0,01 ampère, on emploie quelquefois de fortes résistances placées en série. Il est préférable d'employer des inductances en fil très fin ne donnant qu'une chute de tension moindre et assurant cependant une protection plus efficace [2].

(1) V.-Z. de Ferranti; La protection contre la foudre et les surtensions. *Compte rendu des travaux de la troisième session de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension*, 1925, t. II, p. 325-332; analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 22 août 1925, t. XVIII, p. 299 et *Brevet français n° 582 314* (Electrical Improvement Ltd).

(2) G. Campos; La propagation et l'amortissement des surtensions. Nouveaux dispositifs de protection. *Atti della Associazione elettrotecnica italiana*, juillet 1911.

(3) G. Dettmar. La bobine à effluves. *Der Elektrische Betrieb*, 24 novembre 1924.

9. Bobine enrobée dans une masse résistante. — Pour terminer, disons quelques mots de la bobine enrobée dont les spires sont noyées dans une masse résistante (fig. 12). Ce dispositif, qui constitue le plus grand perfectionnement apporté aux bobines de

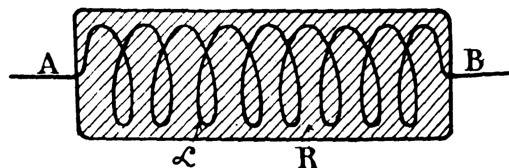


Fig. 12. — Bobine enrobée : $\mathcal{L}$, bobine enrobée; R, résistance.

self-induction, est la base de l'amortisseur de surtensions que nous étudierons en détail au paragraphe XVI. Il est assez difficile d'en entreprendre l'étude mathématique en tenant compte de la totalité des phénomènes qui entrent en jeu. Mais il est possible de se faire une idée exacte de son fonctionnement par ce raisonnement très simple.

Lorsqu'une onde à front raide arrive en A, une partie est réfléchie et l'autre pénètre dans le dispositif. Une partie de cette onde transmise suit le conducteur constituant la bobine, tandis que l'autre se propage dans la masse résistante. La distance qui sépare deux spires est de l'ordre de 1 cm tandis que la longueur d'une spire est de l'ordre de 50 cm. L'onde qui passe à travers la résistance arrive donc instantanément sur les spires suivantes, tandis que l'onde qui suit le conducteur met un temps appréciable pour parcourir les spires. Le phénomène se poursuit au fur et à mesure que l'onde transmise principale avance dans la bobine et les courants dérivés de spire à spire qui prennent naissance étalent le front de l'onde. De plus, il y a amortissement à cause de l'énergie consommée par la résistance.

(1) *Brevet français n° 578 066* de l'auteur.

(2) Voir paragraphe XIX.

Il convient de remarquer que l'étalement se fait sur une longueur proportionnelle à celle du conducteur constituant la bobine. Par conséquent, plus la longueur du front de l'onde est faible, autrement dit plus le gradient de potentiel est élevé, plus l'action de l'appareil est énergique. Il n'en est pas de même avec la bobine shuntée ordinaire pour laquelle le coefficient d'étalement garde la même valeur, pour si court que soit le front de l'onde incidente.

Pour des oscillations entretenues, il y a à peu près équivalence entre les deux systèmes avec avantage, cependant, pour la bobine enrobée parce que l'effet pelliculaire est accru par l'enrobage, le courant tendant à sortir du conducteur pour se propager dans la résistance qui l'entoure.

XV. **Dispositifs permettant d'accumuler l'énergie contenue dans les ondes mobiles. Condensateur.** — Nous avons vu, au paragraphe V de la première partie de cette étude, sur le champ électrique d'une onde, que le champ électrostatique et le champ magnétique s'engendrent mutuellement et correspondent aux deux formes que prend l'énergie électrique. Il est donc possible de l'accumuler soit sous forme électromagnétique dans les inductances, soit sous forme électrostatique dans les condensateurs.

Il est bon de noter, avant toute chose, une question d'ordre pratique qui a une très grande importance. La valeur de l'inductance d'un même circuit, varie dans des proportions énormes selon les caractéristiques du courant qui le traverse, surtout si le circuit, magnétique contient du fer. Par exemple un transformateur dont l'inductance est de l'ordre de 100 henrys (secondaire ouvert) pour les fréquences industrielles, n'a plus qu'une inductance de l'ordre de 100 mH, soit 1 000 fois plus faible, pour des fréquences de quelques milliers de périodes par seconde et moins encore pour des ondes mobiles dont la longueur est faible par rapport à celle de l'enroulement. Aussi, lorsqu'on donne le coefficient de self-induction d'une inductance, est-il prudent d'indiquer à quelle fréquence il se rapporte.

Ainsi donc, une inductance pourra emmagasiner une quantité notable d'énergie aux fréquences industrielles (transformateur à vide, surtension d'ouverture) et n'accumuler qu'une quantité d'énergie insignifiante pour des oscillations de haute fréquence ou des ondes mobiles.

De plus, le coefficient de self-inductance d'un conducteur étant proportionnel à sa longueur, une inductance, même constituée par des spires très rapprochées les unes des autres, a toujours une longueur notable et il est absurde de la considérer comme ponctuelle pour des ondes dont la longueur est souvent inférieure à celle du conducteur constitutif. C'est pourquoi, pour les ondes mobiles, une inductance doit être traitée, ainsi que nous l'avons dit au paragraphe XIII, comme un circuit à caractéristiques réparties. L'assimilation à un circuit d'inductance concentrée en un point n'est possible que pour des ondes extrêmement longues (oscillations à basse et moyenne fréquence). Au contraire, la capacité d'un condensateur varie très peu avec les caractéristiques du courant qui le traverse. La capacité d'un condensateur est donc pratiquement la même pour les fréquences industrielles et pour les fréquences élevées ou les ondes mobiles.

De plus, la longueur du circuit constitué par un condensateur est presque toujours très faible et, à quelques exceptions près, on pourra le considérer valablement comme ponctuel.

Remarquons que le condensateur ponctuel est un cas particulier d'un conducteur possédant de la capacité répartie, comme un câble ou un étaleur d'ondes [1] pour lequel la longueur devient nulle pendant que la capacité garde sa valeur. Dans le cas général d'un conducteur à capacité répartie, nous devrons raisonner suivant le cas comme pour un tronçon de circuit à constantes réparties ou comme pour un circuit à caractéristiques concentrées, et nous pourrons nous trouver simultanément en présence des deux moyens d'étalement exposés au début du paragraphe précédent.

Ceci posé, examinons quel est le fonctionnement véritable du condensateur placé en dérivation entre la ligne à protéger et la terre. Rappelons tout d'abord quelques résultats théoriques classiques.

Considérons un condensateur dérivé au point de jonction de deux tronçons de conducteurs d'impédance

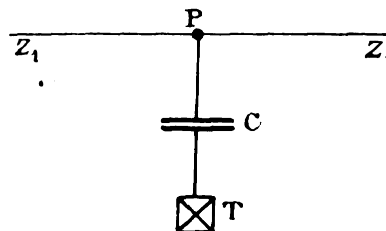


Fig. 13. — Protection par condensateur dérivé : P, point de dérivation; C, condensateur; T, terre.

Z_1 et Z_2 (fig. 13). Ecrivons qu'il y a égalité des courants et des tensions au point P. Il vient

$$i_1 + i'_1 = i_2 + i_c$$

ou

$$\frac{u_1 - u'_1}{Z_1} = \frac{u_2}{Z_2} + C\frac{du_2}{dt}$$

et

$$u_1 + u'_1 = u_2,$$

d'où l'on tire l'équation différentielle du premier ordre, valable pour une onde de forme quelconque

$$C\frac{du_2}{dt} + \left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}\right)u_2 - \frac{2}{Z_1}u_1 = 0 \qquad (21)$$

qui, si l'on pose

$$\frac{1}{Z_1} = y_1 \quad \text{et} \quad \frac{1}{Z_2} = y_2$$

[1] Voir paragraphe XVIII.

devient

$$C \frac{du_2}{dt} + (y_1 + y_2) u_2 - 2y_1 u_1 = 0. \qquad (22)$$

Cette équation est identique à l'équation (7) relative à une inductance ponctuelle en série, à cette différence près qu'il faut y remplacer $\mathcal{L}$ par C et les impédances Z_1 et Z_2 par les admittances y_2 et y_1 inversées. Tout ce qui a été dit pour l'onde transmise u_2, subsiste et il y a égalité d'action entre l'inductance et la capacité lorsqu'on a la relation

$$\frac{y_1}{C} = \frac{Z_2}{\mathcal{L}}$$

ou

$$C = \frac{\mathcal{L} y_1}{Z_2} = \frac{\mathcal{L}}{Z_1 Z_2} \qquad (23)$$

Cette formule montre que la capacité équivalente est d'autant plus faible que les impédances Z_1 et Z_2 sont plus grandes. Réciproquement, il suffit d'une inductance d'autant plus faible que les impédances Z_1 et Z_2 sont elles-mêmes plus faibles. Ce résultat s'explique aisément : un condensateur joue le rôle d'un réservoir en dérivation ; pour une capacité déterminée, l'action du réservoir est d'autant plus énergique que la quantité d'électricité à emmagasiner est plus faible ; or la quantité d'électricité transportée par une onde est proportionnelle à la capacité du conducteur et plus la capacité du conducteur est faible, plus son impédance $Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$ est grande.

Les formules donnant le gradient de potentiel au front de l'onde transmise, ont la même forme que pour l'inductance (10) et (14). Elles sont respectivement, pour une onde rectangulaire [1]

$$\frac{\partial u_2}{\partial x} = U_1 \frac{2 y_1}{C v_2} e^{-\frac{y_1 + y_2}{C} t} \qquad (24)$$

et pour une onde à front incliné

$$\frac{\partial u_2}{\partial x} = \frac{A_1}{v_2} \frac{2 y_1}{y_1 + y_2} \left(1 - e^{-\frac{y_1 + y_2}{C} t}\right) \qquad (25)$$

L'onde réfléchie n'est pas la même que dans le cas de l'inductance, du fait que pour la capacité, la réflexion se fait comme si la ligne avait son extrémité à la terre, tandis que, pour l'inductance, la réflexion se fait comme si la ligne était ouverte.

Pour fixer les idées, reprenons le cas, traité au paragraphe XII, 2, d'une onde à front incliné $A_1 t = 7,5 \cdot 10^{10} t$ passant d'une ligne aérienne $Z_1 = 500$ ohms, dans un transformateur $Z_2 = 5000$ ohms et remplaçons l'inductance par une capacité en dérivation. Le gradient de l'onde transmise, en l'absence de toute protection, est multiplié par le terme

$$1 - e^{-\frac{y_1+y_2}{C} t} = 1 - 2,718^{-\frac{\frac{1}{500} + \frac{1}{5000}}{10^{-8}} 6,66 \cdot 10^{-7}}$$
$$= 1 - 2,718^{-0,147} = 1 - 0,87 = 0,13.$$

que l'on peut appeler « coefficient relatif de protection du condensateur » considéré, car il dépend non seulement de la valeur de la capacité, mais aussi des impédances Z_1 et Z_2 des tronçons de circuit auxquel il est relié.

Pour une onde de charge d'amplitude U_1, l'énergie emmagasinée dans le condensateur est, lorsque celui-ci est complètement chargé

$$W = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} C U_1^2 \frac{4 Z_2^2}{(Z_1 + Z_2)^2}. \qquad (26)$$

On peut se demander si, en réalité, les phénomènes se passent bien comme l'indique la théorie que nous venons de rappeler. Nous pouvons répondre non, car cette théorie est basée sur une hypothèse fausse. En effet, nous avons admis que le condensateur est réellement ponctuel, c'est-à-dire que la longueur de la dérivation allant de la ligne à la terre, dans laquelle il est inséré, a une longueur nulle. Or cette condition est matériellement impossible à réaliser dans les installations habituelles de condensateurs.

Il est curieux d'observer que ce sont les mêmes auteurs qui admettent cette hypothèse et qui admettent en même temps, pour la facilité des calculs, l'existence d'ondes rectangulaires. Ces deux hypothèses sont pourtant absolument incompatibles, car si l'on admet un front d'onde vertical, c'est-à-dire de longueur nulle, comment admettre en même temps que la longueur de la dérivation contenant le condensateur est pratiquement nulle, c'est-à-dire négligeable par rapport à la longueur du front d'onde qui est elle-même nulle ?

Dans une installation de condensateurs bien exécutée, pour laquelle on a réduit le plus possible la longueur de la dérivation, celle-ci a toujours, jusqu'à la prise de terre, une longueur d'une dizaine de mètres. Dans la grande majorité des installations de ce genre que nous avons examinées, la longueur de la dérivation est d'une vingtaine de mètres. De plus, il faut considérer qu'une terre n'est pas effectivement réalisée au point même de la prise de terre, car au moment où une onde transportant un courant de l'ordre de 100 A arrive au sol, le potentiel de la prise de terre n'est pas égal à celui du sol. Il n'y a pratiquement égalité qu'à une distance que nous estimons à 5 m environ pour une bonne prise de terre. Il convient donc d'ajouter encore cette longueur à celle de la dérivation qui se trouve ainsi portée, dans une bonne installation, à une vingtaine de mètres. De plus, il faut tenir

[1] Cas purement théorique. Nous avons déjà exposé et expliqué pourquoi une onde rectangulaire ne peut ni exister, ni subsister.

compte de la résistance de la prise de terre qui n'est jamais nulle et peut atteindre facilement plusieurs ohms et même plusieurs dizaine d'ohms si elle est mauvaise.

Pour voir exactement comment va agir le condensateur, reportons nous à la figure 13 et supposons qu'une onde de charge ayant la forme indiquée sur la figure 4, de la deuxième partie de cette étude et se propageant sur le conducteur Z_1, arrive au point P de bifurcation. Il y aura deux ondes transmises, l'une par Z_2, l'autre par le conducteur Z_c de la dérivation contenant le condensateur. Les conducteurs d'impédance Z_2 et Z_c étant en parallèle, leur impédance équivalente est donnée par

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_c},$$

soit

$$Z = \frac{Z_2 Z_c}{Z_2 + Z_c}.$$

La tension de l'onde transmise est donnée par les formules (16) établies dans la première partie de cette étude.

$$u_2 = u_c = U_1 \frac{2\frac{Z_2 Z_c}{Z_2 + Z_c}}{Z_1 + \frac{Z_2 Z_c}{Z_2 + Z_c}} = U_1 \frac{2 Z_2 Z_c}{Z_1(Z_2 + Z_c) + Z_2 Z_c} \quad (27)$$

Si l'on remarque que, normalement, on dérive les condensateurs de protection, non pas aux bornes des transformateurs, mais à l'entrée des postes, il convient de prendre pour Z_2 l'impédance des barres qui est au plus égale à 500 ohms et non l'impédance du transformateur. Si l'on prend $Z_1 = Z_2 = Z_c$, ce qui correspond au cas le plus fréquent, on a $u_2 = \frac{2}{3} U_1$. L'amplitude et le gradient de potentiel au commencement de l'onde transmise ne sont donc réduits que de 1/3.

L'onde qui suit la dérivation d'impédance Z_c traverse partiellement le condensateur, arrive jusqu'à la terre où elle se réfléchit, traverse à nouveau le condensateur et revient au point P où elle se divise en deux parties, l'une se propageant sur Z_1, l'autre sur Z_2. Comme l'onde réfléchie est de signe contraire à l'onde incidente, l'onde transmise sur Z_2 se trouve diminuée. Le condensateur commence donc à agir. Mais cela seulement au bout du temps nécessaire au parcours aller et retour de la dérivation. Si les vitesses de propagation sur Z_c et Z_2 sont égales, la réduction du gradient de potentiel sur les quarante premiers mètres de l'onde transmise n'est que de 1/3 et non de 0,87 comme nous l'avons trouvé en appliquant la formule (25). Au fur et à mesure que les ondes partielles qui traversent le condensateur reviennent sur la ligne après réflexion, l'action du condensateur augmente et se rapproche, sans jamais l'atteindre, de l'efficacité théorique.

On s'explique ainsi que la réduction des contraintes entre spires, observées expérimentalement sur des transformateurs protégés par des condensateurs, soit de l'ordre de 50 pour 100 au plus et non de 80 à 90 pour 100 comme l'indique la théorie.

On a proposé, pour réduire l'influence de la connexion d'impédance Z_c, de constituer l'une des armatures du condensateur par la ligne elle-même (parafoudre Sig). Le procédé est inefficace du fait que la capacité ainsi réalisée est trop faible et surtout du fait que la position du condensateur dans la dérivation qui relie la ligne à la terre est à peu près indifférente, la longueur de la dérivation intervenant seule.

La formule (27) montre que l'on peut améliorer le fonctionnement d'un condensateur en prenant pour Z_2 un conducteur de forte impédance, par exemple une bobine de self-inductance. On améliore également son fonctionnement, quoique moins largement, en augmentant Z_1. De là l'intérêt qu'il y a à dériver un condensateur devant une bobine de self-inductance ou encore entre deux bobines, selon le procédé indiqué pour la première fois par G. Giles en se basant sur des considérations erronnées d'ailleurs.

Il est facile, en effet, d'établir l'équation différentielle correspondant au fonctionnement d'un condensateur avec une inductance placée avant ou après le point de dérivation. Mais les conclusions qui peuvent être tirées de la résolution de ces équations sont dénuées de toute valeur pratique en raison de la double erreur initiale qui consiste à admettre que l'inductance est concentrée en un point et que la dérivation du condensateur est de longueur nulle. Certains auteurs vont jusqu'à parler d'inductances de plusieurs millihenrys et à les considérer comme ponctuelles alors qu'une inductance ayant réellement 1 millihenry en haute fréquence, comprend au moins 300 m de conducteur, la vitesse de propagation étant de 150000 km:s environ, et équivaut, par conséquent, à 600 m de ligne aérienne. Dire que cette longueur est négligeable par rapport à celle d'un front vertical, qui est nulle, ou d'un front incliné, qui est de quelques centaines de mètres, est une absurdité et les résultats déduits de pareilles hypothèses ne méritent vraiment pas d'être pris en considération.

Dans le but d'absorber une partie de l'énergie contenue dans les ondes et emmagasinée dans le condensateur de protection, on place quelquefois, en série avec celui-ci, une résistance [1]. On peut essayer de se faire une idée de ce que devient le fonctionnement du condensateur dans ces conditions, en modifiant en conséquence l'équation différentielle (22) qui devient, si l'on désigne par u_c la tension aux bornes du condensateur

$$[1 + R(y_1 + y_2)] C \frac{du_c}{dt} + (y_1 + y_2) u_c - 2 y_1 u_1 = 0 \quad (28)$$

Cette équation ne diffère de (22) que par le coefficient de C

$$[1 + R(y_1 + y_2)].$$

(1) Cette idée a été émise pour la première fois par G. Campos. Voir *Brevet français n° 44 0676* et l'article déjà cité précédemment.

Les résultats obtenus de cette manière seront erronés comme ceux déduits de l'équation (22).

Il est évident que l'adjonction d'une résistance en série avec un condensateur diminue le courant qui traverse ce dernier et, partant, réduit un peu son action. Mais ce dispositif présente par contre de gros avantages.

On oublie trop souvent, en effet, que par sa nature même qui lui permet d'emmagasiner de l'énergie, le condensateur constitue une arme à double tranchant qu'il importe de n'utiliser qu'avec précaution. Si, d'une part, il permet d'assurer une protection efficace, d'autre part, il crée souvent des surtensions violentes au moment d'une mise hors service ou, plus généralement, lorsqu'une chute brusque de tension, due à une cause quelconque, libère l'énergie emmagasinée. De plus, des surtensions violentes se produisent encore par suite du claquage d'un élément. Les exploitants qui utilisent des condensateurs, surtout de construction un peu ancienne, savent que les claquages de condensateurs ne constituent pas une hypothèse théorique, mais une réalité trop fréquente. La présence d'une résistance en série limite tous ces phénomènes et protège en quelque sorte le condensateur.

C'est pour les oscillations à haute et moyenne fréquences correspondant à des ondes de grande longueur que l'adjonction d'une résistance présente tout son intérêt.

Pour des oscillations de pulsation $\omega = 2\pi f$, l'impédance d'un condensateur est $\frac{1}{C\omega}$ et la chute de tension est $U_c = \frac{I_c}{C\omega}$. Dans la résistance, la chute de tension est $U_R = RI_c$ d'où

$$U = \sqrt{\frac{1}{C^2\omega^2} + R^2}\; I_c. \tag{29}$$

La puissance dépensée dans la résistance est

$$W = RI_c^2 = RU^2 \frac{1}{\frac{1}{C^2\omega^2} + R^2}. \tag{30}$$

Cette expression est maximum pour $\frac{1}{C\omega} = R$, ce qui donne

$$W_m = \frac{1}{2}\frac{U^2}{R}.$$

La valeur de W ne diminue qu'assez lentement lorsqu'on s'éloigne de la condition $R = \frac{1}{C\omega}$. On a intérêt, pour augmenter W, à prendre une forte capacité en série avec une résistance équivalente.

Pour une capacité de 0,01 μF, à la fréquence 100 000 p : s, on devra prendre

$$R = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{10^{-8}\cdot 2\pi 10^5} = 160 \text{ ohms}.$$

L'impédance de l'ensemble est

$$Z = 160\sqrt{2} = 226 \text{ ohms}.$$

Pour une oscillation de fréquence égale à 100 000 p : s, dont l'amplitude atteint 20 000 V, le courant I_c est de 88 A et la puissance dépensée dans la résistance est de 1 240 kW. Avec une pareille consommation, l'oscillation se trouve amortie presque instantanément.

On a intérêt, en pratique, à ne pas dépasser 100 ohms pour la résistance, afin de ne pas trop diminuer l'efficacité contre les ondes mobiles. Avec 100 ohms, le courant I_c, à 100 000 p : s, est sensiblement égal à 106 A et la puissance dépensée dans la résistance est 1 120 kW, ce qui ne diffère pas sensiblement du premier résultat. A 10 000 p : s, la consommation n'est plus que de 15,5 kW ; c'est encore assez pour exercer une action appréciable et limiter très rapidement une oscillation lorsque la puissance mise en jeu n'est pas trop considérable, ce qui est le cas pour un transformateur.

Le rôle d'une résistance en série avec un condensateur est à rapprocher du rôle de la conductance g en dérivation dans les lignes.

La présence d'une résistance en dérivation sur un condensateur [1] permet à celui-ci de se décharger sur lui-même et l'empêche de produire des surtensions au moment où on l'isole du réseau. Malheureusement, on est très limité dans cette voie du fait que cette résistance shunt laisse passer aussi le courant normal de service et l'on est conduit, pour limiter la consommation, à lui donner une valeur élevée.

Il est curieux de voir certains auteurs [2], qui croient devoir attribuer une partie des accidents de transformateurs, tout au moins, aux oscillations résultantes plutôt qu'aux ondes mobiles elles-mêmes, se montrer hostiles à l'adjonction de résistances en série avec les condensateurs et en dérivation sur les inductances. Ce sont cependant, avec la mise à la terre du point neutre en plusieurs points par l'intermédiaire de résistances [3], les seuls moyens qui permettent d'amortir rapidement les oscillations quelles qu'en soient la fréquence et l'amplitude [4].

Un condensateur employé sans résistance, ne peut apporter de protection réelle contre des oscillations. Tout au plus peut-il en diminuer la fréquence en aug-

(1) C'est le cas de notre résistance capacitive. Voir paragraphe XI.

(2) Notamment A. MAUDUIT ; Installations électriques. *Loc. cit.*

(3) Voir paragraphes V et VI. La présence d'une résistance convenablement calculée entre le point neutre et la terre supprime les phénomènes de réflexion d'ondes et empêche, par conséquent, toute possibilité de résonance. Or les oscillations ne peuvent acquérir une amplitude dangereuse que s'il y a résonance.

(4) Les appareils fonctionnant comme soupape électrique peuvent, s'ils sont bien construits, rendre les mêmes services, mais ils sont inférieurs au système que nous préconisons, car ils ne s'amorcent que quand les oscillations ont déjà atteint une amplitude notable.

mentant la capacité de l'ensemble. Par contre, il peut, avec une inductance quelconque faisant partie des circuits auxquels il est relié, constituer un circuit oscillant et donner lieu, dans certaines conditions, à de dangereuses résonances locales.

Nous n'entreprendrons pas ici l'étude détaillée des condensateurs de protection que l'on rencontre actuellement sur le marché. Quelques-uns d'entre eux donnent satisfaction au point de vue technique, encore qu'on puisse les perfectionner beaucoup, car un condensateur de protection doit avoir des qualités différentes d'un condensateur destiné à tout autre usage. Nous verrons au paragraphe XVIII comment nous avons réussi à adapter réellement le condensateur à la protection contre les ondes mobiles et les oscillations. Les condensateurs actuels ont tous le grave défaut d'être très coûteux, et c'est là le principal obstacle qui s'oppose à leur diffusion.

XVI. **Analogies hydrauliques.** — Pour bien faire comprendre les idées exposées dans les deux précédents paragraphes ainsi que le fonctionnement des deux appareils décrits aux deux paragraphes suivants, on nous permettra de donner quelques analogies hydrauliques pouvant être saisies sans le secours de la moindre notion mathématique.

1. Cas général des circuits dérivés. — Reprenons le cas de la figure 10 et supposons qu'entre deux points A et B d'une rivière ou d'un canal, soient dérivés un certain nombre de canaux de section, de pente et de longueur différentes. Un front de crue ou une onde solitaire arrivant en A se divise en fonction des caractéristiques linéiques au voisinage du point A tandis que le débit normal se divise en fonction des caractéristiques totales. Le front de crue ou l'onde solitaire partielle qui est passée par le canal, pour lequel la durée de parcours est la plus courte, arrive la première en B. Les diverses ondes partielles arrivent successivement en B et se composent pour donner une onde transmise qui est très fortement étalée par rapport à l'onde incidente qui arrivait en A.

L'étalement ainsi réalisé est proportionnel à la longueur des canaux dérivés et à la différence des durées respectives de parcours.

2. Bobine shuntée. — Considérons un canal ayant la forme de la figure 14. Un front de crue mettra un temps appréciable pour aller de A en B en suivant le canal L. Au contraire, il mettra un temps très court pour aller de A en B en passant par le canal de faible section donnant lieu à une forte perte de charge. La partie qui est passée par le canal R est en avance par rapport à la partie qui a suivi le canal $\mathcal{L}$. Le front de crue qui poursuit son chemin au delà de B est étalé en deux paliers. Cet exemple sommaire explique les propriétés d'étalement de la bobine shuntée (fig. 11) que nous avons signalées pour la première fois il y a quelques années.

3. Bobine enrobée. — La disposition de la figure 14 donne un étalement en deux paliers. Si, après le point B, le front de crue déjà étalé rencontre un second dispositif identique, les deux fronts partiels se divisent chacun en deux autres fronts. Si le nombre de circuits est infini, ce qui est le cas de la bobine enrobée, l'étalement est progressif et il se fait sur une longueur proportionnelle à celle du conducteur constituant l'inductance. D'où la propriété remarquable de l'appareil de réduire d'autant plus le gradient de

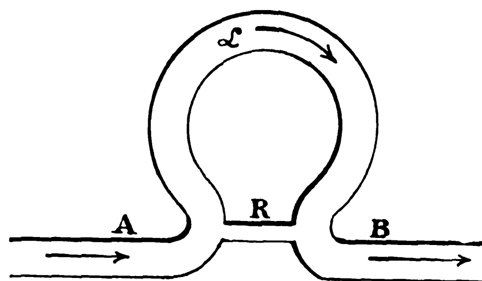


Fig. 14. — Analogie hydraulique de la bobine shuntée : $\mathcal{L}$, dérivation inductive, douée d'inertie; R, dérivation résistante.

potentiel, au front de l'onde transmise, que le front de l'onde incidente est plus raide.

4. Emploi d'un condensateur dérivé. — Considérons un canal sur lequel est dérivé, au point P, un réservoir C (figure 15). Lorsqu'un front de crue arrive au point P, une partie continue de progresser dans le canal pendant que l'autre pénètre dans le réservoir

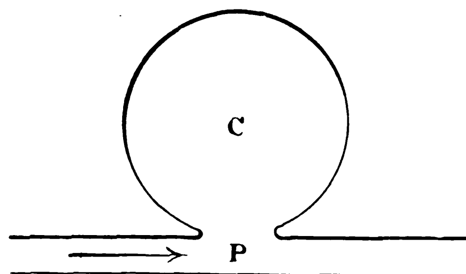


Fig. 15. — Analogie hydraulique du condensateur dérivé : P, point de dérivation; C, réservoir jouant le rôle de condensateur.

dont le niveau augmente progressivement. Lorsque la crue est en décroissance, l'eau emmagasinée dans le réservoir s'écoule dans le canal. Le fonctionnement est analogue à celui du condensateur de la figure 13.

Si le canal qui relie le point P au réservoir, est long (dérivation de trop forte impédance et de trop grande longueur), l'efficacité du dispositif est réduite, car la division du front de crue au point P se fait non plus en fonction de la capacité du réservoir C, mais en fonction des caractéristiques du canal dérivé qui le relie au point P. Si le canal donne lieu à une perte de charge notable résistance non inductive en série avec le conden-

sateur), l'efficacité du réservoir est réduite, mais, par contre, la vidange du réservoir se fera plus progressivement à la suite d'une décrue.

Les cheminées d'équilibre déversantes (capacité infinie) employées sur les conduites forcées, atténuent d'autant plus les coups de bélier que leur longueur est plus faible et leur section plus forte (faible impédance). Un réservoir d'air placé sur une conduite de refoulement est d'autant plus efficace qu'il est réuni à la conduite par une dérivation plus courte. Lorsque des résonances sont à craindre, il est nécessaire pour les éviter, de placer entre le réservoir et la conduite un dispositif qui, par frottements, absorbe de l'énergie et limite ainsi les oscillations. C'est ce qui se passe pour une combinaison de condensateur et de résistances.

5. Étaleur-amortisseur d'ondes. — Considérons un canal (fig. 16) qui a en de nombreux points a, b, c, d, e, est relié à un réservoir C. Lorsqu'un front de crue commence à arriver en A, une partie passe par le pertuis a dans le réservoir C qui l'emmagasine et en ressort partiellement par les pertuis b, c, d, e, en donnant naissance à des fronts partiels, en avance sur le front principal qui parcourt les sinuosités du canal. Lorsque le front principal commence à arriver en b, une seconde partie passe à travers le pertuis b dans le réservoir C qui l'emmagasine et en ressort partiellement par les pertuis c, d, e. Et ainsi de suite tant que la crue augmente, le niveau dans le réservoir s'élevant

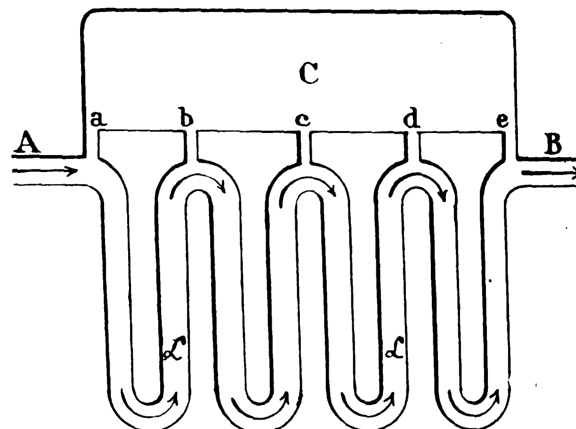


Fig. 16. — Analogie hydraulique de l'étaleur d'ondes £, dérivation inductive; C, réservoir; a, b, c, d, e, pertuis de communication.

progressivement. Le dispositif intervient à la fois comme pour le cas 2 de la bobine shuntée et le cas 1 du condensateur dérivé. Lorsque la crue baisse, le

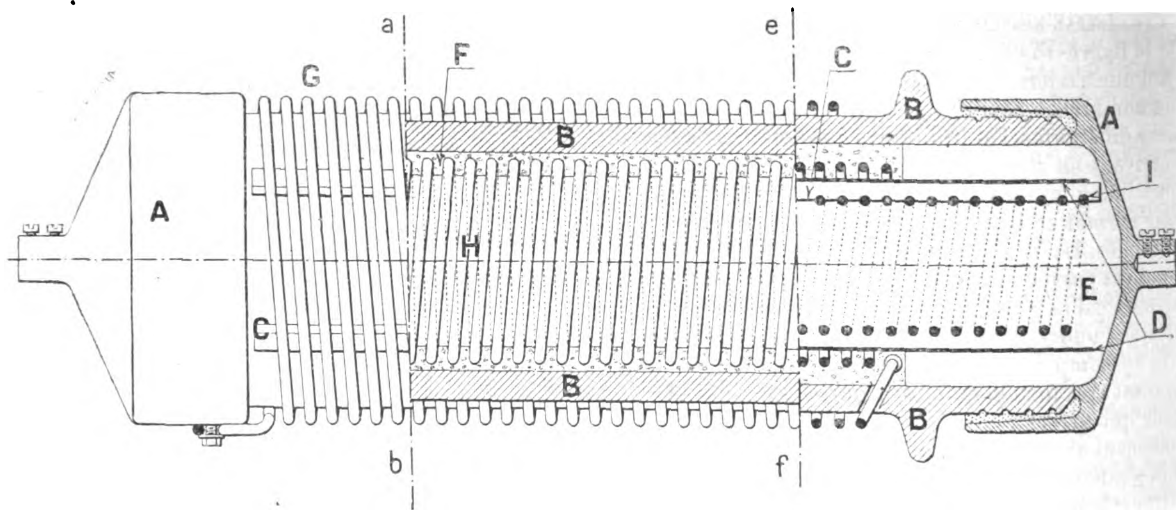


Fig. 17. — Amortisseur de surtensions, vu en coupe : a, b, coupe partielle montrant la bobine enrobée; e, f, coupe suivant l'axe montrant les trois bobines concentriques.

réservoir se vide progressivement par les pertuis dans le canal et les phénomènes se reproduisant en sens contraire. Ce dispositif donne une idée du fonctionnement de notre étaleur-amortisseur d'ondes décrit au paragraphe XVIII.

Il ne serait pas prudent de pousser trop loin, sans restriction, les analogies que nous venons d'exposer. Mais telles qu'elles sont, elles ont cependant le mérite de présenter, sous un aspect très simple, les phénomènes assez compliqués dont les dispositifs de protection sont le siège.

XVII. **Amortisseur de surtensions.** — Nous avons indiqué au paragraphe XIV comment il est possible d'améliorer le fonctionnement des bobines de self-inductance en augmentant leur pouvoir d'étalement et d'amortissement. En nous basant sur cette étude, nous avons établi une bobine qui réunit à la fois les qualités électriques et mécaniques les plus grandes qui se puissent réaliser en l'état actuel de la technique; c'est notre amortisseur de surtensions [1] déjà connu des exploitants.

[1] Breveté en France et à l'étranger.

Il est normalement constitué, ainsi que l'indique la fig. 17, par trois bobines de self-inductance en hélice en fil de fer galvanisé, disposées concentriquement et connectées en série de manière à donner lieu à des flux concordants.

La bobine de plus grand diamètre G est placée à l'extérieur d'un tube en grès B qui lui sert de support. Les deux autres bobines sont placées à l'intérieur et séparées entre elles par un second tube isolant D.

La bobine intermédiaire H est enrobée dans un mélange graphitique pulvérulent F fortement comprimé. Ce dispositif équivaut au schéma de la fig. 12.

La troisième bobine I est noyée dans une masse isolante incombustible, qui remplit complètement le tube en grès et assure l'immobilisation parfaite et le refroidissement des bobines intérieures.

Le tube en grès est fermé à ses deux extrémités par des calottes en fonte scellées qui servent de prises de courant et sont reliées aux bobines extrêmes. L'écartement des spires des diverses bobines est maintenu par des baguettes isolantes rainurées, en bois imprégné imputrescible, placées longitudinalement.

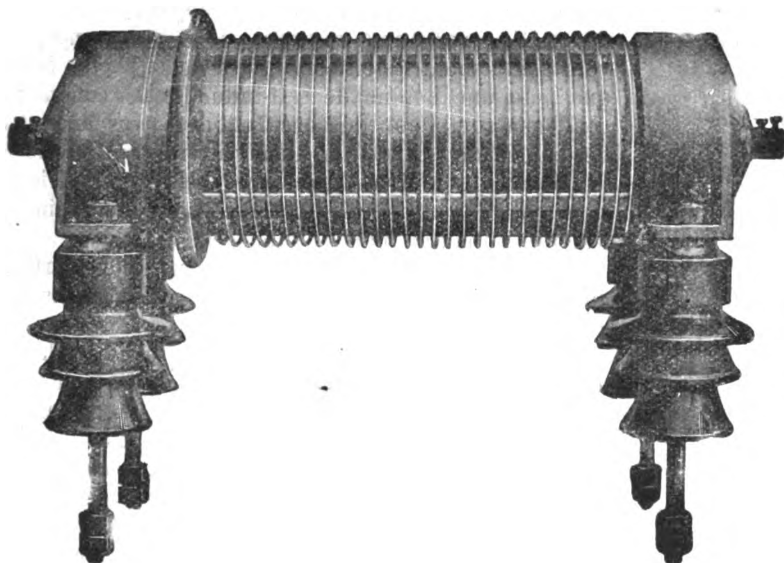


Fig. 18. — Amortisseur de surtensions, type A, pour courant de 25 A, monté sur isolateurs d'extérieur à cloches.

L'ensemble est monté sur quatre isolateurs du type intérieur (accordéons ou isolateurs lisses) ou extérieur suivant la destination de l'appareil qui a l'allure de la figure 18. L'appareil peut être construit pour toutes les tensions et intensités de courant; ses dimensions sont variables avec ces conditions.

Au point de vue électrique, l'amortisseur de surtensions jouit, à la fois, des propriétés des bobines à plusieurs couches et des bobines enrobées. Son coefficient d'étalement K_e et son coefficient d'amortissement K_a sont plus faibles que ceux de n'importe quelle bobine shuntée ou non. Toute onde arrivant dans l'appareil est immédiatement étalée à cause des dérivations inductives entre bobines et conductives entre spires dans la bobine enrobée, et amortie à cause de l'énergie dépensée par les courants dérivés et les courants de Foucault induits dans la masse résistante. De plus, le conducteur étant en métal magnétique, l'effet pelliculaire y est très intense aux hautes fréquences [1] et dans la bobine enrobée, le courant tend à sortir du conducteur pour se propager dans la résistance, ce qui augmente encore l'amortissement.

L'isolement entre couches est parfaitement réalisé grâce aux deux tubes isolants B et D. L'extrémité du tube en grès où se fait la connexion entre la bobine extérieure G et la bobine enrobée H, est munie d'une ou plusieurs collerettes qui empêchent tout amorçage entre cette connexion et la calotte voisine.

Les amortisseurs doivent leurs propriétés remarquables non seulement à leur mode de fonctionnement, mais aussi à leur réalisation. La longueur du conducteur qui les compose est équivalente, suivant les appareils, à 60 à 300 mètres de ligne. C'est plus que la plupart des meilleures bobines de choc que l'on rencontre sur le marché. L'encombrement des appareils est cependant assez réduit à cause de leur construction très ramassée. On conçoit aisément que l'on puisse réaliser ainsi une excellente protection, en particulier dans les installations importantes où il est possible de placer deux appareils en série.

Nous avons effectué en 1922, à l'Institut électrotechnique de Toulouse, une série d'essais [2] pour mesurer l'efficacité de l'amortisseur. Nous envoyions sur un circuit composé de bobines en série, des trains d'ondes à haute fréquence très amorties provenant de la décharge d'un circuit oscillant et nous mesurions, au moyen d'un spintermètre, la réduction du gradient de potentiel après insertion d'un amortisseur dans le circuit.

Des essais analogues ont été refaits en 1925, à l'Institut électromécanique de Louvain, par M. G. Gillon [3] sur le même principe et ont confirmé les résultats que nous avions obtenus.

Nous avons fait cette année une nouvelle série d'essais avec des ondes de fermeture à front plus ou moins raide, selon le principe de la figure 1 de la troisième partie de cette série d'études, qui se rapproche beaucoup plus des conditions normales de service, et nous

[1] Voir le tableau du paragraphe VIII.

[2] Le compte rendu de ces essais a été publié dans le *Bulletin de l'Association des Ingénieurs de l'Institut électrotechnique de Toulouse*, 3e trimestre, 1922, aujourd'hui épuisé.

[3] Le compte rendu de ces essais a fait l'objet d'une note publiée par les Ateliers électrotechniques de Tournai (Belgique).

avons constaté qu'avec des amortisseurs judicieusement placés dans un réseau, il est possible d'obtenir avec ces seuls appareils, dans la plupart des cas, une protection satisfaisante.

Mais la meilleure démonstration est celle que donne l'examen des résultats obtenus en service normal, depuis cinq années, sur plusieurs milliers d'appareils dans les applications les plus diverses.

Au point de vue mécanique, l'amortisseur de surtensions présente toutes les garanties de robustesse désirables. La bobine extérieure est solidement immobilisée par des baguettes isolantes et les bobines intérieures le sont plus fortement encore, grâce à l'enrobage. Le tube en grès, qui peut supporter des efforts mécaniques considérables, constitue une carcasse d'une solidité à toute épreuve. Aussi, l'expérience a montré que l'appareil peut supporter les plus violents courts-circuits alors que des bobines quelconques sont complètement disloquées.

Enfin, le prix modéré des amortisseurs permet leur emploi jusque dans les plus petits postes ruraux.

XVIII. **Etaleur-amortisseur d'ondes** (¹). — Cet appareil est aux condensateurs ce que l'amortisseur de surtensions est à la bobine de self-inductance ordinaire.

Il se compose, en principe, de bobines de self-inductance parcourues par le courant normal de service des installations à protéger et constituant l'une des armatures d'un condensateur, l'autre armature étant constituée par des cylindres concentriques reliés à la terre. Ce dispositif équivaut au schéma de la figure 19. Si l'on intercale une résistance sur le circuit de terre, l'appareil, qui possède de remarquables propriétés d'étalement, devient également amortisseur puisqu'il peut dissiper une quantité notable d'énergie. La figure 16 explique d'une manière particulièrement simple, par analogie, son fonctionnement.

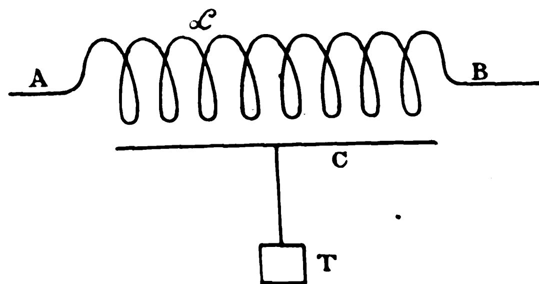


Fig. 19. — Schéma de l'étaleur d'ondes : $\mathcal{L}$, bobine; C, armature de condensateur; T, terre.

Il présente sur le condensateur dérivé, l'avantage de donner un étalement plus considérable à capacité égale et surtout, il permet d'éviter la diminution d'efficacité qui résulte de l'influence de la longueur inévitable de la dérivation à la terre. En effet, lorsqu'une onde arrive dans l'appareil, elle passe en partie à travers la capacité partielle constituée par les premières spires, dans la connexion de terre et elle revient dans l'appareil après réflexion à la terre longtemps avant que l'onde incidente qui suit la bobine $\mathcal{L}$ en soit sortie. Reprenons la longueur de 20 mètres que nous avons prise pour la connexion de terre dans l'étude du condensateur au paragraphe XV, soit 40 mètres aller-retour avec une vitesse de parcours de 300 000 km : s. La longueur de la bobine $\mathcal{L}$ est du même ordre de grandeur, mais la vitesse de propagation n'est que de 100 000 km : s, au plus. Ainsi donc, l'onde incidente n'a parcouru que le tiers de la bobine incidente lorsque l'onde réfléchie à la terre est revenue à son point de départ. De plus, la réalisation de l'appareil est telle qu'elle oblige, en quelque sorte, l'adoption de connexions de terre très courtes, le courant de service devant traverser l'appareil qui repose sur le sol.

Pour des ondes mobiles, l'étaleur d'ondes doit être traité à la fois comme conducteur de très faible impédance ($Z = 100$ ohms environ), doué d'un grand pouvoir d'étalement (coefficient K_e beaucoup plus faible que pour une bobine de self-induction) et comme un condensateur. Pour des oscillations correspondant à des ondes de grande longueur par rapport à celle de la bobine, il équivaut à un condensateur en série ou non avec une résistance. Il a été étudié d'un point de vue un peu spécial par M. Bunet (¹).

En pratique, l'étaleur d'ondes présente des particularités constructives très intéressantes. Il est constitué comme il est indiqué sur la figure 20.

Deux bobines en hélice cylindrique, A et B, placées concentriquement à l'intérieur d'un tube isolant en grès C et reliées à leur partie inférieure, sont parcourues par le courant normal de service et constituent l'une des armatures du condensateur. Elles sont reliées d'une part à la calotte en fonte D qui sert de prise de courant, d'autre part à une connexion E qui sort sur le côté du tube C, lequel porte un bourrelet qui empêche tout amorçage entre la calotte D et la connexion E, en cas de surtension.

L'autre armature est constituée par deux autres bobines cylindriques coaxiales F et G. Toutes les bobines sont maintenues en place par des cales isolantes rainurées sur leurs deux faces de telle manière qu'un conducteur d'une armature soit situé entre deux conducteurs de l'armature opposée. Le pas des bobines augmente aux extrémités de telle sorte que la distance entre deux conducteurs appartenant à deux armatures, augmente quand on s'approche des extrémités (²). Cette disposition présente l'avantage de diminuer la contrainte diélectrique sur les bords d'armature et de supprimer ainsi le point faible qu'ils

(¹) Breveté en France et à l'étranger (Brevets Bunet et Ledoux).

(¹) P. Bunet; Protections contre les ondes mobiles, oscillations et surtensions, *Revue générale de l'Électricité*, 27 août et 3 septembre 1927, t. XXII p. 305-311 et 341-352.

(²) Cette disposition imaginée par M. P. Bunet, a été exposée et étudiée en détail par cet auteur dans la *Revue générale de l'Électricité* du 21 août 1920, t. VIII, p. 237-250, sous le titre « Capacités et condensateurs. »

constituent dans tous les condensateurs plans ou cylindriques.

L'armature de terre est reliée, par l'intermédiaire d'une résistance R, à la calotte en fonte H qui ferme l'extrémité inférieure du tube en grès C et sert de base à l'appareil. Cette base repose directement sur le sol et est reliée à une bonne prise de terre réalisée, de préférence, comme nous l'avons indiqué au paragraphe VII. Les deux extrémités de l'armature à la terre sont reliées à la résistance, l'une à l'extrémité de cette dernière,

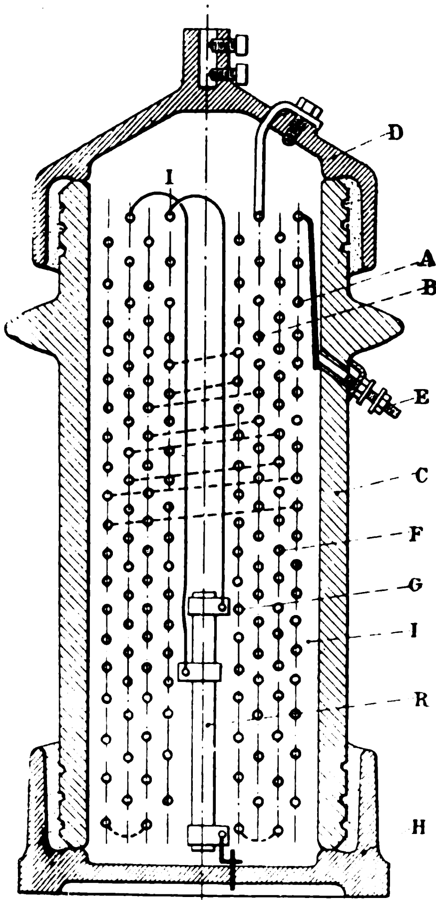


Fig. 20. — Coupe de l'étaleur d'ondes : A, B, bobines traversées par le courant service ; C, tube isolant en grès ; F, G, bobines constituant l'armature reliée à la terre ; D, calotte en fonte ; E, connexion de sortie ; R, résistance ; I, matière isolante ; H, base en fonte.

l'autre à une prise intermédiaire de telle sorte qu'une partie de la résistance soit dérivée aux bornes des bobines de terre afin d'éviter toute possibilité de résonance locale alors que l'autre partie est simplement en série sur le circuit de terre.

Le tube C est entièrement rempli d'une matière isolante I constituant le diélectrique du condensateur. Le coefficient de sécurité adopté est très élevé : il est supérieur à celui des machines ou transformateurs reliés au réseau. Aucun risque de claquage n'est à craindre et il devient inutile de conserver les sectionneurs et les fusibles qui encombrent les installations de condensateurs ordinaires et les rendent parfois dangereux. On connecte simplement l'appareil sur le réseau à protéger de la même manière qu'on intercalerait un tronçon de câble.

L'appareil a, dans son ensemble, l'aspect de la figure 21. Les dimensions varient avec les conditions de service. La section des conducteurs, le nombre et l'écartement des bobines augmentent avec l'intensité du courant et la tension.

Pour les fortes intensités du courant, on place plusieurs éléments en parallèle ou encore on dérive aux bornes d'un appareil. un amortisseur de surtensions, les deux appareils étant superposés.

Pour les tensions élevées, on place entre l'étaleur-amortisseur d'ondes et la terre, un ou plusieurs éléments de condensateurs constitués de manière identique. La différence totale de potentiel se répartissant ainsi entre les divers éléments, il n'y a pas de limite supérieure de tension. Cette disposition en colonne est simple et économique. Elle supprime les inconvénients des isolateurs d'entrée.

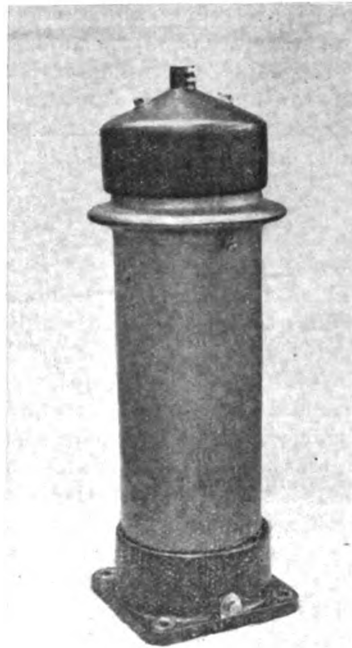


Fig. 21. — Vue extérieure d'un étaleur d'ondes type A.

En plus des avantages techniques d'efficacité et de robustesse inhérents à son principe et à son mode de construction, l'étaleur-amortisseur d'ondes présente encore l'avantage d'un prix modéré qui permet d'en généraliser l'emploi.

Pour les postes de faible importance, on peut rassembler en un appareil unique, par superposition, un amortisseur de surtensions et un étaleur-amortisseur ce qui réduit très sensiblement le prix et l'encombrement.

XIX. **Protection des transformateurs de mesure et des bobines de déclenchement des disjoncteurs.** — 1. Transformateurs de potentiel. — Ces appareils consomment un courant de l'ordre de 0,01 d'ampère. Aussi leurs enroulements, constitués par des fils très fins, sont très fragiles et particulièrement vulnérables aux ondes mobiles. Il importe donc de les protéger tout particulièrement, même quand ils sont placés dans des postes déjà protégés.

Certains constructeurs, parmi les plus sérieux, reconnaissent la fragilité des transformateurs de potentiel et conseillent l'adoption de types construits pour des tensions supérieures à la tension normale de service.

On emploie quelquefois des résistances de grande valeur en carborundum placées en série avant les transformateurs pour les protéger. On peut avoir une idée de l'action qu'elles exercent en appliquant les formules (17) établies au paragraphe VII du premier article de cette étude. Par exemple, une résistance de 20000 ohms placée sur un transformateur de potentiel à 40 000 v pour lequel $Z_2 = 20000$ ohms, alimenté par un circuit $Z_1 = 500$ ohms, donne un coefficient de protection de

$$\frac{500 + 20\,000}{500 + 20\,000 + 20\,000} \simeq 0,5.$$

L'amplitude et le gradient de potentiel de l'onde transmise ne sont plus que la moitié de ce qu'ils seraient en l'absence de la résistance.

On est très limité dans cette voie, car on ne peut admettre une chute de tension de plus de 1 pour 100 dans la résistance, ce qui donne pour cette dernière, exprimée en ohms, la valeur de la tension en volts, à répartir par moitié sur les deux bornes.

Il est préférable, ainsi que nous l'avons déjà indiqué aux paragraphes I et XIV, de remplacer les résistances en carborundum ou matière analogue, par des résistances formées d'une bobine de fil fin en métal magnétique. On peut ainsi, avec une chute de tension en service normal moindre, réaliser une protection bien plus efficace, la résistance étant au moins décuplée pour les courants de haute fréquence et l'étalement dû à l'induction mutuelle n'étant pas négligeable.

2. Transformateurs de courant. — Au point de vue des ondes mobiles, ces appareils se comportent comme des bobines de self-inductance insérées sur les lignes, la valeur de l'inductance étant d'autant plus grande que le rapport de transformation est plus faible, c'est-à-dire que le primaire comporte un plus grand nombre de spires. Il se produit donc d'importantes différences de potentiel entre spires et aux bornes de l'appareil au passage d'ondes mobiles qui peuvent, de ce fait, produire des claquages. Les exploitants savent par expérience combien ces accidents sont courants.

Pour obvier à cet inconvénient, on dérive, aux bornes des transformateurs de courant, des résistances en carborundum ou encore, pour les faibles intensités, un éclateur quelconque. La valeur de la résistance R à dériver est déterminée par l'intensité I du courant de service, la chute de tension U_1 dans le transformateur et l'erreur que l'on peut admettre, 0,25 pour 100 environ

$$R = \frac{U_1}{0,0025\, I}.$$

Par exemple, pour un transformateur de 20 A donnant à pleine charge une chute de tension de 2 V, on prendra $R = 40$ ohms.

L'efficacité de ce dispositif a été mise en évidence expérimentalement (1). Aussi de nombreux constructeurs l'ont-ils adopté et l'exploitant n'a plus ainsi à se préoccuper lui-même de cette question.

3. Bobines de déclenchement des disjoncteurs. — Ces bobines parcourues par le courant normal de service sont très souvent détériorées par les ondes mobiles. On les protège de la même manière que les transformateurs de courant en les shuntant par des résistances. La protection assurée peut même être bien plus grande, car il est possible de dériver une part plus importante du courant en employant des résistances de valeur plus faible.

Les constructeurs de disjoncteurs, qui ont reconnu l'utilité et l'efficacité du procédé, munissent d'eux-mêmes, maintenant, les bobines de déclenchement des relais à action directe, de résistances de protection.

(*A suivre.*)

Charles Ledoux,
Ingénieur I. E. T.

(1) H. Gewecke: Überspannungsschutz bei Stromwandlern. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 2 avril 1914, t. XXXV, p. 386-389.

Revues, analyses et informations

Formules des courbes de magnétisme dans les machines électriques et des courbes d'induction magnétique dans les tôles.

Sous ce titre, M. Frantz Cathelin a remis à l'Académie des Sciences, dans la séance du 29 août 1927 (1), une note dans laquelle il étudie successivement la loi d'établissement du courant dans une bobine entourant un noyau magnétique avec entrefer, celle de décroissance du courant quand ce circuit est rompu, celle de l'autoexcitation des dynamos et, enfin, indique les valeurs, pour une certaine qualité de tôle.

(1) *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 29 août 1927, t. CLXXXV, p. 498-500.

des constantes de la formule donnant l'induction magnétique en fonction du champ magnétique. Le texte de cette note est reproduit ci-dessous :

Les courbes de magnétisme des machines électriques peuvent se représenter par la formule

$$\Phi = K \frac{i}{\sqrt{a + bi + i^2}},$$

Φ étant le flux; i, le courant magnétisant; K, a, b, des constantes.

Cette relation permet de tenir compte de la saturation pour calculer les valeurs du courant dans les régimes transitoire ou permanent.

1. Loi d'établissement du courant, sous tension constante, dans une bobine à circuit magnétique avec entrefer. — Soient n le nombre de spires de cette bobine; r sa résistance; U la tension appliquée à ses bornes; I_0 le courant permanent.

L'équation différentielle qui doit être satisfaite est

$$U = ri + n\frac{d\Phi}{dt}.$$

Si l'on pose

$$z = \sqrt{a + bi + i^2} + i$$

et si l'on appelle z' et z'' les racines de l'équation

$$a + bI_0 + 2I_0 z - z^2 = 0,$$

on trouve

$$\frac{2r}{nk}t = A \log_e(z + z') - B \log_e(z'' - z) + \frac{E}{2}\log_e(a + bz + z^2)$$

$$-\frac{1}{2}\frac{C}{a + bz + z^2} + \frac{2D - Cb}{4}\frac{z + \frac{b}{2}}{a'^2(a + bz + z^2)}$$

$$+\frac{1}{a'^2}\operatorname{arc\,tang}\frac{z + \frac{b}{2}}{a'}\left(F + \frac{2D - cb}{4a'}\right) + \text{constante},$$

avec

$$a' = \sqrt{a - \frac{b^2}{4}}.$$

2. Loi de décroissance du courant. — L'équation différentielle

$$0 = ri + n\frac{d\Phi}{dt}$$

s'intègre par le même changement de variable que ci-dessus.

3. Loi d'autoexcitation des génératrices à courant continu. — Soient : n le nombre total de spires des inducteurs ; r leur résistance; E_0 la force électromotrice développée dans l'induit par l'unité de flux à la vitesse considérée.

L'équation du problème est ici

$$E_0\Phi = ri + n\frac{d\Phi}{dt}$$

avec

$$i = \frac{k'_1\Phi}{\sqrt{A'^2 - \Phi^2 - C'\Phi}}.$$

Si l'on pose

$$z = \frac{\sqrt{A'^2 - \Phi^2} + A'}{\Phi}$$

et si l'on appelle z' et z'' les racines de l'équation

$$\left(A' - \frac{rk'_1}{e_0}\right)z^2 - 2A'C'z - \left(A' + \frac{rk'_1}{e_0}\right) = 0,$$

on trouve

$$\frac{e_0}{n}t = \log_e\Phi - [A_1\log_e z + B_1\log_e(z - z')$$

$$+ C_1\log_e(z + z'')] + \text{constante}.$$

4. Courbes d'induction dans les tôles. — Ces courbes peuvent se représenter par la formule

$$B = H + \frac{H}{\sqrt{\frac{b'}{H^2} + \frac{a'}{H} + a + bH + cH^2}}$$

$$+ \left(\frac{H - H_0}{\sqrt{\frac{A'}{(H - H_0)^2} + A + B(H - H_0) + C(H - H_0)^2}}\right)^{\frac{1}{2}},$$

b', a', a, b, c, A', A, B et C étant des constantes. H_0 est la valeur du champ pour laquelle la fonction représentée par le deuxième terme du second membre cesse d'être osculatrice à la courbe de B.

Pour une certaine qualité de tôle, nous avons déterminé les constantes suivantes, pour B compris entre 0 et 25 000 unités C. G. S. :

$$B = 1000\frac{H}{\sqrt{\frac{1,084}{H} - 0,3497 + 0,583 + 0,00326H^2}}$$

$$+ 1000\left(\frac{H - 80}{10\sqrt{\frac{541\,200}{(H - 80)^2} + 20,59 + 0,002(H - 80)}}\right)^{\frac{1}{2}} + H,$$

le champ étant exprimé ici en ampères-tours par centimètre.

Filtres électriques (1).

1. Introduction. — Le télégraphe et le téléphone, étant donné la façon dont on les utilise aujourd'hui, comportent l'emploi de bandes de fréquences très étendues. Par exemple, pour le trafic d'un télégraphe duplex à raison de 25 mots par minute, la fréquence fondamentale des alternances du courant sera de l'ordre de 10 p : s; elle peut passer à 10^6 p : s dans le cas de signaux radioélectriques émis sur ondes courtes de 300 m. Et presque toutes les fréquences comprises entre ces limites sont employées dans les systèmes actuels de communications électriques. Cette situation a posé aux ingénieurs de multiples problèmes, émanant du désir d'obtenir le meilleur rendement possible des installations. L'un des plus importants de ces problèmes a été celui de l'admission, dans un circuit donné, d'une bande de fréquences déterminées à l'exclusion des autres.

(1) A.-B. Morice. *The philosophical Magazine*, avril 1927, t. III (7e série), p. 801-843, 7 500 mots, 28 figures.

L'emploi des filtres électriques y a répondu avec le plus plein succès. Et bientôt l'importance des filtres électriques s'est accrue rapidement dans diverses applications : télégraphie et téléphonie sans fil, téléphonie avec fils multiplex à haute fréquence, télégraphie multiplex à courants alternatifs, télégraphie et téléphonie combinées, amplificateurs téléphoniques et enfin mesures en courant alternatif.

Le présent travail a été entrepris dans le but de décrire les propriétés générales des filtres électriques et d'indiquer leurs principales applications.

2. Définition des filtres électriques. — Un filtre électrique est un circuit artificiel qui permet la transmission de courants sinusoïdaux de fréquences déterminées avec un affaiblissement peu sensible et même négligeable, tout en supprimant les courants sinusoïdaux d'autres fréquences également déterminées, appliquées au circuit de la même façon que les premières. Un tel filtre peut être en général réalisé par un assemblage de capacités et d'inductances, dont les grandeurs et la disposition sont déterminées d'après des principes généraux indiqués dans l'article.

3. Description et propriétés de quelques types de filtres électriques. — Ayant défini les filtres électriques, l'auteur décrit deux types très généraux de filtres que l'on peut employer et discute leurs propriétés. Dans un premier type, qui peut affecter la forme en T ou en Π, les impédances en série avec la ligne sont formées d'une inductance et d'une capacité en série, et les impédances qui shuntent la ligne sont formées d'une inductance et d'une capacité en parallèle. Supposant que les impédances de ligne sont $\overline{Z}_1$, et celles en dérivation $\overline{Z}_2$, que les inductances sont sans résistance et les condensateurs sans fuites, ce type de filtre

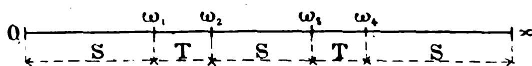


Fig. 1. — Schéma des bandes de fréquences transmises et supprimées par le filtre du type I (circuit en T ou en Π). De ω_1 à ω_2 et de ω_3 à ω_4, pulsations correspondant aux fréquences transmises. De o à ω_1, de ω_2 à ω_3 et de ω_4 à ∞, pulsations correspondant aux fréquences supprimées.

transmet deux bandes de fréquences sans affaiblissement et supprime toutes les autres fréquences, conformément au schéma de la figure 1.

Les quatre pulsations critiques ω_1, ω_2, ω_3 et ω_4 sont données par la résolution des équations

$$\frac{\overline{Z}_1}{\overline{Z}_2} = 0, \qquad (1)$$

$$\frac{\overline{Z}_1}{\overline{Z}_2} + 2 = 0. \qquad (2)$$

Les impédances caractéristiques des deux circuits sont

$$\text{Circuit en T,} \quad \overline{Z}_0 = \sqrt{\overline{Z}_1^2 + 2\overline{Z}_1\overline{Z}_2}. \qquad (3)$$

$$\text{Circuit en }\Pi, \quad \overline{Z}_0 = \sqrt{\frac{\overline{Z}_1\overline{Z}_2^2}{\overline{Z}_1 + 2\overline{Z}_2}}. \qquad (4)$$

et les quatre pulsations critiques par l'équation

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\omega_3}{\omega_4}.$$

Le filtre du type I est donc un double passe-bandes, et l'auteur montre qu'il y a sept moyens de le réduire à un passe-bandes simple.

Le filtre du type II, qui peut aussi affecter la forme en T ou en Π, peut être appelé un filtre éliminateur de bandes. Dans ce type, les impédances en série avec la ligne sont composées d'une inductance et d'une capacité en parallèle, et les impédances qui shuntent la ligne sont composées d'une

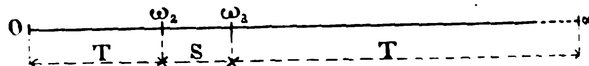


Fig. 2. — Schéma des bandes de fréquences transmises et supprimées par le filtre du type II. De ω_2 à ω_3, pulsations correspondant aux fréquences supprimées. De o à ω_2 et de ω_3 à ∞, pulsations correspondant aux fréquences transmises.

inductance et d'une capacité en série. On désigne encore par Z_1 et Z_2 les impédances de ligne et de shunt respectivement. Si l'on suppose encore les inductances sans résistance et les condensateurs sans fuites, ce type de filtre transmettra les fréquences correspondant aux pulsations comprises entre o et ω_2, et entre ω_3 et ∞ ; il supprimera les fréquences qui correspondent à une valeur de ω comprise entre ω_2 et ω_3.

Les fréquences critiques qui correspondent à ω_2 et ω_3 sont encore données par la résolution des équations (1) et (2) ci-dessus, et les impédances caractéristiques des circuits en T et en Π, par les équations (3) et (4).

On peut réduire, par quatre procédés différents, ce type de filtre à un système ne possédant qu'une fréquence critique, qui laissera alors passer toutes les fréquences soit supérieures, soit inférieures à cette fréquence critique.

4. Applications. — Il est nécessaire de remarquer que les propriétés de ces deux types de filtres électriques ne s'appliquent strictement qu'au cas où un nombre infini d'éléments du type considéré sont connectés en série, ou bien, si l'on n'utilise qu'un nombre fini d'éléments, quand le dernier élément est fermé sur l'impédance caractéristique du filtre. Cette dernière impédance est celle d'un filtre qui contiendrait un nombre infini d'éléments, et qui, uni à l'extrémité d'un nombre fini d'éléments, formerait une impédance terminale non réfléchissante.

Il faut enfin ajouter que la suppression des bandes de fréquences indiquées ci-dessus par un filtre du type I ou II n'est parfaite que si les inductances et condensateurs ne dissipent pas d'énergie. L'effet de la résistance des bobines ou des fuites des condensateurs est de rendre plus ou moins imparfaites la suppression et la transmission des fréquences indiquées ci-dessus comme supprimées et transmises, respectivement ; un filtre réel se rapprochera d'autant plus du filtre idéal que le rapport de la résistance à la réactance des bobines et condensateurs utilisés sera plus petit. Cependant, les fréquences critiques du filtre réel restent les mêmes que celles du filtre idéal.

Après ces considérations générales, l'auteur étudie trois types particuliers de filtres électriques qui ont été employés pratiquement ; il donne les formules permettant de les établir, et indique quelques applications de ces sytèmes en télégraphie et téléphonie. — L. B.

SECTION INDUSTRIELLE

Sur l'étude des moteurs asynchrones polyphasés à plusieurs vitesses *(Suie et fin)* (*)

QUATRIÈME PARTIE : **Moteurs en cascade interne** *(Suite et fin)*

VI. **Moteur en cascade à 8 pôles de Creedy** — ($p_1 = 3$, $p_2 = 1$, $p_1 + p_2 = 4$). Les deux nombres de paires de pôles étant impairs, le moteur à 8 pôles est réalisable sans avoir à craindre d'attraction magnétique parasite. M. Creedy a conçu [1] les bobinages statorique et rotorique de ce moteur,

A. **Bobinage rotorique.** — 1. BOBINAGE EN ÉTOILE POLYGONE. — 1° *Schéma, courants et diagramme.* — Le

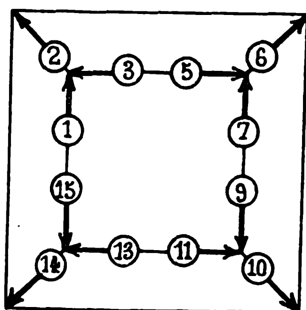


Fig. 43. — Schéma simplifié des connexions d'un bobinage rotorique de moteur à cascade interne Creedy à 2 + 6 = 8 pôles.

bobinage rotorique est le bobinage normal en étoile polygone à $4N = 4(p_1 + p_2) = 16$ bobines dont quatre

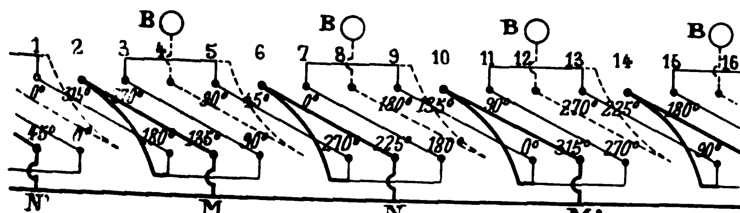


Fig. 44. — Schéma détaillé des connexions d'un bobinage rotorique de moteur à cascade interne Creedy à 2 + 6 = 8 pôles : B, bagues de prise de courant.

bobines en étoile sont à circuit ouvert pour créer les zones de moindre force magnétomotrice nécessaires à la marche en cascade (fig. 43 et 44). Le déphasage des courants dans les groupes successifs de deux sections en polygone est de $\frac{\pi}{2}$; les courants dans les bobines en étoile sont déphasés de $\frac{\pi}{4}$ sur les précédents et égaux à

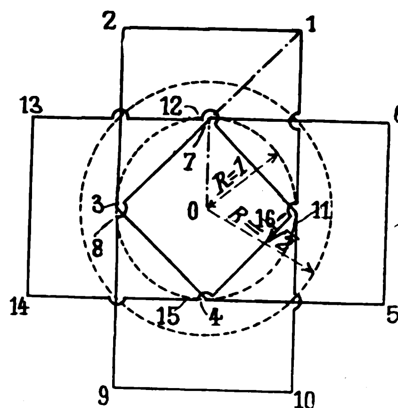


Fig. 45. — Diagramme de bobinage rotorique de moteur à cascade interne Creedy à 2 + 6 = 8 pôles.

$\sqrt{2}$ fois les courants des bobines en polygone. Le diagramme est celui de la figure 45.

2° *Calcul du rapport des deux flux.* — La zone couverte par une bobine supposée répartie dans plusieurs encoches, représente $3 \times \frac{2\pi}{16}$ à 6 pôles et $\frac{2\pi}{16}$ à 2 pôles. On a donc

$$q'_1 = \frac{\sin \frac{3\pi}{16}}{\frac{3\pi}{16}} = 0,94, \qquad q'_2 = \frac{\sin \frac{\pi}{16}}{\frac{\pi}{16}} = 0,995.$$

Le pas est de $\frac{9}{8}$ de pas diamétral à 6 pôles, et de $\frac{3}{8}$ de pas diamétral à 2 pôles

$$q''_1 = 0,98, \qquad q''_2 = 0,555,$$
$$q_1 = 0,92, \qquad q_2 = 0,552.$$

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 5, 12, 19, 26 novembre, 3 et 10 décembre 1927 t. XXII, p. 725-745, 775-796, 829-853, 881-905, 945-963 et 1003-1019.

[1] *Brevet anglais n° 175 306*, du 5 août 1920.

On a alors, en prenant $n_E = n_P$,

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{\left(\frac{n_E}{n_P} \sin \frac{p_1}{p_1 + p_2} \pi + \sin \frac{p_1}{p_1 + p_2} \frac{\pi}{2}\right) q_1}{\left(\frac{n_E}{n_P} \sin \frac{p_2}{p_1 + p_2} \pi + \sin \frac{p_2}{p_1 + p_2} \frac{\pi}{2}\right) q_2}$$

$$= \frac{\left(\sin \frac{3}{4} \pi + \sin \frac{3}{8} \pi\right) 0{,}92}{\left(\sin \frac{1}{4} \pi + \sin \frac{1}{8} \pi\right) 0{,}552} = 2{,}5,$$

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{1}{3} \times 2{,}5 = 0{,}835.$$

3° *Force magnétomotrice du rotor.* — Appliquons la formule démontrée dans les généralités (n = nombre de spires d'une bobine) :

$$(mqnI)_1 = (p_1 \pm p_2) \left[\cos \left(1 - \frac{2p_1}{p_1 \pm p_2}\right) \frac{\pi}{2} + \sin \frac{p_1}{p_1 \pm p_2} \frac{\pi}{2}\right] 2 q_1 n I_P$$

$$= 4 \left[\cos \left(1 - \frac{6}{4}\right) \frac{\pi}{2} + \sin \frac{3}{4} \frac{\pi}{2}\right] 2 \times 0{,}92 \times n I_P = 12\, n I_P ;$$

$$(mqnI)_2 = 4 \left[\cos \left(1 - \frac{2}{4}\right) \frac{\pi}{2} + \sin \frac{1}{4} \frac{\pi}{2}\right] 2 \times 0{,}552\, n I_P = 4{,}8\, n I_P.$$

4° *Passage de la vitesse de marche en cascade à une vitesse de base.* — Dans ce cas, pour un moteur à 2 ou 6 pôles, il suffit de prévoir quatre bagues réunies aux 4 bobines en étoile supplémentaires indiquées en pointillé sur la figure 44. En pratique, d'ailleurs, la vitesse qui correspond à 2 pôles est dépourvue d'intérêt.

5° *Fonctionnement du moteur à 4 pôles.* — Si l'on voulait réaliser le fonctionnement à 4 pôles, il suffirait, comme nous l'avons indiqué dans l'étude générale des bobinages en cascade, de réunir les points M et M′ (fig. 44) à une bague et les points N et N′ à une autre bague, ce qui ferait en tout 6 bagues. En groupant 2 à 2 les quatre premières bagues, on réalise un rotor diphasé sans flux secondaire qui peut servir, soit comme secondaire de moteur démarrant sur résistances, soit comme primaire avec stator en court-circuit.

2. Autres bobinages rotoriques. — D'autres bobinages rotoriques peuvent être employés, par exemple, sous forme de bobinages monophasés (voir les généralités).

On peut aussi disposer les circuits auxiliaires de façons variées comme nous l'avons vu pour le moteur Hunt.

B. Bobinage statorique. — 1° *Principe de ce bobinage.* — M. Creedy n'a indiqué qu'un bobinage 6 pôles primaires, 2 pôles secondaires ; la combinaison de vitesses 2-6-8 pôles est, en effet, à peu près dépourvue d'intérêt pratique ; tel quel, le bobinage de M. Creedy est déjà passablement compliqué, et une complication plus grande serait absolument prohibitive.

Le bobinage donnant 6 pôles primaires, 2 pôles secondaires et 8 pôles en cascade, est représenté par la figure 46. Il comporte 27 bobines et 24 bornes. Il y a 9 bobines par phase, groupées en 3 circuits en parallèle, comportant chacun 3 bobines. Ainsi, la première

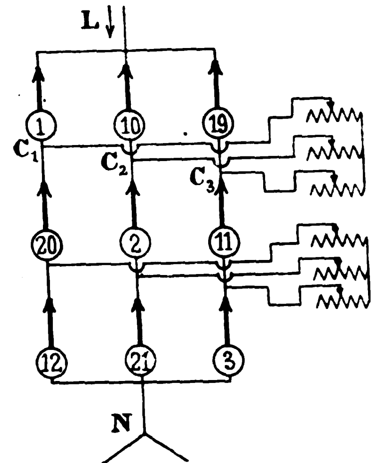


Fig. 46. — Schéma des connexions de bobinage statorique à 27 bobines pour moteur à cascade interne Creedy à 2 vitesses à 6 et 8 pôles : L, ligne ; N, point neutre.

phase comprend, à 6 pôles, les bobines 1, 2, 3 ; 10, 11, 12 ; 19, 20, 21. Les bobines telles que 1, 10, 19 situées à 120° l'une de l'autre sur la machine, sont, par conséquent, exactement équipotentielles à 6 pôles ; elles sont réparties dans les 3 circuits en parallèle ; les groupes de points tels que C_1, C_2, C_3 où sont connectées les résistances du circuit secondaire sont donc rigoureusement équipotentiels à 6 pôles, et aucun courant dû au flux primaire ne pourra circuler dans ces résistances. D'autre part, ces bobines étant décalées de 120° dans l'espace, des courants secondaires triphasés équilibrés pourront y circuler.

Les bobines voisines, telles que 1, 2, 3, sont réparties dans les trois circuits en parallèle. De la sorte, un des circuits en parallèle comprend 3 bobines en série telles que 1, 20 et 12 qui sont à peu près décalées de 120° dans l'espace, bobines dont la somme géométrique des forces électromotrices, dans le champ bipolaire, est à peu près nulle ; la mise en parallèle de ces circuits ne court-circuitera donc que des forces électromotrices résiduelles peu importantes dans le champ bipolaire, et il ne circulera dans l'ensemble des 3 circuits en parallèle qu'un faible courant secondaire.

Avec un bobinage à 27 bobines en 2 couches, qui donnerait une répartition triphasée des forces magnétomotrices à 6 pôles, chaque bobine couvrant un arc de 13°20′ à 2 pôles, la force électromotrice résiduelle serait égale (fig. 47) à 2 cos 46°40′ — 1 = 0,372 fois la force électromotrice induite dans une bobine bipo-

laire, ou 0,124 fois la somme arithmétique des forces électromotrices induites dans les 3 bobines. Quoique cette valeur soit peu élevée, elle pourrait souvent réduire l'efficacité du démarrage sur résistances. Il est facile de la réduire : les deux polarités étant impaires,

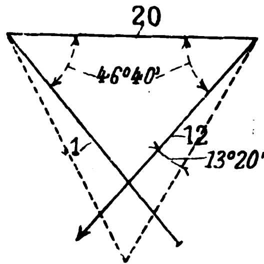


Fig. 47. — Diagramme vectoriel de la force électromotrice résiduelle due au champ bipolaire dans un bobinage statorique à 27 bobines de moteur à cascade interne Creedy à 2 vitesses à 6 et 8 pôles.

on peut, comme nous l'avons déjà remarqué à maintes reprises, doubler le nombre des phases et monter en permanence, en série et en opposition, les bobines de phases opposées ; on aura ainsi une répartition hexaphasée des forces magnétomotrices à 6 pôles, au lieu d'une répartition triphasée. Les bobines seront alors

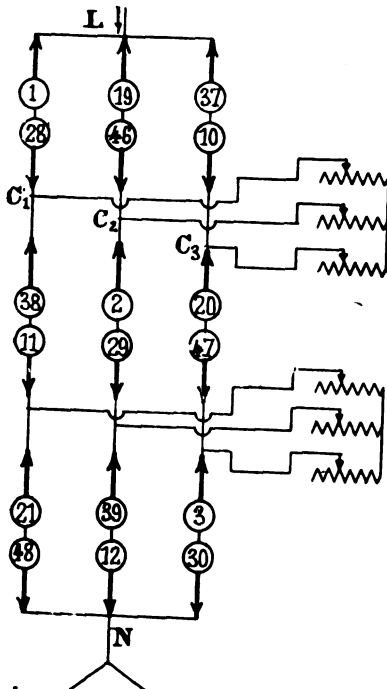


Fig. 48. — Schéma de connexions de bobinage statorique à 54 bobines pour moteur à cascade interne Creedy à 2 vitesses à 6 et 8 pôles : L. ligne ; N. point neutre.

au nombre de 54, et, pour la première phase à 6 pôles, on aura les bobines 1, 2, 3 ; 10, 11, 12 ; 19, 20, 21 ; 28, 29, 30 ; 37, 38, 39 ; 46, 47, 48. Les bobines diamétralement opposées telles que 1 et 28, où les forces électromotrices sont, à 2 comme à 6 pôles, toujours égales et opposées, sont montées en permanence en opposition (fig. 48) et les neuf groupes de 2 bobines ainsi obtenus seront couplés conformément à la figure 46. Chaque bobine n'occupant plus à la périphérie que $\frac{360°}{54} = 6°40'$, le rapport de la force électromotrice résiduelle due au champ bipolaire à la force électromotrice induite dans un groupe de deux bobines telles que 1-28, devient $2 \cos 53°20' - 1 = 0,194$; cette force électromotrice résiduelle ne représente donc que 6,5 pour 100 de la somme arithmétique des forces électromotrices induites par le champ bipolaire dans l'ensemble des 6 bobines montées en série ; ceci est généralement admissible.

Il est d'ailleurs à remarquer que les conducteurs des bobines diamétralement opposées telles que 1-28, qui sont toujours le siège de forces électromotrices égales et opposées, peuvent se servir de retour les uns aux autres, de sorte que le bobinage peut être exécuté avec 27 bobines du type à un seul faisceau par encoche, chaque bobine ayant un pas exactement diamétral.

Pour diminuer encore la force électromotrice bipolaire court-circuitée, on pourrait doubler le nombre des encoches de la machine et, au lieu d'affecter les encoches 1 et 2 à la bobine 1, les encoches 3 et 4 à la bobine 2, les encoches 5 et 6 à la bobine 3, on pourrait composer la bobine 1 des sections des encoches 1 et 4, la bobine 2 des sections des encoches 2 et 5, la bobine 3 des sections des encoches 3 et 6, la force électromotrice résiduelle serait diminuée de moitié.

M. Creedy a aussi proposé, pour réduire le courant de court-circuit dû à cette force électromotrice résiduelle, de former non pas un, mais 3 points neutres tels que N, chacun étant formé par un seul circuit de chaque phase et d'intercaler un petit rhéostat supplémentaire entre ces points neutres.

Enfin, on peut éliminer complètement l'erreur en séparant les conducteurs de chaque encoche en trois faisceaux affectés respectivement aux groupes de bobines tels que 1, 2, 3 ; de la sorte, les forces électromotrices induites par le flux bipolaire dans chacun des circuits en parallèle deviennent rigoureusement égales.

En général, l'erreur de 6° 40' est acceptable et il est inutile de recourir à ces derniers artifices.

2° *Choix du pas.* — Le pas diamétral à deux pôles étant également, au point de vue des coefficients de bobinage, équivalent à un pas diamétral à 6 pôles, est celui qui donne la meilleure utilisation de la matière. Le bobinage à 27 bobines, à un seul faisceau par entaille, étant précisément à pas diamétral, est donc, en général, le meilleur.

3° *Démarrage.* — Suivant la valeur du couple résistant, on pourra démarrer avec 1, avec 2, avec 3 ou avec 6 groupes de résistances triphasées. Quand on ne démarre pas avec 6 groupes, un interrupteur monté sur la carcasse du moteur peut servir à court-circuiter, à la fin du démarrage, les points non connectés aux résistances. Tenant compte du rapport des flux à 2 et à 6 pôles, trouvé dans l'étude du rotor, on vérifie que la

tension entre neutre et phase du rhéostat de démarrage en cascade, est égale à $\frac{\sqrt{3}}{2}$ fois la tension de ligne étoilée, c'est-à-dire à la moitié de la tension entre phases du réseau.

4° *Bobinage statorique en court-circuit.* — Dans le cas particulier où le démarrage sur résistances n'est pas demandé, on peut constituer un bobinage à 18 bobines (ou à 9 bobines à pas diamétral à un seul faisceau par entaille), suivant figure 49, qui est en court-circuit franc pour 2 pôles. Avec un tel bobinage, on constitue

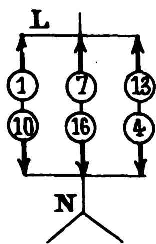


Fig. 49. — Schéma de connexions de bobinage statorique à 18 bobines pour moteur à cascade interne en court-circuit Creedy à 2 vitesses à 6 et 8 pôles : L, ligne; N, point neutre.

un moteur à 6 et à 8 pôles d'une grande simplicité, puisque le stator ne possède que trois bornes de ligne, le passage de 8 à 6 pôles étant obtenu par la simple fermeture en court-circuit des quatre bagues du rotor.

5° *Couplage en triangle du stator à 6 pôles.* — Une fois le démarrage à 6 pôles achevé et le flux de cascade disparu, on pourra coupler le bobinage en triangle pour augmenter la capacité de surcharge à grande vitesse.

6° *Bobinage statorique pour 4-6-8 pôles.* — Avec le montage à 27 bobines à un seul faisceau par entaille, à pas diamétral, la force électromotrice induite par un flux tétrapolaire dans chaque bobine serait rigoureusement nulle. Pour qu'une force électromotrice soit induite dans une bobine par un flux tétrapolaire, il faut que le pas de cette bobine ne soit pas diamétral à 2 pôles. En outre, les forces électromotrices induites dans des bobines diamétralement opposées, telles que 1-28, s'annuleraient également, de sorte que, pour réaliser un bobinage à 4 pôles, il faudrait changer le couplage de toutes les bobines et le nombre des bornes deviendrait excessif.

Le plus simple sera de prévoir sur le stator de la machine un bobinage statorique spécial pour la marche à 4 pôles. On pourrait aussi utiliser le rotor comme primaire à 4 pôles et former le bobinage statorique 6-2 pôles, de façon qu'il soit en court-circuit pour 4 pôles. Il suffit pour cela de prévoir 54 bobines, à pas non diamétral à 2 pôles, et de monter les bobines telles que 1-28 en parallèle au lieu de les mettre en série; ces bobines formeront court-circuit à 4 pôles.

Enfin, en utilisant toujours le rotor comme primaire à 4 pôles, on peut démarrer sur résistances à cette polarité en adoptant le bobinage statorique à 27 bobines (fig. 46), et en juxtaposant dans les mêmes encoches les bobines 3 par 3, l'erreur signalée plus haut disparaîtra; le flux à 4 pôles n'induira aucune force électromotrice résultante dans les circuits en parallèle; mais des rhéostats branchés exactement comme ceux de démarrage en cascade, seront soumis à des forces électromotrices triphasées et pourront assurer le démarrage. Bien entendu, le pas ne devra pas être diamétral à 2 pôles; le mieux sera d'adopter un pas légèrement supérieur au pas diamétral de 6 pôles.

VII. Moteur en cascade de Creedy à nombre de pôles multiple de 10 ($p_1 = 3$ avec $p_2 = 2$, ou $p_1 = 4$ avec $p_2 = 1$, $p_1 + p_2 = 5$).

Ce moteur, à cause des attractions magnétiques et sous réserve de l'application de la démonstration de M. Chapman, ne peut être exécuté que pour les nombres de pôles multiples de 10, et non pour 10 pôles. Comme pour le moteur Hunt, par raison de simplification, nous ferons les schémas de bobinages rotoriques pour 10 pôles seulement, et nous parlerons de 10 pôles pour éviter de toujours dire « nombre de pôles multiple de 10 ». Nous dirons toutefois quelques mots du moteur à 10 pôles proprement dit, sur les bases de la démonstration de M. Chapman.

Les polarités possibles avec un tel moteur sont au nombre de 5 : 2, 4, 6, 8, 10 pôles, ce dernier nombre de pôles étant obtenu en cascade et les quatre autres étant des nombres de base. En pratique, l'intervalle entre les deux premières polarités est trop élevé et un tel moteur ne sera utilisé que pour 4, 6, 8 et 10 pôles.

A. Bobinage rotorique.

— 1. Bobinage rotorique normal en étoile-polygone. — 1° *Schéma, courants et diagramme.* — $p_1 + p_2$ étant égal à 5, les courants seront à 5 phases. Le schéma des connexions est donné par les figures 50 et 51. Sur la figure 51 a),

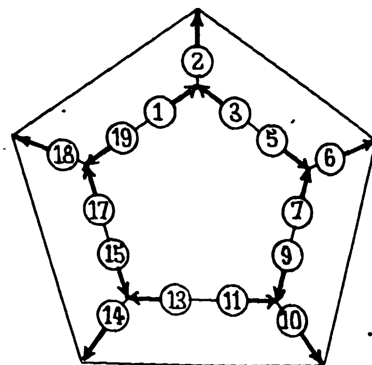


Fig. 50. — Schéma simplifié des connexions d'un bobinage rotorique de moteur à cascade interne Creedy à 4 + 6 = 2 + 8 = 10 pôles.

les angles de phase indiqués sont ceux correspondant à la marche à 4 et 6 pôles (décalage entre deux maxima successifs $2 \times \frac{360}{5} = 144°$), et sur la figure 51 b) à la

marche à 2 et 8 pôles (décalage entre deux maxima successifs $\frac{360}{5} = 72°$).

Au couplage 6-4 pôles (décalage 144°), le courant dans les bobines en étoile est au courant dans les bobines en polygone dans le rapport de $2 \cos 18° = 1,90$. Au couplage 8-2 pôles (décalage 72°) ce rapport prend la valeur $2 \cos 54° = 1,176$. Connaissant ces valeurs,

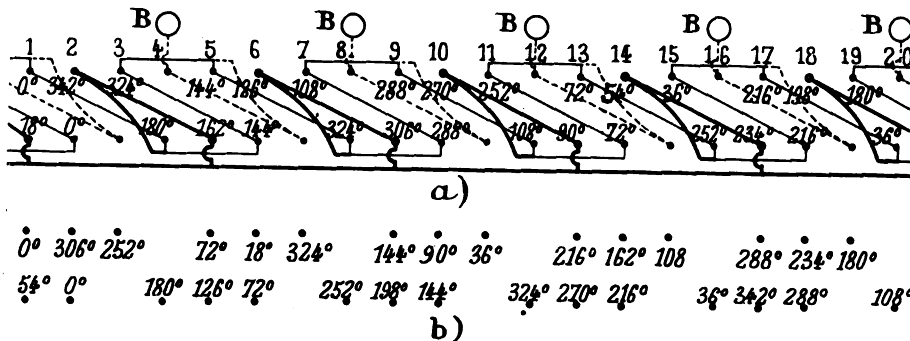


Fig. 51. — Schéma détaillé des connexions d'un bobinage rotorique de moteur à cascade interne Creedy à $4 + 6 = 2 + 8 = 10$ pôles : a), angles de phases pour 6-4 pôles; b), angles de phases pour 8-2 pôles.

on peut construire les diagrammes vectoriels qui sont représentés par la figure 52 pour 4-6 pôles et par la figure 53 pour 2-8 pôles.

2° *Rapport des flux primaires et secondaires.* — Le calcul effectué par la méthode habituelle donne les

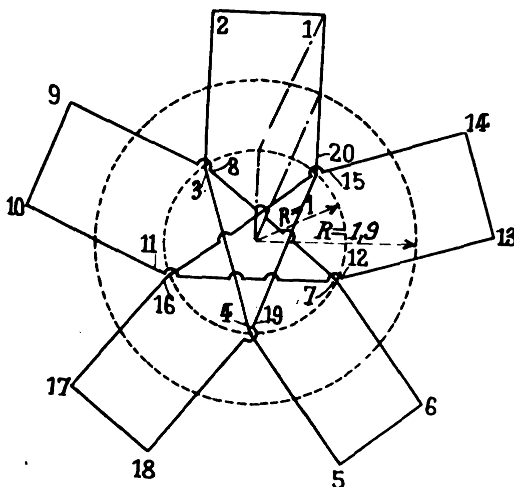


Fig. 52. — Diagramme de bobinage rotorique de moteur en cascade interne Creedy à $4 + 6 = 2 + 8 = 10$ pôles dans le cas de 6-4 pôles.

résultats suivants ($q = 0,89$ pour 8 pôles; 0,958 pour 6 pôles; 0,795 pour 4 pôles; 0,452 pour 2 pôles)

$$\frac{B_2 \text{ (4 pôles)}}{B_1 \text{ (6 pôles)}} = 0,92, \quad \frac{B_2 \text{ (2 pôles)}}{B_1 \text{ (8 pôles)}} = 0,85.$$

3° *Force magnétomotrice du rotor.* — Le calcul effectué comme précédemment donne les résultats suivants :

$mqnI = 13,7 \ nI_P$ pour 8 pôles
$= 16,75 \ nI_P$ id 6 id
$= 12,2 \ nI_P$ id 4 id
$= 4,05 \ nI_P$ id 2 id

4° *Passage de la vitesse de marche en cascade aux vitesses de base.* — Le passage de la vitesse de marche en cascade à l'une quelconque des vitesses de base se fait à la manière ordinaire en mettant en court-circuit les branches de l'étoile représentées en pointillé sur la figure 51. Les bagues sont au nombre de 5. Des variantes de ce dispositif sont possibles comme pour le moteur Hunt.

2. AUTRES BOBINAGES ROTORIQUES. — 1° *Bobinage monophasé.* — M. Creedy a donné dans son brevet les bobinages du genre monophasé correspondant à ceux que nous avons étudiés pour le cas de $p_1 + p_2 = 3$. Ces bobinages ont un intérêt plutôt théorique.

2° *Bobinage en polygone de M. Creedy.* — Le bobinage rotorique en polygone à encoches pleines de

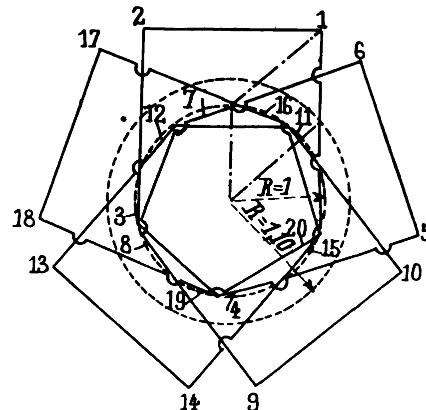


Fig. 53. — Diagramme de bobinage rotorique de moteur à cascade interne Creedy à $4 + 6 = 2 + 8 = 10$ pôles dans le cas de 8-2 pôles.

M. Creedy (voir généralités sur les bobinages en cascade) conduit à des rapports de flux défavorables,

$$\frac{B_2 \text{ (4 pôles)}}{B_1 \text{ (6 pôles)}} = 1,14, \quad \frac{B_2 \text{ (2 pôles)}}{B_1 \text{ (8 pôles)}} = 1,23,$$

de sorte que le bobinage en étoile-polygone nous paraît certainement préférable.

B. **Bobinage statorique.** — 1. BOBINAGE STATORIQUE POUR 8-12-16-20 PÔLES. — Le bobinage statorique permettant de réaliser 8, 12, 16 pôles primaires avec 12, 8 et 4 pôles secondaires, et donnant 20 pôles en cascade, a été indiqué par M. Creedy. Ce bobinage comporte 24 bobines et 24 bornes (fig. 54). Les bobines peuvent être groupées par 4 à la manière connue puisque 16 et 4 (ou 8 et 12) divisés par leur plus grand commun diviseur, donnent un nombre pair et un nombre impair. Les 24 bobines donnent 6 groupes de ce genre. Les couplages les plus favorables sont les suivants (ces couplages sont en partie différents de ceux indiqués par M. Creedy) : pour la marche en cascade à 16 pôles primaires, et 4 pôles secondaires, couplage des groupes deux à deux en série et en triangle ; pour la marche à la vitesse de base de 16 pôles, couplage des groupes deux à deux en parallèle et en étoile ; pour la marche à 12 pôles, couplage des groupes 3 par 3 en parallèle et en montage Scott au moyen d'un autotransformateur ; enfin, pour 8 pôles, couplage des groupes 2 par 2 en parallèle et en triangle. Le pas le plus favorable est un pas diamétral à 16 pôles, car, à cette polarité, le bobinage est triphasé et non hexaphasé. Dans ces conditions, les inductions aux différentes polarités sont dans les rapports suivants :

$$\frac{B_{16}\,(\text{cascade})}{1} = \frac{B_{16}\,(\text{base})}{1,155} = \frac{B_{12}}{1,285} = \frac{B_8}{1,23}.$$

A la marche en cascade à 16 + 4 = 20 pôles, la tension aux bornes de chaque rhéostat est 0,78 fois la tension aux bornes de ligne (en comptant sur le rapport des flux à 16 et à 4 pôles qui correspond au bobinage

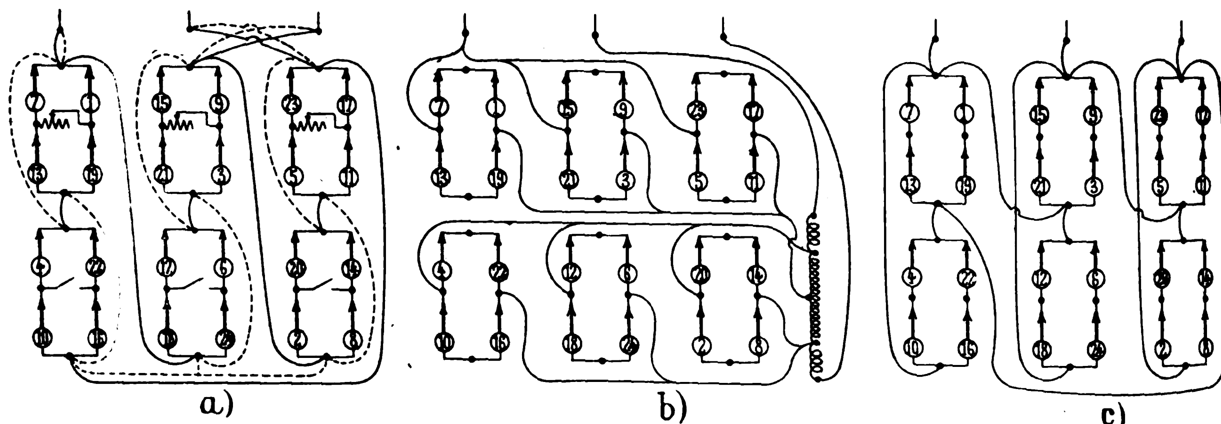


Fig. 54. — Schéma de connexions de bobinage statorique à 24 bobines pour moteur à cascade interne Creedy à 4 vitesses à 8-12-16-20 pôles : a), 16 pôles (connexions en pointillé) et 20 pôles (connexions en trait plein) ; b), 12 pôles ; c), 8 pôles.

de rotor en étoile-polygone). Le démarrage peut se faire avec 2, 3 ou 6 résistances.

La réalisation du montage Scott sur le moteur même, se heurte à de grosses difficultés et n'est pas à envisager.

Pour les moteurs dont les nombres de pôles sont multiples impairs de 4, 6, 8, 10 pôles, on appliquera la règle indiquée, dans les généralités sur les bobinages en cascade.

2. BOBINAGE STATORIQUE POUR 8-12-20 PÔLES. — Ces trois vitesses sont assez régulièrement espacées, et leur réalisation présente, par suite, un réel intérêt. Un bobinage statorique en étoiles multiples (bobinage à 4-6 pôles, figure 14 de la deuxième partie) permet de les obtenir, puisque les bornes 8 pôles sont équipotentielles à 12 pôles et réciproquement. Le nombre des bornes du bobinage statorique est alors réduit à 7. Le montage Scott n'est pas possible sur le moteur.

3. MOTEUR EN CASCADE A 10 PÔLES PROPREMENT DIT (M. CHAPMAN). — Il paraît possible de réaliser un moteur en cascade à 10 pôles, en utilisant les remarques de M. Chapman sur les attractions magnétiques. Si nous adoptons la combinaison $p_1 = 4$, $p_2 = 1$, nous savons que les ondes fondamentales des champs ne donneront pas lieu à des attractions magnétiques déséquilibrées, mais il faut, comme nous l'avons observé dans les généralités sur les moteurs en cascade, éviter la réaction des harmoniques 3 et 5 du champ bipolaire sur l'onde fondamentale du champ à 8 pôles. Ceci est relativement facile : un harmonique 3 du champ bipolaire peut, en effet, provenir soit de la force magnétomotrice du stator, soit de celle du rotor. Or, le stator étant à 6 phases vis-à-vis du champ bipolaire, sa force magnétomotrice ne peut pas comporter d'harmonique 3. Le rotor est à 5 phases ; les premiers harmoniques à craindre sont, d'après une règle connue, ceux d'ordre $2 \times 5 \pm 1$, soit les harmoniques 9 et 11 ; il n'y aura donc pas d'harmonique 3 de la force magnétomotrice du rotor.

Le bobinage rotorique ne produira pas d'harmonique 5, comme nous venons de le voir, mais le bobi-

nage statorique en produira un à moins que les bobines n'aient un pas égal à un cinquième de la périphérie. Un tel pas, qui est allongé de 60 pour 100, à 8 pôles, n'est pas très avantageux ($q''_1 = 0{,}585$), mais est néanmoins acceptable. Il paraît donc possible de réaliser un moteur susceptible de donner 10 pôles en cascade et la vitesse de base de 8 pôles ; celle de 2 pôles est également possible, mais est dépourvue de tout intérêt pratique. Bien entendu, les vitesses de base de 6 et de 4 pôles ne peuvent être obtenues puisque $6 - 4 = 2$.

VIII. **Moteur en cascade à 12 pôles**, ($p_1 = 4$ avec $p_2 = 2$, ou $p_1 = 5$ avec $p_2 = 1$, $p_1 + p_2 = 6$). — Ce moteur est un moteur à 6 vitesses : 2, 4, 6, 8, 10, 12 pôles ; la première (2 pôles) étant généralement sans intérêt pratique, il en reste 5 d'intérêt réel.

Le moteur Hunt à 2 (2-4-6) pôles, soit à 4-8-12 pôles est un cas particulier de celui-ci ; mais l'intervalle entre les vitesses consécutives de 4 et de 8 pôles est trop considérable, de sorte que le moteur Hunt sert le plus souvent seulement de moteur à 2 vitesses (8 et 12 pôles).

A. **Bobinage rotorique.** — Le bobinage en étoile-polygone sera à 6 bagues et permettra de réaliser 2, 4, 8, 10, 12 pôles. Dans le moteur Hunt, c'est-à-dire pour 4 et 8 pôles, ces bagues sont deux à deux équipotentielles, ce qui permet de réduire leur nombre à trois, en réunissant les bobines correspondantes en parallèle ou en série. La marche à 6 pôles ne peut être obtenue en cascade, comme nous l'avons expliqué au début de l'étude des moteurs en cascade ; pour la réaliser en fonctionnant en moteur ordinaire, il faut deux

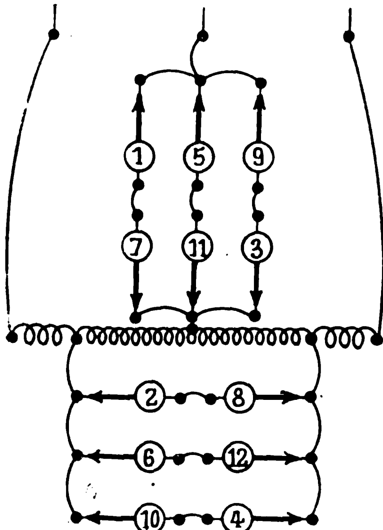


Fig. 55. — Schéma de couplage pour 6 pôles de bobinage statorique de moteur en cascade à 4-8-12 pôles.

bagues de plus, soit 8 en tout ; les deux bagues supplémentaires sont réunies chacune à trois des extrémités de l'étoile, prises de deux en deux, qui sont mises en court-circuit en cascade.

Dans le cas où l'on accepte le fonctionnement en court-circuit à 10 et à 6 pôles, on peut conserver les 3 bagues du moteur Hunt en couplant les bobines diamétralement opposées en parallèle ; le rotor est alors en court-circuit pour tous les nombres impairs de paires de pôles.

B. **Bobinage statorique.** — 1. BOBINAGE STATORIQUE A 4-6-8-10-12 PÔLES. — 1° *Bobinage statorique à 12 groupes de bobines de Hunt* (fig. 35). — Ce bobinage peut être modifié pour donner 6 pôles. Il faut pour cela séparer complètement les 4 bobines de chacun des groupes, ce qui conduit à 24 bornes et coupler les bobines par groupe de trois en parallèle en montage Scott (fig. 55) avec un autotransformateur. Le montage pourrait aussi être fait sans autotransformateur, avec bobinage auxiliaire sur le moteur, comme nous l'avons vu dans la seconde partie de cette étude.

On peut généralement alimenter par la ligne le rotor servant comme primaire diphasé et coupler le bobinage statorique en secondaire, diphasé également, suivant la figure 56 ; il suffit, en ce cas, de 18 bornes au stator.

M. Hunt préfère le plus souvent prévoir un bobinage spécial pour 6 pôles.

Quant à la marche à 10 pôles, elle demande forcément un bobinage spécial, car on ne peut, avec

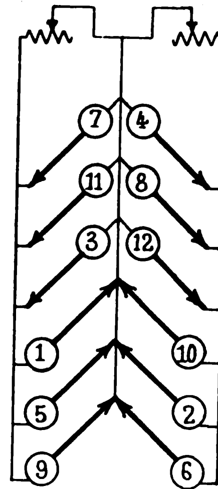


Fig. 56. — Schéma de connexions de bobinage statorique à 12 bobines et 18 bornes pour moteur en cascade à 4-8-12 pôles, couplé en secondaire diphasé à 6 pôles.

12 bobines, établir un champ tournant satisfaisant à 10 pôles. Un simple bobinage en étoile dont toutes les bobines sont en série conviendra ; il ne permettra pas le démarrage en moteur en cascade qui sera effectué avec le bobinage 4-8-12 pôles : pour le passage de 12 à 10 pôles, le champ secondaire bipolaire ne donnera lieu à aucune force électromotrice aux bornes de cet enroulement.

Dans le cas où l'on demande le fonctionnement à 6 et à 10 pôles, comme on ne peut évidemment prévoir

3 bobinages, on couplera, pour 6 pôles, le bobinage à 12 bobines qui assure la marche à 4, 8 et 12 pôles et l'on devra prévoir un bobinage spécial pour 10 pôles.

2° *Bobinage statorique à 24 bobines des moteurs Hunt.* — On peut aussi employer ce bobinage en le munissant de 48 bornes, pour rendre toutes les bobines indépendantes les unes des autres, on peut le coupler en diphasé pour 6 pôles d'une façon analogue à celle indiquée pour le bobinage à 12 bobines, et pour 10 pôles, suivant le schéma de la figure 11 de la troisième partie. Aucune difficulté ne se présente pour 6 pôles puisque, à cette polarité, il n'y a pas de flux secondaire, le moteur fonctionnant en moteur ordinaire. Il n'en est pas de même pour 10 pôles; pendant le passage de 12 à 10 pôles, il se produit un flux secondaire bipolaire; on vérifie aisément que la force électromotrice résultante induite entre bornes du stator par le flux secondaire bipolaire est égale à $2 - \sqrt{3} = 0{,}27$ fois celle induite par ce même flux dans une seule bobine, alors qu'il y a en réalité 4 bobines en série entre 2 bornes de ligne; la force électromotrice secondaire court-circuitée par la ligne, sera donc 1/16 environ de la force électromotrice due au flux secondaire; comme la fréquence secondaire, en passant de 12 à 10 pôles, est au maximum 1/6 de la fréquence fondamentale, la force électromotrice court-circuitée sera, pour ces deux raisons, excessivement faible; elle ne donnera lieu dans le réseau qu'à un courant secondaire négligeable, et ne gênera pas le démarrage. Un autotransformateur spécial est, en ce cas, nécessaire, comme nous le savons, pour l'alimentation du moteur à 10 pôles.

Un tel bobinage permet de réaliser également 14 et 16 pôles; ces polarités ne sont, en réalité, pas utilisables, car il faudrait inverser les connexions des bobines en étoile du rotor pour y adapter celui-ci.

Si on ne demande pas la réalisation de 10 pôles, et si, pour 6 pôles on consent à se servir du rotor comme primaire diphasé, on peut coupler le bobinage statorique en secondaire à 8 phases avec 36 bornes seulement d'une manière analogue à celle étudiée pour le bobinage à 12 bobines.

2. Fonctionnement en moteur a champ double. — Comme nous l'avons indiqué dans les généralités sur les moteurs en cascade, le fonctionnement en moteur à champ double, à vitesse double de la vitesse synchrone à 10 pôles (soit à 1 200 tours par minute dans le cas de courants à 50-p : s), est possible. A cet effet, on alimentera les 6 bagues du rotor en courants hexaphasés à la fréquence fondamentale, en même temps que le stator sera couplé pour 10 pôles. Le champ secondaire bipolaire ne devant évidemment induire aucun courant dans le stator, on ne pourra employer le couplage du bobinage à 24 bobines indiqué plus haut; on devra adopter un bobinage statorique à 10 pôles différent du bobinage à 24 bobines qui donne 4, 6, 8 et 12 pôles. Nous savons d'ailleurs que les pertes dans le fer seront élevées, ce qui limite beaucoup l'intérêt pratique de ce mode de fonctionnement.

IX. **Moteur en cascade à nombre de pôles multiple de 14,** ($p_1 = 6$ avec $p_2 = 1$, ou $p_1 = 5$ avec $p_2 = 2$, ou $p_1 = 4$ avec $p_2 = 3$, $p_1 + p_2 = 7$). — Ce moteur convient pour les nombres de pôles multiples de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, ce dernier étant obtenu en cascade. En pratique, la première vitesse sera sans intérêt, de sorte qu'il restera 6 vitesses utiles. Le moteur à 14 pôles paraît réalisable dans les conditions de la démonstration de M. Chapman.

A. **Bobinage rotorique.** — Bobinage rotorique normal en étoile-polygone à 7 bagues.

B. **Bobinage statorique.** — 1. Moteur a 8-12-16-20-24-28 pôles. — Les nombres de paires de pôles primaires et secondaires qui se correspondent, étant toujours l'un pair et l'autre impair, nous serons amenés au couplage des bobines par 4. Nous indiquerons rapidement le mode de connexion dans le cas de 8, 12, 16, 20, 24, 28 pôles. Le nombre de bobines sera pris égal à 1,5 fois le plus grand nombre de pôles de base, soit égal à 36. Le couplage sera triphasé à 24 pôles et hexaphasé à 12 pôles. Pour 20, 16 et 8 pôles, il faudra une alimentation à 9 phases (3 phases à 120 degrés, et 20 degrés de chaque côté des précédentes).

Pour 24, 16 et 8 pôles la ligne sera connectée aux points correspondant aux points A et C de la figure 36 et les rhéostats en B et D; pour 20 et 12 pôles, la ligne sera en B et D, et les rhéostats, en A et C.

La figure 57 représente les schémas relatifs à 24 et à 20 pôles. Pour 24 et 20 pôles, les connexions seront faites en étoile; pour 12 et 8 pôles, on les fera en triangle. Pour 16 pôles, l'induction sera faible en étoile; en triangle, elle sera assez forte; suivant les applications, il pourra y avoir intérêt à coupler de l'une ou l'autre manière.

Le nombre des bornes sera de 36 pour le moteur, et de 9 pour l'autotransformateur; il y aura 9 rhéostats.

Le pas sera diamétral à 24 pôles.

2. Moteur a 12, 16 et 28 pôles. — Dans le cas où on se limite aux trois vitesses de 12, 16 et 28 pôles, on peut employer le bobinage statorique en étoiles multiples (fig. 11 de la première partie) où les bornes 12 pôles sont équipotentielles à 16 pôles et réciproquement. Le nombre des bornes du stator est limité à 7. Le montage Scott sur le moteur n'est pas possible.

3. Fonctionnement en moteur a champ double. — Nous savons que le fonctionnement en moteur à champ double, au double de la vitesse de 20 pôles (dans le cas du moteur 8, 12, 16, 20, 24, 28 pôles), est possible (voir généralités sur les moteurs en cascade).

4. Moteur en cascade a 14 pôles proprement dit (M. Chapman). — En appliquant la démonstration de M. Chapman, on doit pouvoir réaliser un moteur en cascade à 2 + 12 ou à 4 + 10 pôles.

Dans le cas de 2 + 12 pôles, les harmoniques à craindre sont les harmoniques 5 et 7 du champ bipolaire. Le rotor étant à 7 phases ne peut produire ni l'un ni l'autre. On peut réaliser un bobinage statorique ne donnant lieu à aucun de ces harmoniques en l'alimentant par exemple à 5 phases, ce qui est, évidemment, une grosse complication.

Dans le cas de 4 + 10 pôles, le seul harmonique à craindre est l'harmonique 3 du champ à 4 pôles ($3 \times 4 - 10 = 2$) : celui-ci ne peut être produit, ni par le rotor à 7 phases, ni par le stator à 3 ou à 5 phases.

Un moteur en cascade à 2, 4, 10, 12, 14 pôles paraît donc réalisable avec un stator à 5 phases. Si on se limite à 4, 10 et 14 pôles, l'alimentation du stator pourra être triphasée.

X. Moteur en cascade à 16 pôles ($p_1 = 5$ avec $p_2 = 3, p_1 + p_2 = 8$). — Si l'on désire réaliser toutes les polarités possibles avec $p_1 + p_2 = 8$, soit 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 pôles, pour 16 pôles en cascade, on est conduit à un bobinage statorique d'une grande complication : on s'en rendra compte immédiatement en se reportant au cas de $p_1 + p_2 = 4$, dont le bobinage statorique, pour réaliser seulement la vitesse de base de 6 pôles et celle de marche en cascade de 8 pôles, comporte déjà 24 bornes. Ce même bobinage donnerait dans le cas présent 12 et 16 pôles, et il y aurait à prévoir des bobinages donnant toutes les autres polarités.

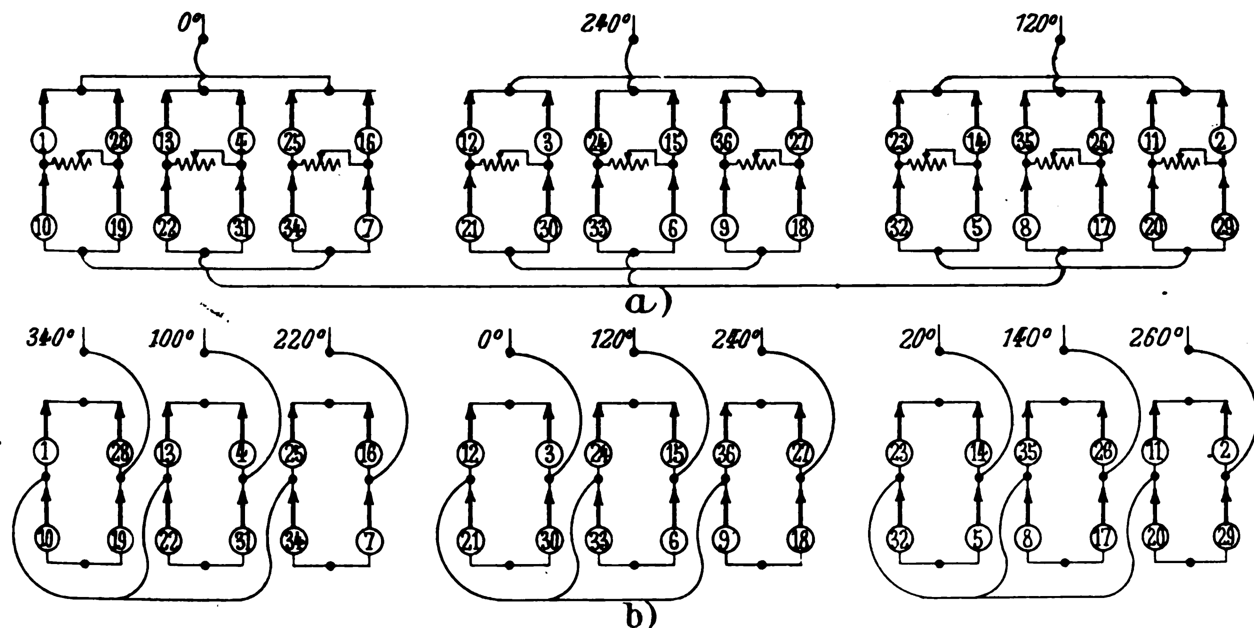


Fig. 57. — Schéma de connexions de bobinage statorique à 36 bobines pour moteur à cascade interne Creedy à 6 vitesses à 8-12-16-20-24-28 pôles : a), 24 et 28 pôles ; b), 20 pôles.

Nous nous contenterons donc d'étudier le cas où le bobinage rotorique est en polygone double (voir généralités sur les moteurs en cascade), ce qui limite les polarités possibles à 6, 8, 10 pôles, avec 16 pôles en cascade. Cette combinaison présente d'ailleurs un intérêt pratique réel, car, pour des courants à 50 p : s, les vitesses réalisées sont 1 000, 750, 600, 375 t : mn, dont les différences sont de 250, 150, 225 t : mn, ce qui est assez satisfaisant.

A. Bobinage rotorique. — 1. BOBINAGE NORMAL EN ÉTOILE-POLYGONE DOUBLE. — 1° *Schéma, courants, diagramme.* — Nous savons qu'à 8 pôles le moteur marchera en moteur ordinaire à rotor diphasé sans flux secondaire (voir généralités sur les moteurs en cascade). L'enroulement comportera 2 bobinages élémentaires de 8 bobines chacun (fig. 58) (voir généralités sur les bobinages en cascade en étoile-polygone doubles). Nous

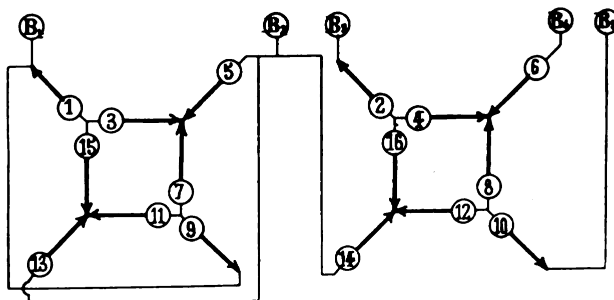


Fig. 58. — Schéma simplifié des connexions d'un bobinage rotorique en étoile-polygone double pour 10 + 6 = 16 pôles : B_1 à B_5, bagues de prise de courant.

savons que ce bobinage donne à la marche en cascade une répartition assez médiocre des forces magnétomotrices à cause de l'inégalité des courants dans les différentes bobines, le courant des bobines en étoile étant

égal à $\sqrt{2}$ fois le courant des bobines en polygone. De même, aux vitesses de base de 6 et de 10 pôles, le diagramme des forces électromotrices dans les deux bobinages élémentaires est également un carré, et le rapport des courants dans les deux types de bobines est également $\sqrt{2}$. A la marche à 8 pôles, chacun des deux bobinages est monophasé, le rotor est diphasé, le courant dans les bobines en étoile est double de celui dans les bobines en polygone ; les diagrammes à 6, 8 et 10 pôles sont analogues à ceux des figures 35 a), c) et e) de la troisième partie de cette étude.

Dans ces conditions, il paraît indiqué de constituer les bobines en étoile de sections à 2 (ou 2 n) spires, et les bobines en polygone de sections à 3 (ou 3 n) spires, ce qui est, en général, assez facile à réaliser. Le rapport de la force magnétomotrice des bobines en étoile à celle des bobines en polygone sera alors $\frac{\sqrt{2}}{1,5}$ pour 16, 10 et 6 pôles et de 4/3 pour 8 pôles. La différence qui subsistera entre les deux types de bobines ne sera plus

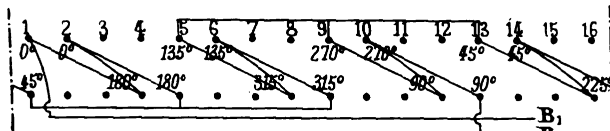


Fig. 59. — Schéma complet des connexions de la moitié d'un bobinage élémentaire d'un bobinage rotorique en étoile-polygone double pour 10 + 6 = 16 pôles : B_1, B_2, bagues de prise de courant.

pour les trois premières polarités que de 5,7 pour 100, ce qui est à peu près négligeable ; pour 8 pôles elle sera réduite considérablement. On fera en outre chevaucher à moitié les bobines des deux types. Le bobinage sera celui de la figure 59 dont le diagramme est donné par la figure 60. Pour établir ce diagramme, on a négligé la différence entre $\sqrt{2}$ et 1,5. Un tel diagramme est évidemment un peu moins satisfaisant que celui obtenu avec les bobinages en étoile-polygone simples, mais il a l'avantage de ne comporter que 5 bagues B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 au lieu de 10 pour un bobinage en étoile-polygone simple : nous rappelons, en effet, que pour permettre la réalisation de 8 pôles, celui des deux bobinages rotoriques qui est en court-circuit sur lui-même, pour la marche en cascade, doit être réuni à 2 bagues B_1, B_2 dont l'une B_2 peut être confondue avec l'une des 4 bagues de l'autre bobinage rotorique, ce qui fait bien 5 bagues en tout.

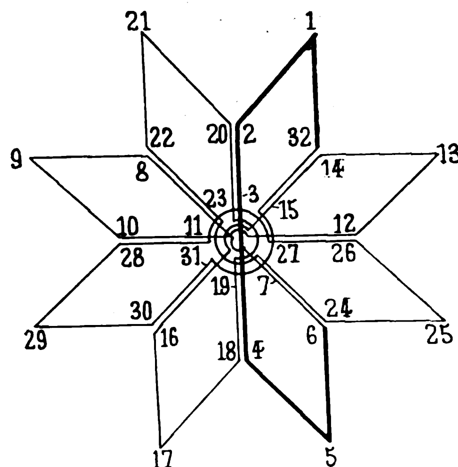


Fig. 60. — Diagramme de bobinage rotorique en étoile-polygone double pour 10 + 6 = 16 pôles.

2° *Rapport des deux flux.* — Chaque bobine occupe en largeur $\frac{1}{16}$ de la périphérie, soit, pour le champ primaire (10 pôles), $\frac{10}{16}$ de pas polaire, et pour le champ secondaire (6 pôles), $\frac{6}{16}$ de pas polaire

$$q'_1 = \frac{\sin\frac{5\pi}{16}}{\frac{5\pi}{16}} = 0,85, \quad q'_2 = \frac{\sin\frac{3\pi}{6}}{\frac{3\pi}{16}} = 0,945.$$

Le pas est de $\frac{3}{32}$ de la périphérie, soit de $\frac{30}{32}$ de pas polaire à 10 pôles et de $\frac{18}{32}$ à 6 pôles

$$q''_1 = \sin\frac{30}{32} \times \frac{\pi}{2} = 0,995, \quad q''_2 = \sin\frac{18}{32} \times \frac{\pi}{2} = 0,772$$

$$q_1 = 0,845, \qquad q_2 = 0,728.$$

Le diagramme des forces électromotrices étant celui de la figure 61 (angle des vecteurs 225° pour 10 pôles, 135° pour 6 pôles), on voit que l'on a simplement $e_2 = e_1$; ceci est d'ailleurs évident puisque toutes les bobines en circuit sont dans des zones de concordance des forces électromotrices dues aux deux flux.

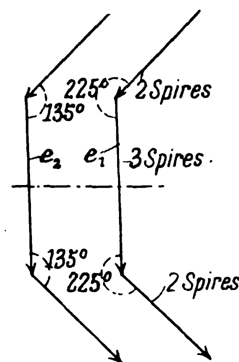


Fig. 61. — Diagramme vectoriel des forces électromotrices induites dans un bobinage rotorique en étoile-polygone double pour 10 + 6 = 16 pôles.

zones telles que celles désignées par A et B sur la figure 4

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{q_1}{q_2}\frac{e_2}{e_1} = \frac{0{,}845}{0{,}728} = 1{,}16, \quad \frac{B_2}{B_1} = 0{,}7.$$

3° *Force magnétomotrice du rotor.* — Pour la même raison qui donne $e_2 = e_1$, le déphasage du courant résultant sur la force électromotrice est le même dans toutes les bobines, et l'on a, en mettant un indice E aux grandeurs qui se rapportent aux bobines en étoile, et un indice P à celles qui sont relatives aux bobines en polygone,

$$(mqnI)_1 = 4 \times 0{,}845\,(n_E I_E + n_P I_P)$$

$$= 4 \times 0{,}845\left(\frac{n_E}{n_P}\sqrt{2} + 1\right) n_P I_P$$

$$(mqnI)_2 = 4 \times 0{,}728\left(\frac{n_E}{n_P}\sqrt{2} + 1\right) n_P I_P.$$

Si $n_E = \frac{2}{3}\,n_P$

$$(mqnI)_1 = 7{,}8 \times 0{,}845\; n_P I_P,$$

$$(mqnI)_2 = 7{,}8 \times 0{,}728\; n_P I_P.$$

L'utilisation du cuivre du rotor est excellente, ce qui compense en partie le fait que la moitié seulement du cuivre rotorique se trouve en circuit.

2. Autre bobinage rotorique. — Il est possible de trouver un bobinage rotorique (fig. 62) donnant un

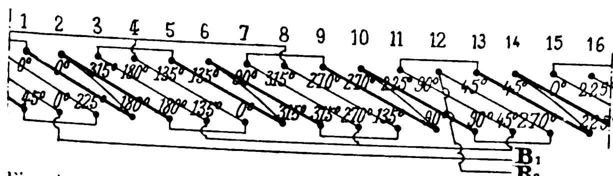


Fig. 62. — Schéma complet des connexions de la moitié d'un bobinage élémentaire d'un bobinage rotorique modifié en étoile-polygone double pour 10 + 6 = 16 pôles : B_1, B_2, bagues de prise de courant.

meilleur diagramme (fig. 63), mais au prix d'un gros sacrifice sur l'utilisation du cuivre du rotor, et d'une très grosse complication de bobinage. Sur la figure, les sections indiquées en traits fins ont moitié moins du nombre de spires des sections indiquées en trait fort : ainsi l'on aura, par exemple, les nombres de spires suivants :

Sections en étoile : trait fort 4 spires, trait fin 2 spires.

Sections en polygone : trait fort 6 spires, trait fin 3 spires.

Les coefficients de bobinage deviennent $q_1 = 0{,}745$ (au lieu de 0,845), $q_2 = 0{,}465$ (au lieu de 0,728) ce qui est évidemment fort médiocre.

B. **Bobinage statorique.** — Comme $p_1 + p_2$ est pair, le bobinage comportant un couplage par 4 des bobines n'est pas possible.

On peut réaliser d'une manière très simple un bobinage 6-10 pôles dans le type à étoiles multiples

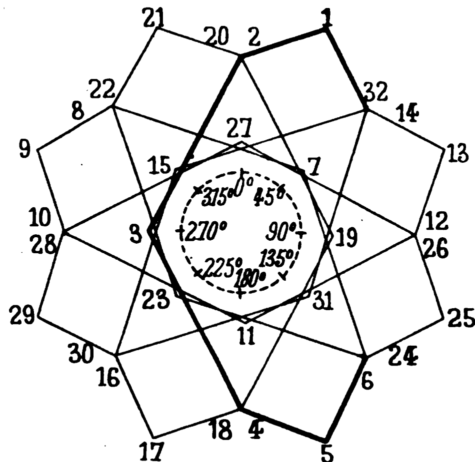


Fig. 63. — Diagramme de bobinage rotorique modifié en étoile-polygone double pour 10 + 6 = 16 pôles.

(fig. 64) les deux polarités étant impaires, on peut doubler le nombre des bobines et coupler en série deux à deux les bobines diamétralement opposées ; le bobinage comporte donc 30 bobines ; la répartition des forces magnétomotrices est hexaphasée à 10 pôles, décaphasée à 6 pôles, l'alimentation sera faite à 5 phases — ce qui exige un autotransformateur auxiliaire — à 6 pôles, et à 3 phases à 10 pôles. Un flux à

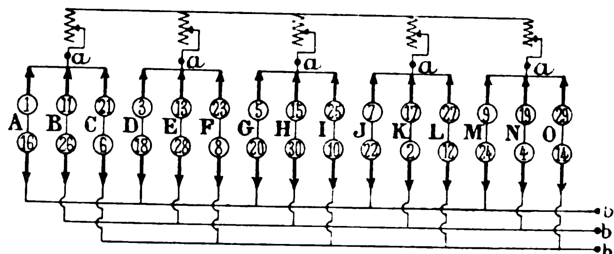


Fig. 64. — Schéma de connexions de bobinage statorique en étoiles multiples pour 6-10-16 pôles : a), bornes à 6 pôles ; b), bornes à 10 pôles.

8 pôles ne donne lieu à aucune force électromotrice résultante dans un semblable bobinage.

Pour coupler un tel bobinage à 8 pôles, il faudrait connecter en parallèle les bobines diamétralement opposées qui, pour 6 et 10 pôles, sont 2 à 2 en série, on obtiendrait alors un bobinage à 15 phases qui devrait être alimenté par un transformateur correspondant, à 15 phases également, à une tension plus faible que dans la marche à 6 et à 10 pôles, puisque les bobines seraient en parallèle au lieu d'être en série. La complication serait énorme, et cette solution ne peut être admise.

On peut alimenter le rotor comme primaire diphasé, et faire débiter le stator comme secondaire sur rhéostat par les 15 points A, B, C, D... O, ce qui conduit à 32 bornes statoriques. De plus, le rotor devant être alimenté en primaire, les deux phases ne pourront généralement avoir un point commun et il faudra le munir de 6 bagues au lieu de 5; enfin le transformateur devra être pourvu de prises diphasées, en plus des prises à 5 phases.

Il sera en général plus simple de prévoir un bobinage statorique spécial triphasé ordinaire pour la marche à 8 pôles; le stator comportera donc 11 bornes — 8 pour le bobinage à 6-10 pôles, 3 pour le bobinage à 8 pôles — auxquelles il faudra ajouter celles de l'autotransformateur à 5 phases.

XI. **Moteur en cascade à 24 pôles** ($p_1 = 7$ avec $p_2 = 5$, ou $p_1 = 8$ avec $p_2 = 4$, $p_1 + p_2 = 12$). — Comme dans le cas de $p_1 + p_2 = 8$, la réalisation de toutes les polarités possibles avec $p_1 + p_2 = 12$, soit de tous les nombres de pôles de 2 à 24, conduirait à des bobinages statoriques d'une extrême complication; le rotor serait à 12 bagues, ce qui est également, en général, excessif. Nous nous contenterons donc, comme dans le cas de $p_1 + p_2 = 8$, d'étudier le moteur à bobinage rotorique en étoile-polygone double qui ne permet de réaliser que 8, 10, 12, 14, 16 pôles et 24 pôles en cascade.

M. Creedy a établi des moteurs de ce genre pour 10, 14 et 24 pôles seulement, ce qui, avec des courants à 50 p : s donne les vitesses de 600, 428 et 250 t : mn, dont les différences sont 172 et 178 t : mn, de sorte que ces trois vitesses sont presque exactement en progression arithmétique.

De même, avec 8, 10, 12, 16 et 24 pôles, on réalise, à la même fréquence, 750, 600, 500, 375 et 250 t : mn, dont les différences sont 150, 100, 125 et 125 t : mn, ce qui est très satisfaisant.

A. **Bobinage rotorique.** — Le bobinage rotorique sera exécuté en étoile-polygone double avec 2 bobinages élémentaires de 12 bobines chacun. Nous avons examiné ce bobinage en détails dans les généralités sur les bobinages en cascade. Le nombre des bagues est de 6 pour 8, 10, 14, 16, 24 pôles, une 7ᵉ bague devant être ajoutée pour obtenir 12 pôles.

Les diagrammes s'exécuteraient comme dans le cas de $p_1 + p_2 = 8$. On pourrait obtenir un bobinage donnant un diagramme amélioré comme dans le cas de $p_1 + p_2 = 8$.

Dans le cas du moteur donnant seulement 10, 14, 24 pôles, les bagues du rotor sont deux à deux équipotentielles (fig. 35 b) et d de la troisième partie); on peut alors réduire leur nombre à trois. En ce cas, comme nous l'avons vu dans la troisième partie de cette étude, en couplant en série deux à deux les bobines en polygone et en laissant en parallèle les bobines en étoile (fig. 36 de la troisième partie), on réalise, à 15 pour 100 près, l'égalité des courants dans les deux types de bobines, ce qui permet de leur conserver le même nombre de spires. On diminue en outre le nombre des circuits en parallèle, ce qui est toujours avantageux.

B. **Bobinage statorique.** — Les vitesses qui correspondent à 8, 12, 16, 24 pôles peuvent être réalisées en juxtaposant deux bobinages identiques à ceux que nous avons étudiés pour 4, 6, 8, 12 pôles ($p_1 + p_2 = 6$). Il faut 24 bornes pour le moteur à 12 bobines (ici 24 bobines) si on alimente le stator à 6 pôles (ici 12 pôles) et 18 bornes seulement si, à cette polarité, le rotor sert de primaire. On peut exécuter aussi un moteur à 24 bobines (ici 48 bobines) et 48 ou 36 bornes.

Pour 10-14 pôles, le bobinage à 24 (ici 48 bobines) ne peut pas être employé, car, pour 14 pôles primaires, le nombre de pôles secondaires est de 10; le couplage étant le même pour 10 et 14 pôles (fig. 35 de la troisième partie) les courants secondaires se fermeraient dans le réseau. Pour 10-14 pôles, on devra prévoir un bobinage en étoiles multiples à 5 et 7 phases et $2 \times 5 \times 7 = 70$ bobines, les bobines diamétralement opposées étant 2 à 2 couplées en série.

Si l'on veut réaliser à la fois 8, 10, 12, 14, 16 pôles, on est tenté de vouloir munir le stator des deux bobinages précédents; on se heurte alors à une impossibilité, en raison du nombre d'encoches qui doit être multiple de 24 pour le bobinage à 8, 12, 16 pôles, et de 70 pour le bobinage à 10, 14 pôles. Si on renonce à produire 14 pôles, il suffira alors de prévoir, en plus du bobinage 8, 12, 16 pôles, un simple bobinage à 10 pôles, ne comportant pas de circuits en parallèle, qui est toujours facile à réaliser, en laissant au besoin quelques encoches vides.

Il y a cependant moyen de tourner ces difficultés : prenons le bobinage à 24 bobines, et adoptons un pas égal à 2 dixièmes de la périphérie, ce qui sera possible, par exemple, avec 5 encoches par bobine, soit 120 encoches. Le pas étant exactement égal à un double pas polaire à 10 pôles, un champ à 10 pôles ne peut y induire aucune force électromotrice; nous pourrons donc coupler ce bobinage pour 14 pôles à la manière indiquée par la figure 35 de la troisième partie et réaliser la vitesse correspondante sans avoir à craindre la production de courants secondaires dans le réseau pendant la période de démarrage de 16 à 14 pôles. Le pas sera égal à

$$\frac{2}{10} : \frac{1}{8} = 1{,}6 \text{ pas polaire à } 8 \text{ pôles (ou pas raccourci de 60 pour 100)},$$

$$\frac{2}{10} : \frac{1}{12} = 2{,}4 \quad \text{id} \quad 12 \quad \text{id} \quad 60 \quad \text{id}$$

$$\frac{2}{10} : \frac{1}{14} = 2{,}8 \text{ pas polaire à 14 pôles (ou pas raccourci de 20 pour 100),}$$

$$\frac{2}{10} : \frac{1}{16} = 3{,}2 \quad \text{id} \quad 16 \quad \text{id} \quad 20 \quad \text{id}$$

Les coefficients de bobinage seront très satisfaisants à 16 et à 14 pôles, et encore très acceptables à 12 et à 8 pôles. Pour réaliser la vitesse de 10 pôles, nous aurons à pourvoir le stator d'un bobinage ordinaire à 10 pôles.

Enfin, pour le cas où l'on renonce à produire 14 pôles, on peut chercher à réaliser, par le même artifice, 8, 10, 12, 16 et 24 pôles avec un seul bobinage. Un pas de $\frac{2}{14}$ de la circonférence serait très peu satisfaisant à 16 pôles; il sera préférable d'adopter un pas de $\frac{4}{14}$; ceci exigera $7 \times 24 = 168$ encoches. Le pas choisi sera égal à

$$\frac{4}{14} : \frac{1}{8} = 2{,}28 \text{ pas polaire à 8 pôles (ou pas raccourci de 72 pour 100),}$$

$$\frac{4}{14} : \frac{1}{10} = 2{,}86 \quad \text{id} \quad 10 \quad \text{id} \quad 14 \quad \text{id}$$

$$\frac{4}{14} : \frac{1}{12} = 3{,}42 \quad \text{id} \quad 12 \quad \text{id} \quad 42 \quad \text{id}$$

$$\frac{4}{14} : \frac{1}{16} = 4{,}38 \quad \text{id} \quad 16 \quad \text{id} \quad 42 \quad \text{id}$$

Le coefficient de bobinage ne sera vraiment médiocre qu'à 8 pôles.

XII. **Moteur en cascade interne à une seule vitesse. Dimensions générales des moteurs en cascade interne.** — A. **Intérêt du moteur en cascade à une seule vitesse** — Une société anglaise construit des moteurs en cascade interne à une seule vitesse, ce qui paraît, à première vue, être une anomalie. Les raisons qui ont été données à plusieurs reprises par M. Hunt et par M. Creedy sont les suivantes :

1. Robustesse du moteur en cascade. — Le moteur en cascade à une seule vitesse a un rotor sans bagues ayant une robustesse comparable à celle d'un moteur à cage d'écureuil, tout en ayant la caractéristique de démarrage des moteurs à bagues. Le moteur Boucherot à stator décalable jouit, d'ailleurs, de la même propriété et a l'avantage de pouvoir être exécuté à toutes les polarités et de comporter des bobinages statoriques du type ordinaire, beaucoup plus simples, par conséquent, que celui du moteur en cascade.

2. Valeur réduite du glissement. — Nous avons démontré que le glissement des moteurs en cascade est inférieur, toutes choses égales d'ailleurs, à celui des moteurs ordinaires.

3. Possibilité de réglage par rhéostat a de très faibles vitesses. — Les moteurs Hunt peuvent être réglés par rhéostat jusqu'à de très faibles vitesses, de l'ordre de 2 pour 100 de la vitesse normale; à des allures aussi lentes, les moteurs ordinaires tournent par à-coups, d'une façon saccadée et sont très instables.

Cette différence s'explique assez bien par deux considérations. Reportons-nous aux bobinages rotoriques bi et tétrapolaires (fig. 29) dont la superposition donne le bobinage rotorique résultant; on voit que les axes des phases du bobinage bipolaire sont décalés géométriquement de 15 degrés sur ceux du bobinage tétrapolaire.

Au stator, au contraire, chaque bobine constitue une phase, aussi bien pour une polarité que pour l'autre; les axes des phases des deux polarités coïncident donc.

On sait que dans les moteurs ordinaires, à bobinages statoriques et rotoriques triphasés, la réactance de fuites est minimum quand les phases du stator sont exactement en face des phases du rotor, et qu'elle est maximum quand les axes des phases du rotor sont dirigés suivant les bissectrices des directions des axes des phases du stator. C'est cette variation de réactance qui empêche le moteur d'être stable aux très faibles vitesses.

Pour le moteur en cascade, au contraire, quand les phases du bobinage bipolaire coïncident au stator et au rotor, celles du bobinage tétrapolaire ne coïncident pas, et réciproquement, ce qui atténue les variations de la réactance résultante et stabilise la marche.

En outre, M. Hunt emploie, en général, pour les stators, le montage à 24 bobines que nous avons étudié; ce bobinage est dodécaphasé à la petite polarité et donne, par conséquent, une courbe de force magnétomotrice statorique secondaire beaucoup plus parfaite que celles qui sont usuelles pour les moteurs triphasés ordinaires.

4. Supériorité du facteur de puissance du moteur en cascade. — Cette supériorité est due aux deux causes suivantes :

1° *Influence des pertes par effet Joule sur la forme du diagramme.* — Dans un moteur ordinaire, les pertes rotoriques par effet Joule n'interviennent pas pour améliorer le facteur de puissance. On le vérifie sur le diagramme du cercle, puisque la position du centre de celui-ci est indépendante de la résistance du rotor. Au contraire, plus la résistance du stator est élevée, plus le centre du cercle se relève (diagrammes d'Arnold, de Guilbert, etc.), et plus le facteur de puissance s'améliore.

Nous savons que dans le moteur en cascade, le glissement est la moitié de celui d'un moteur ordinaire; la résistance assimilable à celle du rotor d'un moteur ordinaire est donc réduite de moitié dans le moteur en cascade, tandis que la résistance assimilable à la résistance statorique du moteur ordinaire se trouve augmentée d'autant, ce qui améliore le facteur de puissance.

Ceci est d'autant plus sensible que les courants du rotor ont une fréquence égale au tiers des courants statoriques, de sorte que le rapport de la résistance du rotor à sa réactance se trouve, toutes choses égales d'ailleurs, triple du rapport similaire relatif au stator primaire, ce qui triple l'influence favorable de la résistance rotorique. Cette influence sur le facteur de puissance est assez importante.

2° *Influence du bobinage statorique à 24 bobines, de Hunt.* — Dans le moteur en cascade de M. Hunt, le bobinage statorique à 24 bobines, qui est dodécaphasé vis-à-vis du champ secondaire, a, de ce fait, des fuites plus réduites qu'un bobinage ordinaire.

B. Détermination des dimensions d'un moteur en cascade interne de Hunt. — 1. Rapport des longueurs de fer. — Nous allons comparer un moteur en cascade à $(4+2)n$ pôles avec un moteur ordinaire à $6n$ pôles. Nous savons que pour le bobinage rotorique en étoile-polygone habituel des moteurs en cascade de M. Hunt, on a

$$B_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} B_1,$$

et que, abstraction faite des courants magnétisants, les ampères-tours aux deux polarités répondent à la relation

$$(AT)_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} (AT)_1.$$

Le couple C, qui est proportionnel au produit de l'induction par les ampères-tours peut s'écrire

$$C = K[(AT)_1 B_1 + (AT)_2 B_2] = \frac{3}{2} K (AT)_1 B_1,$$

en appelant K le coefficient de proportionnalité.

Si le moteur à $6n$ pôles a même alésage que le moteur en cascade, nous pourrons, pour un même échauffement, adopter, pour ce moteur à $6n$ pôles, des ampères-tours résultants $(AT)'$ qui seront les mêmes que ceux du moteur en cascade, soit

$$(AT)' = \sqrt{(AT)_1^2 + (AT)_2^2} = (AT)_1 \frac{2}{\sqrt{3}}.$$

Nous savons que la somme des inductions B_1 et B_2 dans l'entrefer d'un moteur en cascade peut être supérieure de 20 à 25 pour 100 environ à l'induction B' du moteur ordinaire. Nous pouvons donc écrire

$$B' = \frac{B_1 + B_2}{1,2} = \frac{B_1}{1,2}\left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right).$$

Si nous conservions la même longueur de fer pour le moteur unique que pour le moteur en cascade, on aurait pour le couple du moteur à $6n$ pôles,

$$C' = K(AT)' B'$$

$$= K(AT)_1 B_1 \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{1 + \frac{\sqrt{3}}{2}}{1,2} = 1,79\, K(AT)_1 B_1$$

et l'on aurait

$$\frac{C'}{C} = \frac{1,79}{1,5} = 1,19.$$

Pour avoir le même couple dans les deux moteurs, il faudra réduire dans le rapport $\frac{1}{1,19} = 0,84$, soit de 16 pour 100, la longueur de fer du moteur ordinaire.

Si nous avions pris $B' = \frac{B_1 + B_2}{1,25}$, nous aurions trouvé $\frac{C'}{C} = 1,14$, et la réduction de longueur du fer serait de 12,5 pour 100.

Cette conclusion concorde de façon satisfaisante avec l'indication donnée par M. Hunt que, à égalité de diamètre, ses moteurs ont une longueur de fer supérieure de 10 pour 100 environ à celle des moteurs ordinaires.

2. Rapport des flux. — En prenant pour longueur de fer du moteur en cascade 1,19 fois celle du moteur ordinaire, le flux Φ' du moteur à $6n$ pôles et les flux Φ_1 et Φ_2 du moteur en cascade, sont dans les rapports suivants

$$\frac{\Phi'}{\Phi_1} = \frac{1}{1,19}\frac{4n}{6n} \times \frac{B'}{B_1} = \frac{1}{1,19} \times \frac{2}{3}\frac{1 + \frac{\sqrt{3}}{2}}{1,2} = 0,87,$$

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_1} = 2\frac{B_2}{B_1} = \sqrt{3},$$

$$\frac{\Phi'}{0,87} = \frac{\Phi_1}{1} = \frac{\Phi_2}{\sqrt{3}}.$$

3. Comparaison des puissances magnétisantes. — La puissance magnétisante H_m est proportionnelle au carré de l'induction et au volume de l'entrefer.

Pour le moteur à 6 n pôles, elle aura pour expression

$$H'_m = AB'^2,$$

A étant un coefficient de proportionnalité.

Pour le moteur en cascade, on aura de même

$$H_m = 1{,}19\,A\,(B_1^2 + B_2^2) = 1{,}19\,A B_1^2\left(1 + \frac{3}{4}\right),$$

$$\frac{H'_m}{H_m} = \frac{B'^2}{1{,}19\,B_1^2\,\frac{7}{4}} = \frac{1}{1{,}19}\left(\frac{1+\frac{\sqrt{3}}{2}}{1{,}2}\right)^2\frac{4}{7} = 1{,}16.$$

La puissance magnétisante du moteur à $6n$ pôles sera supérieure de 16 pour 100 à celle du moteur en cascade.

4. Comparaison des dispersions. — En négligeant l'influence des têtes de bobines, le rapport des flux de fuites Φ'_f à 6 n pôles et Φ_{1f} à 4 n pôles, est approximativement le suivant :

$$\frac{\Phi'_f}{\Phi_{1f}} = \frac{(AT)'}{(AT)_1} \times \frac{1}{1{,}19} = \frac{2}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{1{,}19}.$$

Pour le flux de fuites secondaire du moteur en cascade, on a

$$\frac{\Phi_{2f}}{\Phi_{1f}} = \frac{(AT)_2}{(AT)_1} = \frac{1}{\sqrt{3}},$$

d'où

$$\frac{\Phi'_f}{\frac{2}{1{,}19}} = \frac{\Phi_{1f}}{\sqrt{3}} = \frac{\Phi_{2f}}{1}.$$

L'importance des fuites du moteur à 6 n pôles peut être caractérisée par le rapport $\frac{\Phi'_f}{\Phi'}$ du flux de fuites au flux principal; l'inverse de ce rapport donne une mesure du rapport du courant de court-circuit au courant normal (en négligeant les résistances), et de la capacité de surcharge.

Pour le moteur en cascade, la quantité similaire est la somme des rapports $\frac{\Phi_{1f}}{\Phi_1} + \frac{\Phi_{2f}}{\Phi_2}$.

On a, en remplaçant les flux par les valeurs qui leur sont proportionnelles,

$$\frac{\frac{\Phi'_f}{\Phi'}}{\frac{\Phi_{1f}}{\Phi_1} + \frac{\Phi_{2f}}{\Phi_2}} = \frac{\frac{\frac{2}{0{,}19}}{0{,}87}}{\frac{\sqrt{3}}{1} + \frac{1}{\sqrt{3}}} = 0{,}84.$$

La dispersion du moteur à 6 n pôles ne sera que les 84 centièmes de celle du moteur en cascade.

5. Conclusion relative au courant magnétisant. — En définitive, le moteur en cascade aura un courant magnétisant qui sera égal à $\frac{1}{1{,}16} = 0{,}86$ fois celui du moteur ordinaire, et un courant de court-circuit qui sera 0,84 fois celui du moteur ordinaire. Ces deux nombres sont pratiquement les mêmes.

Si l'on veut ramener le moteur en cascade à avoir la même capacité de surcharge que le moteur ordinaire, on devra augmenter les flux Φ_1 et Φ_2 dans le rapport $\sqrt{1{,}16} = 1{,}08$, et diminuer les ampères-tours $(AT)_1$ et $(AT)_2$ dans la même proportion.

La puissance magnétisante à vide et la dispersion seront alors les mêmes pour les deux moteurs, et aucune supériorité ne paraît devoir être retenue à l'actif du facteur de puissance du moteur en cascade, en dehors des deux points signalés plus haut.

La considération des fuites des têtes de bobines ne pourrait modifier cette conclusion que dans un sens défavorable au moteur en cascade, du fait que ses têtes de bobines sont plus longues que celles du moteur ordinaire (4 n pôles au lieu de 6 n pôles).

D'après M. Creedy, les moteurs en cascade peuvent fournir au démarrage un couple double du couple normal, ce qui est très satisfaisant.

6. Proportions de la denture des moteurs en cascade. — Nous venons de dire que le flux du moteur en cascade, devra être poussé de 8 pour 100 environ et ses ampères-tours réduits de la même quantité pour le mettre dans les mêmes conditions que le moteur ordinaire. Pour ne pas augmenter la saturation du fer de la denture, on diminuera un peu la dimension des encoches du moteur en cascade, de façon à augmenter la section de denture de 8 pour 100 environ.

Ce résultat concorde avec l'indication donnée par M. Hunt que son moteur porte moins d'ampères-tours et plus de flux que les moteurs ordinaires.

7. Influence de la marche a la vitesse de base. — Quand le moteur est destiné à réaliser, non seulement la vitesse de marche en cascade, mais aussi une vitesse de base, la considération des conditions de fonctionnement à cette vitesse de base conduit également à augmenter le flux du moteur et à diminuer les ampères-tours.

A la vitesse de base de 4 n pôles, les ampères-tours secondaires disparaissent et l'on peut adopter des ampères-tours $(AT)_b$ égaux aux ampères-tours résultants du moteur en cascade, c'est-à-dire égaux aux ampères-tours $(AT)'$ du moteur à 6 n pôles, ou même légèrement supérieurs, à cause de l'amélioration de la ventilation à plus grande vitesse.

La disparition du flux secondaire réduit la puissance magnétisante à vide à une valeur H_{mb} telle que

$$\frac{H_{mb}}{H_m} = \frac{B_1^2}{B_1^2 + B_2^2} = \frac{4}{7}.$$

Il en résulte une importante amélioration du facteur de puissance qui augmente encore la puissance disponible à la vitesse de base de $4n$ pôles. Si nous évaluons en moyenne à 15 pour 100 l'augmentation de puissance due à l'amélioration de la ventilation et à l'augmentation du facteur de puissance, nous voyons que la puissance normale deviendra

$$P_b = 1{,}15 \frac{(AT)'}{(AT)_1} P = 1{,}15 \frac{2}{\sqrt{3}} P = 1{,}33\, P.$$

La puissance sera multipliée par 4/3 quand la vitesse sera multipliée par 2/3, ceci, en supposant, bien entendu, que le couplage du stator reste le même aux deux vitesses.

Examinons maintenant quelle va être la capacité de surcharge à la vitesse de base de $4n$ pôles. A égalité de courant les fuites sont égales aux fuites primaires du moteur en cascade; le rapport du flux de fuites au flux utile, pour un même courant à la vitesse de base de $4n$ pôles et à la vitesse de marche en cascade, est donc donné par

$$\frac{\dfrac{\Phi_{1f}}{\Phi_1}}{\dfrac{\Phi_{1f}}{\Phi_1} + \dfrac{\Phi_{2f}}{\Phi_2}} = \frac{\dfrac{\sqrt{3}}{1}}{\dfrac{\sqrt{3}}{1} + \dfrac{1}{\sqrt{3}}} = \frac{3}{4}.$$

Le courant de court-circuit sera les 4/3 du courant de court-circuit au couplage en cascade (en négligeant toujours les résistances devant les réactances). Si l'on tient compte de la diminution du courant à vide, le diamètre du cercle de fonctionnement augmentera un peu plus vite que le courant de court-circuit; on peut admettre qu'il augmentera dans le rapport 3/2 : le couple maximum sera le même à la vitesse de base de $4n$ pôles et à la vitesse de marche en cascade de $6n$ pôles, conformément à ce qu'annonce M. Hunt.

Quand on passe de la vitesse de marche en cascade à la vitesse de base de $4n$ pôles, la puissance normale est multipliée par 4/3 et la vitesse par 3/2 : le couple normal est multiplié par 8/9. Le couple maximum demeurant le même, on voit que la capacité de surcharge sera multipliée par 9/8. Comme on exige, en général, une capacité de surcharge d'autant plus forte que la vitesse est plus grande, ceci sera juste suffisant, et justifie le renforcement du flux du moteur en cascade.

On vérifierait qu'à la grande vitesse de $2n$ pôles le couple maximum est plus faible qu'aux deux autres vitesses.

8. Hauteur radiale de tôle du stator. — Malgré l'induction assez élevée admissible dans la couronne du stator à l'instant où les deux flux se superposent, la présence du flux secondaire à $2n$ pôles amène, en général, à adopter une hauteur radiale de fer plus grande que dans un moteur ordinaire à $6n$ pôles, ce qui augmente le volume du fer et le prix du moteur.

Toutefois, dans les moteurs à allure très lente, la hauteur radiale des tôles du stator est souvent déterminée par des considérations mécaniques et est surabondante au point de vue magnétique; en ce cas, elle pourra demeurer la même pour le moteur en cascade que pour un moteur ordinaire à $6n$ pôles.

9. Possibilité de diminuer le diamètre d'alésage des moteurs a allure très lente. — Le diamètre d'alésage minimum et le nombre d'encoches minimum d'un moteur en cascade Hunt sont fixés par le pas polaire primaire de $4n$ pôles; ils sont donc plus faibles que ceux d'un moteur ordinaire à $6n$ pôles, ce qui est souvent précieux pour les moteurs à allure très lente.

C. Détermination des dimensions d'un moteur en cascade interne autre que le moteur Hunt. — Des raisonnements analogues aux précédents permettraient de déterminer les dimensions principales des moteurs en cascade autres que le moteur Hunt. On serait généralement amené à la même conclusion : nécessité d'augmenter les dimensions des dents aux dépens de celles des encoches; dimensions générales du fer un peu supérieures à celle d'un moteur ordinaire à la même vitesse, hauteur de couronne plus forte.

XIII. Moteurs en cascade différentielle interne. — A. Inconvénients des moteurs en cascade différentielle. — Dans tout le cours de cette étude, nous nous sommes occupés uniquement des moteurs où la mise en cascade est faite à la manière ordinaire, c'est-à-dire où le nombre de pôles du moteur résultant est égal à la somme des nombres de pôles des moteurs composants.

On sait qu'il existe un autre couplage, dû à Danielson (1) où le nombre de pôles du moteur résultant est égal à la différence des nombres de pôles des moteurs composants. A cet effet, les connexions entre le rotor primaire et le rotor secondaire doivent être faites de telle sorte que les deux champs tournent dans le même sens par rapport au rotor.

Il y a théoriquement deux variantes de ce couplage, suivant que le champ primaire a un plus petit ou un plus grand nombre de pôles que le champ secondaire (2).

Le démarrage n'est possible qu'en adoptant pour nombre de pôles primaires le plus petit nombre de pôles. On démontre que le rotor tourne alors en sens inverse des deux champs, de sorte que les courants y ont une fréquence supérieure à la fréquence fondamentale; les pertes dans le fer y sont très élevées. De plus, la puissance résultante est la différence des deux puissances fournies par les deux moteurs élémentaires. Il en résulte que le rendement est très médiocre, et que la puissance massique est faible. Ce couplage est donc généralement peu avantageux.

(1) Danielson. — *Transactions of the american Institute of electrical Engineers*, 1898.

(2) Voir sur ce sujet C. della Salda, *Elettrotecnica*, 25 avril 1922, t. XI, p. 266; résumé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 2 septembre 1922, t. XII, p. 67 D.

B. **Moteurs en cascade différentielle interne.** — On ne peut donc songer à construire des moteurs en cascade différentielle interne que dans les cas où la réalisation de moteurs en cascade interne normale est impossible. La règle des attractions magnétiques étant la même quel que soit le sens de rotation des deux champs, il est évident que l'on ne pourra réaliser les valeurs de $p_2 - p_1$ égales à un nombre impair; ainsi, on ne pourra réaliser $p_2 - p_1 = 3$, c'est-à-dire le moteur à 6 pôles, car cela conduirait à $p_2 = 4$, $p_1 = 1$ qui donnerait lieu à une attraction magnétique déséquilibrée (sous réserve toutefois de la démonstration de M. Chapman). On est donc pratiquement limité à considérer le cas de $p_2 - p_1 = 2$ ($p_2 = 3$, $p_1 = 1$) qui permettrait de réaliser le moteur à 4 pôles.

C. **Difficultés de réalisation du moteur en cascade différentielle interne à 4 pôles.** — Ce moteur présente une grosse difficulté de réalisation, car $p_2 - p_1 = 2$ indique que le rotor sera à 2 phases, c'est-à-dire monophasé. Or un rotor monophasé donne lieu au phénomème de Görges, lequel, avec $p_1 = 1$, produit aussi le fonctionnement à la vitesse de marche de 4 pôles, mais avec une production inadmissible de courants à basse fréquence sur le réseau.

Pour éviter ce grave inconvénient, il faut réaliser un rotor avec deux ou plusieurs circuits parcourus par des courants de phases différentes, et permettant de réaliser aussi exactement que possible le diagramme théorique analogue à celui de la figure 7.

Pour obtenir ce résultat, M. Creedy a imaginé un bobinage de rotor fort ingénieux, mais très compliqué, qui, pensons-nous, doit conserver une composante monophasée et donner lieu à une certaine production de courant à basse fréquence sur le réseau.

Pour toutes ces raisons — mauvais rendement, mauvaise utilisation de la matière, complication, production de courants à basse fréquence sur le réseau, — ce moteur ne nous paraît avoir qu'un très faible intérêt industriel; aussi ne le décrirons-nous pas ici, et renverrons-nous le lecteur que cette question intéresserait, au brevet de M. Creedy [1].

XIV. **Montage en cascade interne où le rotor primaire débite sur le stator secondaire.** — Dans le montage en cascade de deux moteurs asynchrones, au lieu de réunir les deux rotors, on peut connecter le rotor du premier moteur au stator du second. La même disposition est possible dans un moteur monté en cascade interne.

A. **Moteur à 8-12-20 pôles.** — Considérons, par exemple, un moteur comportant, tant au stator qu'au rotor, un bobinage en étoiles multiples à 8-12 pôles du type connu (fig. 14 de la deuxième partie) triphasé à 8 pôles, diphasé à 12 pôles. Nous savons que les bornes d'alimentation à 8 pôles sont équipotentielles à 12 pôles, et réciproquement. Alimentons le moteur à 8 pôles en triphasé, et connectons les trois bagues du circuit 8 pôles du rotor aux bornes diphasées du stator, par l'intermédiaire d'un transformateur Scott [1]; les courants débités par les bagues 8 pôles du rotor exciteront dans le stator un flux à 12 pôles et celui-ci engendrera dans le rotor des courants qui se fermeront par les quatre bagues diphasées à 12 pôles.

Aussi bien au stator qu'au rotor, on aura superposition de courants de deux fréquences différentes qui se composeront comme dans le stator des moteurs Hunt ou Creedy. On pourra donc réaliser ainsi un moteur 8-12-20 pôles.

On voit que l'on a ici 7 bagues pour réaliser 3 vitesses, tandis que le moteur à cascade interne Creedy à 8-12-16-20 pôles, n'en a que 5 pour une vitesse de plus. Si on se limite à 8-12-20 pôles, nous savons que le moteur Creedy peut être exécuté avec le bobinage statorique en étoiles multiples comme dans le cas présent, donc avec le même nombre de bornes et 2 bagues de moins. Le présent système ne semble donc présenter que l'avantage très minime d'utiliser la totalité du cuivre du rotor à la marche en cascade. Le flux secondaire a dans le stator une fréquence égale aux 3/5 de la fréquence primaire, et a dans le rotor la fréquence du glissement. Les pertes statoriques dans le fer seront plus grandes et les pertes rotoriques dans le fer seront plus réduites que dans le montage en cascade habituel. Si l'on consent à démarrer en court-circuit, sans rhéostat, on pourra supprimer les 4 bagues diphasées du rotor; celui-ci ne comportera donc plus que 3 bagues.

B. **Moteur à 12-16-28 pôles.** — On pourra réaliser de même des moteurs à 12-16-28 pôles avec le bobinage 6-8 pôles de la figure 24 de la deuxième partie. Le nombre des bagues sera le même (7) que dans le moteur Creedy. Dans le cas où on limite celui-ci aux vitesses de 12-16-28 pôles, nous savons que l'on peut employer le bobinage statorique en étoiles multiples comme dans le cas présent, avec le même nombre de bornes. Les deux moteurs paraissent alors à peu près équivalents.

C. **Moteur 4-8-12-16-20 pôles.** — D'autres montages en cascade du même genre sont possibles. Le suivant a été indiqué par M. Creedy [2] : prenons un moteur comportant deux bobinages statoriques, l'un à 12 pôles, l'autre qui soit couplable à 4 et à 8 pôles, avec un bobinage rotorique unique à bagues à 12 pôles, qui soit en court-circuit pour 4 et pour 8 pôles (bobines à 120 degrés en parallèle). Si on alimente par la ligne le bobinage statorique à 12 pôles, le bobinage rotorique pourra débiter par les bagues sur le deuxième bobinage stato-

[1] *Brevet anglais n° 175306* du 5 août 1920, fig. 16 et p. 9, 12, 22 et 25.

[1] Il est aisé de voir que le transformateur Scott servant à l'alimentation du stator en moteur à 12 pôles, par le réseau, conviendra ici pourvu que les bobinages statorique et rotorique aient le même nombre de spires.

[2] *Brevet anglais n° 175306* du 5 août 1920.

rique; celui-ci excitera un flux secondaire vis-à-vis duquel le rotor sera en court-circuit. Selon que le second bobinage statorique sera couplé pour 4 ou pour 8 pôles, on réalisera la vitesse de marche en cascade à 16 ou à 20 pôles.

On pourra, bien entendu, obtenir la vitesse de 12 pôles en mettant en court-circuit les bagues du rotor; le démarrage sur résistances sera possible à cette vitesse. Enfin, la marche en moteur en court-circuit à 4 et à 8 pôles est possible en alimentant directement le deuxième bobinage statorique.

Il suffira de 3 bagues au rotor et de 9 bornes au stator — 3 pour le bobinage à 12 pôles, 6 pour le bobinage à 4 et à 8 pôles — pour réaliser ces combinaisons (dans le couplage indiqué par M. Creedy il y a 6 bagues au rotor et 15 bornes au stator).

ANNEXE : **Moteurs à rotor intermédiaire** (1)

Ce type de machine, dû à la firme anglaise Mavor et Coulson a été repris ultérieurement par les Ateliers d'Œrlikon. Il n'a été, croyons-nous, construit qu'en un petit nombre d'exemplaires. Il réalise l'addition ou la soustraction pure et simple des vitesses de deux moteurs asynchrones. Un premier moteur 1-3 (fig. 65) a son stator 3 monté à l'intérieur du rotor 8 d'un deuxième moteur 8-9; le stator du premier moteur, si l'on convient de désigner ainsi la partie extérieure à l'entrefer, est donc solidaire du rotor du second, l'ensemble de ce stator et de ce rotor constituant un rotor intermédiaire, fou sur l'arbre du premier moteur grâce à des paliers convenables 4, et pouvant tourner à l'intérieur de l'alésage du second moteur. Le bobinage 5 du stator du premier moteur, qui est devenu mobile en l'occurrence, est alimenté par des balais frottant sur des bagues 6.

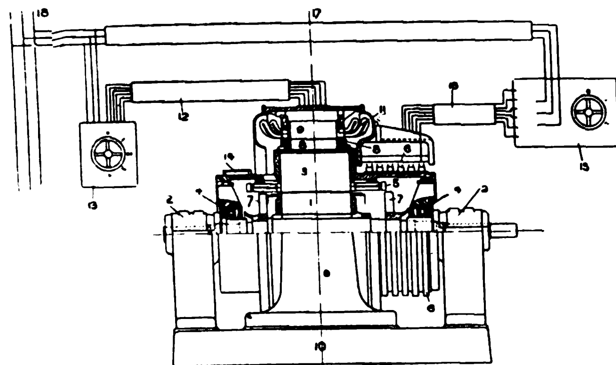


Fig. 65. — Coupe axiale de moteur à rotor intermédiaire.

Si les champs des deux moteurs tournent dans le même sens, les vitesses de rotation s'ajoutent ; s'ils tournent en sens inverse, elles se retranchent. Enfin, en immobilisant le rotor intermédiaire par un frein 14, on obtient les vitesses du premier moteur seul. Chacun des deux moteurs peut être exécuté à polarités multiples, ce qui permet d'obtenir un grand nombre de combinaisons de vitesses.

Le premier moteur est exécuté pour quelques grandes vitesses, le second pour plusieurs petites vitesses; de la sorte, la vitesse du rotor intermédiaire et, par conséquent, la vitesse des bagues de prise de courant 6 du premier moteur sont très modérées.

Dans un moteur construit par les Ateliers d'Œrlikon, le premier moteur était à 2 et à 4 pôles, avec 6 bagues pour exécuter le changement de couplage correspondant ; son rotor 1 était en cage d'écureuil. Le second moteur portait deux bobinages 11, susceptibles de donner, l'un 12 et 24 pôles, l'autre 16 et 32 pôles, et avait également son rotor 8 en cage d'écureuil.

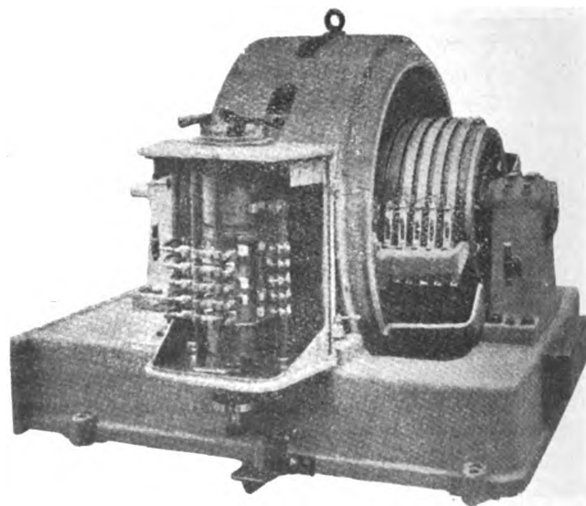


Fig. 66. — Vue d'un moteur à rotor intermédiaire, les porte-balais enlevés.

De la sorte, avec des courants à 50 p : s, on obtenait les vitesses suivantes (à vide) :

1 500 t : mn,	3 000 t : mn,
1 500 ± 187 t : mn,	3 000 ± 187 t : mn,
1 500 ± 250 t : mn,	3 000 ± 250 t : mn,

(1) Mavor et Coulson — *Brevet anglais n° 8 851*, du 16 avril 1907. — *The Electrician*, 26 février 1909, t. LXII, p. 761-762. — *Elektrotechnische Zeitschrift*, 6 mai 1909, t. XXX, p. 429. — *La Lumière électrique*, 1er août 1914, t. XXVI (2e série), p. 147.

Miles Walker. — *The control of the speed and power factor of induction motors*. Londres 1924, p. 96-100.

Ulrich. — Nouveau moteur d'induction à grande vitesse. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 7 janvier 1926, t. XLVII, p. 16-17; résumé dans *Revue générale de l'Electricité*, 24 avril 1926, t. XIX, p. 134 D.

1 500 ± 375 t : mn, 3 000 ± 375 t : mn.
1 500 ± 500 t : mn, 3 000 ± 500 t : mn.

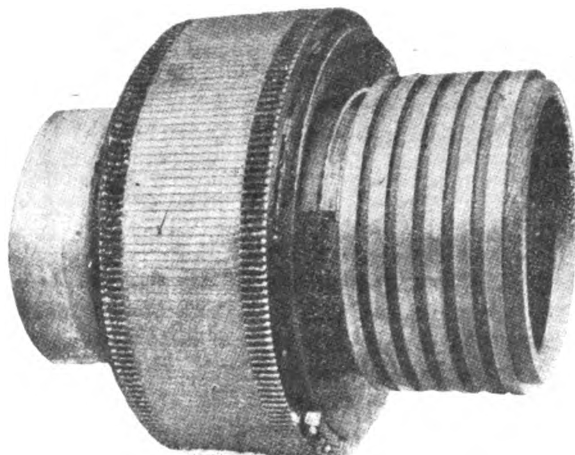


Fig. 67. — Vue du rotor d'un moteur à rotor intermédiaire.

Soit en définitive 18 vitesses :
3500, 3375, 3250, 3187, 3000, 2813, 2750, 1625, 2500, 2000, 1875, 1750, 1687, 1500, 1313, 1250, 1125, 1000 t : mn.

Le seul intervalle important entre deux vitesses consécutives est celui qui sépare 2 000 de 2 500 t : mn.

La puissance variait, suivant la vitesse de 300 à 80 ch.

Les figures 66 et 67 représentent l'ensemble de ce moteur et son rotor intermédiaire.

Récemment (1) quelques sociétés ont construit sur le même principe des moteurs à vitesse unique, à très grande vitesse, les deux moteurs élémentaires étant bipolaires, ou l'un bipolaire et l'autre tétrapolaire, ce qui, avec des courants à 50 p : s, conduit à des vitesses de synchronisme de 6 000 et de 4 500 t : mn. Ces derniers moteurs, n'étant pas à vitesses multiples, ne rentrent pas dans le cadre de cette étude.

H. DE PISTOYE.

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 20 mai 1926, t. XLVII, p. 577.

Revues, analyses et informations

Transmission et distribution de l'énergie électrique. Rapport annuel du Comité de Transmission et de Distribution de l'Energie de l'American Institute of electrical Engineers (1).

Ce rapport présente un résumé des études et recherches faites sur les points suivants : action de la foudre sur les lignes de transmisssion et sur les réseaux de distribution; normalisation de la tension; stabilité et limites de charge des réseaux; câbles souterrains; emploi d'indicateurs de température sur les transformateurs de distribution.

La question de la foudre sur les lignes de transmission a été étudiée par une sous-commission qui a porté son attention sur les points suivants : essais au klydonographe pour lesquels la quantité de résultats obtenus n'est pas encore suffisante, influence de la résistance de la terre sur la façon dont la surtension due au coup de foudre, agit sur la ligne (on a relevé des valeurs de cette résistance variant de 2 ohms à 300 ohms, mais on manque de données à la fois théoriques et pratiques pour assigner une valeur convenable) — effet du fil de terre — influence du pylône sur le champ électrostatique autour du conducteur. Le comité a adopté les quelques principes suivants déduits de ces études et sur lesquels un accord s'est établi :

1° Toutes conditions égales, la tension qu'une ligne de transmission peut prendre. en cas de coup de foudre, dépend directement de sa hauteur et de la disposition du fil de terre. mais est indépendante de la tension de la transmission d'énergie;

2° La tension développée par la foudre dans des conditions données, sur une ligne, est limitée par celle de claquage de l'isolateur pour l'onde en question, dans le cas où la résistance de terre et celle du pylône sont assez petites;

3° Dans toute étude de ligne, on doit limiter la tension due à la foudre : *a*) en plaçant la ligne aussi bas qu'il est économiquement possible de le faire; *b*) par un emploi convenable des fils de terre;

4° Plus la tension de transmission est élevée, plus il y a avantage à adopter un fil de terre;

5° Il faut coordonner les études des sous-stations et celles des lignes de transmission, car on a tendance à isoler surabondamment les lignes et à transmettre ainsi les effets de la foudre aux machines de la sous-station.

Pour ce qui est de la protection des réseaux de distribution, de nombreux essais avec différents types de parafoudres ont été exécutés pendant plusieurs années sur un réseau triphasé quatre fils à 4 000 v. à Chicago. Les résultats obtenus ont été assez discordants. Le comité estime qu'avant de conclure qu'un parafoudre n'a pas fonctionné convenablement, il faut examiner les conditions ci-après : valeur de la résistance des prises de terre, curriculum vitæ du transformateur, amenées de courant à l'enroulement primaire et sorties de l'enroulement secondaire, protection par les bâtiments voisins, conditions au point de vue de la fréquence de la foudre dans la zone environnante, point de pénétration du coup de foudre.

La normalisation des tensions qui devient une question de plus en plus importante à cause des interconnexions de réseaux a été l'objet, au cours de l'année, de nombreux mémoires, sans que la solution semble encore bien nette.

La stabilité des systèmes de transmission d'énergie a été l'objet de l'attention de nombreuses compagnies de produc-

(1) *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, juillet 1927, t. XLVI, p. 691-697, 6700 mots.

tion et distribution d'énergie électrique. Ces études ont conduit à l'adoption de machines synchrones de faible réactance, de courant de court-circuit élevé et avec excitation à variation rapide. A signaler aussi le système Baum qui consiste à fournir à la ligne en chaque point la puissance réactive nécessaire sans s'occuper si en ce point la ligne fournit ou reçoit de l'énergie. Parmi les développements intéressants de l'année écoulée, le rapport signale l'accroissement de l'emploi de systèmes enregistreurs pour obtenir des données au point de vue de la stabilité des réseaux. L'emploi de ces appareils a permis, par l'indication de l'intensité du courant en cas de mise à la terre, de déterminer, grâce à des abaques préalablement établis, la valeur de la résistance de ce défaut.

L'année écoulée a marqué une tendance nette vers l'emploi de câbles souterrains soit à un conducteur, soit à trois conducteurs et à enveloppe métallique. Les boîtes de jonction de câble, à remplissage d'huile, ont donné de bons résultats. Les observations au klydonographe faites sur de nombreux câbles souterrains ont montré que les plus fortes surtensions anormales relevées sont de l'ordre de grandeur des tensions spécifiées pour l'essai de ces câbles. Comme elles ne durent guère qu'une fraction de seconde il est probable qu'elles sont sans effet sur l'isolation du câble.

L'emploi d'indicateurs de température pour les transformateurs de distribution est susceptible, surtout dans les régions où la température ambiante est effectivement au-dessous de 40° C, de permettre d'augmenter la charge de ces transformateurs au delà de la charge nominale et de conduire par suite à une économie du capital investi dans ces transformateurs. — J. S.

Le « block-system » automatique aux Etats-Unis (1).

Après quelques chiffres relatifs au développement du block automatique aux Etats-Unis depuis 1900, on expose d'abord, dans cette étude, les principes de la signalisation américaine et la réglementation sur les lignes équipées en block automatique. La signalisation américaine emploie en général deux sortes de signaux : les signaux permissifs et les signaux absolus. Ces signaux peuvent être soit des signaux sémaphoriques, soit des signaux lumineux. Ces derniers appartiennent eux-mêmes à deux catégories : signaux à feux colorés ou signaux à feux d'une seule couleur pouvant occuper plusieurs dispositions. En plus de ces signaux, les chemins de fer américains utilisent aussi des signaux dits de manœuvre, qui sont de faibles dimensions et placés au ras du sol.

Un deuxième chapitre est consacré à la réalisation technique du block automatique, et, en premier lieu, aux circuits et relais de voie. Ceux-ci sont soit à courant continu (type neutre ou type polarisé) soit à courant alternatif (type à un élément, à deux éléments et type à fréquence). Au point de vue des caractéristiques électriques de ces relais, celles qui déterminent les conditions de fonctionnement sont : l'intensité du courant d'excitation ; l'intensité du courant de travail et, enfin, l'intensité du courant de relâchement. On donne dans l'article quelques indications sur les valeurs relatives de ces intensités de courants ainsi que sur les conditions d'emploi des divers types de relais.

Pour la commande des signaux sémaphoriques, on utilise aux Etats-Unis des moteurs électriques fixés sur le mât de façon à entraîner le bras sémaphorique par un simple train d'engrenages sans transmission aucune par tringles ou fils. Ces moteurs sont à dévirage, c'est-à-dire que lorsque l'aile sémaphorique retombe par gravité elle entraîne l'induit, ce qui permet de réaliser un freinage électrique. Les signaux lumineux doivent avoir une portée de 1 200 m par temps clair, le soleil étant au voisinage du zénith. Le feu élémentaire est généralement constitué par une lampe à double filament concentré, en tungstène, placé au foyer d'un système optique formé de deux lentilles à échelons, celle intérieure étant en verre coloré. On donne dans l'article quelques indications sur les lampes (tension et consommation), sur les lentilles (type et caractéristique en pourcentage d'énergie lumineuse des différentes longueurs d'onde que laissent passer les verres de 6 couleurs normalisées), sur la constitution des panneaux de signaux. Un autre type de signal lumineux comporte une lampe placée devant un réflecteur donnant une image du filament au foyer d'une lentille à échelons en verre clair. A ce foyer se déplace, en outre, un écran dans lequel sont sertis trois verres de couleur (rouge, jaune orangé et vert) entraîné directement par un relais à trois positions. Ce signal, grâce au réflecteur, fonctionne avec une simple lampe de projecteur d'automobile. Aux Etats-Unis, on préfère les signaux lumineux aux sémaphores automatiques et pour les premiers la faveur va aux signaux colorés.

L'alimentation du block automatique se fait soit par piles, soit par courant alternatif direct, soit par courant alternatif et accumulateurs. Les piles employées sont des piles à la soude. L'alimentation à courant alternatif direct n'offre aucune particularité. Le système à courant alternatif et accumulateurs permet l'alimentation locale et individuelle de secours des signaux par une batterie d'accumulateurs. Il comporte des sources de courant alternatif industriel et les lignes de transmission correspondantes ; à chaque signal, un transformateur abaisseur de tension et deux groupes redresseurs à accumulateurs dans lesquels ces derniers fonctionnent en batteries « tampons ». Les redresseurs employés sont des redresseurs électrolytiques type « balkite » constitués par deux électrodes en plomb et en tantale plongeant dans l'acide sulfurique. Les transformateurs employés avec ces redresseurs sont d'un type spécial muni au secondaire de bornes permettant d'obtenir une gamme de tensions de 0,25 v à 25,5 v, par paliers de 0,25 v. La batterie d'accumulateurs étant maintenue constamment chargée avec une faible intensité de charge il n'y a pratiquement ni dégagement de gaz, ni dégagement de chaleur, d'où une évaporation réduite. La capacité de la batterie est en général de 75 A-h. Les redresseurs et les accumulateurs sont logés dans le même abri que les relais de voie et de ligne.

Cette étude se termine par quelques généralités sur l'organisation du service de signalisation et par quelques observations d'ordre général. — J. S.

(1) *Revue générale des Chemins de fer*, mai et juin 1927, t. XLVI, p. 436-458 et 515-540, 20500 mots, 52 figures.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Compagnie hydroélectrique d'Auvergne.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 31 MAI 1927.

D'après le rapport de cette société, au capital de 51 millions 600000 fr, et dont le siège est à Lyon, 13, rue Grôlée, la marche de l'entreprise a continué à être satisfaisante en 1926 et, bien que les résultats d'exploitation se soient ressentis du fonctionnement plus intensif de l'usine de Coudes et de l'augmentation constante des prix des charbons, ils sont cependant supérieurs à ceux de 1925.

Les travaux entrepris, tant pour le gaz que pour l'électricité, afin de satisfaire aux besoins toujours croissants de la clientèle, se poursuivent normalement.

La compagnie a obtenu de la ville de Thiers une nouvelle concession de distribution d'énergie électrique d'une durée de quarante ans, expirant le 30 mars 1966.

L'Electro-Métallurgie d'Auvergne a conclu l'été dernier un arrangement pour l'exploitation de son aciérie des Ancizes qui lui a permis de rembourser à la compagnie la majeure partie des avances qui lui avaient été consenties et les résultats que cette société accuse, pour 1926, sont en très notable amélioration sur ceux des exercices précédents.

La Société hydroélectrique de la Diège travaille activement à l'aménagement de son usine de Val-Beynete et cette usine, dont la compagnie s'est réservé la production, fournira un appoint d'énergie hydraulique très intéressant.

Pour pouvoir équiper cette chute, la Société hydroélectrique de la Diège a émis en 1925, par l'intermédiaire de l'Union pour le Crédit à l'Industrie nationale, 50000 bons décennaux de 500 fr. En outre, elle a obtenu à la fin de 1926 un prêt de 2 millions de francs du Crédit national, pour une durée de trois ans.

Les établissements financiers ci-dessus avaient demandé pour ces opérations la garantie solidaire de la Compagnie et de la Société anonyme des Hauts Fourneaux et Fonderies de Pont-à-Mousson.

Le compte de profits et pertes de la compagnie dont nous nous occupons fait ressortir un bénéfice pour l'exercice 1926, de 5 523 591,14 fr.

Après versement de 5 pour 100 à la réserve légale, il reste 5 245 411,59 fr auxquels s'ajoute le report de l'exercice précédent, de 146 436,62 fr, soit au total une somme de 5 391 848,21 fr qui se répartit comme il suit :

Un premier dividende de 5 pour 100 aux 6 700 actions A de priorité, soit 167 500 fr; un premier dividende le 6 pour 100 aux 93 300 actions A ordinaires, soit 2 millions 799 000 fr; un dividende supplémentaire de 20 fr par action A ordinaire ou de priorité, soit 2000000 fr.

Le solde, soit 427 348,21 fr, est versé au fonds de prévoyance.

Le dividende est donc fixé à 45 fr par action de priorité et 50 fr par action ordinaire, payable sous déduction des impôts.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif.

	fr
Usines à gaz et canalisations moins amortissement	7 599 303,81
Usines et réseaux électriques moins amortissement	54 123 769,51
Matériel d'exploitation moins amortissement	4 788 093,44
Approvisionnements	6 526 787,44
Débiteurs divers	13 554 722,38
Caisses et banques	2 534 252,83
Portefeuille	4 458 913,40
Participations industrielles	17 210 834,95
Frais d'augmentation de capital et d'émission	1 691 717,59
Prime d'émission obligations	800 000 »
	113 288 395,35

Passif.

	fr
Capital	50 000 000 »
Obligations moins amortissements	42 638 500 »
Réserve légale	1 684 994,78
Fonds de prévoyance	1 479 897,18
Provision pour moins-value du portefeuille et des participations	2 126 782,35
Prime d'émission actions	1 836 264,85
Créanciers divers	7 851 928,43
Profits et pertes :	
Report antérieur	146 436,62
Bénéfice de l'exercice	5 523 591,14
	113 288 395,35

Société d'Electrochimie, d'Electrométallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 16 JUIN 1927.

Au cours de l'exercice 1926 de cette société, au capital de 80 millions de francs, et dont le siège est à Paris, 10, rue du Général-Foy, il a été procédé à la continuation des travaux entrepris dans le bassin de Beaufort pour l'application du programme conçu à l'origine et, d'autre part, à la transformation et à l'augmentation des usines de Prémont, du Glandon et des Clavaux. Depuis la clôture de l'exercice, le percement du lac de la Girotte a été achevé avec un plein succès et cet important travail régularisera très heureusement le régime hydraulique des usines de Savoie.

Déjà, en 1926, il a été réalisé une très sensible augmentation de production d'énergie. Celle-ci a été supérieure de 20 pour 100 à celle de l'année précédente. Les travaux entrepris permettront d'accroître ce chiffre et l'utilisation de l'énergie ainsi produite se trouve assurée tant par les fabrications proprement dites de la société que par les contrats existant avec diverses entreprises lyonnaises et avec la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. Il y a lieu de remarquer que les lignes de transmission d'énergie de la société sont déjà reliées aux grands réseaux nationaux et que, dans un délai prochain, la totalité des usines s'y trouvera rattachée.

Les différentes branches industrielles de la société, tant électrochimiques qu'électrométallurgiques ont fait l'objet d'une grande activité pour plusieurs des produits qui sont traités.

En ce qui concerne les chlorates, la société s'est assuré la licence de procédés ayant pour objet leur emploi comme herbicide. La consommation de ce produit s'est trouvée ainsi sensiblement accrue.

Les fabrications de chlore, de soude caustique, de sodium et de leurs dérivés ont fonctionné dans des conditions très satisfaisantes, ce qui a permis de développer les ventes à l'exportation.

La fabrication du carbure de calcium, en dehors même des applications connues en soudure autogène, a trouvé des débouchés importants dans la transformation en produits chimiques de synthèse. Aussi, a-t-il été décidé d'augmenter la fabrication de ce produit par une installation dans le département de la Corrèze. L'usine de Brach alimentée par le courant d'une usine hydraulique, créée pendant la guerre, par la Manufacture d'Armes de Tulle, vient d'être mise en service.

L'utilisation de l'aluminium a été très active au cours de 1926 ; en vue d'être en mesure de répondre à l'augmentation probable de la consommation, la société a pris toutes disposition utiles pour organiser de nouveaux ateliers de fabrication d'aluminium dans l'usine de Venthon, qui fait partie du groupe des Etablissements d'Ugine et se trouve alimenté par le bassin de Beaufort. Ceux-ci pourront entrer en fonctionnement aussitôt que la situation du marché l'exigera.

Malgré une diminution qui paraît avoir un caractère momentané, et qui a affecté les deux derniers mois de l'exercice 1926 et les premiers mois de l'année 1927, il semble que l'emploi de ce métal léger s'impose de plus en plus dans les applications les plus diverses.

Les Aciéries d'Ugine ont fonctionné dans d'excellentes conditions, au cours de l'exercice et le chiffre d'affaires n'a cessé d'être en augmentation. Il en a été de même dans l'industrie des ferro-alliages.

Ayant participé à la fondation de la première usine de produits azotés synthétiques en France, la société a continué à suivre avec la plus grande attention les intérêts qu'elle possède dans la Société des Produits azotés, laquelle est en mesure d'assurer une utilisation croissante du carbure de calcium. Il a été organisé un service de recherches dont les résultats et l'influence apparaissent chaque jour davantage en vue de l'étude complète de la fabrication de l'ammoniaque synthétique.

L'Usine du Giffre ayant mis au point, avec plein succès, un nouveau procédé de traitement des minerais d'étain pour la préparation de ce métal, la société, après s'être assuré le brevet de ce procédé dans les divers pays du monde, a commencé, malgré une absence complète de protection douanière, la fabrication de l'étain. Une nouvelle usine de traitement, en construction à Annecy, est sur le point d'être achevée. Il a été également procédé à la création d'une société spéciale, la Compagnie française de l'Etain, pour la vente du métal et l'achat des minerais dont la société dont nous nous occupons effectue le traitement. Cette société nouvelle a constitué dans les principales villes de France des dépôts dont le nombre va croissant, de sorte que les ventes sont en développement régulier.

L'examen du bilan montre que le compte de profits et pertes s'élève à 10 664 597,90 fr comprenant pour 770 418,20 fr le solde de l'exercice précédent (1).

(1) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 4 septembre 1926, t. xx, p. 357-358.

Le produit brut d'exploitation s'élève à 23 880 960,75 fr dont il y a lieu de déduire : 986 781,05 fr pour frais d'essais, de réfection et de grosses réparations, 11 600 000 fr pour amortissements industriels et 1 400 000 fr comme provisions pour charges obligataires.

Il reste ainsi un solde créditeur de 9 894 179,79 fr qui se répartit comme il suit :

Après versement de 494 709 fr à la réserve statutaire et distribution d'un premier dividende de 6 pour 100 aux actions, soit 4 200 000 fr, ce qui forme un ensemble de 4 694 709 fr, il reste une somme disponible de 5 199 470,70 fr à laquelle il faut ajouter le solde ancien, de 770 418,20 fr, formant un total de 5 969 888,90 fr et dont l'affectation est la suivante :

2 800 000 fr pour répartition d'un dividende supplémentaire aux actionnaires, 2 000 000 fr à la réserve extraordinaire et 519 947,05 fr de tantièmes statutaires.

Le report à nouveau est de 649 941,85 fr.

Le dividende brut est donc, en conséquence, de 50 fr par action ancienne, nos 1 à 120 000 et de 25 fr par action nouvelle, nos 120 001 à 160 000.

Bilan au 31 décembre 1926.

Actif.

		fr
Immeubles, usines et forces hydrauliques jusqu'au 31 décembre 1923	113 846 460,95	
Immeubles, usines et forces hydrauliques à partir du 1er janvier 1924	72 377 839,40	
	186 224 300,35	
A déduire : amortissements	52 811 862,40	
		133 412 437,95
Brevets, patentes et procédés		56 586,20
Participations et filiales		7 751 952,20
Espèces en caisses et banques		11 549 060,50
Titres en portefeuille		5 341 318,10
Débiteurs divers		46 017 874,65
Loyers d'avance et cautionnements		525 727,30
Approvisionnements en magasin		16 370 306,10
Marchandises fabriquées et en cours de fabrication		17 123 651,25
		238 148 914,25

Passif.

	fr
Capital social	80 000 000 »
Réserve statutaire	2 447 344,55
Réserve extraordinaire	3 500 000 »
Amortissements d'obligations et provisions pour charges obligataires	5 271 814,70
Réserve de prime d'émission	1 832 500 »
Fonds de garantie supplémentaire d'assurances	3 023 650,40
Provision pour éventualités	3 000 000 »
Provision pour fluctuations de cours	3 093 513,55
Dette obligataire	65 419 000 »
Solde sur immeubles et usines	8 416 184,80
Créditeurs divers	44 972 044,45
Fonds de retraites suisses	2 112 752,85
Versements non appelés sur titres et participations	1 060 750 »
Obligations et coupons restant à payer	3 334 761,65
Profits et pertes :	
Solde ancien	770 418,20
De l'exercice	9 894 179,79
	238 148 914,25

SECTION DE LÉGISLATION

Législation, jurisprudence, réglementation

Arrêté fixant, pour l'année 1927, les frais de contrôle dus à l'Etat par les entrepreneurs de distributions d'énergie électrique.

Voici le texte de ce décret, en date du 3 novembre 1927 et publié au « Journal officiel » du 6 novembre 1927, page 11315.

Le ministre des Travaux publics,

Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, complétée et modifiée par les lois des 19 juillet 1922, 27 février 1925 et 13 juillet 1925 (art. 298), et notamment l'article 18, paragraphe 3;

Vu le décret du 17 octobre 1907 (modifié par les décrets des 6 septembre 1912, 28 février 1920 et 26 octobre 1927) sur l'organisation du contrôle des distributions d'énergie électrique et notamment l'article 10;

Sur la proposition du directeur de la Voirie routière, des Forces hydrauliques et des Distributions d'Energie électrique,

Arrête :

Les frais de contrôle dus à l'Etat par les entrepreneurs de distributions d'énergie électrique établies en vertu de permissions de voirie ou de concessions, sont fixés, pour l'année 1927, à 40 francs par kilomètre de ligne et par an, pour les distributions soumises au contrôle exclusif de l'Etat, et à 20 francs par kilomètre de ligne et par an pour les distributions soumises au contrôle des municipalités sous l'autorité du ministre des Travaux publics.

Fait à Paris, le 3 novembre 1927.

Sur l'application de la loi sur les retraites ouvrières et agricoles.

Le « Journal officiel » du 6 décembre 1927 publie, page 3559 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

13 889. — M. Louis Cluzel, député, demande à M. le ministre du Travail : 1° si les travailleurs, agés de plus de soixante ans et de moins de soixante-dix ans, ont moyen de bénéficier des retraites ouvrières et paysannes, s'ils ont négligé de s'inscrire avant d'avoir atteint la cinquantaine ; 2° à défaut, et ne pouvant bénéficier de la loi de 1905 sur l'assistance aux vieillards, quel secours ils peuvent attendre de la collectivité, lorsqu'ils sont dans l'impossibilité de subvenir à leur existence; 3° si l'administration a le droit de refuser à un assuré facultatif, âgé de cinquante-neuf ans, de se faire inscrire dans la catégorie des assurés obligatoires, s'il excipe d'un certificat de travail (Question du 15 novembre 1927.)

Réponse. — 1° Les salariés ayant dépassé leur soixantième année, âge normal de la retraite, ne peuvent être inscrits sur les listes d'assurés de la loi des retraites ouvrières et paysannes ; 2° s'ils ne peuvent bénéficier de la loi du 14 juillet 1905 à titre d'infirme ou d'incurable, ils n'ont aucun secours à attendre de la collectivité et peuvent seulement recourir aux bureaux de bienfaisance ; 3° toute modification dans la situation des assurés, comme dans l'espèce, le transfert de la liste des assurés facultatifs sur celle des assurés obligatoires, survenant au cours d'une année, n'a d'effet qu'à partir de l'anniversaire suivant. D'autre part, les droits des assurés étant définitivement fixés à soixante ans, l'assuré âgé de cinquante-neuf ans ne peut obtenir une modification quelconque de sa qualité qui ne pourrait avoir d'effet. Au surplus, les transferts de l'espèce, en raison des termes mêmes du paragraphe 2 de l'article 36 de la loi du 5 avril 1910, seraient sans aucun intérêt pour les personnes dont il s'agit.

Sur l'application de la loi sur les accidents du travail.

Le « Journal officiel » du 6 décembre 1927 publie, page 3559 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

14 129. — M. Jean Jadé, député, demande à M. le ministre du Travail si la loi du 15 juillet 1926 qui accorde des allocations temporaires à certains accidentés du travail est applicable aux ouvriers agricoles accidentés avant la promulgation de la loi du 15 décembre 1922 et non assujettis aux lois des 30 juin 1899 et 15 juillet 1914. (Question du 28 novembre 1927.)

Réponse. — Réponse négative. Aux termes de l'exposé des motifs du projet, qui est devenu la loi du 15 juillet 1926, le bénéfice des allocations qu'elle prévoit ne peut être revendiqué que par les ouvriers ou employés des exploitations industrielles et commerciales qui ont alimenté le fonds de garantie (majoration des rentes d'accidents) et visées par les lois des 9 avril 1898 (industrie), 30 juin 1899 (emploi de machines mues par des moteurs inanimés dans les exploitations agricoles), 12 avril 1906 (exploitations commerciales), 13 décembre 1912 (délégués à la sécurité des ouvriers mineurs), 15 juillet 1914 (exploitations forestières).

Sur l'irresponsabilité de l'Etat pour les dommages résultant de retards dans la distribution des télégrammes.

Le « Journal officiel » du 18 novembre 1927 publie, page 1125 des « Débats parlementaires, Sénat », la question et la réponse qui suivent :

8324. — M. Carrère, sénateur, demande à M. le ministre du Commerce par quels moyens légaux les citoyens peuvent se faire indemniser des dommages subis par suite du retard dans la distribution des télégrammes (droits d'emmagasinage à la gare, par exemple), alors que l'article 6 de la loi du 29 novembre 1850 ne permet, en aucun cas, l'attribution d'une indemnité en raison de ce service. (Question du 10 octobre 1927.)

Réponse. — Aux termes de l'article 6 de la loi du 29 novembre 1850, l'Etat n'est soumis à aucune responsabilité à raison du service de la télégraphie privée. Aucune indemnité, de quelque nature qu'elle soit, ne saurait donc être allouée pour perte, retard ou altération de télégrammes. Seul le remboursement des taxes perçues peut être autorisé.

Cette disposition est motivée par le fait que, malgré les soins les plus minutieux, il est impossible d'éviter d'une manière absolue les erreurs et les retards accidentels.

Elle est conforme à la législation intérieure de tous les États européens ainsi qu'à la Convention télégraphique internationale, aux termes de laquelle les contractants « déclarent n'accepter, à raison du service de la télégraphie internationale, aucune responsabilité ».

Sur l'application de la clause limitant la proportion des ouvriers étrangers dans les travaux publics.

Le « Journal officiel » du 24 novembre 1927, publie, page 3209 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

13661. — M. A. Levasseur, député, demande à M. le ministre des Travaux publics : 1° s'il est exact que la clause qui limite à 10 pour 100 le nombre des travailleurs étrangers dans les travaux pour les administrations de l'État, doit être appliquée par spécialité et si elle protège également les ouvriers et les techniciens, ceux-ci toujours en nombre restreint; 2° si, en particulier, pour l'évaluation du pourcentage autorisé, il peut y avoir confusion de l'élément manuel et de l'élément intellectuel, ou encore du personnel administratif (administrateurs salariés par exemple) avec le personnel technicien proprement dit (ingénieurs d'études ou de surveillance de travaux). (Question du 3 novembre 1927.)

Réponse. — 1° Il n'existe pas, dans l'Administration des Ponts et Chaussées, de règlement limitant, par mesure générale, à 10 pour 100 la proportion des ouvriers étrangers que les entrepreneurs sont autorisés à employer. Conformément aux dispositions de l'article 1er, paragraphe 2°, du décret du 10 août 1899, cette proportion est déterminée, pour chaque entreprise, selon la nature des travaux et la région où ils sont exécutés; des proportions différentes peuvent même, s'il est jugé nécessaire, être fixées, dans une même entreprise, pour différentes professions; 2° l'Administration des Ponts et Chaussées estime que les pourcentages stipulés, soit pour l'ensemble du personnel de l'entreprise, soit pour certains groupes de personnel, ne s'appliquent qu'aux ouvriers appartenant aux catégories pour lesquelles est établi un bordereau du taux normal et courant des salaires et ne s'appliquent pas, par conséquent, aux contremaîtres, employés de bureaux, ingénieurs, administrateurs, etc.

Sur l'imposition des entreprises de services publics au titre des bénéfices industriels et commerciaux et leur non-imposition à la taxe sur le chiffre d'affaires.

Le « Journal officiel » du 2 décembre 1927 publie, page 3466 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

13351. — M. Ernest Couteaux, député, demande à M. le ministre des Finances : 1° si les collectivités, départements et communes, qui assurent directement un service d'intérêt public (distribution d'eau potable, gaz, courant électrique, tramways, etc.) sont exemptés tant de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux que de la taxe sur le chiffre d'affaires; 2° si les sociétés privées, concessionnaires de semblables services d'intérêt public bénéficient de la même exonération ou si, au contraire, elles ne sont exemptes que de la taxe sur le chiffre d'affaires seulement, et ce, dans la mesure où elles sont tenues d'appliquer des tarifs fixes ou homologués par l'autorité publique. (Question du 3 novembre 1927.)

Réponse. — Conformément à la jurisprudence du Conseil d'État, qui considère le service de distribution d'eau comme étant, par sa nature, un service communal, les départements et communes qui assurent ce service ne sont pas redevables de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux. Par contre, le caractère de service communal n'étant pas reconnu aux services de distribution de gaz ou d'électricité ni aux services de transports, les mêmes collectivités sont redevables de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux pour les bénéfices que leur procure l'exploitation de ces services. Ledit impôt est également applicable aux sociétés concessionnaires des divers services ci-dessus, sans qu'il y ait lieu de distinguer suivant qu'il s'agit du service de distribution d'eau ou des autres services. Quant à l'impôt sur le chiffre d'affaires, il n'est exigible ni des collectivités publiques, ni des sociétés privées exploitant un service public, mais seulement dans le cas où elles sont tenues d'appliquer des tarifs fixés ou homologués par l'autorité publique et dans la mesure où les affaires réalisées sont soumises à ces tarifs (art. 2, 3, du décret de codification du 25 décembre 1926).

Sur les exonérations accordées aux assujettis à la taxe d'apprentissage qui contribuent au fonctionnement des cours techniques et professionnels.

Le « Journal officiel » du 2 décembre 1927 publie, page 3469 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

14049. — M. Schleiter, député, rappelle à M. le ministre de l'Instruction publique que l'article 25 de la loi du 13 juillet 1925 prévoit que des exonérations pourront être accordées aux assujettis à la taxe d'apprentissage pour contribution au fonctionnement des cours techniques et professionnels municipaux; expose que des instructions auraient été données aux comités techniques départementaux pour que les exonérations ainsi accordées ne dépassent pas la moitié de la taxe imposée, l'autre moitié devant être versée obligatoirement dans les caisses du Trésor; et demande sur quoi se base l'administration pour réduire ainsi la possibilité qui était accordée jusqu'à présent aux commerçants et industriels assujettis à la taxe d'apprentissage de se libérer de cette taxe en subventionnant les cours techniques et professionnels municipaux; ajoute que cette mesure, qui aura une répercussion sensible sur les budgets municipaux paraît être en contradiction avec le libellé même de l'article 25 de la loi du 13 juillet 1925 qui n'est pas limitatif quant au montant des exonérations à accorder. (Question du 23 novembre 1927.)

Réponse. — Aux termes de l'article 25 de la loi de finances de 1925, les exonérations de la taxe d'apprentissage sont accordées en considération des dispositions prises par les assujettis « en vue de favoriser l'enseignement technique et l'apprentissage ». L'exonération n'est pas un droit, ce n'est pas aux assujettis qu'il appartient de déclarer que les dépenses consenties par eux pour cet objet, sont justement utilisées. C'est le comité départemental qui apprécie. Le règlement d'administration publique du 9 janvier 1926 précise que ce comité examine le bien fondé des demandes tant au point de vue de la réalité de la dépense qu'à celui de l'utilisation qui lui est donnée. Les assujettis ont demandé la certitude de l'exonération. L'administration a alors envisagé le barème. Ce barème n'est imposé ni aux comités départementaux ni aux assujettis. C'est une suggestion, une méthode de travail acceptée d'ailleurs dans leur très grande majorité, par les groupements professionnels qui ont compris qu'on ne pouvait grossir démesurément les moyens financiers d'une école ou d'un cours privilégié, alors que d'autres œuvres d'enseignement technique ne pouvaient se développer faute de ressources. Cette répartition de l'effort, consentie d'un commun accord entre les groupements professionnels et l'administration, cette entente, prélude d'une collaboration plus intime de l'initiative privée et de l'État ne semblent pas contraires à l'intérêt général, non plus qu'à la loi du 25 juillet 1919 sur l'enseignement technique industriel et commercial et à l'article 25 de la loi de finances de 1925.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 25. 24 DÉCEMBRE 1927.

Sur l'utilisation de l'énergie thermique des mers. — Dans une note publiée sous ce titre dans notre numéro du 3 décembre 1927, page 913, nous signalions, d'après une communication faite à l'Académie des Sciences, par M. G. Claude, en son nom et en celui de M. Boucherot, que ces ingénieurs se proposent d'expérimenter prochainement sur la Meuse, dans les conditions thermodynamiques mêmes que l'on obtiendrait avec l'eau de la mer, une installation de 50 kw, construite à cet effet. Ils viennent de nous communiquer les renseignements qui suivent sur ces expériences.

L'installation d'essai, en montage aux hauts fourneaux et aciéries d'Ougrée-Marihaye est ainsi disposée :

L'eau de la Meuse est envoyée d'abord, par une pompe et en quantités à peu près égales, dans deux bacs dont le niveau est un peu au-dessus de celui du fleuve aux plus hautes eaux, et représente le niveau de la mer. De ces deux bacs, les eaux montent directement à l'installation édifiée sur un crassier de manière que le niveau des eaux dans le bouilleur et le condenseur soit à environ 10 m au-dessus de celui des bacs. L'eau d'un de ces bacs est préalablement chauffée à la vapeur de manière à donner la différence de températures de 20 degrés centésimaux. Les eaux redescendent ensuite, avant d'être rejetées à la Meuse, dans deux autres bacs accolés aux premiers et de même niveau. Les conduites de montée et de descente ont environ 50 cm de diamètre. La turbine, placée directement entre le bouilleur et le condenseur, est munie des accessoires habituels : graissage sous pression, régulateur à servo-moteur, etc..., et commande, par accouplement direct, une génératrice à courant continu. Turbine et dynamo sont construites par la Société alsacienne de Constructions mécaniques ; le disque unique et l'induit tournent à 5000 t : mn, éventuellement jusqu'à 6000. Les services auxiliaires sont commandés par moteurs à courant continu.

Société des Ingénieurs civils de France : Séance du 18 novembre 1927. — L'ordre du jour de cette séance, présidée par M. Soreau, vice-président de la société, comportait deux communications, faites toutes deux par M. Jean COURNOT et ayant respectivement pour titres : *Le cadmium ; métallurgie ; propriétés ; alliages ; emplois, spécialement comme protection anticorrosion*, et *La parkérisation, autre moyen de protection des aciers et des fontes contre la corrosion*.

PREMIÈRE COMMUNICATION DE M. COURNOT. — D'après les renseignements fournis par M. Cournot sur la métallurgie du cadmium, les procédés actuellement employés pour l'extraction de ce métal de ses minerais, constituent une application de l'électricité. A vrai dire, il n'existe pas de minerai de cadmium ; ce métal se trouve toujours juxtaposé au zinc dans les minerais, soit qu'il s'agisse de blendes ou de calamines, soit de certaines galènes, soit, plus rarement, de chalcopyrites. Le cadmium n'est, par suite, jamais recherché seulement pour lui-même ; il est un sous-produit des métallurgies du zinc, du plomb ou du cuivre. La production allemande provenait de la première de ces métallurgies et le cadmium était séparé du zinc uniquement par distillations successives ; le procédé était fort onéreux par

suite de pertes abondantes, et le produit n'était pas d'une pureté remarquable. La production des Etats-Unis avait autrefois son origine dans les poussières recueillies au cours de la filtration des gaz et fumées provenant des fours à plomb et à cuivre. Aujourd'hui, la plus grande partie de la production américaine et la totalité de celle de l'Australie dérivent du traitement électrolytique du zinc. Cette méthode nouvelle, dite méthode de l'Anaconda, exige l'élimination initiale des impuretés du minerai; au cours de cette épuration, le cadmium et le cuivre sont précipités par une addition de zinc; les deux métaux sont séparés par voie chimique et le cadmium est recueilli par électrolyse sur de grandes cathodes cylindriques; le dépôt électrolytique est transformé en baguettes et lingotins par une double fusion.

La production industrielle du cadmium a d'abord été réalisée en Silésie vers 1860; ce n'est qu'en 1905 que les Etats-Unis et seulement en 1923 que l'Australie sont intervenus sur le marché. Le prix de ce métal est actuellement de 28 à 30 fr le kilogramme. Les importations françaises ont été de 47,4 t en 1924, de 77,8 t en 1925 et de 63,1 t en 1926; bien que ces quantités ne soient nullement comparables à celles concernant les importations de métaux d'usage courant, elles montrent cependant que les emplois du cadmium en France sont déjà notables.

Parmi ces emplois, l'auteur signale : la fabrication des piles Weston utilisées comme étalons de force électromotrice ; l'obtention de certaines réactions réductrices en analyse chimique ; la formation de dépôts électrolytiques ; l'affinage du cuivre; la fabrication d'alliages complexes contenant, outre le cadmium, du plomb et de l'étain et parfois, encore, du bismuth, et qui sont employés comme soudures et comme fusibles pour appareils électriques, extincteurs automatiques, dispositifs de sûreté de chaudières et autoclaves ; enfin fabrication d'alliages d'argent, le cadmium permettant de diminuer la proportion d'argent tout en augmentant la malléabilité et la résistance à la corrosion. D'autre part, l'oxyde de cadmium est utilisé pour la confection de résistances électriques et de produits réfractaires ; le sulfate de cadmium est d'usage courant dans les laboratoires ; le sulfure de cadmium est employé en assez grande quantité comme peinture et comme colorant dans l'industrie du caoutchouc, l'impression des étoffes, la coloration des verres, des porcelaines, des émaux.

Après avoir indiqué ces divers emplois du cadmium, M. Cournot appelle plus particulièrement l'attention sur l'utilisation de ce métal pour la protection d'autres métaux et alliages contre la corrosion. Il rappelle à ce propos les recherches qu'il a faites sur ce sujet en collaboration avec M. Pérot et M. Bary et dont les résultats, déjà signalés dans cette revue d'après des communications à l'Académie des Sciences (1), montrent que les dépôts électrolytiques de cadmium possèdent une adhérence remarquable aux pièces recouvertes, même lorsque celles-ci sont en aluminium ou en alliages légers à base d'aluminium, et qu'ils présentent une très grande résistance à l'action des divers agents de corrosion. Ces recherches ont également montré que pour l'obtention de ces dépôts, les bains de cyanure, additionnés de certains corps destinés à affiner la structure du dépôt, sont les meilleurs ; que la densité de courant nécessaire est d'environ 0,8 A:cm² à la température ordinaire ; que la conduite de l'opération est aussi facile que celle du nickelage. Aussi l'auteur prévoit-il que, dans un avenir prochain, les nickelages seront toujours précédés d'un « cadmiunage » léger, afin de conférer à l'ensemble du recouvrement, l'imperméabilité indispensable à une bonne résistance à la corrosion. M. Cournot ajoute qu'il a également étudié les dépôts d'alliages cadmium-argent, cadmium-étain, cadmium-nickel et cadmium-cuivre, réalisés industriellement par M. Delattre ; il a constaté que leurs qualités anticorrosives sont remarquables, mais que la conduite des bains est plus délicate que pour les dépôts simples.

En terminant, M. Cournot informe l'auditoire que, s'inspirant de la création du Centre d'Informations du Nickel, il a provoqué la formation d'un organisme analogue, le Centre du Cadmium, ayant pour objet de répondre aux demandes de renseignements techniques concernant ce métal.

(*A suivre.*)

(1) Jean Cournot et Jean Bary ; Sur l'emploi de dépôts électrolytiques de cadmium pour la protection des métaux et alliages contre la corrosion. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 17 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 773-774. Note analysée dans *Revue générale de l'Électricité*, 3 décembre 1927, t. XXII, p. 175 D.

Bibliographie : Cartes départementales des réseaux français de distribution d'énergie électrique, par le Syndicat des Entrepreneurs de Réseaux et de Centrales électriques (1). — Nous avons, dans le courant de l'année dernière, publié un article (2) dans lequel nous présentions ces cartes à nos lecteurs en leur donnant quelques indications sur le but que s'était proposé le Syndicat des Entrepreneurs de Réseaux et de Centrales électriques, en établissant ces documents. Ce syndicat vient de publier une nouvelle édition des cartes relatives aux départements suivants : Haut-Rhin, Charente, Allier, Mayenne, Var, Ain, Gers, Puy-de-Dôme, Loire-Inférieure, Landes, Loir-et-Cher, Hérault, Morbihan, Rhône.

Rappelons que ces cartes, dont 67 étaient publiées en 1926, constituent, à l'heure actuelle, la seule statistique de l'électrification de la France dont elles permettent de suivre progressivement l'état d'avancement. Il nous semble donc superflu d'insister sur l'intérêt qu'elles présentent. — L. V.

Bibliographie : Mouvements perpétuels, par J. Michel, ingénieur civil (3). — Sous ce titre, l'auteur passe en revue la centaine de curieux mécanismes, chimériques, mais cependant intéressants, qu'élaborèrent infructueusement les inventeurs de mouvements perpétuels. Un grand nombre de gravures illustre cet ouvrage. Pour impossible que soit théoriquement la réalisation, par des combinaisons mécaniques et hydrauliques, du mouvement perpétuel, il n'en est pas moins vrai que, parmi les complications inutiles et les principes faux, on puisse rencontrer quelque dispositif applicable à quelque autre machine de fonctionnement moins paradoxal. Cet aperçu d'ensemble des machines à mouvement perpétuel peut donc avoir son utilité.

La bibliographie qui termine l'ouvrage montre d'ailleurs que le sujet avait tenté déjà plusieurs auteurs anglais ou allemands, mais que rien d'analogue n'avait été jusqu'ici publié en français. — F. P.

(1) Cartes format 55 cm × 50 cm, éditées par le Syndicat des Entrepreneurs de Réseaux et de Centrales électriques, 25, boulevard Malesherbes, à Paris (8e). Prix d'une carte : 10 fr. Prix d'une notice annexe : 3,50 fr.

(2) T. Pausert ; Cartes départementales des réseaux français de distribution d'énergie électrique. *Revue générale de l'Électricité*, 15 mai 1926, t. XIX, p. 775-778.

(3) Un volume, format 23 cm × 14 cm, de 60 pages, avec 82 figures dans le texte, édité par la librairie Desforges, Girardot et Cie, 29, quai des Grands-Augustins, à Paris (6e). Prix broché, 8 fr.

La Semaine de Discussions d'octobre 1927 de la Société française des Electriciens (*Suite*) (*)

Travaux de la quatrième Section (*Suite et fin*)

VI. **La récupération jusqu'à l'arrêt des trains.** — A. **Rapport de M. F. Guery** (1). — Ayant d'abord noté l'importance économique du problème de la récupération des pertes d'énergie au démarrage et au freinage des trains électriques, M. Guery indique que son rapport est une revue plus critique que descriptive des systèmes variés proposés pour la résolution de ce problème.

Il divise d'abord les pertes à récupérer en pertes dans le processus de démarrage, et pertes dues au freinage.

1. Récupération des pertes au démarrage. — Pour la première catégorie, l'examen des divers systèmes : emploi de la distribution à intensité constante, démarrage sur résistances, rapport de réduction variable, couplages variés des moteurs (en série et en parallèle), système Ward-Léonard et analogues, emploi des diviseurs de tension, le conduit à conclure que, s'il s'agissait de récupérer seulement les pertes au démarrage, il serait inutile de compliquer les équipements actuels.

2. Récupération des pertes au freinage. — Arrivant alors à la seconde catégorie de pertes, l'auteur mentionne que la question se présente sous un tout autre aspect. Il faut tout d'abord distinguer deux procédés de récupération de l'énergie habituellement transformée en chaleur par les freins mécaniques.

L'accumulation mécanique de l'énergie de freinage sur le train même pour la réutiliser au démarrage suivant est à rejeter, car les dispositifs auxquels elle conduirait sont de dimensions prohibitives.

Le retour au réseau de distribution, pendant les périodes de freinage, de l'énergie électrique qui est utilisée par d'autres récepteurs branchés sur le même réseau est le seul procédé auquel on peut pratiquement recourir.

3. Retour au réseau électrique de l'énergie vive libérée au freinage. — M. Guery note d'abord que la distribution à intensité constante permettrait très simplement la récupération par inversion des connexions des inducteurs par rapport aux induits, ce qui permettrait d'obtenir des moteurs un effort retardateur réglé automatiquement à une valeur convenable. Ce mode de distribution, présentant malheureusement de grosses difficultés pratiques en ce qui concerne l'isolation, conduit à n'envisager que le cas de la distribution à tension constante.

Sur une telle distribution à tension constante, il faudra maintenir aux bornes des circuits des moteurs fonctionnant en génératrices une tension supérieure à celle du réseau, pour des vitesses comprises entre celle de pleine marche et l'arrêt. Le problème relativement simple en apparence s'il s'agit seulement de maintenir une vitesse donnée sur les pentes, présente toute sa difficulté pour le freinage jusqu'à l'arrêt.

1° *Emploi des moteurs de traction comme génératrices. Variation de l'effort de freinage.* — Sur ce sujet M. Guery dit ce qui suit :

« Lorsque l'énergie de freinage est renvoyée au réseau électrique, l'ensemble du train et de ses moteurs constitue un groupe électrogène en parallèle avec ceux qui alimentent ce réseau. Cette mise en parallèle s'effectue, il est vrai, par l'intermédiaire d'une ligne dont la résistance varie avec la position du train. Mais il n'en est pas moins vrai que le train en récupération doit prendre sa part des variations de charge sur le réseau alimenté par les groupes avec lesquels il se trouve ainsi mis en parallèle. L'effort de freinage doit donc subir des variations continuelles. Le problème qui se pose est de maintenir ces variations dans des limites telles qu'elles ne puissent nuire à la conservation du matériel, à la régularité et à la sécurité de l'exploitation et au confort des voyageurs ».

Après quelques considérations sur les conditions particulières des lignes métropolitaines (grand nombre de trains, précision des arrêts et régularité des efforts de freinage), il conclut que tout système satisfaisant aux exigences d'un métropolitain aura de grandes chances d'être applicable partout, et que des systèmes inapplicables sur une ligne métropolitaine peuvent être employés ailleurs sans inconvénients trop graves.

2° *Choix du mode d'excitation des moteurs fonctionnant en génératrices.* — Les moteurs de traction généralement excités en série ne peuvent être employés tels quels pour la récupération. Bien qu'il ne semble pas y avoir impossibilité à construire des moteurs de traction à excitation en dérivation, le moteur série présente au point de vue de l'exploitant, entre autres caractères, celui d'une grande robustesse et ne semble donc pas devoir être d'ici longtemps remplacé par un autre genre de moteur.

C'est une des raisons pour lesquelles on s'est con-

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 26 novembre, 3, 10 et 17 décembre 1927, t. XXII, p. 860-864, 920-922, 972-981 et 1027-1040.

(1) F. Guery. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, octobre 1927, t. VII (4e série), p. 1131-1202.

tenté dans beaucoup de systèmes de récupération d'adjoindre aux moteurs normaux un dispositif (excitatrice spéciale, batterie d'accumulateurs) permettant de les transformer, en régime de récupération, en moteurs à caractéristique dérivation.

3° *Influence des variations de charge sur les moteurs à caractéristique dérivation.* — Sur les réseaux de traction, les variations de tension résultant des variations de charge sont de l'ordre de 30 à 40 pour 100 de la tension normale.

Dans ces conditions, il est bien évident qu'une génératrice à excitation en dérivation simple donnerait lieu à des variations de charge absolument inadmissibles. Par suite, il est indispensable d'adopter pour les moteurs employés à la récupération une caractéristique anticompound.

En cas de court-circuit sur la ligne, les moteurs à caractéristique dérivation, ou même anticompound, fonctionnant en génératrices, sont parcourus par un courant d'une intensité considérable. Mais il y a lieu de remarquer qu'en général cette intensité est limitée, en même temps que le couple résistant auquel elle correspond, par le patinage des roues.

Les inconvénients d'un tel court-circuit ne sont pas en général très graves, mais il n'en est pas de même sur les lignes à crémaillère où le moteur à excitation en dérivation doit être proscrit [1].

4° *Réalisations d'une caractéristique anticompound.* — Le procédé consistant à munir les moteurs de deux enroulements d'excitation est assez coûteux. On peut également réaliser la caractéristique voulue en récupération au moyen d'une excitatrice spéciale convenablement disposée. L'un des plus intéressants de ces dispositifs est celui représenté schématiquement par la figure 4 et appliqué par la Westinghouse electric Co

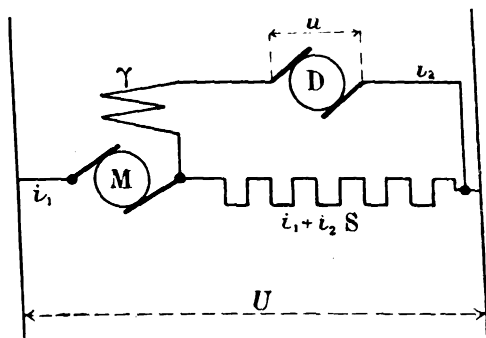


Fig. 4. — Schéma du dispositif de récupération des locomotives 10300 du Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway.

aux locomotives du Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway. Le schéma s'explique de lui-même ; une caractéristique originale du système est que les connexions des inducteurs par rapport aux induits restent les mêmes pour la marche en récupération et pour la marche en traction. L'étude de la stabilité du fonctionnement du système est développée dans une note annexée au rapport [1].

Les procédés employés pour compenser la différence de tension entre la ligne et les moteurs sont les mêmes que ceux mentionnés pour le démarrage.

5° *Systèmes à intensité constante.* — Pour les automotrices de banlieue ou de métropolitains avec commande à unités motrices multiples, le réglage automatique de l'effort moteur ou résistant s'impose.

a) Système de traction à récupération (S. T. A. R.). — Parmi les dispositifs imaginés dans ce but, l'auteur cite le système S. T. A. R. (fig. 5) qui a été l'objet en 1913

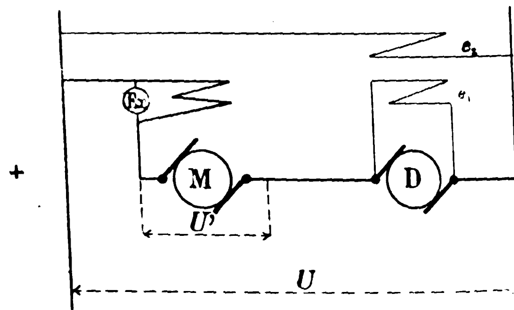


Fig. 5. — Schéma du système S. T. A. R.

de quelques essais sur le réseau de chemin de fer métropolitain de Paris, et au sujet duquel il dit :

« Il consiste, en principe, dans un dispositif spécial d'excitation de la dévoltrice D du système Ward-Leonard, ayant pour effet de rendre constante l'intensité du courant dans le circuit des moteurs.

» Le système S. T. A. R. paraît bien réaliser une distribution locale à courant constant. Toutefois il semblerait que dans une telle distribution les moteurs excités en série dussent convenir pour effectuer la récupération. Or le système S. T. A. R. exige une excitatrice spéciale Ex ou des moteurs à excitation shunt. Il y a là une anomalie apparente dont il convient de rechercher la cause. »

Ce fait conduit l'auteur à l'étude d'un des aspects les plus délicats de la récupération, celui de la stabilité électrique d'un groupe de machines, au sujet de laquelle il donne les indications suivantes :

« L'expression de la loi de l'induction électromagnétique dans un circuit est une équation différentielle linéaire du premier ordre par rapport aux courants. Quand plusieurs circuits sont intéressés simultanément aux circulations de courants envisagées, on a donc autant d'équations différentielles simultanées que de circuits. On sait que, dans ces conditions, les courants ou les différences de potentiel dans les différents circuits s'expriment en fonction du temps par une

(1) F. Guery; Etude sur la traction électrique par courant continu ; alimentation des réseaux de tramways et de métropolitains. *Revue générale de l'Electricité*, 7 et 14 février 1920, t. VII, p. 179-192 et 222-240.

(1) F. Guery; Note annexe n° 1. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, octobre 1927, t. VII (4e série), p. 1162-1165.

somme d'exponentielles. Les coefficients exponentiels se déduisent d'une relation de condition représentée par une équation d'un degré au plus égal au nombre de circuits, et dont ils sont les racines. Suivant que les coefficients exponentiels seront positifs, imaginaires ou négatifs, le régime de variation de courant correspondant aura les caractères suivants :

» Si l'un des coefficients exponentiels est positif, le courant croît indéfiniment avec le temps: c'est l'instabilité complète.

» Si deux des coefficients sont imaginaires de la forme $a + bj$, on a trois cas à considérer :

$a > o$, le courant croît indéfiniment avec le temps en effectuant des oscillations d'amplitude croissante, donc instabilité complète ;

$a = o$, régime stable, mais alternatif ;

$a < o$, le courant tend vers un régime stable et continu après une série d'oscillations, avec stabilité après oscillations.

» Lorsque tous les coefficients sont négatifs, le courant tend sans oscillation vers un régime continu ; c'est le cas de stabilité complète. »

Dans une note annexe [1], M. Guery a appliqué au système S. T. A. R. ce mode de calcul forcément approché, car il suppose, pour obtenir une forme simple des équations, que certains coefficients sont constants alors qu'ils sont en réalité variables en raison de la saturation magnétique. Le calcul montre bien que le système S. T. A. R. n'est pas stable électriquement si les moteurs sont employés avec leur excitation série pour la récupération, ce qui explique l'anomalie apparente de l'excitation en dérivation signalée précédemment. Ce système a été ultérieurement modifié pour améliorer la stabilité de la charge, qui est une des difficultés de l'emploi de moteurs à caractéristique dérivation pour la récupération.

Il y a lieu de considérer encore la stabilité de la vitesse, ou stabilité mécanique suivant la désignation de M. Guery ; il peut en effet se produire que des variations d'intensité soient amplifiées par des variations de vitesse corrélatives, ce qui peut même se traduire par des oscillations pendulaires. C'est un point sur lequel il paraît nécessaire d'attirer l'attention dans l'étude de machines à combinaisons plus ou moins compliquées d'enroulements.

b) Dispositif Boucherot. — Le principe d'un autre dispositif cité par l'auteur a été imaginé dès 1898 par M. Boucherot pour s'affranchir de la nécessité de l'excitatrice et employer le moteur à excitation série pour la récupération.

La figure 6 donne le schéma de principe de ce dispositif dans le cas de deux machines S_1 et S_2 (système à pont simple) identiques, excitées en série et utilisées dans la partie droite de la caractéristique. Le circuit d'utilisation est branché aux bornes de l'une des machines : S_2. Les deux machines sont entraînées à la même vitesse par un moteur quelconque recevant son

(1) F. Guery; Note annexe n° II. *Bulletin de la Société française des Électriciens*, octobre 1927, t. VII (4e série), p. 1165-1171.

énergie du réseau. Le branchement des inducteurs est fait de façon que, si S_1 et S_2 sont parcourues par un même courant, leurs forces électromotrices s'opposent dans le circuit AB. La présence du circuit d'utilisation limite la tension aux bornes de S_2 à une valeur égale, à la chute ohmique près, à celle de la force contre-électromotrice induite dans le circuit d'utilisation.

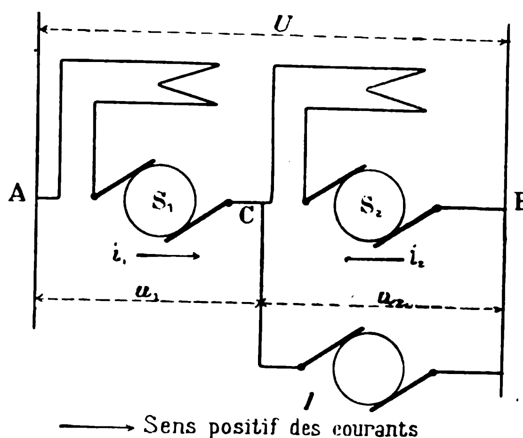


Fig. 6. — Schéma du système Boucherot à courant constant, cas du pont simple.

La figure 7 donne le schéma d'un dispositif plus complet (pont en losange) dû à MM. Boucherot et Brunswick il comporte quatre machines utilisées comme précédemment dans la partie droite de leur caractéristique,

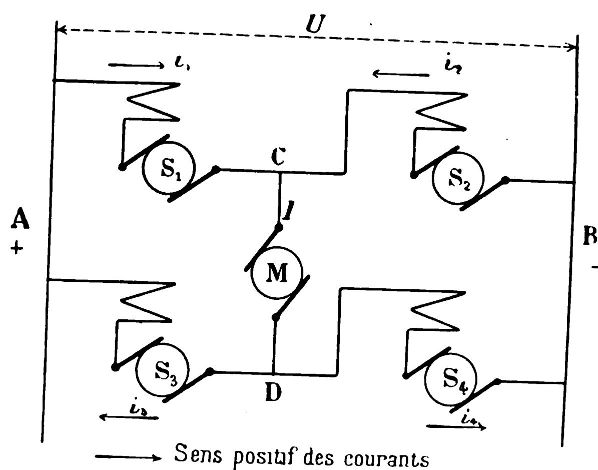


Fig. 7. — Schéma du système Boucherot-Brunswick à courant constant, cas du pont en losange.

et entraînées par un moteur branché entre A et B. Le circuit d'utilisation est branché entre C et D.

Dans une note annexe [1], M. Guery étudie le fonctionnement du dispositif précédent dans les deux cas indiqués et dans le cas du pont en losange avec excitations croisées, qui se déduit facilement de la figure 7.

(1) F. Guery; Note annexe n° III. *Bulletin de la Société française des Électriciens*, octobre 1927, t. VII (4e série), p. 1171-1188.

Il en conclut que le dispositif Boucherot semble pouvoir échapper à l'écueil d'instabilité du système S.T.A.R.

c) Dispositif Pestarini. — Ce dispositif, sur lequel il n'est donné que des renseignements succincts, consiste en un induit de dynamo à courant continu tournant dans une couronne de fer servant simplement à fermer les lignes de force du champ d'induit. Sur le collecteur de l'induit sont montées des lignes de balais à 90° ; en entraînant cette machine par un moteur à vitesse constante, on recueille un courant d'intensité constante à l'une des lignes de balais lorsqu'on applique une tension constante à l'autre. Ce système, où les difficultés de commutation semblent avoir été évitées par des dispositifs spéciaux, permet l'emploi de moteurs série pour la récupération.

d) Couplage en parallèle des moteurs en série. — Les difficultés d'amorçage et de stabilité ont été résolues par le croisement des inducteurs ou le dispositif dû à M. Guery; ce dernier consiste, les inducteurs et les induits étant mis séparément en parallèle, à intercaler dans le circuit des induits un enroulement en série formé de quelques spires seulement et ayant un effet démagnétisant quand il est parcouru par le courant de récupération. Il n'y a donc du fait du couplage en parallèle aucun inconvénient à l'emploi des moteurs à excitation en série.

e) Stabilité de charge dans les systèmes à courant constant. — Cette question a déjà été mentionnée plus haut pour le système S. T. A. R. par M. Guery; il indique ici que dans les dispositifs Boucherot et Pestarini, en cas de variation de tension, si la vitesse du moteur d'entraînement est maintenue constante, le courant dans le circuit des moteurs varie proportionnellement à la tension de distribution, ce qui semble assurer une stabilité de charge au moins aussi bonne que celle obtenue par des systèmes d'anticompoundage.

4. Particularités de fonctionnement des systèmes de récupération. — Le rapporteur aborde alors l'examen des particularités de fonctionnement à réaliser pour le cas des équipements de métropolitains et tramways.

Il est d'abord essentiel que la conduite des voitures soit simple et sûre, car il est nécessaire que le conducteur soit débarrassé le plus possible du souci de fonctionnement des appareils pour pouvoir consacrer son attention aux incidents de route imprévus; les commandes devront donc être simples et agencées pour répondre à quelques mouvements réflexes inspirés par les circonstances.

Il importe en outre de conserver à ces équipements l'autorégulation approximative obtenue avec les moteurs à excitation en série ordinaire sur réseau à tension constante par la variation du couple en sens inverse de la variation de vitesse; les dispositifs à courant constant semble donc avoir à être améliorés de façon à donner au démarrage des caractéristiques de ce genre.

5. Différences entre le freinage pour l'arrêt et le freinage en pente. — Dans le freinage pour l'arrêt, il faut que l'effort de freinage augmente quand la vitesse diminue, c'est-à-dire que la caractéristique de cet effort rapportée à la vitesse devra avoir une allure descendante en allant vers les vitesses croissantes; d'autre part la courbe de l'effort moteur dû à la pente sur laquelle se trouve le train est une parallèle à l'axe des vitesses, et coupe la précédente en un certain point correspondant à une vitesse déterminée; en deçà de cette vitesse le freinage jusqu'à l'arrêt est possible; à cette vitesse il y a équilibre instable entre l'effort moteur et l'effort de retenue; et dès qu'on passe au delà, il y a accélération. En pratique il faut que cette vitesse critique soit nettement supérieure à la plus grande vitesse réalisable sur la plus forte pente pour être assuré que l'effort de freinage sera toujours supérieur à l'effort moteur et qu'il y aura donc possibilité de freinage jusqu'à l'arrêt.

Le freinage en pente doit permettre de descendre les longues pentes à vitesse constante; la caractéristique correspondante de l'effort de freinage en fonction de la vitesse doit avoir une forme montante en allant vers les vitesses croissantes; cette caractéristique coupe l'horizontale de l'effort moteur dû à la pente en un point qui donne une vitesse stable de marche, fonction de la pente considérée; on aura possibilité de retenir le train sur la pente mais non de l'arrêter.

Les caractéristiques différentes de ces deux genres de freinage conduisent à une complication dans les équipements de tramways et métropolitains. En particulier avec les systèmes à courant constant où l'on recherche une certaine automaticité, il sera nécessaire de pouvoir obtenir trois caractéristiques différentes de démarrage, de freinage en pente, et de freinage pour l'arrêt. Il faut donc avoir un moyen de faire varier l'intensité du courant que le système maintient automatiquement constante.

6. Emploi de l'énergie récupérée. — Continuant l'examen de la question de récupération, M. Guery arrive à l'emploi de l'énergie récupérée, qui nécessite certaines précautions dans le cas où les appareils d'utilisation sur le réseau sont insuffisants pour absorber cette énergie.

Il faudra, avec une usine génératrice unique, prévoir, pour le cas où la puissance récupérée dépasse la puissance demandée, des appareils spéciaux d'absorption ou d'accumulation (résistances, groupes-tampons à volant, etc.). Actuellement les réseaux de traction sont en général alimentés par des réseaux généraux de distribution par l'intermédiaire de sous-stations comportant des appareils réversibles (commutatrices par exemple); il n'y a donc guère à craindre que l'énergie récupérée ne puisse pas être utilisée, à condition que ce renvoi d'énergie soit admis, car l'énergie récupérée produite par ces générateurs très particuliers de récupération, ne peut pas être réglée en fonction de la demande comme à l'ordinaire. Dans le cas où les appareils de transformation des sous-stations ne sont pas réversibles (redresseurs à vapeur de mercure, par

exemple) il sera également nécessaire de prévoir l'absorption ou l'accumulation de l'énergie récupérée.

7. Aspects de la question économique. — La question économique peut être envisagée de deux points de vue différents :

S'il s'agit d'une exploitation nouvelle, il peut ne pas y avoir de difficultés à adopter un système donnant de notables économies d'exploitation malgré un prix élevé de premier établissement;

S'il s'agit, dans une installation existante, du remplacement des équipements par d'autres plus économiques, le bilan de l'opération doit être établi avec beaucoup de soins. Cette seconde alternative intéresse le plus grand nombre d'ingénieurs de traction.

1° *Détermination de l'énergie consommée.* — Pour une ligne nouvelle, cette détermination pour différents systèmes est difficile et manque de bases. D'après ses calculs et la comparaison de statistiques, M. Guery estime qu'on peut trouver des différences considérables allant parfois jusqu'à des écarts du simple au double pour des conditions d'exploitation en apparence identiques.

Sur une ligne en exploitation, il n'en est pas de même; moyennant la précaution de rendre toutes les conditions de marche parfaitement comparables, et d'opérer sur des périodes de temps suffisamment longues, l'auteur du rapport a pu établir des différences de l'ordre de 5 pour 100 entre les consommations de deux systèmes différents.

2° *Calcul de l'énergie consommée en l'absence de récupération.* — M. Guery rappelle qu'il a exposé en 1919, dans une communication à la Société française des Electriciens, une méthode assez simple s'appliquant aux systèmes usuels sans récupération. Dans une note annexe [1], il reprend cette méthode, précise quelques points de son application et fait ressortir la possibilité de grandes variations d'énergie lorsque la récupération n'est pas employée.

3° *Calcul de l'énergie consommée avec l'emploi de la récupération.* — Dans ce cas, le calcul doit être conduit un peu différemment. Les pertes dans les résistances de démarrage sont remplacées par les pertes dans les appareils de régulation et les pertes dans les moteurs sont augmentées en raison du fonctionnement de ceux-ci pendant les périodes de récupération. Il faut en outre tenir compte des pertes à vide du groupe régulateur qui doit être maintenu constamment en marche dans un service de tramway ou de métropolitain. M. Guery note que la puissance du groupe de transformation dans le système Ward-Leonard, ou du dévolteur en série avec les moteurs dans le système S. T. A. R., est sensiblement le double de celle de l'ensemble des moteurs à alimenter; par contre, le diviseur de tension et les dispositifs à courant constant du genre de celui de M. Boucherot paraissent permettre de ramener la puissance du groupe régulateur au dessous de celle des moteurs alimentés.

4° *Economie réalisable.* — D'après un calcul fait pour le cas d'une ligne de chemin de fer métropolitain pour l'application d'un système où le groupe régulateur a une puissance de l'ordre de celle des moteurs, M. Guery fixe l'économie d'énergie en faveur de la récupération à 20 pour 100, et remarque accessoirement que les pertes dans le système usuel (moteurs et résistances) et celles dans le système à récupération (moteurs et régulateurs) sont dans le rapport de 29 à 48.

Au sujet de l'établissement du bilan économique, il dit :

« Lorsqu'on fait le bilan économique du remplacement du système usuel par un système à récupération, il faut mettre en face du gain d'énergie réalisé l'amortissement du matériel de remplacement; soit :

» D, la dépense supplémentaire à faire pour transformer l'équipement d'un train en vue de la récupération;

» α, le taux d'intérêt et d'amortissement;

» η, la fraction de l'énergie économisée;

» M, la masse du train;

» χ, la consommation spécifique en watts-heures par tonne kilométrique;

» K, le nombre annuel de kilomètres parcourus;

» π, le prix du kilowatt-heure.

» En supposant les dépenses d'entretien égales dans les deux cas, la transformation sera avantageuse à la condition que

$$\alpha D \leq \frac{\eta \chi \pi M K}{1\,000};$$

α dépend de la durée, admise pour l'équipement. Cette durée peut être assez longue. Il n'est en tous cas pas exagéré d'admettre une quinzaine d'années. Au taux actuel d'intérêt, on peut donc prendre pour α une valeur inférieure à 0,12. En admettant pour η une valeur de l'ordre de 20 pour 100 à 30 pour 100 et en prenant pour les autres coefficients des valeurs normales pour des chemins de fer métropolitains, on déduit, de l'inégalité ci-dessus, que la dépense d'installation doit être inférieure à quatre ou cinq fois le nombre de kilomètres annuels parcourus par une rame. Cette dernière valeur étant de l'ordre de 60 000, on voit que la dépense de transformation ne doit pas dépasser, pour un train, 240 000 à 300 000 fr. Cette valeur est la limite pour laquelle l'opération ne laisse aucun bénéfice. Pour qu'elle soit vraiment avantageuse et séduisante, il faut arriver à réduire la dépense de moitié environ. On sera donc à peu près certain d'obtenir un résultat financier intéressant, si la dépense de transformation d'un train ne dépasse pas 150 000 fr. Il est difficile à l'heure actuelle d'évaluer cette dépense. »

8. Conditions a remplir en exploitation par un système nouveau. — Il faut que ce système puisse donner satisfaction aux divers services d'exploitation intéressés.

Le service financier exigera que l'opération du rem-

[1] F. Guery; Note annexe n° IV. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, octobre 1927, t. VII (4e série), p. 1188-1202.

placement d'un équipement couvre ses frais dans un nombre d'années raisonnable, en réalisant finalement une économie par rapport à l'équipement remplacé ; la difficulté est de faire accepter la première mise de fonds assez importante en elle-même.

Le service de gestion ayant pour rôle de réaliser une exploitation aussi économique que possible semble ne devoir créer aucune difficulté.

Le service du mouvement, qui a la charge de l'éducation du personnel de conduite et la responsabilité de la sécurité et de la marche des trains, redoute en général, pour des raisons faciles à imaginer, toute modification dans les manœuvres de mise en marche, de réglage de la vitesse et d'arrêt.

Le service de l'entretien demandera à un système nouveau de ne pas exiger plus d'entretien et de ne pas provoquer plus d'incidents que le système remplacé ; la difficulté correspondante semble résider dans la réalisation de groupes régulateurs résistants mécaniquement et thermiquement sans atteindre des poids prohibitifs.

Enfin le service du contrôle paraît devoir accueillir favorablement les systèmes à récupération, à condition qu'ils fonctionnent régulièrement et sans à-coups, car il doublent les freins normaux.

9. Conclusion. — M. Guery termine ainsi cet intéressant exposé :

« Telles sont, je crois, les différentes exigences auxquelles devront faire face les systèmes de récupération. Aucune d'elles ne correspond à une difficulté technique insurmontable, mais il est indispensable qu'elles soient toutes satisfaites si l'on veut aboutir sur le point essentiel qui est la question financière. Nous ne sommes pas encore fixés sur l'avantage purement financier de l'emploi de la récupération. Celui-ci dépend du prix de vente d'équipements qui ne sont pas encore normalement sur le marché. Mais l'avantage économique, si l'on se place au point de vue des intérêts généraux, est évident et considérable. Or, il n'y a aucun doute que ce point de vue doive finalement triompher. »

B. Discussion. — Sur la proposition de M. Gratzmüller, président de séance, la discussion de ce rapport a été groupée avec celle du rapport suivant de M. della Riccia, à laquelle nos lecteurs voudront bien se reporter.

VII. Système de traction A. D. R. à courant continu, à démarrage sans résistances et à récupération d'énergie. — A. Rapport de M. Della Riccia (1). — 1. Principes du système A. della Riccia (A. D. R.). — Le système est basé sur des principes que l'auteur expose comme il suit :

« *a*) La subdivision des moteurs à contrôler en deux groupes M et N équivalents, ou bien, ce qui revient au même, l'emploi de moteurs à deux collecteurs et à deux enroulements induits égaux mais distincts.

» *b*) L'application, pour le démarrage, d'une tension progressivement croissante à chacun des deux groupes de moteurs ou de collecteurs, tension qui doit dépasser, à chaque instant, la force contre-électromotrice des moteurs à leur vitesse actuelle, de la quantité nécessaire à entretenir le courant de démarrage préétabli.

» *c*) L'application, pour le freinage, d'une tension progressivement décroissante à chacun des deux groupes de moteurs ou de collecteurs, tension qui doit être, à chaque instant, inférieure à la force électromotrice engendrée dans les enroulements induits à leur vitesse actuelle, de la quantité nécessaire à entretenir le courant de freinage préétabli ; en même temps que l'application d'une tension indépendante aux enroulements inducteurs, si cette application est nécessaire, pour engendrer ladite force électromotrice dans les meilleures conditions de stabilité, comme dans le cas d'emploi de moteurs normalement excités en série.

» *d*) L'obtention de deux tensions simultanément croissantes ou décroissantes au moyen d'un autotransformateur à courant continu, qui subdivise en trois parties arbitrairement variables e_1, $2e_2$, e_3, la tension l' du réseau d'alimentation ;

» Les deux tensions croissantes étant e_1 et e_3 dans une première phase du démarrage, et $e_1 + 2e_2$ et $2e_2 + e_3$ dans une deuxième phase de démarrage ;

» Les deux tensions décroissantes étant $e_1 + 2e_2$ et $2e_2 + e_3$ dans une première phase du freinage, et e_1 et e_3 dans une deuxième phase du freinage.

» *e*) L'obtention de la tension indépendante éventuellement nécessaire pour faire fonctionner les moteurs comme générateurs dans les meilleures conditions de stabilité, au moyen d'une excitatrice auxiliaire entraînée par ledit autotransformateur fonctionnant partiellement comme moteur. »

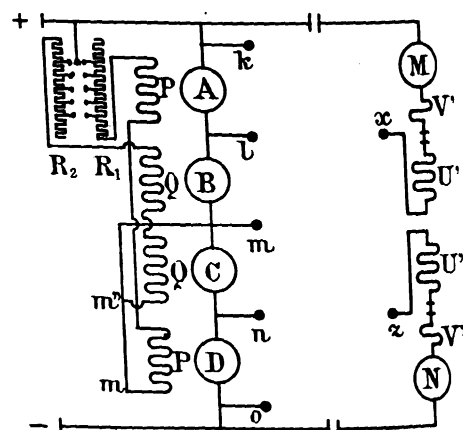


Fig. 8. — Schéma de principe du système A. D. R., marche en traction.

2. Autotransformateur ou subdiviseur symétrique de tension A. D. R. — Sous l'une ou l'autre des dénomi-

(1) della Riccia. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, septembre 1927, t. VII (4e série), p. 1089-1128.

nations l'auteur désigne l'appareil caractéristique du système A. D. R. qui sert à obtenir les diverses valeurs de tension aux bornes des deux groupes de moteurs M et N (voir fig. 8 et 9).

Après avoir indiqué quelques formes de réalisation, M. della Riccia retient pour son exposé la seule forme d'un groupe de deux machines avec deux armatures calées sur le même arbre; chaque armature possède deux enroulements induits identiques et indépendants A, B, C et D (fig. 8 et 9), ayant chacun leur collecteur; l'ensemble comporte deux circuits inducteurs P et Q avec pôles de type ordinaire. En bout d'arbre de ce groupe de machines se trouve une excitatrice E avec son circuit inducteur S (fig. 9).

Les quatre enroulements induits A, B, C et D sont branchés en série dans cet ordre à partir du pôle

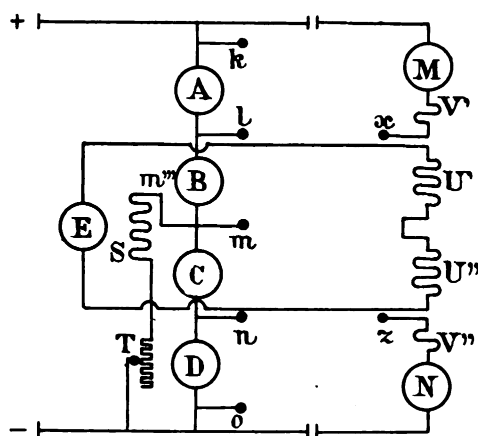


Fig. 9. — Schéma de principe du système A. D. R., marche en récupération.

positif du réseau en allant vers le pôle négatif et les cinq bornes k, l, m, n, o, sont sorties. Le système est dit symétrique parce que les enroulements extrêmes A et D portés par la même armature sont identiques par construction et que les enroulements intermédiaires B et C, portés par la seconde armature, sont également égaux entre eux; l'ensemble est bien symétrique par rapport aux deux pôles du réseau ou par rapport à la borne milieu m. La tension entre k et m ou entre o et m est toujours égale à la moitié de la tension V du réseau.

La vitesse du groupe, à tension constante du réseau, est maintenue constante par l'artifice qui consiste à régler les excitations des inducteurs P et Q de façon que la somme des flux magnétiques des deux circuits reste constante.

Chaque circuit magnétique devant être prévu pour le flux maximum (cas du flux nul dans l'autre circuit), il en résulte que le subdiviseur de tension peut être considéré comme une machine à excitation en dérivation fonctionnant toujours assez loin de la saturation magnétique.

3. Connexions entre le subdiviseur de tension et les deux groupes de moteurs. — Pour la simplicité de son exposé, l'auteur admet que les groupes de moteurs M et N sont composés chacun d'un même nombre de moteurs à excitation série groupés en parallèle entre eux.

1° *Démarrage*. — La figure 8 donne la disposition schématique de l'ensemble subdiviseur de tension et groupes de moteurs. L'extrémité x du groupe M est connectée successivement aux bornes k, l, m, n, o, tandis que simultanément l'extrémité z du groupe N est reliée aux bornes o, n, m, l, k, de façon à réaliser d'abord les liaisons xk et zo, puis xl et zn, etc.

En outre, pour chaque groupe de deux liaisons telles que xl et zn réalisées simultanément, on a la possibilité de faire varier la tension appliquée aux moteurs par réglage des excitations des inducteurs P et Q variant en sens inverse l'une de l'autre; ce réglage, dans ce qui suit, est supposé réalisé par fractions égales à $1/12\ V$ entre o et la pleine tension V du réseau; il en résulte que la tension à obtenir aux bornes de chacun des enroulements induits A, B, C et D, devra varier de $1/12\ V$ à $5/12\ V$, de sorte que les collecteurs correspondants n'auront jamais à supporter qu'une tension inférieure à la moitié de la pleine tension du réseau.

2° *Freinage*. — La figure 9 donne la disposition schématique de l'ensemble pendant la marche en freinage; les enroulements des moteurs sont divisés en deux parties inégales, l'une plus importante U′ (ou U″) alimentée par l'excitatrice E; l'autre, moins importante V′ (ou V″), reste constamment en série avec les induits des moteurs et joue le rôle d'un enroulement anticompound. Les extrémités x et z de ces enroulements V′ et V″ sont reliées successivement aux bornes k, l, m, n et o, de façon analogue à ce qu'on réalise dans le cas du démarrage.

4. Fonctionnement du système. — Dans chacun des cas du démarrage et du freinage, l'auteur distingue deux phases :

1° *Démarrage, première phase* (voir fig. 8).

a) Connexions xk et zo. Position I. — Les groupes M et N n'ont aucune tension à leurs bornes; tout le système est inactif.

b) Connexions xl et zn. Position II. — Les parties A et D fonctionnent en génératrices avec des tensions variables par réglage de l'excitation de $1/12\ V$ à $5/12\ V$ et des courants décroissants de $5/6\ i$ à $1/6\ i$, l'intensité du courant dans les groupes de moteurs M et N étant i.

Les parties B et C fonctionnent en moteurs avec des tensions décroissant de $5/12\ V$ à $1/12\ V$, et des courants croissant de $1/6\ i$ à $5/6\ i$.

Les tensions aux bornes des groupes de moteurs M et N varient de $1/12\ V$ à $5/12\ V$ et le réseau fournit un courant croissant de $1/6\ i$ à $5/6\ i$.

c) Connexions xm et zm. Position III. — Les deux groupes de moteurs en série sont chacun sous la tension $1/2\ V$; le groupe subdiviseur est inactif ; le réseau fournit la totalité du courant i.

2° *Démarrage, seconde phase* (voir fig. 8).

a) Connexions xn et zl. Position IV. — Les parties B et C fonctionnent en génératrices avec des tensions à leurs bornes progressivement croissantes par variation de l'excitation de $1/12\ V$ à $5/12\ V$ et des courants décroissants de $5/6\ i$ à $1/6\ i$.

Les parties A et D, chacune sous des tensions décroissantes de $5/12\ V$ à $1/12\ V$ fonctionnent en moteurs en absorbant des courants croissants de $1/6\ i$ à $5/6\ i$.

Les tensions aux bornes des groupes de moteurs M et N varient de $7/12\ V$ à $11/12\ V$; le réseau fournit un courant croissant de $7/6\ i$ à $11/12\ i$.

b) Connexions xo et zk. Position V. — Les deux groupes de moteurs M et N sont en parallèle sous la tension totale V du réseau ; le groupe subdiviseur est inactif ; le réseau fournit la totalité du courant $2i$.

3° *Freinage, première phase* (voir fig. 9).

a) Connexions xo et zk. Position VI. — Les groupes M et N branchés en parallèle et excités par l'excitatrice E fonctionnent en génératrices, chacun sous la tension totale V du réseau et débitent un courant $2i$ absorbé par le réseau ; le subdiviseur est inactif.

b) Connexions xn et zl. Position VII. — Les parties A et D fonctionnent en génératrices, chacune avec des tensions progressivement croissantes de $1/12\ V$ à $5/12\ V$, par réglage de leur excitation, et débitent des courants décroissants de $5/6\ i$ à $1/6\ i$. Les parties B et C fonctionnent en moteurs sous des tensions complémentaires de $5/12\ V$ à $1/12\ V$.

Les tensions aux bornes des groupes M et N décroissent de $11/12\ V$ à $7/12\ V$ et le courant fourni au réseau décroît de $11/6\ i$ à $7/6\ i$.

c) Connexions xm et zm. Position VIII. — Les groupes de moteurs M et N sont branchés chacun sur la tension $1/2\ V$ et fournissent un courant i au réseau ; le subdiviseur est inactif.

4° *Freinage, seconde phase* (voir fig. 9).

a) Connexions xl et zn. Position IX. — Les parties A et D fonctionnent en moteurs sous des tensions variables de $5/12\ V$ à $1/12\ V$, par réglage de leur excitation ; les parties B et C fonctionnent en génératrices à des tensions croissantes de $1/12\ V$ à $5/12\ V$.

Les tensions aux bornes des groupes M et N décroissent de $5/12\ V$ à $1/12\ V$ et le courant fourni au réseau décroît de $5/6\ i$ à $1/6\ i$.

b) Connexions xk et zo. Position X. — Les groupes de moteurs M et N sont court-circuités et freinent sans renvoi d'énergie au réseau.

5° *Passage d'une position à l'autre.* — Le passage d'une connexion de x par exemple avec une borne du subdiviseur à la connexion avec la borne suivante se fait lorsque la tension aux bornes de l'enroulement du subdiviseur compris entre ces deux bornes est minimum, en court-circuitant momentanément cet enroulement. Cette tension, sans autres précautions spéciales est de $1/12\ V$ d'après ce qui précède ; on peut encore chercher à la réduire en agissant sur les excitations conjuguées des inducteurs P et Q. De toutes façons, elle sera au plus égale à la valeur ci-dessus.

Le passage peut être très rapide, et la pratique a montré à M. della Riccia qu'il est superflu de chercher à atténuer les effets de ce court-circuit par des résistances additionnelles extérieures de limitation du courant de court-circuit.

5. Dimensions du subdiviseur. — De l'exposé du fonctionnement, il résulte que le subdiviseur ne joue un rôle actif que pour les positions II et IV (démarrage) et les positions VII et IX (freinage). Le reste du temps, il est en régime de marche à vide.

Pendant ces quatre périodes de marche en charge, chaque enroulement induit du subdiviseur fournit ou reçoit une puissance électrique allant de

$$\frac{V}{12} \times \frac{5i}{6} = \frac{5}{72}\ Vi$$

à

$$\frac{3V}{12} \times \frac{3i}{6} = \frac{9}{72}\ Vi.$$

Ceci ressort également des diagrammes de la figure 10.

En admettant que la durée des cinq périodes partielles qui constituent une période complète de démar

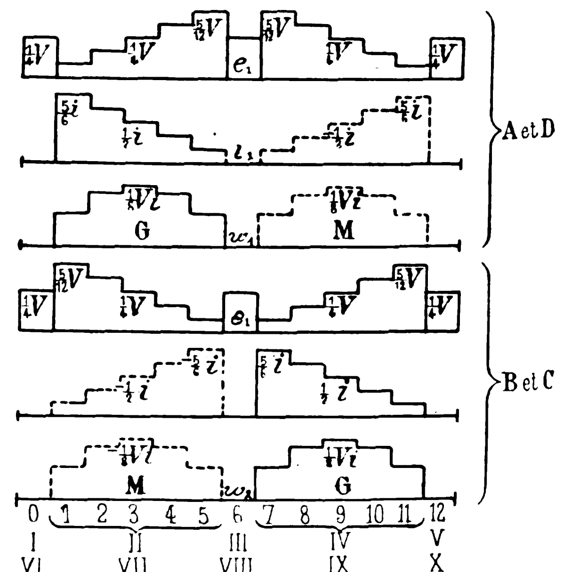


Fig. 10. — Diagramme des tensions, des courants et des puissances aux bornes des induits A, B, C et D d'un subdiviseur A. D. R. pour les différents couplages de l'équipement.

rage ou de freinage soient égales, la puissance moyenne pendant cette période complète ressort à $7/72\ Vi$, avec une intensité de courant moyenne de $3/6\ i$.

La puissance maximum transformée par le subdiviseur est donc de

$$2 \times \frac{9}{72}\ Vi = \frac{18}{72}\ Vi.$$

Toutefois, chacun des enroulements devant être

prévu pour donner un courant de 5/6 i sous une tension de 5/12 V, le groupe sera dimensionné comme s'il était appelé à fournir en régime intermittent une puissance maximum de

$$4 \times \frac{5}{12} V \times \frac{5}{6} i = \frac{100}{72} Vi$$

alors que la puissance totale des moteurs est de 2 Vi.

Le fonctionnement des parties A, B, C et D tantôt en génératrices, tantôt en moteur conduit à prévoir des pôles de commutation et des enroulements de compensation.

La faible utilisation du subdiviseur, jointe à la possibilité d'adopter une vitesse élevée et de prévoir une ventilation efficace, permet cependant de donner des dimensions assez réduites à ce subdiviseur.

A titre d'exemple M. Della Riccia donne les indications suivantes :

Subdiviseur pour équipement à 2 moteurs, chacun d'une puissance unihoraire de 150 ch ; puissance, 2 × 50 kw ; puissance de l'excitatrice, 20 kw ; vitesse, 1600 t : mn ; poids, 1200 kg environ.

Subdiviseur pour équipement à 4 moteurs, chacun d'une puissance unihoraire de 140 ch : puissance, 2 × 85 kw ; puissance de l'excitatrice, 30 kw ; vitesse, 1800 t : mn ; poids, 1600 kg environ.

Le poids du subdiviseur de tension est de l'ordre de 25 pour 100 de celui de l'ensemble des moteurs à contrôler.

Ceci n'est valable que pour le cas de freinage par récupération pour l'arrêt ; le subdiviseur serait plus important s'il s'agissait de freinage de retenue sur de longues pentes.

6. Variations de vitesse du subdiviseur. — Ces variations de vitesse, d'après un calcul que nous ne reproduisons pas, ne deviennent importantes que si la résistance ohmique de l'un quelconque des quatre enroulements induits est élevée, ce qu'on est d'ailleurs conduit à éviter pour ne pas amoindrir le rendement du subdiviseur.

On peut d'ailleurs corriger ces variations de vitesse soit par un compoundage, soit par un léger décalage des balais en arrière de la position neutre.

Des variations de vitesse peuvent également se produire lors des court-circuits d'enroulements induits au passage d'une position à une autre ; elles sont d'ailleurs d'autant plus réduites que la manœuvre est plus rapide. Leur influence sur la tension de l'excitatrice E peut être importante si celle-ci est elle-même excitée en dérivation ; pour y remédier, on peut prévoir une excitation indépendante à la tension V du réseau ou à la tension 1/2 V prise entre les bornes m et o (voir fig. 9). D'ailleurs ces variations n'ont pas une grande influence sur l'excitation des moteurs de traction qui se trouvent assez près de la saturation magnétique.

7. Dispositifs complémentaires. — M. della Riccia cite sous cette rubrique la division en deux parties des inducteurs des moteurs de traction, déjà mentionnée plus haut au chapitre 3 au sujet du freinage ; ce dispositif a pour but de donner au moteur une marche plus stable lors du fonctionnement en génératrice.

L'examen des phases du freinage a montré qu'on pouvait aller jusqu'au court-circuitage des moteurs. On peut aussi, en conservant les connexions xl et zu (position IX) augmenter l'excitation agissant sur les deux induits B et C du subdiviseur et inverser l'excitation agissant sur les deux induits A et D, ce qui réalise un freinage énergique de secours qui peut aller jusqu'au démarrage du train en sens inverse ; ce freinage n'est plus régénérateur d'énergie.

En cas de coupure du courant pendant la marche, si le cylindre du contrôleur n'est pas ramené au point mort (position I) lorsque le courant est rétabli, il peut se produire, si l'on est sur une position de démarrage ou de marche en traction, un à-coup de courant important ; si l'on se trouve sur une position de freinage, les inconvénients peuvent être plus graves suivant les valeurs relatives, au moment du rétablissement du courant, de la tension du réseau et de la tension aux bornes des moteurs fonctionnant en génératrices à excitation indépendante ; cette dernière tension dépend de la vitesse actuelle du train et de la valeur de l'excitation indépendante ; de même il y a lieu de considérer les valeurs relatives de la tension opposée par le subdiviseur à la tension aux bornes des moteurs. Le remède consiste en l'emploi de relais empêchant l'établissement des connexions entre moteurs et réseau ou subdiviseur tant que les différences des tensions dans les deux cas envisagés sont supérieures à une valeur convenablement choisie ou d'un sens défavorable. C'est le procédé employé dans les équipements A. D. R. essayés à Hambourg en 1924 et 1926. L'auteur mentionne encore, sans donner de détails sur sa nature, un autre procédé plus efficace imaginé depuis cette époque, et ayant en outre comme caractéristique d'augmenter la rapidité avec laquelle l'équipement répond à la commande.

8. Charges, rendements, pertes. — Considérant la marche d'un train entre deux stations, M. Della Riccia, désignant par v la tension aux bornes des groupes de moteurs de traction et par V la tension du réseau, définit comme il suit les différentes périodes de fonctionnement, conformément aux graphiques de la figure 11 :

« Dans le cas d'équipements à récupération à subdiviseur de tension, les périodes en question peuvent s'élever à sept :

» 1° *Période de démarrage sous une tension inférieure à celle du réseau*, procurée aux moteurs par le subdiviseur de tension ($v < V$).

» 2° *Période de démarrage sous la pleine tension* du réseau, les moteurs étant plus ou moins excités, sans intervention du subdiviseur qui marche à vide ($v = V$).

» 3° *Période de marche sous courant*, constant ou variable selon les déclivités et les courbes de la voie. Subdiviseur inactif ($v = V$).

» 4° *Période de marche sans courant ou en dérive.* Subdiviseur inactif ($v = 0$).

» 5° *Période de freinage sous la pleine tension du réseau*, les moteurs fonctionnant comme générateurs étant moins ou plus excités. Le subdiviseur fonctionnant seulement comme moteur actionne l'excitatrice qui alimente certains champs des moteurs de traction ($v = V$).

» 6° *Période de freinage sous une tension inférieure à celle du réseau*, procurée aux moteurs par le subdiviseur de tension ($v < V$).

» 7° *Période d'arrêt.* Subdiviseur inactif ($v = 0$).

» Dans le cas des équipements à freinage électrique en général et à récupération en particulier, les moteurs

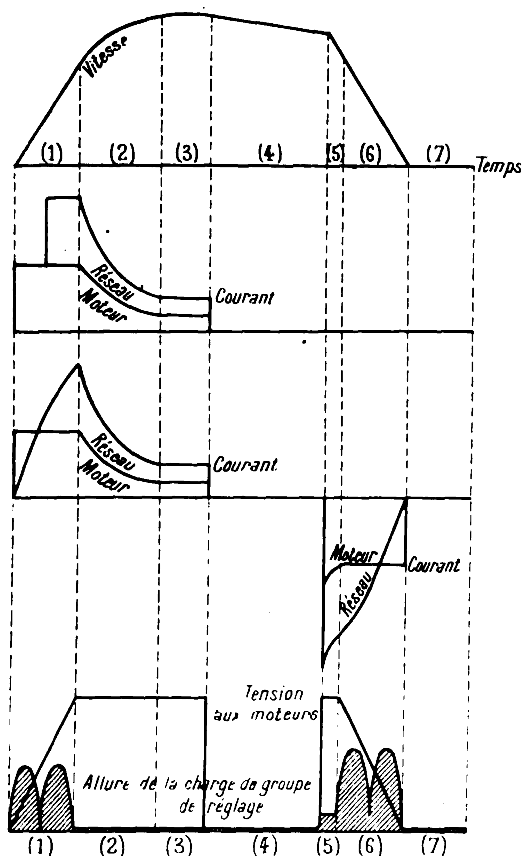


Fig. 11. — Diagrammes concernant le parcours entre deux stations dans le cas d'un équipement A. D. R. à subdiviseur de tension.

devant travailler non seulement comme tels, mais encore comme générateurs, sont plus longtemps en charge et doivent présenter une capacité plus élevée. En général, le supplément de capacité doit être de 26 à 42 pour 100, selon les circonstances.

» L'économie d'énergie que l'on peut obtenir moyennant l'emploi des équipements à subdiviseur de tension résulte (voir fig. 11) :

» De l'économie d'énergie réalisée pendant la première période de démarrage (1), du fait de la substitution du subdiviseur aux résistances de démarrage ordinaires ;

» De la récupération de l'énergie réalisée pendant les deux périodes de freinage (5) et (6), rendue possible d'abord par l'intervention de l'excitatrice seule, et ensuite par l'intervention de celle-ci et du subdiviseur comme tel ;

» Sous déduction des pertes dans le groupe subdiviseur-excitatrice marchant à vide pendant quatre périodes (2, 3, 4, 7) et à faible charge pendant une cinquième période (5).

» Envisageons particulièrement les chemins de fer métropolitains et supposons que le rendement optimum des moteurs, fonctionnant comme tels, puisse osciller, selon leur puissance et leur nature entre les deux limites de 0,85 et 0,90. Dans ces conditions, le rendement moyen du système moteurs-groupe doit également osciller entre deux limites à chaque période de fonctionnement.

» Ainsi, au cours de la première période de démarrage (1), le rendement moyen du système moteur-subdiviseur pourra osciller entre 0,78 et 0,84. (Dans le cas des équipements rhéostatiques, au cours de la même période, le rendement moyen du système moteurs-résistances oscille ordinairement entre 0,60 et 0,67.)

» Au cours de la première période de freinage (5), le rendement moyen du système moteurs-excitatrice pourra osciller entre des limites analogues, 0,78 et 0,84 ; il dépend des étapes d'affaiblissement des champs des moteurs à employer d'après la vitesse maximum à laquelle commence le freinage sous la pleine tension du réseau.

» Au cours de la deuxième période de freinage (6), le rendement moyen du système moteurs-excitatrice-subdiviseur pourra osciller entre 0,70 et 0,74, si cette période de freinage commence à une vitesse assez élevée pour avoir à utiliser les échelons de tension les plus élevés que peut fournir le subdiviseur, mais il diminuera de manière à osciller entre 0,50 et 0,53 seulement, si cette période de démarrage commence à une vitesse plus réduite ne permettant d'utiliser que les derniers échelons de tension fournis par le subdiviseur.

» Quant à la marche à vide du subdiviseur, revenant aux deux exemples envisagés précédemment, elle absorbe 2 250 w s'il s'agit d'une motrice de 30 à 36 tonnes, 3 000 w s'il s'agit d'une fraction de train de 70 à 75 tonnes ; la perte d'énergie occasionnée par cette marche à vide est donc de 75 à 40 w par tonne déplacée, soit de 0,02 à 0,01 watt-heure environ par tonne et par seconde. »

9. Essais et résultats des essais. — Des essais du système A. D. R. ont été effectués en 1924 et en 1926 sur les lignes du chemin de fer métropolitain de Hambourg, à la tension de service de 750 v à 800 v ; les deux équipements utilisés étaient destinés au « Subway » de Buenos-Ayres et construits pour la tension de 1 000 v à 1 100 v. M. della Riccia note d'abord que, dans ces

essais à une tension inférieure à la normale, les intensités de courant relevées étaient de 53 pour 100 supérieures à ce qu'elles auraient été à la tension normale de 1 000 v, et que les pertes ohmiques étaient de même 177 pour 100 de leur valeur normale.

Les essais de 1924 ont porté sur des équipements avec contrôle non automatique, la vitesse de passage d'une position à l'autre dépendant uniquement de la volonté du mécanicien ; ces équipements furent montés sur deux automotrices à la place de deux équipements ordinaires, ce qui porta le poids de chaque voiture à 26,8 t au lieu de 25,8 t. Les parcours d'essai étaient de 400 m, 575 m, 900 m et 1 000 m, et furent répétés un assez grand nombre de fois dans les deux sens pour éliminer l'effet des déclivités et du vent.

En 1926, les équipements essayés avaient été modifiés pour assurer le contrôle automatique au moyen de deux relais à minimum de courant, avec possibilité pour le mécanicien de fixer à l'avance le stationnement sur certaines positions déterminées. Les divers appareils de l'équipement A. D. R. furent installés dans les automotrices sans supprimer les équipements ordinaires, de façon à réaliser les essais comparatifs avec les mêmes voitures, dont le poids atteignait 29 t à 30 t. Les parcours d'essai étaient de 400 m, 600 m, 800 m et 1 000 m.

Le rapport de M. della Riccia donne le détail des résultats de consommation pour des équipements à contrôle rhéostatique ordinaire et pour les équipements A. D. R. sur les différents parcours et pour des durées égales. Des chiffres indiqués, on conclut à une économie moyenne de l'ordre de 33 pour 100 en faveur du système A. D. R., aussi bien pour les essais de 1924 que pour ceux de 1926.

Outre ces résultats, les essais ont permis de préciser les points suivants :

a) Le passage d'une position à l'autre peut être réalisé par court-circuit d'une partie des enroulements A, B, C et D du subdiviseur et des moteurs M et N sans qu'il soit besoin de résistances additionnelles.

b) Pour une tension de 1 000 v du réseau, il est inutile de prévoir plus de 12 échelons de tension ; pour 600 v, 8 échelons suffisent.

c) Les moteurs de traction fonctionnent au freinage en génératrices, sans retard ni étincelles sensibles au collecteur, même aux vitesses les plus élevées du début du freinage, lorsqu'ils sont prévus avec enroulements inducteurs fractionnés pour réaliser l'anticompoundage.

d) Les variations de tension du réseau, l'interruption par endroits du conducteur d'amenée du courant n'occasionnèrent aucun trouble. Le dispositif de sécurité pour le cas de manque total et prolongé de tension pendant un freinage fonctionna régulièrement.

e) Plusieurs parties de l'équipement, largement calculées, purent être, par la suite, réduites et simplifiées, ce qui réalise un avantage sensible au point de vue de l'encombrement, du poids et du prix de revient.

10. Remarques diverses. — L'auteur indique ensuite que la consommation supplémentaire due au poids de l'équipement A. D. R., supérieur de 5 à 6 pour 100 à celui d'un équipement rhéostatique ordinaire, est compensée par la réduction de la chute de tension en ligne, grâce aux nombreux points d'alimentation auxiliaires constitués par les automotrices fonctionnant en récupération.

D'autre part dans les cas où les motrices sont déjà pourvues d'un système de freinage électrique, les moteurs sont par avance dimensionnés assez largement pour que la transformation des équipements pour adopter le système A. D. R. se réduise à l'addition du subdiviseur de tension.

Ce dernier système donne en outre la possibilité d'augmenter la vitesse moyenne de marche et, par conséquent, la vitesse commerciale des trains. D'après des essais, dont il cite les résultats à titre d'indication, M. della Riccia conclut que l'économie d'énergie croît avec la vitesse commerciale, en même temps que la puissance nécessaire aux moteurs de traction : à égalité de vitesse commerciale, il évalue, dans le cas d'interstations courtes, l'économie d'énergie entre 42,5 et 25 pour 100, avec une augmentation correspondante de la puissance de 42 à 26 pour 100 ; à égalité de consommation de courant, l'augmentation possible de la vitesse commerciale serait de 12 à 17 pour 100, avec un supplément de puissance de 58 à 68 pour 100. Ces avantages diminueraient quand la distance entre stations augmente.

En pratique, on adoptera généralement une solution intermédiaire consistant à réaliser une partie de l'économie d'énergie possible à égalité de vitesse et une partie de l'augmentation de vitesse possible à égalité de consommation d'énergie.

11. Consommation et récupération d'énergie. — Un parcours donné L étant effectué en un temps T, la consommation d'énergie, dans le cas de contrôle rhéostatique varie en sens inverse de l'accélération moyenne adoptée pour le démarrage et le freinage.

Il en est de même dans le cas du contrôle par le système à récupération A. D. R., mais les variations de cette consommation sont beaucoup plus faibles.

Pour un parcours de 420 m effectué en 60 s, par exemple, avec une variation des accélérations dans le rapport de 100 à 150, la consommation totale diminue dans le rapport de 100 à 80 pour le premier cas, et de 100 à 95 pour le deuxième.

Avec des valeurs constantes des accélérations, si l'on fait par contre varier la durée T du parcours L, la consommation varie dans le même sens que la quantité $A = \frac{L}{T^2}$, avec des variations de consommation plus sensibles dans les deux cas. Considérant un parcours de 420 m, effectué dans des temps variables de 65 s à 57 s, de manière que la valeur de A varie approximativement dans le rapport de 100 à 130, M. della Riccia indique que la consommation augmente à peu près dans

le rapport de 100 à 133 dans le cas de la traction ordinaire, et de 100 à 107 dans le cas de la traction avec récupération.

L'auteur mentionne ensuite que ces remarques sont générales et que, moyennant deux hypothèses, la première étant que les efforts de traction sont pratiquement indépendants de la vitesse, et la seconde, que les pertes intérieures des moteurs et des appareils accessoires servant au réglage, tant au démarrage qu'au freinage, sont proportionnelles aux puissances de ces moteurs ou à la capacité de ces appareils accessoires, on peut établir la règle approximative suivante :

Les quantités d'énergie unitaires (watts-heures par tonne et par kilomètre) à dépenser, que l'on utilise un système simplement moteur en service uniquement pendant le démarrage et la marche normale du train, ou bien que l'on utilise un système moteur et récupérateur donnant lieu à régénération de l'énergie électrique pendant les périodes de freinage, sont les mêmes pour tous les diagrammes vitesses-temps géométriquement semblables.

Il y a lieu de remarquer qu'à de tels diagrammes vitesses-temps, correspond nécessairement une même valeur de A.

L'auteur donne à ces développements les conclusions générales qui suivent :

« 1° La variation de la grandeur $A = \frac{L}{T^2}$ influe sur la consommation beaucoup plus qu'une variation de même importance de l'accélération moyenne au démarrage ou du ralentissement moyen au freinage ; cette grandeur théorique A qui possède les mêmes dimensions qu'une accélération, mérite donc d'être prise en considération d'une manière toute spéciale ;

» 2° A égalité de variation, soit de l'accélération et du ralentissement moyens, soit de cette grandeur caractéristique A, la consommation d'énergie varie beaucoup moins dans le cas de la traction à récupération que dans le cas de la traction ordinaire. »

La récupération est donc, d'une manière générale un régulateur de la consommation d'énergie.

Passant alors au cas des tramways, M. della Riccia s'exprime ainsi :

« Certes, les deux circonstances, que le coefficient de traction prend des valeurs plus élevées sur rails à gorge que sur rails à champignon, et que la vitesse au commencement du freinage (au carré de laquelle est proportionnelle la quantité d'énergie utilisable pour la récupération) atteint des valeurs moins élevées dans les tramways que dans les chemins de fer, agissent dans un sens défavorable à l'application de la récupération ; mais par contre les deux circonstances, que les intervalles entre arrêts successifs sont plus réduits sur les lignes de tramways que sur les lignes de chemin de fer urbaines (généralement de 250 à 350 m, au lieu de 400 à 600 m), et que fréquentes sont les occasions de freinage partiel entre deux arrêts effectifs, agissent dans un sens favorable à l'application de la récupération. Aussi peut-on compter sur une économie d'énergie de 25 à 30 pour 100 sur les tramways parcourant les villes plates. Sur les tramways parcourant des villes accidentées, l'économie d'énergie peut dépasser ces proportions. »

Puis, dans le cas des portions de lignes à fortes déclivités parcourues sans arrêt, il donne les renseignements suivants :

« Si l'on considère une montée et une descente sous des vitesses de régime appropriées, et si on néglige les économies possibles au démarrage et au freinage final, on trouve comme réalisables les résultats suivants :

» Sur chemin de fer (effort de traction, par tonne, 5 kg) — déclivités de 15, 30, 45 pour 1 000 — économies correspondantes 26, 39, 44 pour 100.

» Sur tramway (effort de traction, par tonne, 9 kg) déclivités — de 30, 55, 80 pour 1 000 — économies correspondantes 22, 5, 32, 36 pour 100.

» Ces nombres tiennent compte du poids supplémentaire présenté par les équipements à récupération par rapport aux équipements rhéostatiques. Ils n'ont d'ailleurs que la portée d'une indication.

» Dans le cas d'une longue déclivité isolée, il convient d'affecter un ou plusieurs tracteurs spéciaux à l'exploitation de ce tronçon, au lieu de modifier la totalité des équipements en service. »

12. Description d'un équipement A. D. R. — Le rapport contient encore une description d'un équipement A. D. R. pour tension de 600 v (8 échelons de tension), avec contacteurs à commande par cames ; nous n'en retiendrons que la partie concernant les manœuvres à faire par le mécanicien expliquées comme il suit :

« Après avoir mis en marche d'abord le groupe auxiliaire de la motrice de tête (dont l'excitatrice fournira le premier courant auxiliaire) et ensuite les groupes auxiliaires des autres motrices, le conducteur n'a plus qu'à opérer sur un combinateur très simple destiné à transmettre des mouvements tout à fait analogues aux différents inverseurs démarrage-freinage du train.

» La manivelle de ce combinateur est susceptible de prendre trois positions : O (au milieu), D (à droite, par exemple), F (à gauche, par exemple). Sur la poignée de cette manivelle il existe un bouton de fermeture d'un circuit auxiliaire spécial. Et voici ce qui se produit :

» Position O : Repos.

» Position D : Démarrage ou accélération progressive sous le contrôle d'un relais à courant minimum.

» Position D' : En pressant le bouton, on stabilise la marche selon une caractéristique déterminée quelconque.

» Position O : Le courant est coupé.

» Position F : Freinage ou ralentissement progressif sous le contrôle d'un relais à courant minimum.

» Position F' : En pressant le bouton on stabilise la marche selon une caractéristique déterminée quelconque.

» Position O : Le courant est coupé.

» En lâchant le bouton on revient de la condition D'

ou F' à la condition D ou F. Prise avant la fin du démarrage, ou pendant la marche, ou avant la fin du freinage, la position O détermine la marche en dérive. »

13. Résultats financiers. — M. della Riccia termine son rapport par un examen des résultats que permet d'obtenir la récupération. Nous reproduisons cette partie en entier :

« Examinons maintenant, d'une manière grossière, les résultats financiers et commerciaux que peut entraîner, dans le cas d'un chemin de fer urbain, l'emploi d'équipements nouveaux économiques à la place d'équipements ordinaires rhéostatiques.

» Considérons un chemin de fer métropolitain dont les trains, pesant environ 150 t, comportent deux motrices de 400 ch chacune.

» L'équipement ordinaire coûte environ 700 fr par cheval, soit grosso modo 280 000 fr. L'équipement économique correspondant, d'une puissance de 560 ch, coûte environ 750 fr par cheval, soit grosso modo 420 000 fr.

» L'adoption de cet équipement à la place de l'autre conduit donc à une dépense supplémentaire de 140 000 fr par équipement, ou de 280 000 fr par train; en fait, la dépense supplémentaire sera moindre en raison de la dépense restant à faire pour l'équipement de freinage à air comprimé, qui sera moindre dans le second cas que dans le premier, parce que le freinage pneumatique devenant purement occasionnel exigera un compresseur moins puissant et un réservoir plus réduit.

» Si l'on admet comme nécessaire une réserve de 15 équipements pour 100 équipements en service, il faut tabler sur une dépense supplémentaire globale de 280 000 (1 + 0,15) = 322 000 fr.

» Le loyer de l'argent étant supposé de 7 pour 100, et la vie d'un équipement étant supposée de vingt ans, il y a lieu de mettre de côté chaque année une somme de 9,40 pour 100 de 322 000 fr, soit 30 300 fr comme intérêt et amortissement du capital immobilisé.

» Admettons que l'augmentation des frais d'entretien des équipements électriques, en passant des équipements ordinaires aux équipements spéciaux, ne soit que compensée par la diminution des frais d'entretien des équipements de freinage et de leurs accessoires (compresseur, réservoirs, tuyauteries, timonneries, sabots des freins, jantes des roues, rails de roulement).

» Il reste alors à comparer cette charge financière de 30 300 fr au coût de l'énergie économisée.

» Ici intervient une considération spéciale.

» Comme dans les usines génératrices à vapeur, il convient de se servir de machines économiques au point de vue de la consommation de combustible pour produire l'énergie électrique à la base du diagramme de production, même si ces machines sont chères, et de se servir de machines moins coûteuses pour produire l'énergie électrique de pointe, même si ces machines consomment davantage; de même il convient de se servir de motrices à récupération, plus chères mais consommant moins d'énergie, pour faire la base du diagramme de trafic, et de se servir de motrices rhéostatiques, consommant plus d'énergie mais moins chères, pour faire les pointes du diagramme de trafic.

» Dans un chemin de fer métropolitain, sur un ensemble de 100 trains roulant en moyenne quelques 12 heures par jour, il y en a environ 40 qui roulent (ou qui pourraient rouler) 19 heures par jour.

» A la vitesse commerciale de 21 km : h, ces motrices font, aidées par les réserves y afférentes mentionnées plus haut, un parcours journalier de 400 km et un parcours annuel de 146 000 km.

» Ce parcours correspond à un déplacement de 21 900 000 tonnes-kilomètres par an et par train.

» Si la consommation est de 55 w-h par tonne-kilomètre avec les équipements ordinaires, et se réduit à 37 w-h par tonne-kilomètre avec les équipements spéciaux, à chaque train en service correspond une économie de 394 000 kw-h par an, qui, au prix de 0,40 fr par kilowatt-heure à la sortie des sous-stations, représente une économie de 157 000 fr par an.

» Le bénéfice résultant du fait que l'on s'est servi d'équipements spéciaux à la place d'équipements ordinaires, s'établit donc à 157 000 — 30 300 = 127 300 fr par an et par train en service actif.

» Cette annuité mise de côté pendant la vie des équipements, produit, intérêts compris, une réserve de 5 220 000 fr par train.

» Dans le cas d'un chemin de fer ayant 500 trains en mouvement aux heures de pointes, et pouvant bien utiliser 200 trains à récupération, on pourrait constituer ainsi une réserve de plus d'un milliard de francs

» En même temps, on éviterait une consommation de charbon d'environ 80 000 t par an, et d'environ 1 600 000 t pendant la vie des équipements. Il est supposé qu'un kilowatt-heure aux bornes des sous-stations ne correspond qu'à 1,015 kg de charbon.

» Dans le cas où, au lieu d'un choix différent, comme il s'en présente l'occasion lors d'une extension du réseau, ou lors d'une augmentation du trafic, ou lors de la mise hors service d'un matériel vieilli et déjà amorti, il s'agirait du remplacement d'équipements ordinaires existants et encore utilisables, par d'autres à récupération, l'immobilisation est naturellement plus élevée que celle indiquée plus haut; elle dépend d'ailleurs de la quantité de matériel faisant partie des équipements en service qui peut être réemployée à la confection des équipements nouveaux.

» Dans ce cas la somme accumulée pendant la vie des 200 équipements nouveaux peut descendre jusqu'à 600 000 000 fr seulement; mais la quantité de combustible épargnée reste la même. »

14. Autres emplois du subdiviseur de tension. — Ce système de réglage convenant à la traction peut être appliqué également au levage des charges, à l'extraction minière, au laminage des métaux, au contrôle de moteurs à grande variation de vitesse, etc.

L'auteur, outre les applications précédentes, mentionne encore comme utilisation possible du subdiviseur de tension, le contrôle des batteries d'accumulateurs montées en tampon, ainsi que la charge et la décharge poussées à fond des batteries d'accumulateurs. Le dispositif A. D. R. offrirait, en plus d'une certaine économie comparativement aux autres systèmes, certains avantages particuliers simplement mentionnés par l'auteur; il exige évidemment la subdivision de la batterie en deux parties égales, de manière à constituer un système symétrique, comme dans le cas du contrôle des moteurs de traction.

B **Discussion.** — La discussion a porté sur divers points des rapports de MM. Guery et della Riccia.

1° *Observations de M. Balanchon.* — Les économies réalisables par un système à récupération paraissent à M. Balanchon être arbitrairement limitées si l'on adopte le principe d'utiliser, pour satisfaire aux besoins des heures d'affluence, des équipements sans récupération pour le service complémentaire correspondant.

En ce qui concerne la puissance à choisir pour les moteurs suivant qu'on utilise ou non la récupération, il n'y a guère possibilité d'exprimer un rapport entre la puissance nécessaire à la marche sans récupération et celle à prévoir pour la marche avec récupération ; la question doit faire l'objet d'un examen particulier dans chaque cas.

Quant au bilan financier d'une transformation d'équipements ordinaires en équipements à récupération, il ne semble pouvoir être établi complètement qu'à la suite d'une exploitation pratique de longue durée, faite dans des conditions comparables à celles du service régulier existant qu'il s'agit de réaliser également avec les nouveaux équipements.

2° *Observations de M. Demany.* — Après avoir mentionné que le rendement du système A. D. R. semble pouvoir être bon, M. Demany indique que la complication des couplages paraît devoir donner lieu à des retards dans l'établissement des régimes et en outre à des flashes, ce qui s'est d'ailleurs produit dans certaines conditions spéciales avec le système S. T. A. R.

Il signale un dispositif d'excitation avec circuits comprenant des réactances, qui permet de réduire l'excitation comme on le fait dans le système A. D. R. par un procédé différent (fractionnement des inducteurs).

Pour la réalisation de la marche la plus économique entre deux stations, M. Demany emploie la relation empirique

$$\frac{t}{\theta} = \frac{V_f}{40\,T}$$

où t désigne le temps de marche en dérive,

θ, le temps gagné sur le parcours,

T, la consommation en watts-heures par tonne de train.

V_f, la vitesse au début du freinage.

La valeur du rapport $\frac{T}{\theta}$ qu'on en déduit caractérise la marche; d'après des essais elle peut osciller entre 1 et 10 suivant les mécaniciens chargés de la conduite. La marche la plus économique correspond à une valeur constante de ce rapport qui, au chemin de fer métropolitain de Paris, est égale à 1.

Au sujet de l'emploi de motrices sans récupération pour assurer le service complémentaire des heures d'affluence, M. Demany ne s'associe pas aux conclusions du rapport de M. della Riccia.

Répondant à une question de M. Gratzmüller, président de séance, il dit que les premiers essais de l'équipement S. T. A. R. n'avaient pas pu être réalisés dans des conditions suffisamment comparables à celles de l'exploitation normale; des essais ultérieurs avaient été prévus au chemin de fer métropolitain de Paris, pour être effectués avec un train complet équipé selon les dispositifs S. T. A. R.; la guerre et diverses circonstances n'ont pas permis de réaliser ces essais qui auraient été intéressants, le système ayant subi dans l'intervalle quelques modifications, et les premiers essais ayant été faits avec un trop petit nombre d'essieux moteurs.

Lors d'essais en plate-forme, l'équipement S. T. A. R. a été couplé en récupération à une tension égale à celle du réseau; le régime de freinage peut bien s'établir dans ces conditions, mais avec des oscillations.

3° *Réponse de M. della Riccia.* — A une question de M. Gratzmüller sur la rapidité d'établissement des régimes de tension au freinage, M. della Riccia répond que, pour les moteurs, la précaution prise consiste dans l'anticompoundage; un compoundage n'est pas nécessaire pour le subdiviseur; ce dernier, en effet, est toujours loin de la saturation et suit rapidement les variations de tension. Des essais ont d'ailleurs été faits, qui consistaient à ouvrir et refermer à intervalles de sept à huit secondes, et en pleine marche, un interrupteur spécial de coupure du circuit; ils ont montré que le compoundage du groupe subdiviseur n'était pas indispensable. M. Guery suggère à ce propos qu'il serait intéressant de faire des relevés à l'oscillographe des courbes de variation de tension.

En cas de suppression brusque de la tension, un dispositif spécial de « raté de récupération » assure la disjonction et le fonctionnement, à titre de secours, du frein à air qui doit donc être conjugué avec le freinage électrique.

Au point de vue commutation des moteurs au début de la période de freinage, les essais de 1926 ont montré le fonctionnement satisfaisant du collecteur, donc l'efficacité et la rapidité d'action de l'anticompoundage.

Les essais de 1924, faits avec des enroulements de compoundage sur l'excitatrice avaient été moins satisfaisants au point de vue rapidité d'établissement des régimes. — F. P.

(A suivre.)

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

La détermination des champs magnétiques partiels et résultants dans les dynamos saturées

Dans l'étude topographique des champs tourbillonnaires provenant de circuits magnétiques saturés, on peut se servir avantageusement, soit des champs qui émanent des mêmes circuits à l'état non saturé, soit des champs aériens des bobines inductrices, desquels les champs des circuits saturés ne se distinguent, pour les mêmes courants, que par des champs laplaciens faciles à déterminer. Lorsqu'il s'agit, en particulier, de se rendre compte de l'influence de la saturation sur les coefficients de fuites, il peut être utile de remplacer le circuit saturé par un circuit non saturé, déformé de manière que le flux utile et le flux de fuites restent inaltérés. En s'inspirant de l'un ou l'autre de ces procédés, on arrive ainsi à traiter les cas où le circuit magnétique saturé est excité par plusieurs enroulements. Le présent travail, dont le manuscrit nous a été remis le 28 juin 1927, contient les applications suivantes : 1° Détermination du champ interpolaire d'une dynamo et d'un alternateur dont les inducteurs sont saturés, à l'aide de la distribution à l'état non saturé du circuit et du champ laplacien additionnel dû à la saturation: 2° Détermination du champ dans l'entrefer, dans les encoches et dans l'espace interpolaire d'une dynamo lorsque l'inducteur et les dents sont saturés; 3° Etude comparative de l'influence de la saturation, montrant que, pour une même différence de potentiel entre les becs polaires, les fuites interpolaires sont plus faibles pour un pôle saturé que pour un pôle non saturé, fait dont la théorie ordinaire du circuit magnétique ne rend pas compte: 4° Utilisation du champ, dans l'air, d'une bobine inductrice pour déterminer les points d'indifférence du champ interpolaire à l'état saturé et non saturé du circuit; 5° Développement du spectre du champ résultant dans l'entrefer, dans les encoches et dans les espaces interpolaires d'une dynamo saturée, munie de pôles de commutation, à l'aide des tracés du champ inducteur d'une part et du champ du pôle de commutation et de l'induit d'autre part.

I. Avant-propos. — Nous avons montré ici même(¹) comment on peut tenir compte de la saturation lorsqu'on détermine graphiquement la distribution des champs magnétiques laplaciens ou tourbillonnaires dans les machines électriques. En ce qui concerne les champs tourbillonnaires dans les espaces interpolaires et dans les encoches, leur détermination peut souvent être facilitée en considérant d'abord le cas du circuit non saturé.

Il se trouve, en effet, qu'à parité de courants, les champs tourbillonnaires à l'état saturé du circuit ne se distinguent du champ, lorsque le fer du circuit est infiniment perméable, que par un champ laplacien, facile à déterminer.

On peut alors procéder, soit par superposition, soit en se servant du champ différentiel laplacien pour la prédétermination des points d'indifférence. Dès que l'on connaît ces points, la détermination directe du champ tourbillonnaire à l'état saturé du circuit devient relativement simple.

Mais il y a plus. Les champs tourbillonnaires, bornés par un milieu de perméabilité infinie, sont apparentés d'une manière tout analogue aux champs tourbillonnaires engendrés par le même enroulement et les mêmes courants à l'air libre, desquels ils ne se distinguent également que par un champ laplacien. Or, la détermination des champs tourbillonnaires « aériens » est une chose fort élémentaire, d'autant plus que les sections des bobines sont presque toujours rectangulaires. Avec un tel spectre il est alors possible de fixer à l'avance les points d'indifférence des champs tourbillonnaires entourés d'un milieu saturé ou non.

On arrive ainsi à une méthode de détermination des champs magnétiques dans les dynamos, qui permet d'aborder des problèmes plus compliqués, où les champs magnétiques sont engendrés par plusieurs enroulements, comme dans le cas d'une dynamo munie de pôles de commutation, par exemple.

Nous envisagerons d'abord le cas d'une dynamo à courant continu dont l'induit possède des encoches ouvertes.

II. Le champ interpolaire d'une dynamo non saturée. — En supposant le fer infiniment perméable on a obtenu par la méthode décrite autrefois (¹) le spectre de la figure 1, établi avec quatre lignes gradientes qui, en dehors de la bobine inductrice, se confondent avec les lignes de niveau du potentiel scalaire non uniforme. Le procédé est connu. Ici, on a d'abord

(¹) Th. Lehmann; Détermination graphique des champs magnétiques laplaciens et tourbillonnaires à lignes de flux planes. *Revue générale de l'Électricité*, 15 et 22 septembre 1923, t. xix, p. 347-357 et 395-403.

(¹) *Loc. cit.*

subdivisé la section de la bobine en quatre parties égales et la dernière partie du fond en huitièmes, seizièmes, etc., ce qui permet de constater d'une façon approchée que chaque gradiente embrasse la part de la section totale qui correspond à son ordre. Cependant cela n'est pas suffisant pour obtenir la position exacte du point d'indifférence, vers lequel convergent les lignes gradientes et où le champ est nul. Il est indispensable de s'assurer en même temps que les réluctances $\mathcal{R}_1$, $\mathcal{R}_2$, $\mathcal{R}_3$... des tronçons d'un même tube d'un pôle à l'autre, sont bien proportionnelles aux ampères-tours In_1, In_2, In_3... embrassés par les gradientes qui délimitent ces tronçons, autrement la distance du point d'indifférence du bord de la bobine peut varier du simple au double. Il faut donc vérifier les relations $\mathcal{R}_1 : \mathcal{R}_2 = In_1 : In_2$ etc., comme il a été montré à titre de variante dans cette revue [2]. Le fait que l'espace interpolaire comporte une large zone aérienne, facilite le développement du tracé. Dans cette zone laplacienne, on subdivisera le champ en tubes de réluctance $\mathcal{R}_1 = 1$, de sorte qu'il suffira de vérifier, dans la région traversée par les courants, que la réluctance $\mathcal{R}_2$ d'un tronçon satisfait à la relation $\mathcal{R}_2 = In_2 : In_1$, où In_1 et In_2 sont les courants embrassés par les prolongations orthogonales des bases des tronçons de réluctances $\mathcal{R}_1 = 1$ et $\mathcal{R}_2$. La zone laplacienne peut non seulement servir de guide, mais aussi d'échelle de quotité. Lorsqu'un tronçon de tube est situé complètement dans la région traversée par les courants, les ampères-tours In_2, embrassés par les gradientes qui passent par les bases des tronçons, sont à compter du point d'indifférence jusqu'à la ligne de force médiane du tronçon considéré. Mais si le tronçon tombe partie à l'intérieur, partie à l'extérieur de la bobine, il est préférable de compter les ampères-tours In_2 depuis le point d'indifférence jusqu'à la première ligne de force du tronçon et d'ajouter à cette valeur la moitié des ampères-tours contenus dans le tronçon même, tant que les conducteurs dans le tronçon forment une tranche rectangulaire, s'appuyant sur les deux lignes de force limites. Ce taux de réduction s'applique quelle que soit l'épaisseur de la tranche dans le sens des lignes de force.

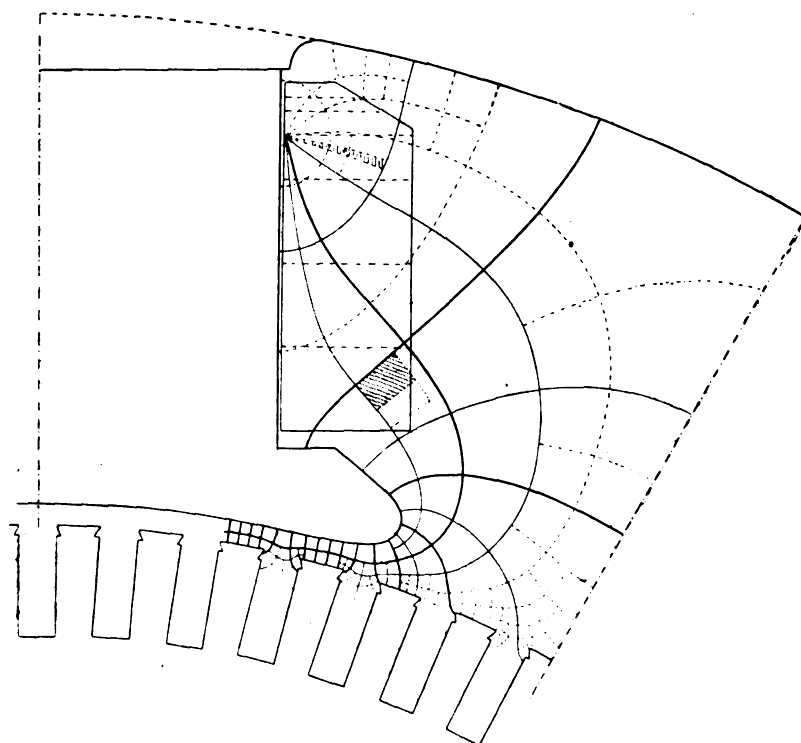


Fig. 1. — Tracé du champ magnétique dans un demi-espace interpolaire d'une dynamo non saturée.

Mais, lorsque la tranche tourbillonnaire ne s'étend, dans le sens perpendiculaire aux lignes de force, que sur une fraction n/m de la largeur du tube, on peut montrer qu'il faut déduire des ampères-conducteurs confinés dans le tube élémentaire une fraction $n/2m$. On devra, par exemple, défalquer les 3/8 d'une tranche tourbillonnaire qui ne couvre transversalement que les 3/4 de la largeur du tube, quelle que soit l'extension longitudinale de la tranche.

Si, enfin, le contour de la bobine coupe le tube obliquement, on ramène ce cas au précédent en assimilant, par la pensée, la zone tourbillonnaire du tube au rectangle de même surface qui déborde le moins sur la zone non tourbillonnaire. Ainsi, pour le tronçon de la figure 1 qui contient le coin inférieur droit de la bobine, la partie hachurée du rectangle équivalent, doit être ajoutée à l'aire magnétomotrice extérieure.

Les aires curvilignes qui correspondent aux ampères-tours In_2 peuvent être évaluées géométriquement ou numériquement par transformation en triangles ou trapèzes rectilignes équivalents.

On a commencé le tracé par les lignes en trait plein et subdivisé plus finement seulement aux endroits où l'estimation de la réluctance des tubes élémentaires n'était plus assez sûre autrement. Nous inclinons à penser qu'il ne faut pas commencer le tracé avec une subdivision trop fine qui multiplie inutilement les pointages nécessaires et rend la localisation des erreurs plus difficile. La subdivision grossière a, de plus, l'avantage qu'en rectifiant les erreurs à mesure, on se rend plus facilement compte de la répercussion des retouches locales sur la partie du spectre déjà tracée

(2) *Loc. cit.* p. 397.

III. **Le champ interpolaire additionnel dû à la saturation des pôles.** — La figure 1 représente le tracé obtenu de cette manière. Supposons maintenant que le pôle soit saturé de telle façon que, pour le même flux utile dans l'armature, le noyau polaire absorbe le tiers de la force magnétomotrice totale $4\pi in$, en sorte que la différence de potentiel à laquelle la saturation du pôle donne lieu du sommet à la base, sera

$$v_1 = \frac{4\pi in}{3},$$

où i désigne le courant par spire en unités électromagnétiques C. G. S.

Marquons entre la base et le bec du pôle les points $0{,}125\ v_1$, $0{,}25\ v_1$, $0{,}50\ v_1$ et $0{,}75\ v_1$, valeurs calculées à l'aide des lignes de flux de la figure 1 et retouchées par la suite s'il y a lieu (fig. 2).

Il a été mis en évidence [1] que le champ à l'extérieur du fer reste inchangé, si l'on remplace le noyau saturé par un noyau non saturé, plaqué d'une couche de courants (nappe) infiniment mince. Le courant j par unité de longueur devra satisfaire à la relation $4\pi j = \frac{\partial v}{\partial x}$, en sorte qu'à la hauteur x du pôle, comptée depuis sa base, on a, si v_x désigne le potentiel superficiel, en cet endroit, dû à la saturation

$$v_x = 4\pi \int_0^x j\,dx.$$

Cette équivalence ne s'étend pas, bien entendu, au champ à l'intérieur du fer, qui ne nous intéresse pas ici.

Dès lors, le problème prend l'aspect suivant. *Nous pourrons considérer le champ interpolaire comme la somme vectorielle des champs engendrés par la bobine de l'inducteur, avec son excitation actuelle, et par la nappe de courants contre-magnétomotrice correspondant à la saturation actuelle, en supposant, dans les deux cas, le fer infiniment perméable.* Si la culasse de l'inducteur est également saturée, il convient naturellement de prolonger la nappe de courants jusqu'à la culasse.

Le spectre correspondant à la nappe de courants est d'autant plus facile à développer, qu'il est entièrement laplacien et que l'on connait à priori les points de départ $0{,}75\ v_1$, $0{,}5\ v_1$ ... des lignes de niveau et qu'au surplus, les lignes de force dans l'entrefer jusqu'à la zone neutre ne diffèrent que très peu de celles sur la figure 1. Généralement, c'est là une opération qui demande seulement quelques minutes.

En même temps nous obtenons ainsi une méthode pour la prédétermination du point d'indifférence lorsque le pôle est saturé.

IV. **Utilisation du champ différentiel pour la prédétermination du point d'indifférence.** — Comme seuls des champs égaux et de directions opposées peuvent s'annuler, il suffit de rechercher l'endroit où les lignes gradientes ont la même direction et où les champs dans les figures 1 et 2 ont la même intensité, au signe près. Etant donné que le point d'indifférence doit être à l'intérieur de la bobine, nous remarquons de suite, en superposant, par exemple, les figures 1 et 2 contre une vitre, que les gradientes de la figure 1 sont tangentes aux lignes de niveau de la figure 2 dans le mince filet hachuré verticalement (fig. 1). La tangence étant assez traînante, il est bon de délimiter un filet par les deux gradientes de la figure 1 qui accusent une légère déviation sur les lignes de niveau de la figure 2.

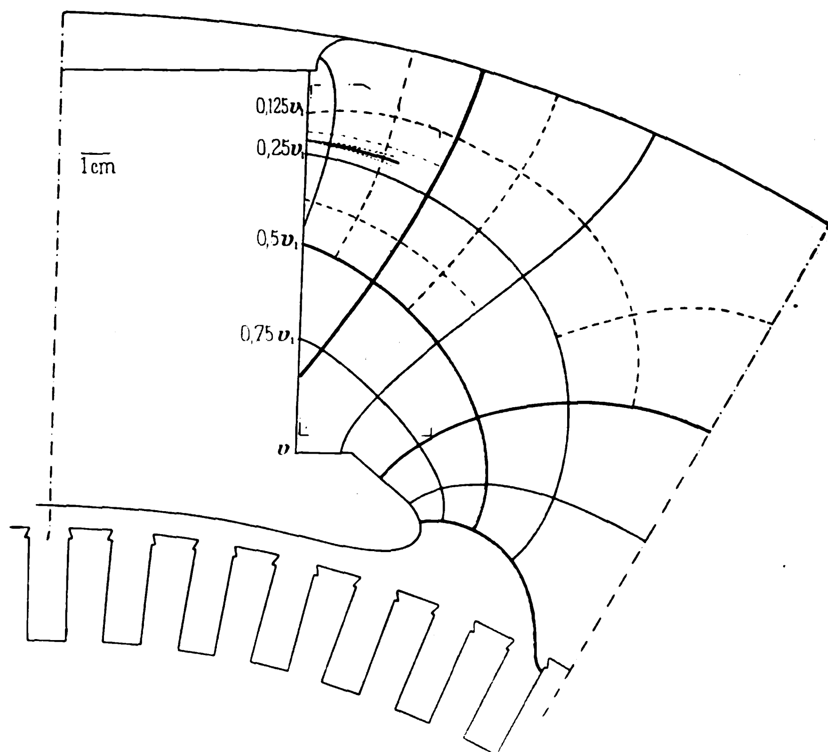


Fig. 2. — Tracé isométrique du champ laplacien qu'il convient d'ajouter au champ interpolaire de la figure 1, pour obtenir le champ interpolaire de la figure 3, lorsque le pôle est saturé.

Il s'agit maintenant de comparer les intensités du champ. Sur la figure 2 nous voyons que la ligne gradiente, sur laquelle doit se trouver le nouveau point d'indifférence, est confinée dans un carré, dont les bases ont la différence de potentiel $v_1 : 8$ et les lignes de force la longueur 1,95 cm. En prenant pour densité

[1] *Loc. cit.*, paragraphes III et IV.

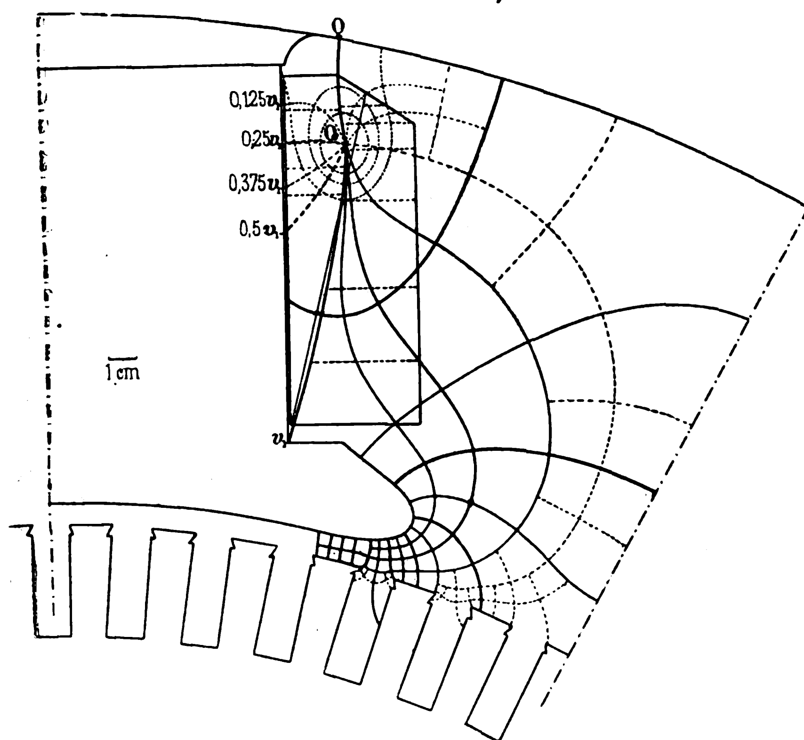
de courant i_0 dans la bobine inductrice [1] la valeur $\frac{1}{4\pi}$, en unités électromagnétiques C. G. S., la force magnétomotrice qui correspond à la section de la bobine de 51 cm² sera de 51 unités électromagnétiques C. G. S. et celle de la nappe fictive de 51/3 unités C. G. S. Dans le carré envisagé sur la figure 2, le champ $\mathcal{H}$ vaudra par conséquent

$$\mathcal{H} = \frac{51}{3 \times 8 \times 1{,}95} = 1{,}10 \text{ unités électromagnétiques C.G.S.}$$

Si l'on assimile sur la figure 1 le secteur curviligne dans cette région, formé par les lignes gradientes qui embrassent le quart et le huitième de la bobine, à un secteur à rayons rectilignes, le rayon d'un tel secteur circulaire devra être, d'après une relation connue,

$$r = \frac{2\mathcal{H}}{4\pi i_0}$$

puisque $4\pi i_0 = 1$ unité électromagnétique C. G. S., on a $r = 2 \times 1{,}10 = 2{,}20$ cm.



3. — Spectre résultant du champ interpolaire lorsque le pôle est saturé, obtenu directement en déterminant le point d'indifférence à l'aide des figures 1 et 2.

(1) En se plaçant au point de vue purement géométrique, on peut aussi poser $4\pi i_0 = 1$ (sans dimension), en sorte que la force magnétomotrice de la bobine s'exprimera conventionnellement en centimètres carrés et le champ $\mathcal{H}$ en centimètres. Mais lorsqu'on a affaire à plusieurs bobines de densités différentes, il faudra attribuer aux aires magnétomotrices des poids différents.

Comme le centre du secteur équivalent, de même aire que le secteur vrai, tombe en arrière de 1 mm du point d'indifférence de la figure 1, le nouveau point d'indifférence devra se trouver à 2,10 cm de distance de l'ancien sur la bissectrice curviligne du petit filet hachuré de la figure 1.

V. Développement direct du spectre interpolaire lorsque les pôles sont saturés. — Connaissant maintenant le point d'indifférence lorsque le pôle est saturé, on développe aisément le spectre interpolaire correspondant (fig. 3) en départageant d'abord la section de la bobine dans le rapport 1 : 3, par une droite qui part du coin inférieur gauche de la bobine. Dans ce cas particulier, le point d'indifférence se trouve à gauche de cette droite; il est évident que la gradiente qui part du point sous le bec du pôle, désigné par v_1 sur la figure 3, devra empiéter légèrement sur la droite de la ligne de démarcation. L'allure de cette gradiente nous sera donnée par la condition que, de part et d'autre, les tubes de même paramètre devront se raccorder sans discontinuité, tout en restant orthogonaux aux gradientes qui partent des points v_1, $0{,}5\, v_1$, $0{,}25\, v_1$, etc., du noyau. Les lignes horizontales pointillées partagent les deux parties de la bobine, à gauche et à droite de la gradiente issue du point v_1, en moitiés, quarts, huitièmes, etc, et servent à évaluer les aires embrassées par les gradientes médianes, bimédianes, etc. On pourra considérer le tracé comme définitif, lorsque les conditions de continuité et d'orthogonalité seront devenues compatibles bilatéralement avec les relations $\mathcal{R}_1 : \mathcal{R}_2 = in_1 : in_2$, etc.

Malheureusement, on n'a pas pris, sur l'axe neutre, la même ligne de force de départ dans les figures 1 et 3, mais on reconnaît néanmoins que le flux interpolaire total est légèrement plus faible pour le pôle saturé que pour le pôle non saturé, à flux utile constant (malgré que les ampères-tours sont 1,5 fois plus élevés en figure 3). Mais la différence n'atteint pas 1 pour 100 du flux utile [1].

(1) Sur la figure 1, nous comptons, en effet, entre la gradiente pointillée extrême et le contour formé par l'axe neutre et la culasse, $0{,}80 + 7{,}0 + 0{,}80 = 8{,}6$ tubes carrés, tandis que sur la figure 3 nous relevons $0{,}4 + 7{,}0 + 0{,}3 = 7{,}7$ tubes carrés, donc 0,9 tubes en moins, tout compte tenu de ce qu'en figure 3 la densité de courant est dans le rapport de 3 : 2 plus grande qu'en figure 1. Comme le flux utile comprend sur la figure 1, $4 \times 6{,}3$ tubes de milieu dent à milieu dent sous le pôle, il se compose par demi-pôle de $4\,(3{,}5 \times 6{,}3 + 5{,}6) = 110{,}6$ tubes, de sorte que la diminution du flux interpolaire serait de 0,8 pour 100 du flux utile.

Cette diminution est-elle une règle générale ? Essayons de nous en rendre compte. Sur la figure 3 nous ne changeons certainement rien au champ interpolaire à droite des gradientes qui vont du point (v_1) et du point

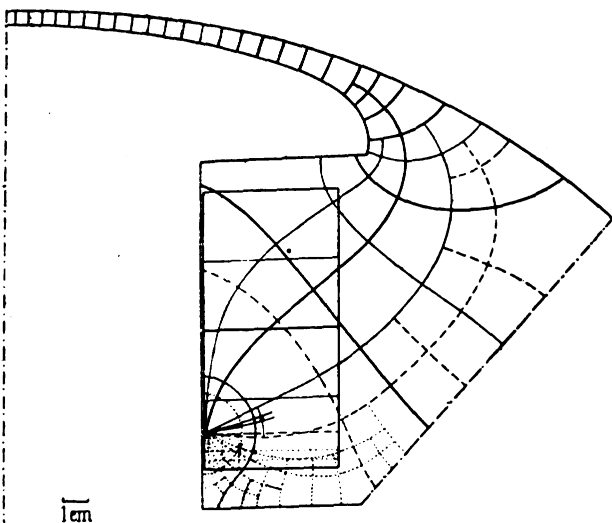


Fig. 4. — Spectre du champ dans l'entrefer et dans le demi-espace interpolaire d'un alternateur tétrapolaire non saturé.

Q de la culasse, au point d'indifférence O, si nous laissons s'étendre le noyau du pôle jusqu'à ces lignes, en lui attribuant en même temps la perméabilité infinie. Les fuites de ce pôle seront exactement les mêmes que pour le pôle saturé.

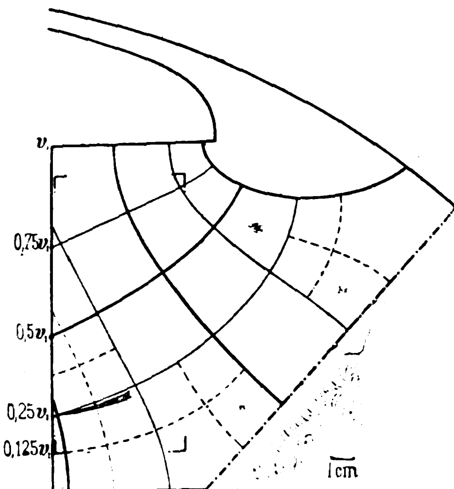


Fig. 5. — Tracé isométrique du champ laplacien additionnel dû à la saturation du pôle et qui différentie la distribution de la figure 6, lorsque le noyau est saturé, de la distribution de la figure 4 lorsque le noyau n'est pas saturé.

Les 2/3 restants de la bobine d'excitation auront le même nombre d'ampères-tours que la bobine sur la figure 1, mais leur barycentre s'est notablement rapproché des becs polaires. Cette circonstance trouve son expression topographique dans le fait que, sur la figure 3, le point d'indifférence et les gradientes extrêmes se sont écartés de la culasse. Entre la gradiente extrême pointillée et le contour formé par l'axe neutre et la culasse,

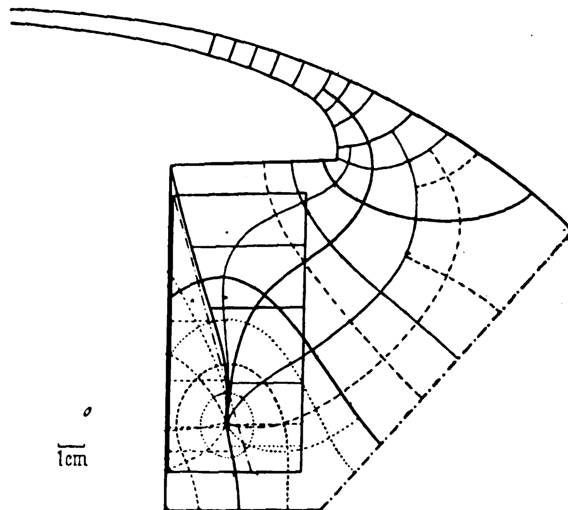


Fig. 6. — Distribution du champ interpolaire pour le même alternateur que sur la figure 4, lorsque le noyau absorbe le tiers des ampères-tours totaux de l'inducteur.

on ne peut donc plus tracer autant de tubes carrés qu'en figure 1. Les fuites sont, par conséquent, plus petites pour le pôle saturé.

Rapprochons encore des tracés des figures 1, 2 et 3 les spectres correspondants des figures 4, 5 et 6 pour un alternateur tétrapolaire avec encoches fermées et dents non saturées. A flux utile égal, le champ interpolaire, à l'état non saturé du pôle (fig. 4) se compose de $0{,}70 + 5{,}00 + 0{,}05 = 5{,}75$ tubes carrés et lorsque le noyau polaire absorbe le tiers des ampères-tours totaux (fig. 6), de $0{,}75 + 4{,}00 + 0{,}20 = 4{,}95$ tubes carrés.

Ici encore nous constatons une diminution de

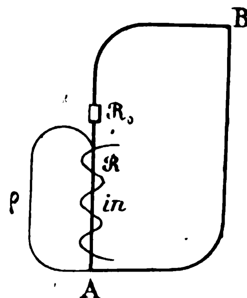


Fig. 7. — Schéma d'un demi-circuit magnétique linéaire, dont les coupures A et B sont magnétiquement mises en court-circuit par la ligne coudée A B, dénuée de réluctance.

0,8 tubes soit de $0{,}8 : 5{,}75 = 14$ centièmes du flux interpolaire ou $0{,}8 : 181 = 0{,}45$ centièmes du flux utile, contre 10,5 et 0,8 centièmes sur la figure 3.

Il semble donc bien que, d'une façon générale, le flux

interpolaire est plus faible avec un noyau saturé qu'avec un noyau non saturé, à flux utile égal ou, plus généralement, pour une même différence de potentiel entre becs polaires. La même remarque s'applique aussi au flux frontal. *Il est curieux de noter que la théorie ordinaire du circuit magnétique ne rend pas compte de ce fait.* En effet, en désignant dans le circuit schématisé (fig. 7) par $\mathcal{R}_0$, $\mathcal{R}$ et ρ les réluctances de l'entrefer, du noyau polaire et du parcours extérieur (aérien) du flux de fuites φ, et par Φ_0 le flux utile qui traverse l'induit, supposé infiniment perméable, ainsi que la ligne de fermeture A B qui met en court-circuit le demi-circuit, on a d'abord, lorsque la réluctance du noyau polaire est nulle, $\mathcal{R}_0\Phi_0 = \rho\varphi = 4\pi i n$.

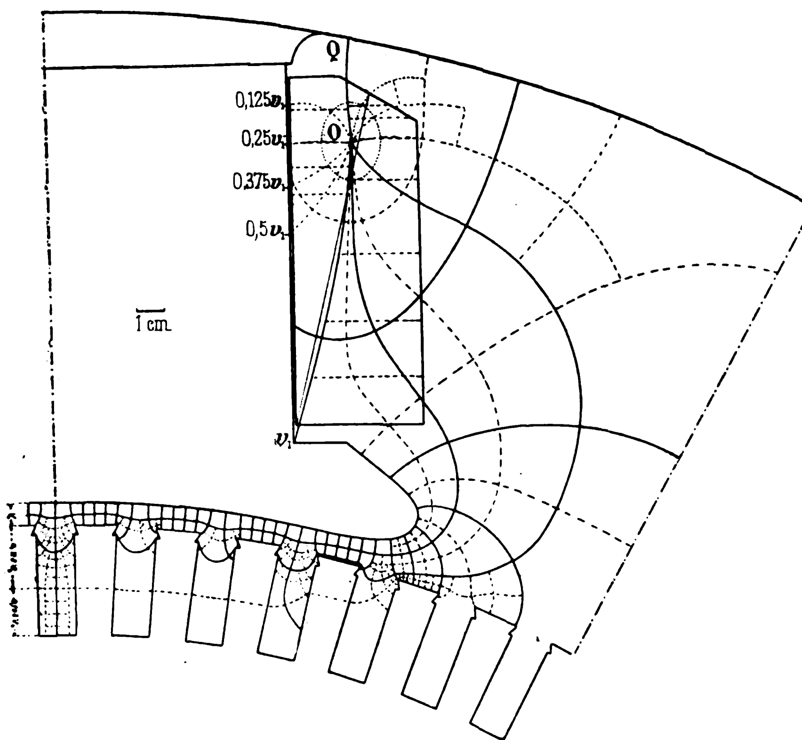


Fig. 8. — Tracé des lignes de force et des lignes gradientes du champ dans l'entrefer, dans les encoches et dans l'espace interpolaire de la dynamo déjà considérée en figure 1, lorsque les noyaux polaires et les dents sont saturés.

Si, maintenant, nous supposons au noyau polaire une réluctance $\mathcal{R}$, nous devons augmenter l'excitation primitive de i à i', pour que dans l'entrefer on ait encore le même flux Φ_0 et, partant, la même différence de potentiel $\Phi_0\mathcal{R}_0 = 4\pi i n$. La loi de Kirchhoff nous donne alors

$$(\Phi_0 + \varphi)\mathcal{R} + \varphi\rho = 4\pi i' n, \qquad (1)$$

$$(\Phi_0 + \varphi)\mathcal{R} + \Phi_0\mathcal{R}_0 = 4\pi i' n. \qquad (2)$$

De (2) il suit

$$(\Phi_0 + \varphi)\mathcal{R} = 4\pi i' n - \Phi_0\mathcal{R}_0 = 4\pi(i'n - in).$$

ce qui substitué dans (1) nous donne

$$\varphi\rho = 4\pi i n = \Phi_0\mathcal{R}_0.$$

D'après la théorie classique du circuit magnétique, le flux de fuites devrait donc rester constant, pour un même flux Φ_0 dans l'entrefer, quelle que soit la réluctance du noyau polaire.

VI. **Cas où les pôles et les dents de l'induit sont saturés.** — En figure 8, on a encore traité le cas où le pôle absorbe le tiers des ampères-tours totaux, tandis que les dents de l'armature consomment 23 pour 100 des ampères-tours dépensés dans l'entrefer, comme l'indiquent les cotes 0,125 v_0 et 0,105 v_0, annotées à côté de la première dent. La distribution des lignes de force interpolaires est pour ainsi la même qu'en figure 3, mais le flux interpolaire sera plus grand, puisque l'aire magnétomotrice, à droite de la ligne gradiente v_1 O Q, qui est censée fournir les ampères-tours nécessaires à l'entrefer et à l'induit, s'est accrue de la quote-part absorbée par les dents sous le pôle. De la même quantité, la différence de potentiel entre l'extrémité des becs polaires et le point neutre de l'induit est plus grande qu'en figure 3, car le sommet des dents désaturées en dehors des pôles et les bases des dents saturées sous le pôle ont le même potentiel.

On s'assurera naturellement par un calcul sommaire si, avec la distribution de la figure 8, les ampères-tours nécessaires pour le noyau polaire atteignent le tiers des ampères-tours totaux, comme il a été admis. Sinon, on déplacera la ligne gradiente v_1 O Q jusqu'à ce que la fraction embrassée corresponde à la saturation réelle.

VII. **Utilisation du champ aérien de la bobine inductrice pour la détermination du champ interpolaire à l'état non saturé du circuit.** — On peut finalement se demander, s'il n'est pas possible d'obtenir le point d'indifférence du champ de la figure 1, quand le circuit n'est pas saturé, à l'aide du champ de la bobine inductrice dans l'air. Si, dans ce dernier champ, nous traçons par la pensée le contour ferromagnétique du circuit de la dynamo, il est clair qu'à l'intérieur du contour que nous représente l'entrefer et l'entrepôle les conditions

$$\operatorname{div} \mathcal{H}' = 0 \qquad (3)$$

et

$$\text{rot } \mathcal{H}' = 4\pi i_0, \tag{4}$$

sont satisfaites. En superposant, par conséquent, au champ tourbillonnaire aérien $\mathcal{H}'$ un champ laplacien $\mathcal{H}''$ qui annule le long de tout le contour ferromagnétique la composante tangentielle du champ aérien $\mathcal{H}'$, le champ résultant $\mathcal{H} = \mathcal{H}' + \mathcal{H}''$ satisfera non seulement dans l'entrefer et l'entrepôle aux conditions (3) et (4), mais sera, de plus, normal au contour ferromagnétique non saturé du circuit. Comme le problème n'admet qu'une solution (voir au paragraphe XIV), le champ $\mathcal{H} = \mathcal{H}' + \mathcal{H}''$ représente la solution générale.

Ce procédé de composition vectorielle se simplifie encore si, d'une part, nous prenons comme point de départ non pas le champ aérien de la bobine entière, mais seulement le champ d'un côté de la bobine, supposé infiniment long et si, d'autre part, nous n'envisageons que la région interpolaire que nous délimiterons par une ligne de force allant du bec à la zone neutre, par exemple. Cela semble d'autant plus indiqué que, du pôle au point neutre, la distribution est laplacienne et peut être obtenue au millième près, si l'on fait partir provisoirement la gradiente médiane du centre de la section de la bobine et les gradientes bi-médianes des centres des demi-moitiés de la section. Le problème se trouve ainsi circonscrit à l'espace interpolaire et ne présente plus aucune difficulté.

Après avoir tracé le champ aérien du côté de la bobine, nous aurons simplement à rechercher le champ laplacien qui détruit, le long de la ligne de force limite, la composante normale et le long du fer la composante tangentielle du champ aérien de la bobine.

VIII. — **Le champ aérien d'un côté de bobine rectangulaire.** — Eu égard à ce que la plupart des enroulements sont de section rectangulaire, nous nous contenterons d'envisager le cas d'un conducteur rectangulaire infiniment long, avec retour par l'infini. D'autres sections n'offrent pas plus de difficultés, pour peu qu'elles possèdent deux axes de symétrie, en sorte que leur point d'indifférence coïncide avec leur centre.

Dans la figure 9, on a tracé les gradientes et les lignes de force qui correspondent au premier quartier d'un conducteur rectangulaire infiniment long, de 5 cm de largeur et de 10,5 cm de hauteur, pour une répartition uniforme de courant. Bien que le problème soit accessible à l'analyse (1) et que sa solution ne comporte que des logarithmes et des arcs tangentes, le tracé de lignes de force s'obtient moins péniblement en procédant graphiquement.

Comme, à partir d'une certaine distance du conducteur, les lignes de force deviennent circulaires, le rayon vecteur de 45° sera asymptote à la gradiente médiane du premier quartier; de même, les rayons vecteurs de 22,5° et de 67,5° seront asymptotes des gradientes bi-médianes, etc. Sur la figure 9, on a partagé le quartier de la section en quatre parties égales par les lignes pointillées qui partent du centre vers les milieux des demi-côtés et vers l'arête supérieure droite du conducteur. On contrôle ainsi d'emblée que les gradientes se suivent du seizième au seizième de l'aire magnétomotrice totale.

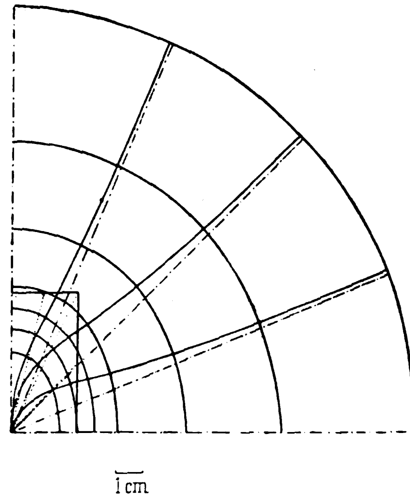


Fig. 9. — Distribution du champ magnétique aérien d'un conducteur rectangulaire (premier quadrant).

En dehors du conducteur, les tubes sont carrés, tandis qu'à l'intérieur ils devront satisfaire à la condition

$$\mathcal{R}_1 : \mathcal{R}_2 = In_1 : In_2, \text{ etc.}$$

Un tel spectre ne dépend que du rapport des côtés et peut toujours resservir; il suffit donc de le tracer une fois pour toutes.

IX. **Le champ différentiel laplacien lorsque le contour ferromagnétique n'est pas saturé.** — La bobine choisie, à titre d'exemple, est celle du pôle de la figure 4. Sur la figure 10 on a retracé, pour la commodité de l'exposé, les lignes de force et les lignes gradientes du champ aérien de la figure 9, en les com-

(1) On trouvera les détails du calcul dans un important mémoire de MM. A.-R. Stevenson et R.-H. Park : Graphical determination of magnetic fields, présenté à la Winter Convention du 7-11 février 1927 de l'American Institute of electrical Engineers

Ce travail contient également une remarquable étude analytique sur le champ interpolaire d'un alternateur non saturé de rayon infini et les résultats auxquels arrivent les auteurs concordent très bien avec ceux obtenus graphiquement par MM. Wieseman et Shildneck et, expérimentalement, par MM. Johnson et Green.

En fait d'études comparatives, il y a aussi lieu de citer les très intéressantes communications de M. E. Roth aux séances du 3 décembre 1926, du 4 janvier et du 1er avril 1927 de la 2e section de la Société française des Electriciens.

Les distributions tourbillonnaires résolues par M. Roth, à l'aide de séries trigonométriques à double entrée montrent également une bonne correspondance avec celles obtenues par la méthode graphique ou expérimentalement.

plétant par réflexion. En pratique, on se contentera naturellement de fixer par transparence les points de rencontre de ces lignes avec le contour.

Par la ligne de force du champ $\mathcal{H}$ qui va du point O du bec polaire au point A de l'induit, nous fermerons le contour du champ interpolaire; elle se détermine comme il vient d'être dit au paragraphe VII. Pour annuler la composante tangentielle du champ aérien $\mathcal{H}$, le long du contour ODEFGA du fer et de l'axe neutre, nous pouvons revêtir ce contour d'une nappe infini-

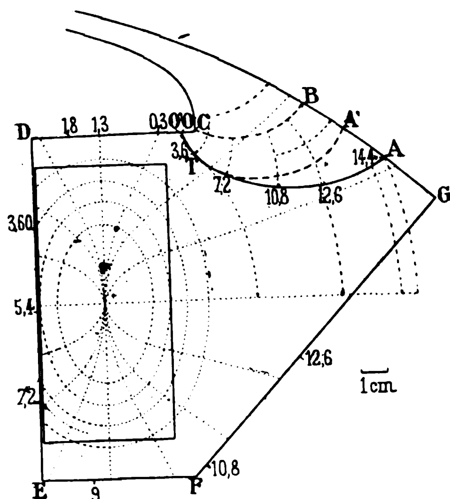


Fig. 10. — Graphique servant à déterminer le potentiel superficiel du champ laplacien qui différentie le champ aérien de la bobine inductrice du champ interpolaire représenté en figure 4.

ment mince de courants fictifs, dont le nombre d'ampères-tours, entre deux gradientes du champ $\mathcal{H}'$, est égal aux ampères-tours embrassés par les mêmes gradientes dans la bobine inductrice réelle.

Le long de la ligne de force OA du champ $\mathcal{H}$, on peut annihiler la composante normale du champ aérien $\mathcal{H}'$, en chargeant cette partie du contour de masses magnétiques superficielles scalaires, dont la valeur spécifique est, au signe près, égale à ces composantes, divisées par 4π.

Les masses superficielles vectorielles et scalaires, dont nous venons de charger le contour, nous donneront le champ différentiel laplacien $\mathcal{H}'' = \mathcal{H} - \mathcal{H}'$, où $\mathcal{H} - \mathcal{H}'$ est naturellement une différence vectorielle.

La distribution des masses vectorielles nous est donnée par les points de rencontre des gradientes du champ $\mathcal{H}'$ avec le contour ODEFGA. Si nous posons la seizième partie de la force magnétomotrice de la bobine égale à l'unité, il apparaît qu'à partir du point O, le nombre d'ampères-tours de la nappe, multiplié par $0,4\pi$, vaudra, en cette unité conventionnelle (que nous désignerons dans la suite par les deux initiales U. C.) 0,3 au point de rencontre avec la première gradiente à gauche et augmentera d'une unité d'une gradiente à l'autre, jusqu'au point A, où la force magnétomotrice totale de la nappe atteint la valeur 14,4 U. C. En recherchant sur le contour ODEFGA les points qui correspondent aux valeurs intermédiaires

$$14,4 : 4 = 3,6 \text{ U. C.}; \quad 14,4 : 2 = 7,2 \text{ U. C.}; \quad 14,4 \times 3 : 4 = 10,8 \text{ U. C.},$$

nous aurons les points de départ des trois lignes de niveau médiane et bimédianes du champ laplacien résiduel $\mathcal{H}''$. Ces points sont marqués sur la figure 10 de petits traits doubles et les points de division trimédians par des traits simples.

Les points d'aboutissement de ces lignes de niveau sur la ligne de fermeture OA peuvent également se déterminer d'avance. Comme l'intégrale de ligne du champ laplacien $\mathcal{H}''$, prise le long de tout le contour (côté air) est nulle, elle doit avoir la même valeur 14,4 U. C., le long du contour ODEFGA que suivant la ligne de fermeture OA. Pour le champ $\mathcal{H}'$, la ligne OA n'est plus une ligne de force; mais nous savons que les trois lignes de niveau médianes et bi-médianes du champ $\mathcal{H}$ qui divisent le tube OABC en quatre parties de mêmes réluctances (traits interrompus) rencontrent la ligne OA en des points dont les potentiels valent, dans le champ $\mathcal{H}$,

$$16 : 4 = 4; \quad 16 : 2 = 8; \quad 16 \times 3 : 4 = 12. \text{ U. C.}$$

Etant donné qu'on a par définition $\mathcal{H}'' = \mathcal{H} - \mathcal{H}'$, l'intégrale de ligne du champ résiduel $\mathcal{H}''$ le long de la ligne OA est égale à celle du champ $\mathcal{H}$, moins celle du champ aérien $\mathcal{H}'$. Dès lors, il suffit de retrancher des potentiels 4 ; 8 ; 12 U. C. du champ $\mathcal{H}$ les aires magnétomotrices embrassées par les gradientes du champ $\mathcal{H}'$ qui passent par les points O et les points envisagés sur la ligne OA, pour avoir les potentiels réels de ces points dans le champ $\mathcal{H}''$, savoir : 3,6 ; 7,1 ; 10,6. Les aires soustractives 0,4 ; 0,9 ; 1,4 U. C s'estiment naturellement au jugé par lecture au dixième. Les points de rencontre des lignes de niveau du champ $\mathcal{H}''$ avec la ligne de fermeture OA, de potentiels 3,6 ; 7,2 ; 10,8 s'obtiennent enfin par interpolation à vue, à partir des points précédents, dont ils se distinguent à peine comme le montrent les petites marques (fig. 10). Le problème est ainsi ramené au cas d'un champ laplacien avec potentiels donnés tout le long du contour.

Le tracé du champ $\mathcal{H}''$ (fig. 11) est maintenant une chose élémentaire et peut s'effectuer, comme on voit, sans faire intervenir la notion de masses scalaires le long de la ligne OA. Sur la figure 11, les points marqués de deux petits cercles sont les extrémités des lignes de niveau du champ $\mathcal{H}''$ de potentiels 3,6, 7,2 et 10,8 et les points du contour, entourés d'un seul cercle, dédoublent ces intervalles.

Mais il y a encore un deuxième moyen de tourner la notion, un peu désuète, des masses magnétiques scalaires. *Ce moyen consiste à varier le contour* OA *de telle manière qu'il devient ligne de force du champ* $\mathcal{H}''$.

Les flèches appliquées à la ligne de force OA du champ $\mathcal{H}$ et aux lignes de force pointillées du champ $\mathcal{H}$

(fig. 10), montrent que, si l'on retranche du champ $\mathcal{H}$ le champ $\mathcal{H}'$, il y a perte de flux de 1,6 carrés pointillés pour le champ interpolaire résiduel $\mathcal{H}''$, depuis le point de tangence T jusqu'au point A; entre O et T il y a, au contraire, apport de flux de 0,5 carré. Au point de la ligne OA où le potentiel vaut 10,8 U. C., par exemple, la portion du flux perdu à partir de T atteint 6 dixièmes d'un tube carré aérien, limité par deux gradientes voisines du champ $\mathcal{H}'$ et 3 dixièmes du tube carré pointillé du champ $\mathcal{H}$ en cet endroit, dont l'écart de potentiel, entre les bases, est de $16 : 8 = 2$ U. C.

En rehaussant donc, orthogonalement à la ligne de fermeture OA, le point de potentiel 10,8 U. C. de trois

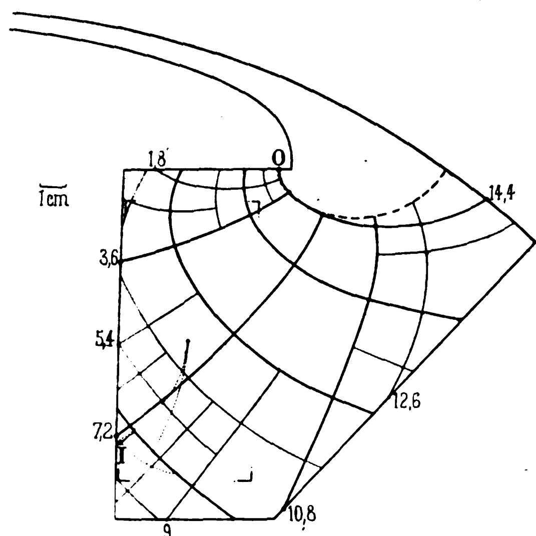


Fig. 11. — Distribution du champ laplacien qui différentie le champ aérien de la bobine inductrice (fig. 9) du champ interpolaire (fig. 4) et qui sert à déterminer le point d'indifférence de ce dernier.

dixièmes de la section de ce tube, nous aurons un point de la ligne de force du champ $\mathcal{H}''$ qui part du point T. Par le même procédé, on a obtenu les autres points de la nouvelle ligne de clôture TA' qui rencontre le bec polaire un peu à gauche de O, en O', parce que entre T et O il y a apport de flux. Avec cette ligne de force limite du champ $\mathcal{H}''$, le spectre de la figure 11 est plus facile à tracer.

Le champ $\mathcal{H}''$ (fig. 11) étant déterminé, on le superposera au champ $\mathcal{H}'$ (fig. 9 ou fig. 10), et l'on repérera, par transparence, les points de tangence entre les gradientes du champ $\mathcal{H}'$ et les lignes de niveau du champ $\mathcal{H}''$. Ces points constituent un lieu géométrique pour le point d'indifférence du champ $\mathcal{H}$ (fig. 4). Comme le noyau n'est pas saturé, on sait que le point d'indifférence doit aussi se trouver à proximité du noyau, ce qui nous dispense de rechercher les points d'égale intensité des champs $\mathcal{H}'$ et $\mathcal{H}''$. Le point d'indifférence I ainsi obtenu est entouré d'un petit cercle sur les figures 10 et 11.

Connaissant ce point, le développement du spectre de la figure 4 ne comporte plus aucun aléa.

X. **Le champ différentiel laplacien lorsque le contour ferromagnétique est saturé.** — La question se pose, à présent, de savoir si le point d'indifférence du spectre de la figure 6, où le pôle absorbe le tiers des ampères-tours totaux, peut être obtenu par l'utilisation directe du champ aérien $\mathcal{H}'$ de la bobine inductrice, engendré par le courant actuel?

On a vu au paragraphe III que l'on peut remplacer un noyau saturé par un noyau non saturé, de même forme, revêtu d'une nappe de courants infiniment mince dont les ampères-tours par centimètre sont égaux, au signe près, aux ampères-tours absorbés sur cette longueur, par le noyau. Soit $\mathcal{H}_0$ le champ interpolaire à l'état non saturé, engendré par le courant actuel qui correspond à l'état saturé du noyau. Pour trouver le champ $\mathcal{H}''' = \mathcal{H} - \mathcal{H}'$ qui différentie vectoriellement le champ réel $\mathcal{H}$ du champ aérien $\mathcal{H}'$ de la bobine, à parité de courants, il faut ajouter au champ $\mathcal{H}'' = \mathcal{H}_0 - \mathcal{H}'$, le champ $\mathcal{H}_s$, dû à la saturation. Cela revient, en fait, à former la différence entre les ampères-tours des nappes qui engendrent les champs $\mathcal{H}''$ et $\mathcal{H}_s$ et de charger la ligne O A de masses scalaires proportionnelles aux composantes normales du champ $\mathcal{H}'$, engendré par les courants actuels dans l'air. Nous supposons, évidemment, par là que le champ $\mathcal{H}_s$, dû à la saturation du noyau, a la même distribution, depuis l'entrefer jusqu'à la ligne O A, que le champ résultant $\mathcal{H}$, ce qui est à très peu près le cas. S'il devait y avoir une différence notable, il faudrait encore charger la ligne O A

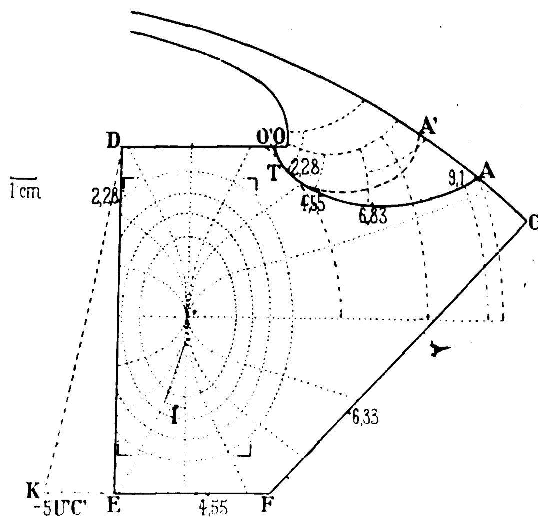


Fig. 12. — Graphique servant à déterminer le potentiel superficiel du champ laplacien qui différentie le champ aérien de la bobine inductrice, du champ interpolaire (fig. 6), où le noyau absorbe le tiers des ampères-tours totaux.

de masses scalaires de densité linéaire égale aux composantes normales du champ $\mathcal{H}_s$ divisées par 4π.

L'apparentement de ces différents champs se traduit par la relation vectorielle

$$\mathcal{H}''' = \mathcal{H}'' + \mathcal{H}_s = \mathcal{H}_0 - \mathcal{H}' + \mathcal{H}_s = \mathcal{H} - \mathcal{H}'.$$

Sur la figure 12, la contre-valeur de la force magné-

tomotrice absorbée par le noyau est représentée par la ligne pointillée DK et atteint, à la base, la valeur — 16 : 3 = — 5,33 U'. C'., où « U'. C'. » est maintenant l'unité conventionnelle nouvelle, équivalente à la seizième partie de la force magnétomotrice de la bobine inductrice, à l'état saturé du noyau. Les gradientes du champ aérien $\mathcal{H}'$ de la bobine, qui passent par les points extrêmes D et C du noyau, embrassent une aire magnétomotrice de 8,3 — 2,4 = 5,9 U'. C'., de sorte que les nappes des courants des champs $\mathcal{H}_s$ et $\mathcal{H}'$ se compensent pour ainsi dire. Le potentiel du champ $\mathcal{H}'''$ le long de la nappe résultante ne varie, en effet, que de 2,4 à 3,0 U'. C'. du point D au point E. Mais, à partir de là, il augmente de nouveau d'une unité, d'une gradiente à l'autre, et c'est cet accroissement presque discontinu qui explique la formation d'une petite zone de convergence à la base du noyau, en figure 13.

Le potentiel, le long de tout le contour, s'obtient comme en figure 10, à part ce détail que l'intégrale de ligne du

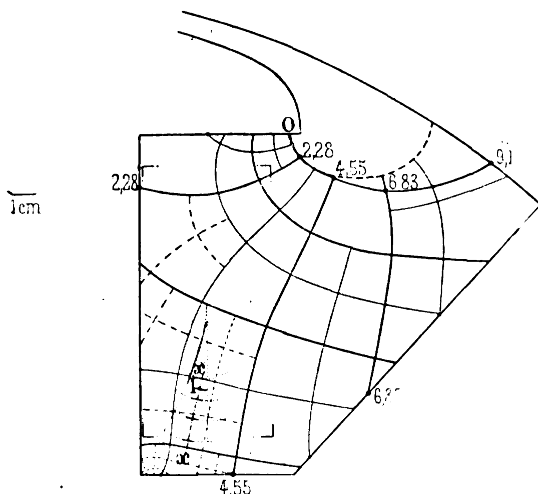


Fig. 13. — Distribution du champ laplacien qui différentielle champ aérien de la bobine inductrice, du champ interpolaire de la figure 6, où le pôle est saturé, et qui sert à déterminer le point d'indifférence du champ (fig. 6).

champ, du point O au point A, vaut maintenant, dans le champ $\mathcal{H}'''$, 14,4 — 5,33 = 9,1 U'. C'. et que le remplacement de la ligne de fermeture O A par la ligne de force O' A' du champ $\mathcal{H}'''$ exige ici un déplacement orthogonal de 50 pour 100 plus élevé.

Le champ aérien $\mathcal{H}'$ s'est, en effet, accru dans le rapport de 3 : 2, tandis que le champ $\mathcal{H}$ dans l'entrefer est resté le même, à flux utile égal. Sur le contour O D E F G A, les points de potentiels 2,28 ; 4,55 ; 6,83 U'. C'., d'où partent les lignes de niveau médiane et bi-médianes, ainsi que les points d'aboutissement des mêmes lignes sur la courbe O A, sont marqués de traits doubles sur la figure 12 et de deux petits cercles sur la figure 13 qui représente le tracé isométrique du champ $\mathcal{H}''' = \mathcal{H} - \mathcal{H}'$.

La superposition de ces deux tracés contre une vitre, nous fournit, par les points de tangence des lignes de force respectives, un premier lieu géométrique x x pour le point d'indifférence du champ interpolaire (fig. 6). Il ne reste qu'à rechercher les points d'égale intensité. Le lieu géométrique x x se trouve, sur la figure 13, dans un tube formé de deux carrés, dont la différence de potentiel, entre bases, est égale à 9,1 U'. C'. : 16.

Le champ dans le carré supérieur, de longueur 1,43 cm, vaut par conséquent

$$\mathcal{H} = \frac{9,1}{16} : 1,43 = 0,402 \text{ U'. C'.} : \text{cm}.$$

Sur la figure 12, l'intensité du champ dans la même région, s'obtient en transformant le secteur curviligne, dans lequel se trouve la ligne x x, en un secteur circulaire de même aire. La section de la bobine étant égale à 52 cm², la densité de courant sera

$$i_0 = \frac{16}{4\pi \times 52} \text{ U'. C'.} : \text{cm}^2,$$

de sorte que le rayon du secteur circulaire devra avoir pour valeur

$$r = \frac{2\ \mathcal{H}}{4\pi i_0} = \frac{2 \times 0,402 \times 52}{16} = 2,6 \text{ cm}.$$

Comme le secteur réel est borné par la gradiente verticale et la gradiente à gauche qui passe près du point E, il n'y a plus qu'à prendre la longueur $r = 2,6$ cm dans le compas et de la laisser coulisser sur ces deux gradientes jusqu'à ce qu'elle englobe, avec une ligne de force comme arc et la gradiente verticale comme rayon, une aire égale à celle englobée par le secteur réel, c'est le cas pour le secteur dont l'arc passe par le point I, entouré de deux cercles. Le point d'intersection de l'arc ainsi déterminé avec la ligne x x se trouve bien dans le carré supérieur et nous donne donc le point d'indifférence I cherché ; ce point est marqué de deux cercles sur les figures 12 et 13.

On voit que ce point coïncide exactement avec le point d'indifférence du tracé sur la figure 6, obtenu par la méthode décrite au paragraphe IV.

XI. Le champ résultant de l'induit et du pôle de commutation d'une dynamo. — Les champs partiels de l'inducteur, de l'induit et du pôle de commutation d'une dynamo ayant déjà fait l'objet d'une étude par M. R. Mayeur dans son très intéressant mémoire sur la commutation (¹), nous pouvons nous borner ici à considérer les champs résultants. Dans les circuits saturés il peut y avoir intérêt à connaître ces champs, tant au point de vue de l'inductance de

(¹) R. MAYEUR ; Distribution des champs dans les machines à courant continu et application à l'étude de la commutation. *Revue générale de l'Électricité*, 3 et 10 juillet 1926, t. XX, p. 3-15 et 45-54.

Rappelons également les spectres laplaciens développés par M. Richter dans *Archiv für Elektrotechnik* 1922, t. XI, p. 85, en remplaçant les 3 enroulements par des nappes de courants superficielles infiniment minces, l'induit étant supposé non denté et le fer infiniment perméable.

commutation qu'au point de vue des fuites fort importantes du pôle de commutation. Comme on ne sature généralement dans ces machines, ni la culasse, ni les noyaux des pôles auxiliaires, il n'y a, au fond, que l'influence de la saturation des pôles principaux et de la denture, qui présente de l'intérêt. Nous montrerons comment on peut tenir compte de la première et indiquerons le chemin à suivre lorsque les dents sont saturées.

Auparavant, il semble cependant utile de considérer le champ résultant de l'induit et du pôle de commutation dans une machine non saturée, cas qui correspond à la marche en court-circuit d'une dynamo.

Reprenons, à cet effet, le demi-circuit de la figure 1, auquel nous ajouterons simplement un pôle de commutation. L'induit comporte par division polaire 13 encoches à deux barres, en sorte que le nombre de secteurs du collecteur se trouve être égal au nombre d'encoches.

Si les balais recouvrent juste un secteur, la position des conducteurs dans la zone neutre correspond, soit au commencement, soit à la fin de la période de commutation. Le rapport des ampères-tours du pôle de commutation aux ampères-tours de l'induit est de 1,31. La force magnétomotrice du pôle équivaut donc à dix-sept fois celle d'une spire de l'induit que nous prendrons, d'ailleurs, pour unité (U. C.).

A partir du coin supérieur droit de la bobine du pôle auxiliaire, on a subdivisé la section de la bobine par les rayons pointillés de 2 en 2 unités, pour faciliter l'évaluation des aires embrassées par les gradientes. La gradiente en trait plein qui aboutit à la dent sous le pôle de commutation, embrasse l'aire magnétomotrice excédente de 17 — 13 = 4 U.C. qui produit le champ auxiliaire. Le tracé s'obtient maintenant facilement en observant les règles suivantes :

1° *Dans tout contour fermé, composé exclusivement de gradientes, la somme des courants ou des ampères-conducteurs embrassés, est égal à zéro.*

Cette proposition est la conséquence immédiate de ce que l'intégrale de ligne du champ est continuellement nulle le long du contour.

De là il résulte encore que :

2° *De part et d'autre d'une ligne de force ou de toute autre ligne simple qui joint par l'intérieur deux points d'un tel contour fermé, la somme des courants ou des ampères-conducteurs a la même valeur, au signe près.*

En appliquant successivement ces deux règles aux contours formés par les parois gradientes d'une encoche et par les gradientes qui partent des dents adjacentes vers le point d'indifférence de la demi-bobine du pôle auxiliaire, on obtient aisément le tracé (fig. 14). Il faudra naturellement coordonner les ampères-conducteurs de l'induit avec les différentes parties de la section de la bobine du pôle auxiliaire de manière que les tubes élémentaires vérifient la loi $\mathcal{R}_1 : \mathcal{R}_2 = In_1 : In_2$, tout en restant orthogonaux aux gradientes.

Les règles que nous venons d'énoncer sont d'une

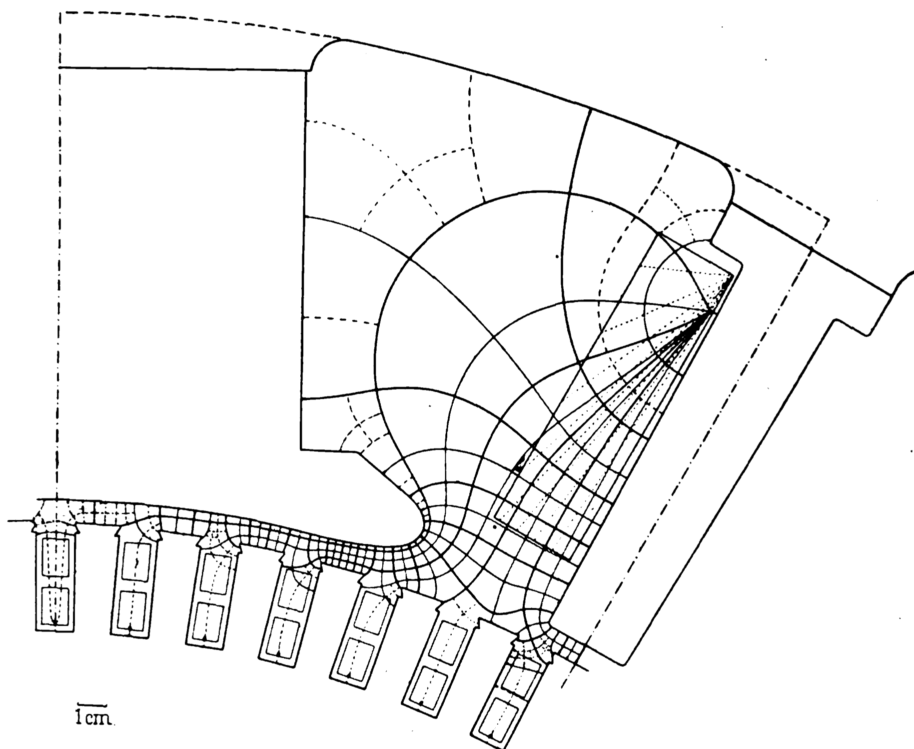


Fig. 14. — Spectre du champ résultant, de l'induit et du pôle de commutation dans l'entrefer et l'espace interpolaire d'une dynamo non saturée.

application générale, qu'il s'agisse d'une région en tout ou partie tourbillonnaire. Elles évitent, notamment, les inconvénients des notions qui dérivent de l'intégrale de ligne du champ, comme « le travail magnétique » ou « la tension magnétique » dont la plurivalence est une sujétion que l'on peut tourner par l'artifice des gradientes bouclées.

En faisant appel au potentiel de double couche, on pourrait, à la rigueur, contrôler un tel tracé, pour peu que l'on remplace les enroulements réels par des courants linéaires convenablement répartis, comme l'a déjà suggéré A. Vaschy ([1]).

Mais, lorsqu'il s'agit de prédéterminer des champs

([1]) A. Vaschy. *Théorie de l'Electricité*, 1896, p. 167.

de cette nature, il semble difficile de procéder ainsi. Nous nous en tiendrons donc exclusivement aux deux règles énoncées qui évitent toute fiction et conduisent directement au but.

Sur le tracé (fig. 14), nous voyons que l'induit reçoit du pôle de commutation $2 \times 5{,}95$ tubes de flux élémentaires dont $2 \times 3{,}1$ vont à la dent du milieu. Le flux de fuites, de pôle à pôle, se compose de $2 \times 9{,}3$ tubes, ce qui nous donne, avec les contributions frontales, un coefficient de fuites voisin de 2.

Le point de rencontre de la 3e gradiente (trait fin) avec la deuxième dent à partir du pôle de commutation est un point neutre, où le champ change de sens, comme le montrent les flèches appliquées aux lignes de force. A gauche de ce point, l'intensité du champ augmente d'abord pour retomber ensuite à zéro au milieu du pôle principal.

La large zone laplacienne du champ interpolaire facilite la détermination directe du point d'indifférence de la bobine du pôle auxiliaire.

Le tracé du champ résultant de la dynamo ne présente maintenant plus guère de difficultés.

XII. Le champ résultant des trois enroulements de l'inducteur, de l'induit et du pôle de commutation lorsque les pôles principaux sont saturés.

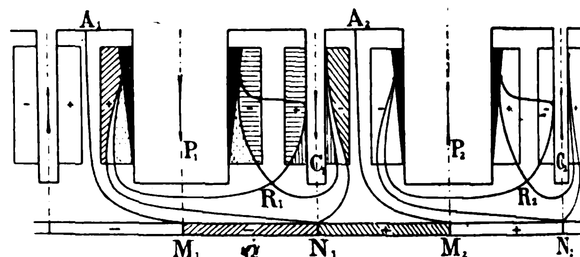


Fig. 15. — Schéma de raccordement des gradientes principales avec les trois enroulements de l'inducteur, de l'induit et des pôles de commutation d'une dynamo en charge dont les pôles sont saturés.

— Avant d'entreprendre le développement du tracé résultant, il est bon de se rendre compte, par un croquis schématique (fig. 15), comment se coordonnent les aires magnétomotrices des trois enroulements. On ébauchera vaguement les gradientes qui partent des

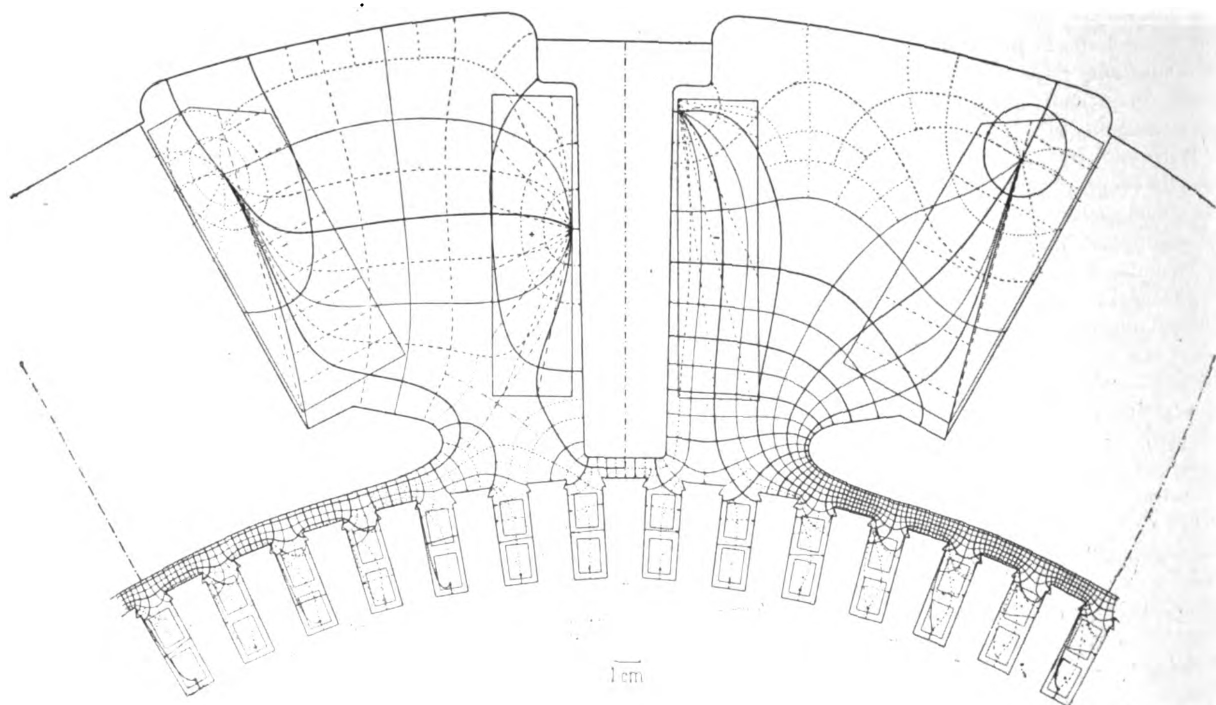


Fig. 16. — Tracé du champ résultant, engendré par les trois enroulements de l'inducteur, de l'induit et des pôles de commutation d'une dynamo à pôles saturés. L'induit de la génératrice est supposé tourner de droite à gauche.

points de rencontre M_2 et N_1, des axes des pôles principaux et auxiliaires, avec l'induit et celles qui se croisent au point de refoulement R_1, situé entre les pôles de même polarité P_1 et C_1 et dont il sera encore question.

On voit de suite que la gradiente qui part du point M_2, que nous supposons être le sommet d'une dent, pour simplifier, doit aboutir en un point A_2 de la culasse, puisque l'intégrale de ligne du champ résultant, le long de l'axe du pôle P_2, est égale à la force magnétomotrice de la bobine dudit pôle et ne reçoit d'appoint ni du champ de l'induit, ni du champ du pôle auxiliaire. L'espace entre les pôles homopolaires P_1 et C_1 étant barré par des gradientes transversales, la gradiente M_2A_2 ne peut passer qu'entre deux pôles de polarités différentes. De même, le fait que l'intégrale de ligne le long d'un pôle auxiliaire C_1 ne dépend pas du champ

inducteur principal, nous permet de fixer les aires magnétomotrices embrassées par les gradientes qui émergent de la zone neutre N_1. Là encore, il ne peut y avoir de doute sur les points de jonction, les espaces homopolaires étant barrés aussi pour ces lignes.

Les aires coordonnées sont hachurées de façon identique et les triangles en noir dans les bobines principales, correspondent aux ampères-tours nécessaires pour les noyaux saturés des pôles P_1 et P_2.

Dans l'induit, l'enroulement a été symbolisé par un ruban d'une certaine largeur, dont le bord inférieur est en même temps ligne gradiente.

Le tracé définitif (fig. 16) peut être obtenu sans recourir aux champs partiels. Mais lorsqu'on ébauche un tel tracé pour la première fois, on est tout de même un peu embarrassé par le nombre d'inconnues, à savoir : 4 points d'indifférence et un point de refoulement dans l'inducteur ainsi que 13 points d'indifférence dans les encoches de l'induit. Le débutant fera donc bien de déterminer la position exacte des 5 premiers points à l'aide du tracé de la figure 14 et de celui de la figure 17 qui donne le champ interpolaire lorsque les pôles prin-

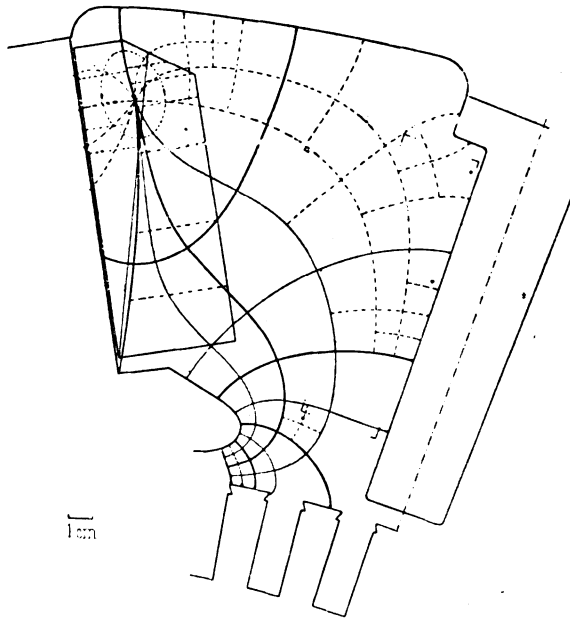


Fig. 17. — Tracé du champ partiel de la dynamo considérée, lorsque le pôle est saturé, servant, avec le tracé de la figure 14, à déterminer les quatre points d'indifférence et le point de refoulement du tracé résultant de la figure 16.

cipaux seuls sont excités avec le courant qui correspond au champ résultant, en supposant que la même quotité des ampères-tours (33 pour 100) est absorbée par le noyau [1]. La gradation, sur la figure 14, est dans le rapport de 17 à 16 plus fine sur la figure 17.

[1] En réalité, le gradient tangentiel du potentiel n'est pas tout à fait le même sur les flancs gauche et droit du noyau. On peut en tenir compte en traçant également le spectre ferromagnétique dans le noyau, comme il a été montré dans (*Revue générale de l'Electricité*, 16 janvier 1926, t. XIX, p. 89.

Nous n'entrerons plus dans les détails du calcul ; bornons-nous à faire remarquer que le point d'indifférence d'un champ partiel est toujours déplacé orthogonalement aux lignes de force du champ additionnel qu'on lui superpose et vers le côté où les lignes de force des deux champs sont opposées.

Les forces magnétomotrices des enroulements du pôle auxiliaire et de l'induit sont respectivement de 17 et 13 unités conventionnelles U. C. par pôle et celle d'une bobine inductrice est de 25,5 U. C., dont le tiers est absorbé par le noyau saturé. Les paramètres des gradientes en trait plein croissent dans l'air de 8 en 8 U. C. et ces intervalles sont dédoublés par les gradientes en trait fin.

Dans le premier espace interpolaire (fig. 16), les deux côtés de bobine sont parcourus par des courants de sens contraires et peuvent être assimilés à une bobine embrassant l'espace interpolaire coaxialement. Ainsi s'explique la direction radiale des lignes de force et l'allure transversale des gradientes jusqu'en un point que nous avons appelé *point de refoulement* et où les lignes de force des champs partiels (fig. 14 et 17) s'annihilent totalement. Les gradientes qui se croisent en ce point sont seulement amorcées (par des lignes en traits interrompus par deux points.)

La première gradiente pointillée, au-dessous du point de refoulement, part de la dent du milieu et rejoint le côté de bobine gauche du premier pôle (non figuré) identique, au signe près, au côté de bobine gauche du deuxième pôle principal sur la figure 16. Les deux gradientes sous-jacentes, en traits fin et pointillé, émergent de la deuxième et de la troisième dent à gauche de la dent du milieu. La gradiente qui part de la dent suivante, est refoulée si fortement vers l'encoche contiguë qu'elle coupe le conducteur du dessus. Sur la figure 16, elle n'est qu'amorcée parce qu'elle engloberait avec la gradiente précédente une aire magnétomotrice négative plus grande que 2 U. C. et ne rejoindrait plus une division aliquote de 2 U. C. sur le côté de la bobine gauche du premier pôle. La gradiente qui aboutit à cette division est celle tracée en trait plein ; elle passe par-dessus la quatrième dent et découpe du conducteur supérieur de la quatrième encoche de gauche, un petit croissant égal à la parcelle qu'elle retranche du conducteur inférieur dans l'encoche précédente. Ce refoulement s'accentue jusque sous le bec opposé.

Il s'ensuit que les gradientes du champ résultant qui partent des dents ne se suivent plus, dans l'entrefer, de 2 en 2 U. C, comme sur la figure 14, bien que la différence de potentiel de dent à dent, à travers l'air, soit toujours égale à 2 U. C.

Cette singularité s'explique facilement par la règle 2.

Vérifions encore si la gradiente suivante, en trait ponctué, renferme bien au sortir de la troisième encoche de gauche, avec la gradiente en trait plein considérée en dernier, une aire magnétomotrice de 2 U. C. Il suffit pour cela de boucler la gradiente pointillée par le fond de la quatrième encoche et le long de la cinquième dent de gauche jusqu'au point d'indifférence de la cinquième

encoche de gauche. On voit alors qu'à partir du sommet de la deuxième dent, le contour formé par la gradiente prolongée et la gradiente précédente, en trait plein, renferme bien une aire magnétomotrice de — 2 U. C.

Pour trouver de combien les gradientes dégradées de 2 en 2 U. C. dans l'entrefer, plongent dans les encoches, il convient de déterminer les points de départ des gradientes qui partent des flancs gauches des dents. Comme en ces points le champ est nul, on n'a qu'à rechercher l'endroit de la paroi où le champ de provenance extérieure (fig. 18 a) et le champ dû aux deux conducteurs seuls (fig. 18 b), se détruisent. Les tracés des figures 18 a et 18 b servent pour toutes les encoches ; il n'y a qu'à prendre sur la figure 18 a, successivement pour différence de potentiel entre les dents et le pôle, celle qui correspond en figure 16 à la moyenne

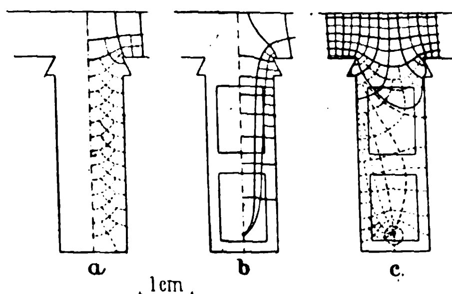


Fig. 18. — a, Tracé isométrique du champ qui pénètre de l'extérieur dans une encoche, sans la contribution des deux conducteurs de l'encoche ; b, tracé du champ tourbillonnaire dû aux deux conducteurs de l'encoche seuls ; c, tracé du champ résultant dans la 11e encoche du spectre de la figure 16.

des nombres de gradientes qui se trouvent entre les deux dents voisines et le pôle.

En même temps, les tracés (fig. 18 a, b) nous donnent les points d'indifférence dans les encoches. Mais il se trouve [1] que, pour toutes les encoches, les points d'indifférence conservent la position qu'ils ont sur la figure 18 b, à un dixième de millimètre près.

Sur la figure 18 c, on a tracé le champ résultant dans la onzième encoche, mais avec une ligne de force de départ différente de celle de la figure 16. On remarquera que la faible zone laplacienne entre les conducteurs et les parois de l'encoche, peut déjà servir d'échelle de quotité pour la mesure du flux tourbillonnaire. Dans le spectre d'ensemble (fig. 16), on n'a retenu que les gradientes médianes et celles qui aboutissent aux bobines inductrices.

Le spectre du deuxième espace interpolaire n'appelle point de commentaire ; tous les ampères-conducteurs étant négatifs, le cas est le même que pour une encoche à deux conducteurs, disposés côte à côte.

De la ligne M_2A_2 sur la figure 15, on n'a représenté que la branche finale (en trait ponctué) avec le point d'aboutissement sur la culasse, entouré d'un demi-cercle.

Les lignes de force en trait plein partent, à droite de l'axe neutre, du troisième tube et, à gauche, du quatrième. En ne considérant que les lignes en trait plein, on constate que l'intensité du champ sous le bec du premier pôle atteint à peine la moitié de celle sous le bec opposé.

Dans la zone de commutation, il y a également une dyssymétrie assez marquée : l'induit reçoit en effet, de la moitié gauche du pôle de commutation 7,7 tubes de flux et par la moitié droite 4,6. Avec des balais larges, cette dyssymétrie doit être prise en considération.

Les flèches appliquées aux lignes de force transitoires ainsi que les signes + et — aux centres des côtés de bobine, faciliteront au lecteur le contrôle du tracé.

XIII. **L'influence de la saturation des dents.** — Si l'on désire tenir compte de la saturation des dents de l'induit, on peut, de nouveau, avoir recours au principe d'équivalence de la couche de courants. Après avoir évalué provisoirement la saturation des différentes dents [1], on entourera chaque dent d'un ruban de courants infiniment mince, dont les ampères-tours par centimètre sont égaux au champ tangentiel local $\mathcal{H}$ dans le fer, divisé par $-0,4\pi$.

En ajoutant les champs laplaciens produits par ces courants superficiels lorsque le circuit n'est pas saturé, au champ représenté par le tracé de la figure 16, on obtient le champ résultant quand les pôles et une partie des dents sont saturés.

Par un raisonnement évident on montre que, pour ce champ laplacien, l'inducteur et les dents de l'induit qui ne sont pas saturés par le champ résultant, se trouvent au potentiel zéro. Ce champ ne donnera donc pas lieu à une différence de potentiel appréciable entre les pôles de commutation et les dents opposées. On en

[1] Pour la onzième encoche, à partir de l'axe du pôle gauche, la différence de potentiel entre les dents adjacentes et le pôle vaut, sans la contribution des deux conducteurs de l'encoche, 23 U. C. Dans l'encoche (fig. 18, a), le champ est dégradé par ordre géométrique et la différence de potentiel entre la 14e ligne de niveau et le fond de l'encoche est de $23 : 2^{14} = 23 : 16384$ U. C. Sur le point de rencontre de la 14e ligne de niveau avec l'axe de l'encoche distant de 0,3 cm du fond, le champ de provenance externe se montera donc à

$$\mathcal{H} = \frac{23}{16\,400 \times 0,30} \text{ U.C. : cm.}$$

La densité de courant, dans une barre de $1,25 \times 0.9 = 1,13$ cm² de section, étant donné par la relation

$$4\pi i_0 = \frac{1}{1,13} \text{ U.C. : cm}^2,$$

le déplacement du point d'indifférence du champ résultant (figure 18 c) sera

$$r = \frac{2\mathcal{H}}{4\pi i_0} = \frac{2 \times 23 \times 1,13}{16\,400 \times 0,3} = 0,01 \text{ cm.}$$

[1] Par exemple, d'après la méthode exposée par MM. HOBART et PARSHALL ; Electric generators. *Engineering*, 29 juillet 1898, t. LXVI, p. 129-130.

conclut que l'influence de la saturation des dents sur le champ de commutation, est pratiquement négligeable, *tant que les becs polaires ne sont pas saturés*.

Nous n'approfondirons pas davantage ce problème pour le moment.

XIV. **Justification théorique des procédés de composition employés.** — Les procédés de composition dont nous nous sommes servis aux paragraphes précédents relèvent du théorème suivant :

Un champ tourbillonnaire, limité par un contour quelconque, est entièrement déterminé dès que l'on connaît ses composantes tangentielles le long du contour et son rotationnel à l'intérieur.

C'est vrai notamment lorsque, sur une partie du contour, la composante tangentielle est nulle, c'est-à-dire quand les lignes de force sont normales au contour.

En effet, si le problème ainsi posé comportait deux solutions $\mathcal{H}$ et $\mathcal{H}_1$, la différence vectorielle $\mathcal{H}_2 = \mathcal{H} - \mathcal{H}_1$ des deux champs n'aurait ni divergence, ni rotationnel à l'intérieur et ses composantes tangentielles disparaîtraient le long de tout le contour. Les lignes de force du champ $\mathcal{H}_2$ ne pourraient donc ni naître ni finir à l'intérieur, ni se fermer sur elles-mêmes. L'intégrale de ligne du champ $\mathcal{H}_2$ étant, au surplus, constamment nulle le long du contour, il ne peut y avoir de différence de potentiel entre deux points quelconques du contour. Il est donc également exclu que les lignes de force du champ $\mathcal{H}_2$ s'appuient bilatéralement sur le contour, puisqu'il est équipotentiel pour ce champ. Le champ $\mathcal{H}_2$ est donc nécessairement nul, ce qui implique $\mathcal{H} = \mathcal{H}_1$.

Notons finalement que les mêmes procédés de composition sont aussi applicables dans l'espace. La nappe de courants dont il conviendrait, par exemple, de revêtir un corps infiniment perméable pour qu'il soit extérieurement équivalent à un corps saturé de même forme, devra avoir une densité de courant superficielle de

$$j = -\frac{1}{4\pi}[n, \mathcal{H}],$$

où $[n, \mathcal{H}]$ est le produit vectoriel du vecteur unité normal extérieur n par le vecteur $\mathcal{H}$ du champ superficiel du corps saturé.

XV. **Conclusions.** — L'équivalence par rapport au milieu ambiant entre un circuit magnétique saturé et un circuit non saturé, recouvert d'une couche de courants appropriée, peut être mise à profit pour déterminer graphiquement les champs dans l'entrefer, dans les encoches et dans les espaces interpolaires des dynamos saturées. Ces champs peuvent être regardés comme la somme vectorielle des champs engendrés, par les mêmes courants, lorsque le fer est infiniment perméable et des champs laplaciens dus aux nappes de courants fictives dont on revêt les parties saturées du circuit. Leur composition, point par point, peut cependant être évitée si l'on détermine, à l'aide de ces champs, les points d'indifférence du champ résultant, dont le spectre se développe alors assez facilement.

Pour la détermination des points d'indifférence, on peut aussi se servir des champs des bobines d'excitation dans l'air qui, pour les mêmes courants, ne se distinguent que par un champ laplacien [1] des champs du circuit, qu'il soit saturé ou non.

Il est enfin possible de substituer à un circuit saturé un circuit non saturé, convenablement déformé, sans altérer ses fuites. Ce procédé évite les nappes de courants et permet de se rendre plus facilement compte de l'influence de la saturation sur les constantes du circuit; il permet, notamment, de mettre en évidence que, pour une même différence de potentiel entre les becs polaires, la saturation des noyaux polaires a pour effet de diminuer les fuites interpolaires.

A l'aide de ces procédés, on a pu déterminer les champs dans les encoches, dans l'entrefer et dans les espaces interpolaires d'un alternateur et d'une dynamo, avec et sans pôles de commutation, à vide, et en charge, et quel que soit l'état de saturation des circuits.

Th. Lehmann,
Ingénieur.

[1] Le fait que deux champs de même rotationnel ne peuvent différer que par un champ irrotationnel, est connu depuis longtemps; mais malgré son évidence, il n'a guère trouvé d'applications pratiques.

Ondes mobiles : propagation, formation et protection *(Suite et fin)* (*)

CINQUIÈME PARTIE : Protection des installations contre les ondes mobiles et applications pratiques

Cette cinquième partie est la conclusion pratique qu'il y a lieu de tirer de l'ensemble de cette étude. L'auteur y traite de la protection des installations et des applications pratiques des systèmes de protection à la jonction d'une ligne aérienne et d'une ligne souterraine, à un poste de transformation aérien ou souterrain, à un poste de grande puissance, aux usines génératrices et aux réseaux en général.

I. **Protection des installations. Applications pratiques.** — Nous avons examiné au cours des précédents paragraphes tout ce qui a trait à la formation et à la propagation des ondes mobiles. Nous avons étudié le processus des accidents divers qui en sont la

(*) *Revue générale de l'Électricité*, 19, 26 novembre, 3, 10 et 17 décembre 1927, t. XXII, p. 815-826, 865-871, 923-942, 983-1000 et 1045-1062.

conséquence. Nous avons enfin passé en revue les divers moyens de protection dont dispose la technique la plus moderne. Il ne nous reste plus, avant de conclure, qu'à indiquer, en nous basant sur ce qui précède, les conditions dans lesquelles doivent être installés les appareils de protection pour qu'ils rendent réellement les services que l'exploitant est en droit d'attendre d'eux.

Cette question est extrêmement importante, car le coefficient relatif de protection de la plupart des appareils de protection, varie beaucoup avec leur emplacement sur les circuits: nous en avons donné des exemples typiques à propos des bobines de self-inductance.

Il n'est pas inutile de rappeler, en particulier, ainsi que nous l'avons montré au paragraphe III de la quatrième partie de cette étude, qu'une bobine de self-inductance (ou une bobine shuntée, ou un amortisseur de surtensions) ne donne son maximum d'efficacité que si elle est suivie d'un tronçon de conducteur de faible impédance précédant le transformateur à protéger. On peut employer à cet effet un tronçon de câble, ou mieux un étaleur d'ondes, mais, dans la plupart des cas, ce n'est pas nécessaire. Il suffit de placer la bobine ou l'amortisseur à l'entrée du poste et de diminuer l'impédance d'onde des connexions qui alimentent le transformateur en employant des conducteurs de forte section (en fer pour les petits postes), en mettant à la terre toutes les ferrures du poste et, au besoin, en faisant suivre à un fil de terre, un trajet parallèle à celui des barres du poste. Ce principe est très général et s'applique à la protection de toutes les installations, quelles qu'elles soient.

Rappelons encore qu'une bobine de self-inductance (ou une bobine shuntée, ou un amortisseur de surtensions) constituant un élément de conducteur de forte impédance, permet d'étaler, sur une très grande longueur, le front d'une onde de charge provoquée par la fermeture d'un interrupteur si elle est placée avant ou après ce dernier. Considérons, par exemple, une source A de capacité supposée infinie (cas le plus défavorable), reliée par l'intermédiaire d'une bobine de self-inductance d'impédance d'onde $Z_\mathcal{E}$ et de longueur développée l et d'un interrupteur B à une ligne d'impédance Z (fig. 1). La fermeture de l'interrupteur d'une onde de charge qui se propage sur Z et provoque la formation d'une onde de décharge qui, se propageant sur $Z_\mathcal{E}$ (formules (20)), se réfléchit sur le générateur avec changement de signe en donnant naissance à une onde de charge de même amplitude qui, arrivée en B, subit une réfraction et une réflexion partielles (formules (16)). Une nouvelle onde transmise circule sur le conducteur Z au delà de B pendant qu'une nouvelle onde réfléchie revient vers A et donne naissance à une nouvelle onde de charge, et ainsi de suite, l'amplitude des ondes partielles transmises diminuant suivant une loi exponentielle. La figure 2 montre l'étalement obtenu pour une bobine de self-inductance ($Z_\mathcal{E} = 3000$ ohms, $v_\mathcal{E} = 200000$ km : s, $l = 100$ m) et un amortisseur de surtensions équivalent, placés devant une ligne aérienne ($Z = 500$ ohms, $v = 300000$ km : s) et devant un câble ($Z = 100$ ohms, $v = 100000$ km : s). Ces résultats sont à rapprocher de ceux que nous avons établis à propos des interrupteurs à résistance de choc au paragraphe III de la précédente partie de cette étude. Ils confirment bien notre affirmation que le rôle des interrupteurs à résistance de choc ne doit pas consister pas à réduire la raideur des fronts d'ondes de fermeture, mais uniquement à faciliter l'ouverture des circuits inductifs. L'emploi simultané de bobines de protection et d'interrupteurs à résistance de choc permet de mettre en service ou hors service n'importe quel circuit inductif sans qu'il y ait production d'onde à front raide, ni d'oscillation dangereuse.

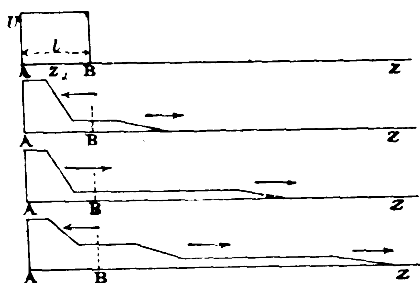


Fig. 1. — Mécanisme de la production d'une onde de fermeture sur une ligne reliée à un générateur de capacité infinie par l'intermédiaire d'une bobine de self-inductance.

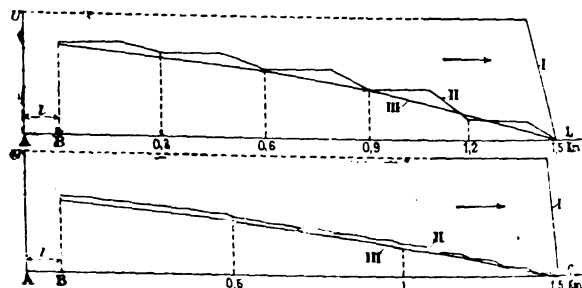


Fig. 2. — Représentation graphique d'une onde de fermeture sur une ligne aérienne L et sur un câble C : I, sans protection; II, avec une bobine de self-induction intercalée; III, avec un amortisseur de surtensions.

Ceci posé et comme on ne rencontre guère, en matière de protection, que des cas d'espèce, il est difficile de formuler des règles générales toujours valables. Néanmoins, les installations peuvent se résumer à un certain nombre de cas typiques, que nous allons étudier plus spécialement.

1. Jonction d'une ligne aérienne et d'un câble souterrain. — Ce cas se rencontre fréquemment en pratique : réseau souterrain avec extensions en lignes aériennes, réseau aérien avec câbles souterrains dans les villes, traversées souterraines de voies ferrées intercalées sur des lignes aériennes, traversées aériennes de rivières

intercalées sur des câbles, arrivées de câbles dans des postes de transformation ou de coupure (fig. 6 de la première partie de cette étude), etc. De tels dispositifs ne constituent nullement des points faibles si l'on prend la précaution de les protéger convenablement.

Des accidents peuvent en effet se produire soit au point même de jonction ou dans son voisinage immédiat (perforation des boîtes d'extrémité, perforation des câbles, amorçages d'arcs sur les isolateurs), soit à une certaine distance dans les diverses installations qui y sont reliées (lignes et postes). Ces accidents sont dus : 1° aux ondes mobiles d'origine atmosphérique et d'origine interne (dues aux manœuvres effectuées dans les installations reliées à la ligne aérienne et aux arcs à la terre), ainsi qu'aux charges statiques; 2° aux ondes mobiles d'origine interne dues aux manœuvres effectuées sur les installations reliées au réseau souterrain ou à des perforations de câbles.

Pour assurer la protection contre les surtensions provenant du côté aérien, il suffit de placer, entre la ligne aérienne et le câble, un tronçon de conducteur de forte impédance qui empêchera les ondes de pénétrer dans le câble [1]. On emploiera, à cet effet, une forte bobine de self-inductance ou, mieux, une bobine shuntée ou un amortisseur de surtensions, de manière à amortir partiellement au moins les ondes. Ces appareils auront en même temps pour effet d'empêcher les ondes de fermeture et d'ouverture, arrivant par le câble, de continuer leur chemin sur la ligne aérienne. Or, nous avons vu que ces ondes subissent un accroissement d'amplitude et de gradient de potentiel en passant successivement d'un câble dans une ligne aérienne et un transformateur. Il est donc indispensable de les arrêter. Nous avons vu comment il est possible d'étaler ces ondes sur une très grande longueur au moment même de leur formation.

L'avantage des bobines shuntées et des amortisseurs de surtensions sur les inductances ordinaires est de consommer une partie de l'énergie des ondes incidentes et surtout d'étaler les ondes transmises et réfléchies ce qui a pour conséquence de les rendre inoffensives et d'adoucir les phénomènes de réflexion.

On peut encore améliorer la protection en plaçant entre le pylône où s'opère la jonction et les pylônes précédents sur une longueur de 200 à 500 m, suivant le cas, un fil de terre qui limite les effets dus aux coups de foudre directs. La figure 3 représente une jonction réalisée dans ces conditions et dont la sécurité est parfaite. L'installation comporte également des sectionneurs.

Il est inutile, dans ces conditions, d'employer un câble établi pour une tension très supérieure à la tension de service s'il existe, à une distance de quelques kilomètres au plus, un dispositif quelconque assurant l'écoulement des charges statiques (mise à la terre directe ou indirecte du neutre, déchargeur, résistance capacitive, bobine d'écoulement). L'existence, sur le réseau, d'un parafoudre quelconque n'est pas équivalente et ne donne aucune sécurité à ce point de vue. Si les charges statiques ne peuvent pas s'écouler, il est nécessaire de prendre un câble isolé pour une tension supérieure à celle de service.

On peut encore protéger une jonction de ligne aérienne et de câble au moyen de condensateurs ou d'étaleurs d'ondes employés conjointement ou non, à des bobines ordinaires ou shuntées ou des amortisseurs. Mais il est absolument inutile de recourir à de tels dispositifs forcément coûteux et quelquefois fragiles, alors que le système que nous venons d'indiquer est pleinement satisfaisant.

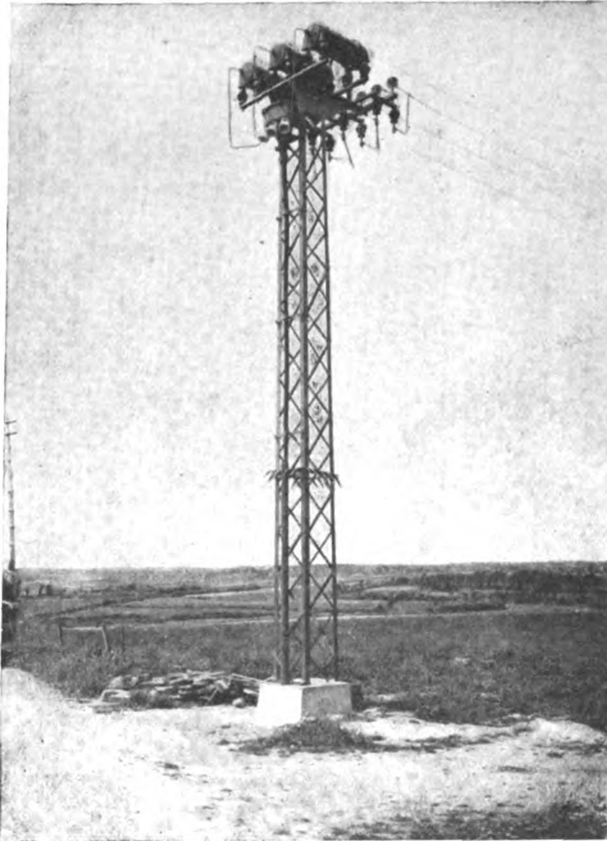


Fig. 3. — Jonction d'une ligne aérienne et d'un câble avec protection par amortisseurs de surtension. et fil de terre.

2. Poste de transformation sur réseau souterrain. — Ces postes sont montés suivant le schéma de la figure 6 de la première partie de cette étude; il en est de même des moteurs ou autres appareils à haute tension, auxquels ce qui suit s'applique intégralement.

Des accident peuvent être provoqués soit par des ondes mobiles d'origine extérieure (mise en service ou hors service du câble alimentant le poste, ou même d'un câble quelconque, arc à la terre), soit par les

[1] Voir formules (16) et paragraphe XIII de la quatrième partie de cette étude.

ondes produites par la fermeture ou l'ouverture du disjoncteur du poste.

Il convient donc : 1° d'empêcher les ondes d'origine extérieure au poste de pénétrer dans ce dernier ; 2° de réduire l'amplitude et le gradient de potentiel des ondes dues à la manœuvre du disjoncteur du poste. On y arrive aisément en plaçant entre la boîte d'extrémité et le disjoncteur un tronçon de conducteur de forte impédance, tel qu'une forte bobine de self-inductance ou, mieux, une bobine shuntée ou un amortisseur de surtensions.

Nous avons mentionné en effet au paragraphe VIII de la première partie de cette étude que, quand le disjoncteur du poste est ouvert et qu'on met le câble en service, il se produit dans le poste une réfraction lorsque l'onde de charge passe du câble sur les barres, puis une réflexion à l'extrémité ouverte de ces barres et qu'il en résulte une élévation de potentiel pouvant atteindre 3,5 fois la tension normale de service.

Avec une forte bobine ou un amortisseur placé immédiatement après la boîte d'extrémité, la réflexion s'opère partiellement, au moins dans l'appareil de protection lui-même, et la tension instantanée maximum en un point quelconque n'est même pas égale au double de la tension de l'onde incidente. La réflexion se faisant en deux temps, à l'entrée de l'appareil de protection et à l'extrémité ouverte des barres, l'onde réfléchie est étalée et moins dangereuse.

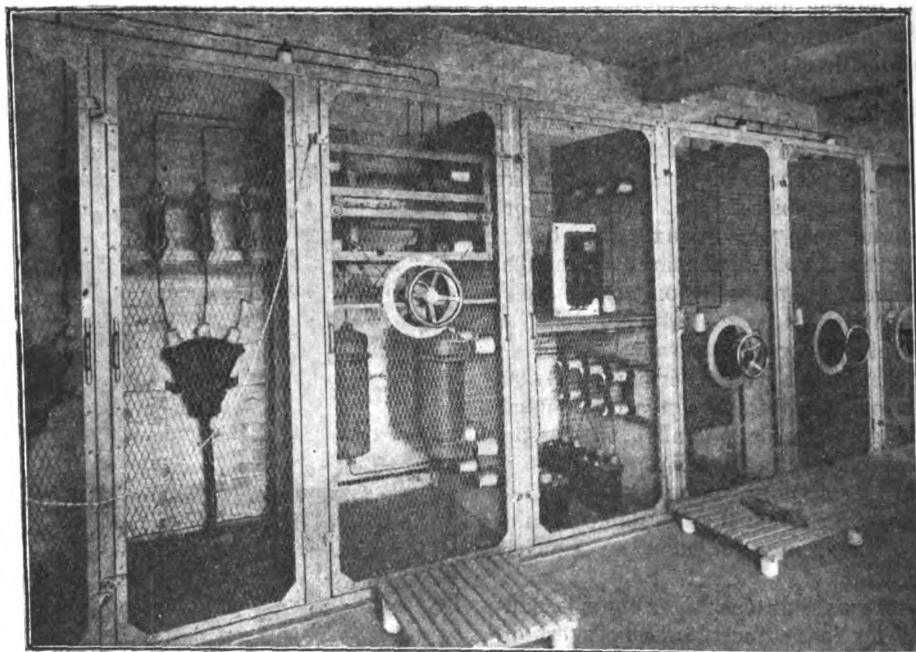


Fig. 4. — Cabine de transformation alimentée par un réseau souterrain avec protection par amortisseurs de surtensions : 1re et 2e cellules, arrivée des câbles ; 3e cellule, inverseur et amortisseurs de protection ; 4e cellule, comptage ; 5e cellule, disjoncteur général ; 6e et 7e cellules, disjoncteurs des transformateurs.

Si la protection est assurée par un amortisseur de surtensions, l'onde réfléchie est plus étalée encore et partiellement amortie.

Lorsque le (ou les) transformateur du poste est en service, la bobine de protection constitue un conducteur Z_2 de forte impédance suivi d'un conducteur Z'_1 de faible impédance (barres) placé avant le transformateur, ce qui assure, comme nous l'avons vu [1], une protection très satisfaisante. Lorsque la protection est assurée par des amortisseurs, la sécurité est plus grande qu'avec une bobine ordinaire, en raison de la valeur élevée du coefficient de protection propre de l'appareil.

La figure 4 montre une cabine de transformation alimentée par un réseau souterrain avec protection par amortisseurs de surtensions placés entre la boîte d'extrémité du câble et le disjoncteur. Les amortisseurs ainsi placés assurent également l'étalement des ondes de charge dues à la manœuvre du disjoncteur ; la figure 5 représente la disposition de la cellule de protection dans un cas analogue.

Lorsque le poste est placé en dérivation sur un câble desservant un certain nombres d'autres postes, la protection par bobine de self-inductance ou amortisseur à l'entrée du poste, est suffisante, car les ondes qui se propagent sur la ligne peuvent continuer leur route au lieu de pénétrer dans le poste. Si le poste comprend plusieurs transformateurs, il convient, pour éviter toute répercussion d'un transformateur sur l'ensemble au

(1) Voir le paragraphe XIII ainsi que la formule (39) de la quatrième partie de cette étude.

moment d'une mise en service ou hors service, de placer non seulement un jeu de bobines ou d'amortisseurs à l'entrée du poste, mais aussi sur chaque dérivation alimentant un transformateur. On doit, de préférence, placer ces derniers appareils entre les barres et le disjoncteur du transformateur, de manière à laisser avant le transformateur, un tronçon de conducteur de faible impédance. On obtient ainsi une protection excellente.

Lorsque le poste est situé à l'extrémité d'une ligne souterraine, les possibilités d'accident sont plus grandes en raison de l'importance des phénomènes de réflexion d'onde. Il est donc nécessaire d'assurer la protection

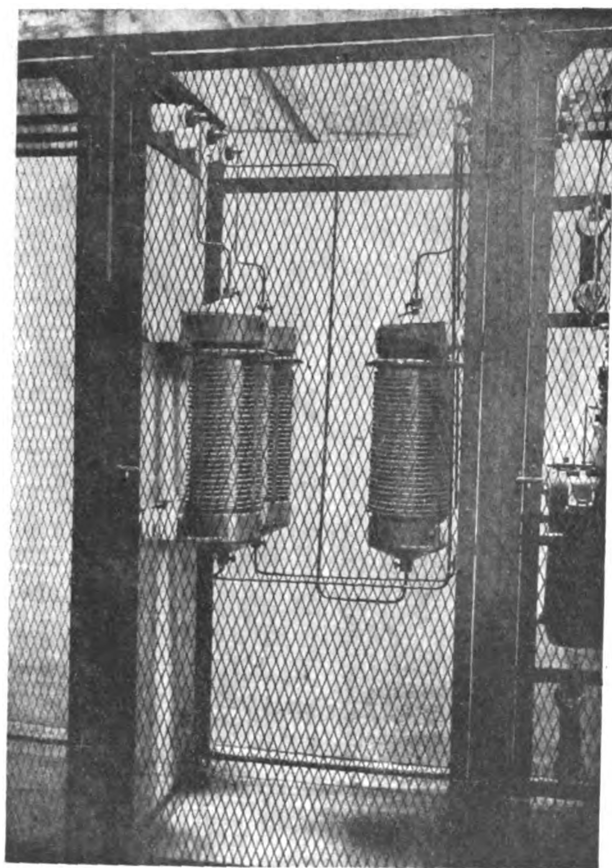


Fig. 5. — Cellule de protection dans une cabine de transformation alimentée par un réseau souterrain, montrant la disposition des amortisseurs de surtensions.

en conséquence. On peut employer à cet effet, conjointement aux bobines ou aux amortisseurs, des condensateurs combinés à des résistances, ou mieux, des étaleurs amortisseurs d'ondes. Par exemple, pour un petit poste, il suffit de placer entre l'arrivée et le disjoncteur un jeu d'amortisseurs et, entre le disjoncteur et le transformateur, un jeu d'étaleurs amortisseurs d'ondes.

Pour un poste important comprenant plusieurs transformateurs, on peut adopter une protection générale du poste par amortisseurs de surtensions et étaleurs d'ondes insérés sur l'arrivée et une protection individuelle de chaque transformateur par amortisseurs de surtensions, commme il est indiqué sur la figure 6. On obtient ainsi une sécurité très grande que l'on peut augmenter encore, le cas échéant, en insérant un jeu d'étaleurs d'ondes sur chaque transformateur.

Il est bien évident qu'une telle protection est beaucoup plus efficace que celle réalisée avec des bobines de self-inductance et des condensateurs ordinaires ou n'importe quel autre dispositif.

3. Poste de transformation dérivé sur une ligne aérienne. — C'est le cas très général de la majorité des postes de transformation et plus particulièrement des postes de réseaux ruraux.

La protection peut être assurée de manière très satis-

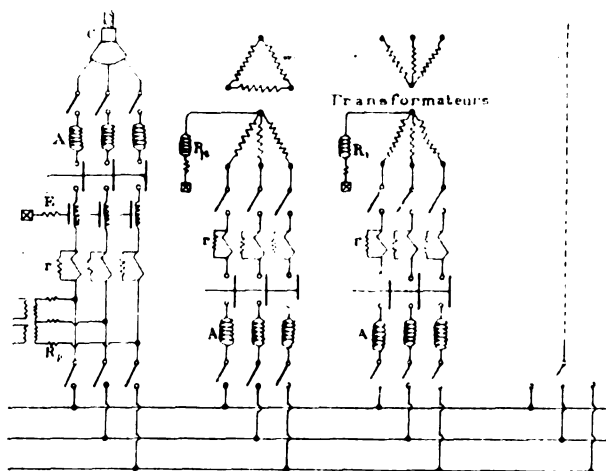


Fig. 6. — Schéma de connexions d'un poste de transformation avec protection complète contre les surtensions : C, arrivée du câble; A, amortisseurs de surtensions; E, étaleurs amortisseurs d'ondes; R_t, résistances ou amortisseurs de mise à la terre; R_p, résistances ou bobines de protection des transformateurs, de potentiel; r, résistances de protection des transformateurs de courant.

faisante en empêchant les ondes mobiles qui circulent sur la ligne de pénétrer dans le poste, au moyen de fortes bobines de self-inductance (fig. 9 de la précédente partie de cette étude) ou mieux, de bobines shuntées ou d'amortisseurs de surtensions. En effet, une onde qui arrive au point de dérivation du poste se partage : la majeure partie continue à progresser sur la ligne dont l'impédance d'onde est relativement faible et l'autre partie traverse la bobine de protection dont l'impédance d'onde est grande. Si la protection est assurée par un amortisseur de surtensions, l'onde qui pénètre dans le transformateur est suffisamment étalée et amortie pour ne présenter aucun danger. La figure 7 représente une application très intéressante de cette disposition, réalisée par la Compagnie des Chemins de fer du Midi pour ses postes de signalisation sur la ligne de Bordeaux à Dax.

Cette protection convient parfaitement pour les postes de faible puissance, dont la surveillance et l'en-

tretien doivent être réduits à leur plus simple expression, en particulier pour les postes en pied de pylônes et les postes sur poteaux. Les figures 8 et 9 représentent une très heureuse disposition adoptée par les Etablissements industriels D. Soulé pour un poste en pied de pylône dans lequel les amortisseurs sont suivis de tronçons de conducteurs de faible impédance, constitués par les fils de haute tension passant dans la gaine métallique du pylône.

Pour que la protection soit complète, il faut prévoir de distance en distance (tous les 10 ou 100 km suivant

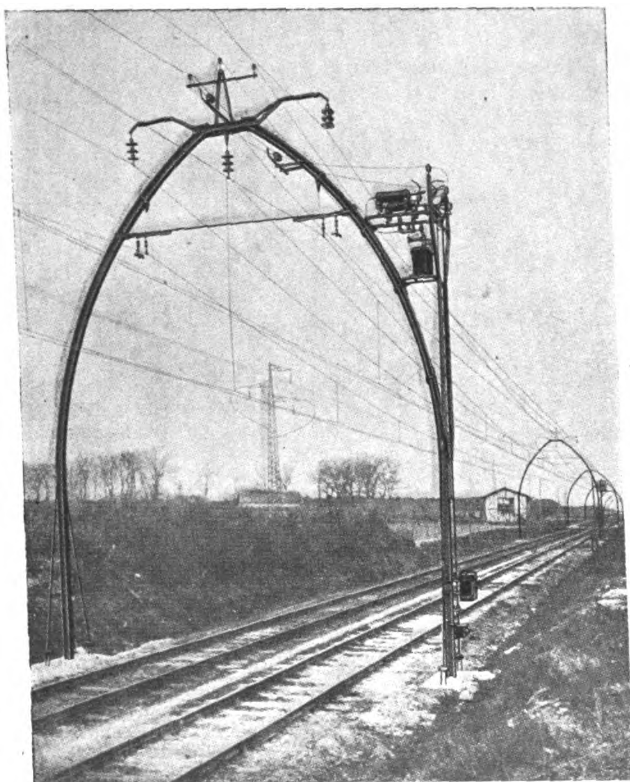


Fig. 7. — Protection par amortisseurs de surtensions d'un poste à courant monophasé de 10 000 volts alimentant les circuits de signalisation de la ligne de Bordeaux à Dax de la Compagnie des Chemins de fer du Midi.

la tension de service) un dispositif quelconque assurant l'écoulement des charges statiques.

On peut encore compléter heureusement la protection, surtout lorsque la dérivation alimentant le poste est un peu longue, en tendant un fil de terre sur une longueur d'au moins 100 m à partir du poste à protéger, ainsi que nous l'avons indiqué au paragraphe IV de la précédente partie de cette étude. Cette disposition est applicable à tous les postes alimentés par des lignes aériennes.

4. Poste de transformation en bout de ligne aérienne. — C'est le cas de postes de faible et de moyenne importance identiques à ceux que nous venons d'examiner (paragraphe 3) et que la configuration de la région desservie situe à l'extrémité des lignes. C'est aussi le cas de postes importants (paragraphe 5) qui sont parfois l'unique aboutissant d'une ligne.

Il est bien évident que les ondes se propageant sur la ligne ne peuvent poursuivre leur chemin et pénètrent dans le poste terminal où elles peuvent occasionner de fréquents accidents. Les observations faites sur de nombreux réseaux montrent nettement que

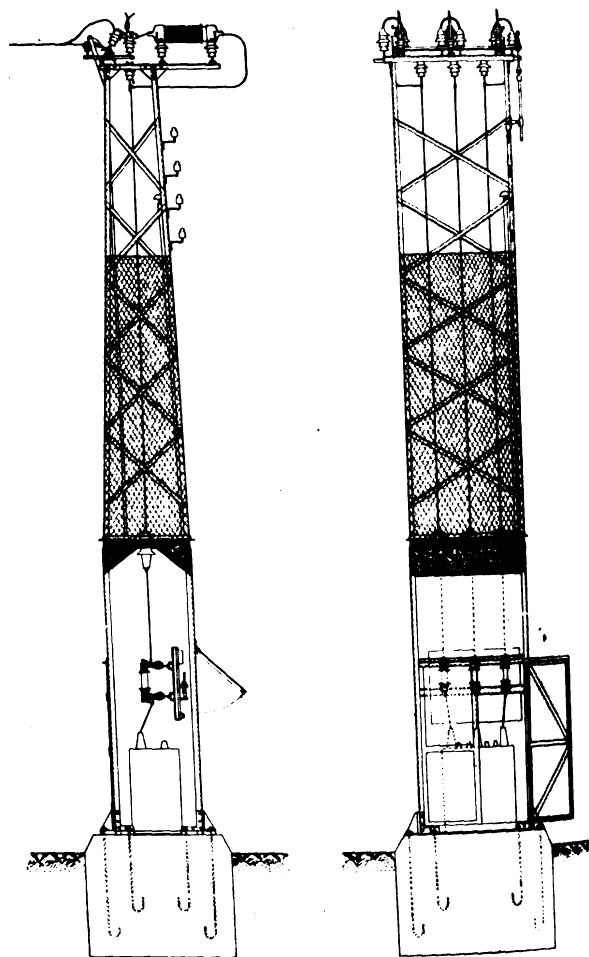


Fig. 8. — Vue schématique d'un poste de transformation en pied de pylône, avec protection par amortisseurs de surtensions : dessin montrant les dispositions de détail.

les postes en bout de ligne sont plus fréquemment frappés (¹). Il importe donc de les protéger plus particulièrement. Plusieurs moyens permettent d'y arriver de manière pleinement satisfaisante.

La protection propre du poste peut être assurée par l'emploi simultané de bobines de self-inductance et de

(¹) Voir notamment : Résultats d'une enquête relative à la protection contre les surtensions. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, mars 1927, t. XVIII, p. 141-148 ; résumé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 156 D.

condensateurs ou, plus efficacement, par l'emploi d'amortisseurs de surtensions et d'étaleurs d'ondes.

On place quelquefois avant le transformateur un tronçon de câble qui, précédé d'une forte bobine de self-inductance, assure une bonne protection (voir paragraphe XIII de la précédente partie de cette étude). Mais le câble est fragile et coûteux et il est préférable d'employer un autre dispositif.

Si le poste comprend plusieurs transformateurs, on adoptera la disposition de la figure 6 qui permet d'obtenir une grande sécurité, laquelle peut être encore



Fig. 9. — Poste de transformation en pied de pylône avec protection par amortisseurs de surtensions, installé dans un réseau rural.

améliorée, le cas échéant, par l'insertion des étaleurs amortisseurs d'ondes sur chaque dérivation alimentant un transformateur. On peut encore employer sur l'arrivée des résistances capacitives en remplacement des étaleurs d'ondes, surtout si l'on dispose d'eau sous pression.

Les dispositifs que nous préconisons présentent sur les bobines de self-inductance et les condensateurs ordinaires de nombreux avantages : ils sont plus robustes, moins coûteux dans l'ensemble, très peu encombrants, car on peut monter en colonne en un appareil unique un amortisseur de surtensions et un étaleur amortisseur d'ondes, plus efficaces contre les ondes mobiles et capables d'étouffer très rapidement les oscillations de moyenne et haute fréquence.

Rappelons ce que nous avons dit au paragraphe V de la précédente partie de cette étude que, lorsque le point neutre d'un transformateur est mis à la terre par une résistance n'excédant pas quelques milliers d'ohms, une onde qui a traversé l'enroulement s'écoule au sol à peu près sans réflexion, d'où danger moindre pour le transformateur, et suppression presque complète des oscillations résultantes. De plus, l'écoulement des charges statiques est assuré.

Une précaution très originale, qui donne d'excellents résultats, consiste à empêcher les ondes se propageant sur la ligne d'arriver jusqu'au poste d'extrémité. On y arrive aisément en intercalant sur la ligne, quelques centaines de mètres ou même quelques kilomètres, pour de très hautes tensions, avant le poste terminal, de fortes bobines de self-inductance ou mieux des bobines shuntées ou des amortisseurs de surtensions [1]. Dans ce dernier cas, les ondes transmise et réfléchie sont fortement étalées et amorties, ce qui les rend beaucoup moins dangereuses. La figure 10 représente une telle installation. On peut compléter fort utilement la protection en tendant un fil de terre entre le pylône portant les bobines ou les amortisseurs et le poste terminal.

5. Poste de grande puissance. — C'est le cas des grands postes d'extrémité sur les lignes importantes, des postes de coupure, des postes assurant la jonction de plusieurs réseaux ou de plusieurs lignes ou usines génératrices dont les tensions sont différentes, etc.

Etant donné leur importance capitale, ces grands postes, qui comportent souvent à la fois des départs aériens et souterrains, doivent être protégés avec soin, non seulement pour eux-mêmes, mais aussi pour arrêter les ondes qui circulent sur les lignes, pour amortir les oscillations à haute et moyenne fréquences et pour empêcher la formation de fronts d'ondes de charge dangereux, tous phénomènes qui peuvent provoquer des accidents dans d'autres postes moins importants, plus vulnérables ou moins bien protégés.

Dans un poste de coupure ne comportant pas de transformateurs, il suffit de placer sur chaque départ des bobines shuntées ou mieux des amortisseurs de surtensions, qui ont pour effet d'étaler et d'amortir les ondes se propageant sur les lignes.

Lorsque le poste comprend des transformateurs, il est bon de prévoir une protection plus complète. On emploiera, par exemple, sur les départs, des bobines de self-inductance ou des amortisseurs combinés à des condensateurs ou des résistances capacitives ou des étaleurs d'ondes, et, sur les transformateurs, des amortisseurs de surtensions, suivant le schéma de la

[1] Tronçon de conducteur de forte impédance inséré sur une ligne de faible impédance. Voir paragraphe XIII de la quatrième partie de cette étude.

figure 6. Ou encore, inversement, de simples bobines ou des amortisseurs sur les départs et des amortisseurs en série avec des étaleurs d'ondes sur les transformateurs. On adoptera l'une ou l'autre de ces solutions suivant que le poste est essentiellement transformateur, et doit être protégé dans son ensemble, ou poste de coupure, et comporte accessoirement un transformateur.

Lorsqu'il s'agit de très hautes tensions (au-dessus de 60000 v) et de puissances considérables, les transformateurs sont beaucoup moins fragiles et il n'est plus

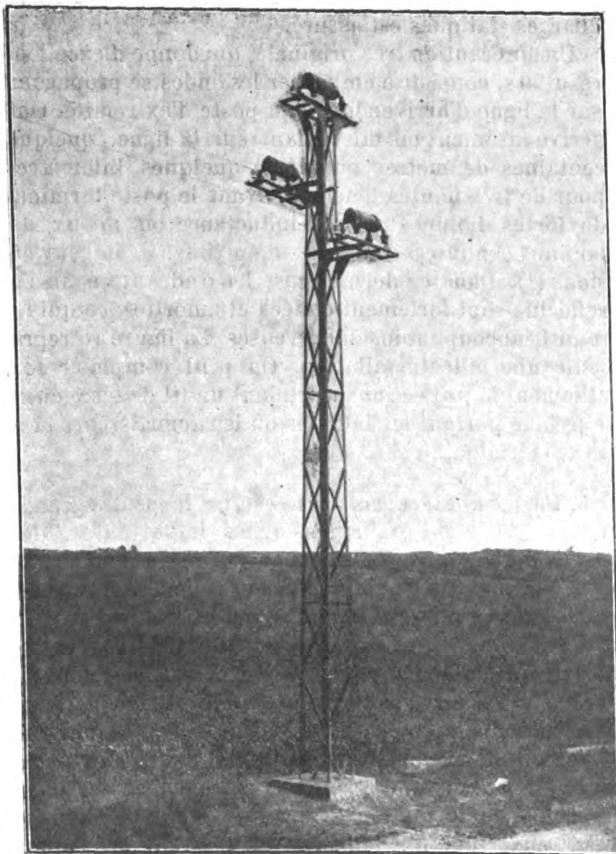


Fig. 10. — Amortisseurs de surtensions insérés sur une ligne aérienne et empêchant la propagation des ondes mobiles.

nécessaire de les protéger aussi énergiquement. Il suffit de placer, à l'entrée des postes et sur chaque dérivation alimentant un transformateur, des bobines de self-inductance, des bobines shuntées ou des amortisseurs de surtensions. La mise à la terre du point neutre de tous les transformateurs, par des résistances n'excédant pas quelques centaines d'ohms, ou par des amortisseurs de mise à la terre, présente une très grande sécurité, ainsi que nous l'avons exposé au paragraphe V de la quatrième partie de cette étude.

L'emploi d'un fil de terre au moins à l'entrée du poste est recommandable.

6. Usine génératrice. — Lorsque les usines génératrices comportent des alternateurs de faible puissance débitant directement sur des lignes aériennes ou des câbles, la protection doit être très efficace, car de tels alternateurs sont très fragiles. On emploiera simultanément des bobines de self-inductance, ou des bobines shuntées, ou des amortisseurs et des condensateurs avec résistances en série, ou des étaleurs amortisseurs d'ondes. Le neutre sera relié à la terre par une résistance ou un amortisseur de mise à la terre.

Lorsque ces usines sont assez puissantes, deux cas peuvent se présenter : 1° les alternateurs dont la tension est au plus de 15000 v débitent directement sur les lignes qui sont généralement souterraines; 2° les alternateurs sont reliés aux lignes par des transformateurs élévateurs.

Dans le premier cas, les enroulements sont peu vulnérables aux ondes mobiles et de simples bobines shuntées ou des amortisseurs sont suffisants pour assurer leur protection propre. Par contre, il est à peu près indispensable de prendre quelques précautions contre les oscillations de basse et de moyenne importance, qui peuvent prendre naissance à la mise en service ou hors service d'un feeder, et contre les surintensités de courant. Bien que cela sorte un peu du cadre de cette étude, notons qu'on obtiendra d'excellents résultats en employant des interrupteurs à résistance de choc [1], des réactances de limitation des courts-circuits munies de résistances d'amortissement, et en plaçant des résistances ou des amortisseurs de mise à la terre sur le point neutre au départ et à l'arrivée des lignes. On réduira ainsi, à une valeur très faible, les oscillations de basse et de moyenne fréquence, dont l'amplitude peut devenir dangereuse. De plus, il ne faut pas penser qu'à l'usine génératrice, mais aussi aux installations qui se trouvent à l'extrémité des lignes et il convient d'empêcher, en plaçant sur chaque départ, une forte inductance shuntée ou un amortisseur de surtensions, la formation de fronts d'ondes dangereux, lors de la fermeture des interrupteurs des feeders.

Dans le second cas, la protection sera assurée comme pour un poste transformateur de grande puissance.

7. Réseaux en général. — L'exploitant doit bien se persuader que la protection d'un réseau doit être considérée non pas par fractions, mais dans son ensemble, surtout dans les réseaux très puissants où l'amortissement est insignifiant et où les ondes gardent très longtemps une amplitude et un gradient de potentiel dangereux.

La protection doit être conçue dans son ensemble, parce qu'elle doit viser à deux buts distincts et également importants :

1° Empêcher, dans la mesure du possible, la formation d'ondes mobiles dont l'amplitude et le gradient de potentiel soient dangereux ;

2° Étaler et amortir le plus énergiquement possible

[1] Voir paragraphe III de la quatrième partie de cette étude sur les ondes mobiles.

les ondes mobiles pour les empêcher d'être dangereuses par elles-mêmes et par les oscillations qui résultent de leurs réflexions successives.

C'est donc une grave erreur de juger un dispositif quelconque sur les résultats obtenus dans quelques postes isolés, car le reste du réseau non ou mal protégé peut réagir sur la portion protégée.

Un cas très typique est celui d'un poste de transformation situé à l'extrémité d'une ligne alimentée par une usine génératrice ou un poste important. Le transformateur placé en bout de ligne reçoit des ondes d'origine accidentelle et surtout des ondes dues aux manœuvres exécutées sur le réseau, principalement à la fermeture du disjoncteur du poste et à la fermeture du disjoncteur situé à l'origine de la ligne. Si la protection est assurée, comme nous l'avons indiqué, non seulement dans le poste, mais aussi au départ de la ligne, la probabilité d'accidents est bien moindre.

La protection n'est donc vraiment complète que si elle s'étend non seulement aux postes, mais aussi à tous les points d'où peuvent provenir de dangereuses surtensions.

Les disjoncteurs doivent être réglés de manière qu'en cas de surcharge ou d'accident dans un poste, le disjoncteur de celui-ci fonctionne seul. Le disjoncteur placé au départ ne doit déclencher qu'en cas d'accident sur la ligne alimentant les postes.

Nous touchons ici au problème très général de l'exploitation d'un réseau, qui déborde beaucoup le cadre des ondes mobiles. Cela n'a rien de surprenant, car tout se tient dans un réseau et la bonne marche de l'ensemble dépend de la perfection avec laquelle sont résolues les questions de détail.

II. Conclusions. — Nous nous excusons, en terminant, de la longueur de cette étude que nous aurions désirée plus succincte et plus complète à la fois. Nous avons insisté plus particulièrement sur certains points qui sont en opposition avec les idées généralement admises. Notamment l'hypothèse des ondes rectangulaires, absolument incompatible avec la réalité des faits, doit être définitivement abandonnée, parce qu'elle donne des résultats absurdes et, partant, sans aucune valeur pratique. Nous avons vu au contraire, à diverses reprises, que la considération de la longueur des fronts d'onde donne des résultats très intéressants. Elle donne une image exacte des transformations que subissent les ondes mobiles se propageant sur des circuits composés de tronçons hétérogènes et permet de lier plus étroitement la question des ondes mobiles à celles des oscillations.

La propagation des ondes dans les transformateurs, telle qu'elle a été conçue jusqu'à présent, n'est pas conforme à la réalité et doit être reprise dans le sens que nous avons indiqué au paragraphe VIII de la troisième partie de cette étude.

L'étude des inductances et des condensateurs de protection doit être également reprise sous un jour différent, ainsi que nous l'avons indiqué aux paragraphes XIII, XIV et XV. L'hypothèse qui consiste à considérer les inductances comme ponctuelles, alors qu'un coefficient de self-induction est précisément homogène à une longueur, est absurde et doit être définitivement abandonnée puisque les résultats qu'on en déduit sont inexacts.

L'étude critique des dispositifs de protection doit être faite en se basant sur des hypothèses rigoureusement conformes à la réalité et c'est pour éviter les erreurs dans lesquelles sont tombés la plupart des auteurs, que nous avons consacré une importante partie de cette étude à l'examen des phénomènes, ce qui permet de juger avec toute la rigueur désirable les méthodes de protection.

Depuis quelques années, certains auteurs [1], par compensation sans doute, croient devoir attribuer systématiquement aux oscillations les accidents que d'autres imputent, non moins systématiquement, à l'onde mobile incidente. Il convient de se garder de toute exagération. Dans les transformateurs de faible puissance où l'amortissement est considérable, les accidents peuvent être produits à peu près uniquement par l'onde incidente et tout au plus, dans quelques cas, par sa réflexion à l'extrémité de l'enroulement. Dans les transformateurs de grande puissance, où l'amortissement est faible, les accidents peuvent être produits par l'onde incidente, par la première demi-période de l'oscillation résultant de sa réflexion au point neutre et quelquefois, mais rarement, par la répétition des contraintes à chaque période de l'oscillation résultante, lorsqu'elle se maintient un temps appréciable. Ce phénomène n'est possible que dans un nombre de cas très réduit.

Cela nous fournit l'occasion de rappeler que tout dispositif de protection qui étale et amortit suffisamment les ondes mobiles incidentes, réduit, par le fait même, l'amplitude des oscillations résultantes et assure la protection de manière satisfaisante, que les accidents soient dus à l'onde incidente ou à l'oscillation résultante. On voit également l'intérêt considérable que présente l'insertion d'une résistance ou d'un amortisseur de mise à la terre sur le point neutre des transformateurs, surtout de grande puissance, pour atténuer les réflexions d'ondes et diminuer l'amplitude des oscillations résultantes.

Les bobines de self-inductance et les condensateurs ordinaires constituent la base d'une bonne protection ; mais, sous une telle forme, ils constituent un système assez rudimentaire. Employés conjointement à des résistances, ils sont déjà plus satisfaisants. Nous avons montré qu'il est possible de les améliorer encore beaucoup. Nous avons réalisé un grand pas dans cette voie en créant l'amortisseur de surtensions, l'étaleur amortisseur d'ondes et la résistance capacitive qui sont avant tout robustes, économiques et parfaitement adaptés au service tout spécial que l'on attend d'eux.

De la même manière, nous avons établi, pour la

[1] Voir notamment J. Fallou et A. Mauduit, *loc. cit.*

mise à la terre du point neutre, des appareils spéciaux, la résistance graphitique protégée et l'amortisseur de mise à la terre, qui permettent d'avoir les avantages de la mise à la terre du point neutre et d'en éviter les inconvénients.

A l'heure actuelle, l'exploitant peut trouver des appareils de protection parfaitement efficaces et robustes, ne nécessitant ni réglage, ni surveillance, ni entretien et qui, convenablement installés, lui donnent pleine satisfaction.

Il reste encore un certain nombre de points à éclaircir dans l'étude des surtensions en général, et des ondes mobiles en particulier, et de nombreux travaux expérimentaux devront être poursuivis avant que puissent être closes définitivement les controverses.

De nombreux progrès peuvent encore être réalisés dans la technique des dispositifs de protection qui s'est déjà beaucoup perfectionnée et évolue avec rapidité. Aussi les directives qui ont été formulées dans quelques pays [1] pour la protection contre les surtensions deviennent-elles rapidement caduques, encore que nous n'en méconnaissions pas la valeur réelle.

En exposant la question dans sa généralité, en nous basant sur les études et les progrès les plus récents, nous croyons avoir rendu service aux exploitants qui pourront ainsi, en toute connaissance de cause, se faire une opinion motivée toujours difficile et pénible à établir d'après des études éparses [2].

Charles Ledoux,
Ingénieur I. E. T.

Revues, analyses et informations

Sur un manomètre strobométrique à condensateur électrique déformable [1].

Dans une étude antérieurement signalée ici (*R. G. E.*, 10 décembre 1927, t. XXII, p. 179 D), M. J. Villey a montré qu'il était facile de mesurer les pressions au moyen d'un électromètre accusant les variations de capacité d'un condensateur dont l'une des armatures est constituée par la membrane d'un manomètre. Dans la note qui nous occupe, les auteurs indiquent comment ils ont appliqué ce procédé à la mesure, à un instant donné, de la valeur d'une pression à variations périodiques rapides, comme c'est le cas pour la pression des gaz dans les cylindres des moteurs à explosion.

L'appareil est essentiellement un manomètre différentiel à membrane métallique élastique, l'une des faces de cette membrane étant soumise à la pression périodique, l'autre à une pression permanente, de manière à faire les mesures par une méthode de zéro. La membrane constitue l'armature influençante d'un condensateur dont l'armature influencée est reliée à l'une des paires de quadrants d'un électromètre; on compare la capacité de ce condensateur à celle d'un condensateur fixe agissant de la même manière sur la seconde paire de quadrants. Au lieu de laisser agir en permanence la tension électrique influençante, ainsi qu'on le fait quand la pression à mesurer reste constante, on l'établit périodiquement, par un interrupteur monté sur l'arbre du moteur à explosion, à la même phase de chacune des périodes successives. Pour avoir la pression à chaque phase d'une période, il suffit de donner successivement à l'interrupteur toute une série de calages angulaires différents, et, pour chacun d'eux, de déterminer la pression constante qui, appliquée sur l'une des faces de la membrane, maintient l'électromètre au zéro.

(1) J. Villey et Et. Hochard. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 5 décembre 1927, t. CLXXXV, p. 1255-1256, 900 mots.

Au lieu d'utiliser la méthode de zéro, on peut faire un enregistrement strobométrique direct, où la pression, à chaque instant, est mesurée par la déviation de l'électromètre. Mais la sensibilité relative de l'appareil devient alors beaucoup plus faible, car les mesures électriques étant faites dans toutes les positions prises par la membrane, il faut que, pour la pression maximum du cycle, la flèche de cette membrane reste très inférieure à l'écartement normal des armatures. La limite de sensibilité devient ainsi une fraction notable de la pression maximum; d'autre part, la précision est altérée, non seulement par les variations de l'élasticité de la membrane, mais aussi par les variations de la tension influençante et de la durée de contact de l'interrupteur.

En terminant, les auteurs font remarquer que si les circonstances sont incompatibles avec l'emploi de l'électromètre, on peut, comme dans le cas des dynamomètres, utiliser, pour la mesure des variations de capacité du manomètre, la méthode des battements d'oscillations hertziennes. — J. R.

(1) Rapport sur la protection des installations électriques contre les surtensions, élaboré par le secrétariat général de l'Association suisse des Electriciens. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, juin 1916, t. VII, p. 137 à 154 et *Revue générale de l'Electricité*, 28 avril 1917, t. I, p. 645. Ce rapport a été remplacé par le suivant, qui est beaucoup moins affirmatif :

Guide pour la protection des installations électriques à courant alternatif contre les surtensions. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, juin 1923, t. XIV, p. 301-320; analysé dans *Revue générale de l'Electricité*, 1er décembre 1923, t. XIV, p. 848.

Principes directeurs pour la protection des installations électriques contre les surtensions. (V. D. E.). *Elektrotechnische Zeitschrift*, 26 mars 1925, t. XLVI, p. 472-477.

(2) Ayant mentionné au fur et à mesure les principales études auxquelles on peut avoir intérêt à se reporter, nous ne croyons pas nécessaire de joindre à notre travail une notice bibliographique qui devrait être fort longue pour être complète.

SECTION INDUSTRIELLE

Diagramme simplifié de la chute de tension dans une ligne

Après avoir rappelé les formules qui définissent les constantes des lignes de transmission d'énergie électrique, sans tenir compte néanmoins de la capacité, l'auteur applique à la détermination graphique de la chute de tension dans les lignes une simplification consistant à ne pas faire intervenir le déphasage entre les tensions à l'origine et à l'extrémité réceptrice de la ligne, ce qui revient à supposer que les vecteurs représentatifs de ces tensions sont parallèles. Puis s'inspirant du diagramme bipolaire établi par M. A. Blondel (*) pour les moteurs synchrones, M. Rauth construit sur ce même principe le diagramme dit « d'impédance de la ligne » qui rend très aisé et très simple le calcul de la chute de tension pour toutes les charges, c'est-à-dire pour toutes les intensités et toutes les valeurs du déphasage du courant qui passe dans la ligne. Cette construction, qui est traitée dans un des ouvrages d'Arnold et La Cour (**), est développée et appliquée aux lignes et à des machines quelconques, assimilables à une impédance, dans le cours que professait M. Genkin à l'Ecole d'Electricité industrielle de Marseille. L'intérêt que présente ce procédé à cause de sa simplicité nous semble devoir justifier l'exposé qu'en fait M. Rauth dans l'article qui suit.

Cette note a surtout pour objet de mettre en évidence une épure particulièrement simple du diagramme de la chute de tension dans une ligne de distribution d'énergie à haute tension d'importance moyenne.

Malgré les hypothèses admises, l'approximation de cette méthode est suffisante pour les besoins de la pratique courante, puisque, en définitive, l'erreur commise n'excède pas, dans la plupart des cas, la limite inhérente à la précision des constructions graphiques.

Indépendamment de sa simplicité, le diagramme présente en outre l'avantage de donner directement la chute de tension en centièmes, quels que soient la charge et le décalage introduits par les appareils récepteurs.

I. Constantes des lignes de transmission d'énergie et chute de tension. — On sait déjà que la section s, en millimètres carrés, d'un des conducteurs d'une distribution polyphasée à m phases, est donnée, en fonction des conditions imposées par les appareils d'utilisation du courant, par l'expression générale

$$s = \rho_t \frac{l}{p} \frac{P_{app}}{mE^2 \cos\varphi} \qquad (1)$$

dans laquelle on désigne par l la distance, exprimée en kilomètres, entre l'origine et l'extrémité de la ligne ; P_{app} la puissance apparente totale disponible au point d'utilisation du courant, exprimée en kilovolts-ampères ; m, le nombre de phases ; E, la tension par phase, en kilovolts, à l'extrémité de la ligne ; $\cos\varphi$, le facteur de puissance des récepteurs ; p, la perte de puissance en centièmes de la puissance disponible aux appareils d'utilisation, avec la relation

$$p = 100 \left(\frac{100 - \eta}{\eta}\right),$$

si l'on désigne par η le rendement en centièmes de la distribution ; ρ_t la résistivité, en microhms-centimètres, du conducteur à la température de t°C.

Si l'on admet le système constitué par la ligne et les récepteurs parfaitement équilibré, et si l'on néglige, d'autre part, les effets d'induction mutuelle consécutifs à une dyssymétrie dans la position des conducteurs et les phénomènes de capacité ; les tensions par phase à l'origine et à l'extrémité de la ligne sont liées par la formule

$$\overline{E}_0 = E e^{j\varphi} + RI + jXI \qquad (2)$$

en désignant par : E_0, E, les tensions par phase, respectivement à l'origine et à l'extrémité de la ligne, exprimées en volts ; R, X respectivement la résistance et la réactance d'induction de la ligne, par phase, exprimées en ohms ; I, le courant, en ampères ; φ, le déphasage du courant, introduit par les récepteurs, par rapport à la tension E.

Or, la résistance R d'un conducteur est donnée par la formule

$$R = 10 \rho_t \frac{l}{s}, \text{ en ohms.} \qquad (3)$$

(*) A. Blondel ; Théorie graphique des moteurs polyphasés. *L'Industrie électrique*, 25 février 1896, t. v, p. 77.
A. Blondel ; Compléments à la théorie graphique des moteurs synchrones. *L'Eclairage électrique*, 22 juin 1901, t. xxvii, p. 429-442.
A. Blondel ; *Moteurs synchrones*, édité par la librairie Gauthier-Villars, Paris.

(**) Arnold et La Cour. *Die Wechselstromtechnik*, édité par Julius Springer, Berlin.

D'autre part, la réactance d'induction d'un conducteur a pour valeur

$$X = 2\pi f l L \text{ ohms} \qquad (4)$$

en désignant par f, la fréquence, en périodes par seconde, et par L, le coefficient de self-induction apparent d'un conducteur, évalué en henrys par kilomètre ; ce dernier a pour expression en fonction du diamètre d des conducteurs et de leur écartement D

$$L = \left\{ 0,5 + 4,604 \log_{10} \frac{2\,000\,D}{d} \right\} \times 10^{-4}, \text{ en henrys par kilomètre.} \qquad (5)$$

La relation (5) développée sous la forme

$$L = l_s + l_m$$

se prête facilement aux calculs numériques, en remarquant que l_s et l_m sont deux paramètres distincts dépendant exclusivement l'un, l_s, du diamètre apparent d du conducteur, exprimé en millimètres, l'autre, l_m, de l'écartement D, en mètres, supposé uniforme pour tous les conducteurs qui occupent, par ailleurs, une position symétrique.

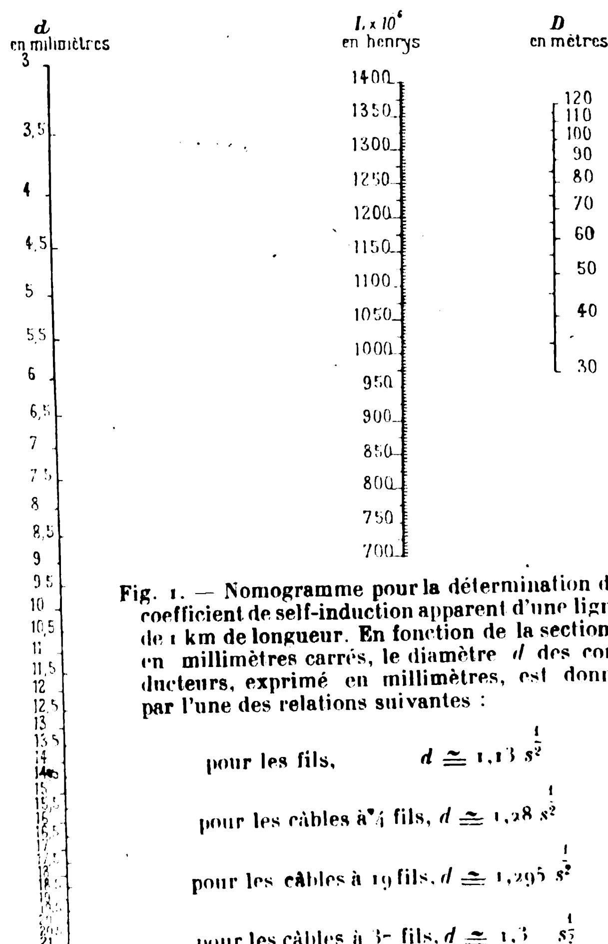


Fig. 1. — Nomogramme pour la détermination du coefficient de self-induction apparent d'une ligne de 1 km de longueur. En fonction de la section s en millimètres carrés, le diamètre d des conducteurs, exprimé en millimètres, est donné par l'une des relations suivantes :

pour les fils, $d \simeq 1,13\ s^{\frac{1}{2}}$

pour les câbles à 4 fils, $d \simeq 1,28\ s^{\frac{1}{2}}$

pour les câbles à 19 fils, $d \simeq 1,295\ s^{\frac{1}{2}}$

pour les câbles à 37 fils, $d \simeq 1,3\ s^{\frac{1}{2}}$

L'abaque de la figure 1 donne directement sur l'échelle médiane la valeur cherchée du coefficient de self-induction apparent kilométrique d'un conducteur, en fonction des éléments précités.

Les constantes R et X de la ligne ayant été déterminées comme il vient d'être indiqué, il est facile d'en déduire la valeur absolue des chutes de tension RI et XI dues à la résistance et à la réactance par phase de la ligne.

Dans ces conditions, le schéma équivalent par phase (fig. 2) comporte une résistance R et une réactance X

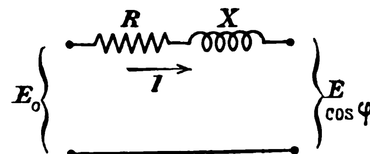


Fig. 2. — Schéma du circuit équivalent à la ligne considérée

en série avec les récepteurs qui absorbent sous une tension constante E un courant I avec un déphasage φ.

II. Diagramme rigoureux des tensions.

— En se basant sur la relation (2), on peut rechercher la valeur de l'élévation de tension à appliquer à l'origine de la ligne pour maintenir la tension constante à l'extrémité et ceci quelles que soient les conditions de charge imposées.

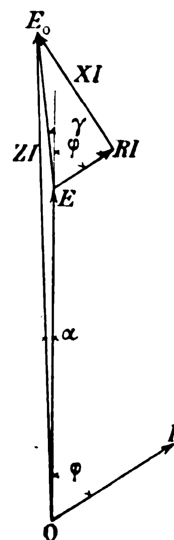


Fig. 3. Diagramme général des tensions dans une ligne de transmission d'énergie électrique.

Pour cela, il suffit de porter à l'échelle des tensions, à partir d'un pôle O (fig. 3) choisi pour origine, un vec-

teur proportionnel à la tension constante E à l'extrémité de la ligne, ce vecteur étant déphasé d'un angle φ sur le vecteur représentatif du courant I pris comme origine des phases. On porte à la suite, mesurés à la même échelle, deux vecteurs proportionnels à l'élévation de tension qui équilibre respectivement les tensions RI et XI absorbées dans la résistance et la réactance.

Remarquons, dès à présent, que ces vecteurs dépendent exclusivement de l'intensité et du déphasage du courant qui circule dans la ligne et que, d'autre part, l'un RI, est en phase avec le courant I, tandis que l'autre, XI, est déphasé de 90° en avant sur le précédent. La tension à l'origine E_0 est donnée simplement par la somme géométrique des vecteurs considérés précédemment.

Or, ce diagramme n'est pas général. En effet, il est nécessaire de construire une nouvelle épure chaque fois que la charge ou le déphasage auront varié, ce qui est un inconvénient sérieux pour les applications numériques.

III. Diagramme simplifié des tensions et diagramme d'impédance de la ligne. — Mais la construction du diagramme conformément à la relation (2) montre qu'avec une approximation suffisante dans la majorité des cas, on peut confondre, étant donné la petitesse de l'angle α, la direction des vecteurs E et E_0; ceci revient en somme à admettre que le pôle O du diagramme est infiniment éloigné et, en conséquence, que les vecteurs représentatifs de E et E_0 sont parallèles (fig. 4).

Dans ces conditions, la valeur absolue de la tension supplémentaire à fournir au départ pour maintenir la

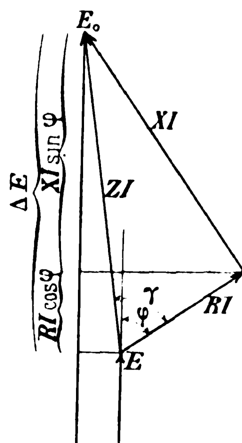


Fig. 4. — Diagramme simplifié de la chute de tension en ligne.

tension constante à l'arrivée est donnée évidemment par la différence arithmétique des vecteurs E_0 et E dont la valeur est précisément égale à

$$\Delta E = E_0 - E = RI \cos\varphi + XI \sin\varphi. \qquad (6)$$

De la relation (6), on tire

$$\frac{\Delta E}{E} 100 = \frac{RI}{E} 100 \cos\varphi + \frac{XI}{E} 100 \sin\varphi$$

et enfin,

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \cos\varphi + \varepsilon_8 \sin\varphi.$$

qui représente la valeur, en centièmes, ds la tension supplémentaire à appliquer à l'origine de la ligne.

Remarquons que

pour $\cos\varphi = 1, \quad \varepsilon = \varepsilon_0 = 100 \dfrac{RI^2}{EI} = p$

pour $\sin\varphi = 1, \quad \varepsilon = \varepsilon_8 = \dfrac{XI^2}{EI} 100 = q$

expressions dans lesquelles ε_0 et ε_8 représentent respectivement, en centièmes, les élévations de tension non inductive et inductive par rapport à la tension constante E à l'extrémité et p et q, les pertes de puissance active et réactive, en centièmes, dans la ligne correspondant à un régime de fonctionnement des récepteurs à puissance apparente constante sous $\cos\varphi = 1$ et $\sin\varphi = 1$.

Généralement, c'est la tension E_0 qui est maintenue constante à l'origine de la ligne. Avec une approximation suffisante, dans bien des cas, on peut confondre l'élévation de tension avec la chute de tension, et admettre pour le calcul de celle-ci l'expression dans laquelle E représentera cette fois la tension supposée maintenue constante au départ.

Ceci dit, occupons-nous de la portion du diagramme général qui nous intéresse particulièrement pour l'évaluation de la chute de tension.

Remarquons que le lieu géométrique des extrémités

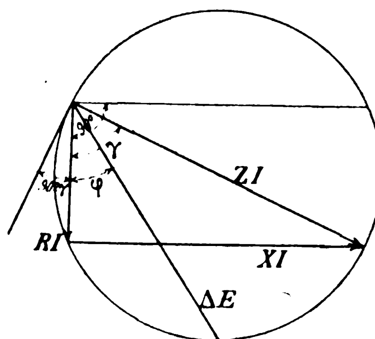


Fig. 5. — Construction graphique pratique du diagramme simplifié pour la détermination de la chute de tension, pour un courant I constant en intensité et de déphasage variable.

des vecteurs RI et XI est un cercle dont le diamètre est précisément égal à ZI, Z étant l'impédance par phase de la ligne (fig. 5). Par conséquent, la chute de

tension pour le courant constant sous un déphasage φ variable sera mesurée par un segment tel que ΔE.

On peut remarquer que cette chute de tension sera maximum pour un déphasage en arrière du courant égal à γ, dont la valeur dépend des constantes de la ligne, puisque

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{X}{R}.$$

Au contraire, cette chute de tension sera nulle pour un déphasage en avant du courant, égal à $\gamma - \frac{\pi}{2}$.

Lorsque $\varphi = -\frac{\pi}{2}$, la tension à l'extrémité de la ligne sera supérieure à celle existant à l'origine : ceci implique évidemment un effet de capacité introduit par les récepteurs qui absorbent alors un courant déphasé en avant, de 90° sur la tension.

Dans les cas particuliers où $\varphi = 0$ et $\varphi = \frac{\pi}{2}$, on retrouve naturellement les vecteurs RI et XI correspondant aux chutes de tension non inductives et inductives.

Si l'on multiplie tous les vecteurs du diagramme par une quantité constante égale à $\frac{100}{E}$, on trouve un diagramme semblable au premier, mais dans lequel toutes les quantités seront exprimées en centièmes.

Par conséquent, un segment issu de l'origine mesure

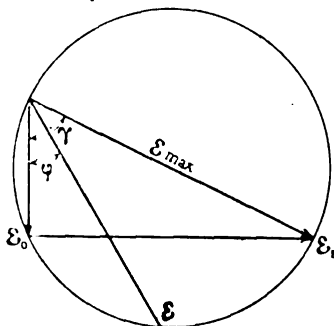


Fig. 6. — Diagramme des chutes de tension non inductive et inductive en centièmes.

directement, pour un déphasage φ quelconque, la chute de tension, en centièmes, relative à une charge bien déterminée.

Afin de déduire un diagramme indépendant de l'intensité du courant qui traverse la ligne, divisons tous les vecteurs de la figure 5 par une quantité constante égale à la valeur absolue de l'intensité I du courant pour laquelle le diagramme de la figure 6 a été établi. On détermine ainsi le diagramme d'impédance de la ligne. Le segment $\frac{\Delta E}{I}$, mesuré à l'échelle des ohms, définit l'impédance caractéristique de la ligne correspondant à un déphasage φ bien déterminé ; par suite, la valeur de la chute de tension en ligne, pour une intensité et un déphasage quelconques du courant absorbé par les appareils d'utilisation, sera donnée simplement par le produit du segment en question, lu à l'échelle des ohms, par la valeur absolue de l'intensité du courant, exprimée en ampères, qui traverse la ligne.

On peut évaluer cette chute de tension directement en centièmes si l'on multiplie le segment considéré et, conséquemment, tous les vecteurs du diagramme d'impédance par le facteur constant $\frac{100}{E}$.

Dans ces conditions, la chute de tension, en centièmes, correspondant à un courant I sous un déphasage φ quelconque, sera donnée par un segment K mesuré sur le diagramme de la figure 7, multiplié par le courant I, en ampères, envisagé.

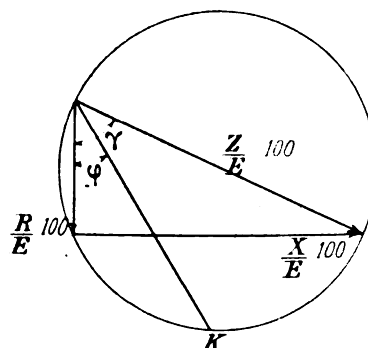


Fig. 7. — Diagramme simplifié indépendant du courant et de son déphasage, permettant la détermination directe de de la chute de tension totale, en centièmes.

En définitive, on détermine un diagramme général simplifié de la chute de tension en centièmes, indépendant du courant I et de son déphasage φ.

A. Rauth,
Professeur d'électrotechnique à l'École d'Électricité industrielle de Marseille.

Contribution à l'étude de quelques phénomènes relatifs aux câbles à haute tension

Les phénomènes dont il est question dans cet article sont ceux dus à l'air occlus dans le diélectrique des câbles à haute tension qu'il est difficile d'éliminer totalement et dont l'effet est de réduire leur sécurité. L'étude des modifications chimiques de l'air sous l'action du champ électrique et des inconvénients qui en résultent pour le diélectrique montre qu'il y aurait intérêt à substituer à l'air un autre gaz. Parmi les gaz dont l'adoption peut être envisagée, l'azote est un de ceux qui paraissent le mieux approprié dans le but de mettre en évidence les avantages de la substitution d'un autre gaz à l'air occlus. La Compagnie de Signaux et d'Entreprises électriques a entrepris une série d'essais en vue de s'assurer qu'il en est ainsi. En attendant la publication des résultats définitifs de ces essais, il a semblé intéressant de faire connaître ici les considérations qui ont conduit cette compagnie à les entreprendre.

I. Phénomènes dus à la présence d'air occlus dans les diélectriques solides. — Dans une étude récente, William del Mar attirait à nouveau l'attention sur les inconvénients que présentent les vides ou les bulles d'air existant entre les papiers qui constituent le diélectrique des câbles à haute tension [1]. Ces vides ont pour cause, soit une imprégnation incomplète, soit les phénomènes de contraction qui accompagnent le refroidissement suivant l'imprégnation, soit les déformations du plomb pendant les manipulations ou la pose.

Il suffit de rappeler que le gradient de potentiel dans une bulle d'air dont la constante diélectrique est égale à 1 [2] incluse dans un diélectrique de constante égale à 3, par exemple, est égal à 3 fois celui que l'on mesurerait au même point si le diélectrique était continu ; double inconvénient puisque la tension de disrupture est moindre pour l'air que pour le papier imprégné et que, par suite, c'est le diélectrique de moindre résistance qui est soumis à la contrainte électrique la plus élevée.

Les ennuis résultant de la présence de ces bulles sont aggravés, en outre, par ce fait que la pression de l'air peut y être inférieure à la pression atmosphérique ce qui favorise le passage des décharges. La loi de Paschen exprime, en effet, que le potentiel explosif V diminue avec la pression p, suivant la loi ($p = Vd$), d étant la distance séparant les électrodes.

L'ionisation qui entre en jeu lorsque le champ électrique dépasse une certaine valeur a donc chance de s'y produire sous une tension relativement basse : il s'ensuivra des décharges visibles ou obscures donnant lieu à une formation d'ozone ou de composés oxygénés de l'azote. Ceux-ci peuvent agir sur la matière d'imprégnation par action chimique. Elles peuvent aussi être accompagnées d'une émission de rayons ultraviolets.

(1) *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, juillet et octobre 1926, t. XLV, p. 627-629 et 1009-1014. Analysé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 19 février 1927, t. XXI, p. 306-309.

(2) Inférieure même sans doute, la théorie de Eccles et les résultats expérimentaux de H. Gutton et J. Clément montrant que la constante diélectrique de l'air diminue dès que s'y manifestent des effets d'ionisation.

La formation d'ozone à partir de l'oxygène est bien connue ; la présence de l'azote dans l'air favorise en outre, sa production, ainsi que l'ont indiqué Shenstone et Evans. On sait, comme Berthelot l'a démontré, que l'oxygène se combine à l'azote sous l'action de l'effluve. De plus, il se produit des réactions secondaires entre l'ozone et le bioxyde d'azote formé.

Si l'oxygène est transformé en ozone, deux cas pourront être envisagés : ou bien fixation de l'ozone sur la matière d'imprégnation si elle renferme des corps à double liaison, ou bien oxydation plus lente également avec fixation d'oxygène et formation de corps analogues aux ozonides. La pression dans la bulle étant supposée primitivement égale à la pression atmosphérique, il se produira un vide partiel lorsque l'oxygène aura entièrement disparu. Elle pourra ainsi être réduite de 20 pour 100 environ. Il en sera de même du peroxyde d'azote qui prendra naissance dans les mêmes conditions. Ou bien il se fixera sur la matière organique, ou bien il donnera par oxydation de celle-ci à la fois de l'anhydride carbonique et de l'azote si l'oxydation est poussée à fond.

En résumé, on pourra observer, et on observera en général, soit une réduction de pression à l'intérieur de la bulle du fait de la disparition de l'oxygène transformé en ozone ou de la combinaison de l'azote et de l'oxygène et de sa fixation sur le papier et les matières d'imprégnation, soit le remplacement de l'oxygène par une quantité correspondante d'anhydride carbonique sans qu'il en résulte alors d'autre variation de pression que celle qui peut provenir d'une solubilité plus grande.

II. Substitution à l'air occlus d'un autre gaz : choix de ce gaz. — Si l'on se place uniquement au point de vue chimique, il y aurait intérêt à ce que le gaz qui constitue les bulles fût formé, non par de l'air susceptible sous l'influence des effluves ou des décharges obscures de donner naissance à des composés oxydants ($C + NO^2$) et ($N + CO^2$) agissant sur les matières d'imprégnation, mais par un gaz neutre au point de vue chimique, ne pouvant donner lieu dans ces conditions à aucun composé capable d'attaquer les isolants et d'entraîner,

par suite, une diminution de pression dans les bulles qu'il peut encore former : par exemple l'azote, l'acide carbonique, etc. On éviterait ainsi une cause de détérioration admise par tous ceux qui ont étudié les phénomènes dont les câbles à haute tension sont le siège.

Il paraît également possible de faire intervenir d'autres considérations qui pourront guider dans le choix de ce gaz et qui paraissent susceptibles d'accroître dans une certaine mesure, les avantages résultant de cette première modification.

Les divers gaz ne se comportent pas d'une façon absolument identique si on se place au point de vue des décharges disruptives, des effluves ou des phénomènes d'ionisation. Si l'on fait l'essai d'un câble à des tensions croissantes (en mesurant la variation de ce que l'on a appelé les pertes diélectriques, comprenant sous cette désignation, non seulement les pertes d'énergie dues à l'hystérésis diélectrique ou à la conductibilité, mais encore celles qui ont pour origine l'ionisation intérieure du câble), on observe un coude brusque dans l'allure de la courbe au moment où les phénomènes d'ionisation commencent à se produire dans les espaces vides. Il y a donc intérêt à reculer autant qu'il est possible le début de ce phénomène.

Or, si nous nous reportons aux expériences de Wolf [1], nous remarquons que si on désigne par V le potentiel explosif nécessaire pour produire une étincelle de 1 mm de longueur sous des pressions p variant de 0 à 5 atmosphères, on a, V étant mesuré en unités électrostatiques,

Oxygène	$V = 9{,}6\ p + 4{,}4$
Azote	$V = 12{,}08\ p + 5$
Air	$V = 10{,}7\ p + 3{,}9$
Anhydride carbonique	$V = 10{,}22\ p + 7{,}2$

formules qui donnent pour V les valeurs suivantes :

	$p = 1$	$p = 0{,}5$	$p = 0$
Oxygène	14	9,2	4,4
Azote	17,08	11,04	5
Air	14,6	9,25	3,9
Anhydride carbonique	17,42	12,21	9,2

Il est donc, à ce point de vue, plus avantageux d'avoir affaire à des bulles d'azote ou d'anhydride carbonique qu'à des bulles d'air. Le potentiel nécessaire pour provoquer le passage d'une décharge étant pour l'azote, sous une pression de 0,5 atmosphère, de 25 pour 100 plus élevé que dans l'air et pour l'anhydride carbonique, dans les mêmes conditions, de 32 pour 100 plus élevé.

On pourrait faire remarquer que les nombres ci-dessus ont été déterminés entre électrodes métalliques et que la nature de celles-ci joue un rôle dans le phénomène. Mais Bouty a déterminé le champ électrique nécessaire pour rendre un gaz conducteur, celui-ci étant enfermé dans un ballon de verre ou de quartz parfaitement isolant, placé entre les armatures d'un condensateur dont il faisait varier la différence de potentiel.

Le gaz n'était en contact avec aucune pièce métallique, donc placé dans des conditions absolument semblables à celles dans lesquelles se trouve une bulle incluse entre les rubans de papier constituant le revêtement diélectrique d'un câble. Le point où le gaz devient conducteur était déterminé soit par la luminescence visible du gaz, soit par la variation de capacité du condensateur formé par les armatures extérieures et le ballon, dans les cas où la lueur d'effluve n'était pas perceptible.

Bouty trouva que, jusqu'à une pression correspondant à celle d'une colonne de mercure de 6 cm, la valeur de l'intensité du champ électrique correspondant au moment où se produit le phénomène ci-dessus et qu'il désigne sous le nom de « cohésion diélectrique » du gaz, peut se représenter par une formule de la forme

$$F = a + bp.$$

Le coefficient a varie peu lorsqu'on passe d'un gaz à l'autre ; si p est exprimé en atmosphères et F en volts par centimètre, on a

a = 229 pour l'anhydride carbonique,
293 pour l'azote,
253 pour l'hydrogène;

b varie beaucoup plus, soit

Acétylène	616
Air	445
Anhydride carbonique	444
Argon	10,4
Azote	494
Hélium	19,4
Hydrogène	218
Mercure	376
Néon	5,95
Oxyde azoteux	570

Il ne sera certainement pas indifférent, au point de vue qui nous occupe, que ce que nous pouvons appeler l'atmosphère intérieure du câble soit constituée, lorsqu'on n'aura pu l'éviter totalement, par de l'acétylène ayant une cohésion diélectrique de l'ordre de 4 940 ou par du néon pour lequel le champ critique sera seulement égal à 685. Il y aura certainement intérêt à choisir le gaz présentant à ce point de vue le coefficient le plus élevé. Ce seraient alors l'acétylène ou l'oxyde azoteux. L'acétylène peut présenter des inconvénients du fait de la présence des conducteurs en cuivre et de la facilité avec laquelle il donne des acétylures ; peut-être aussi parce qu'il se polymérise sous l'influence de la chaleur ou des décharges électriques ou des autres causes que nous signalerons plus loin. Rien ne paraît à priori s'opposer à l'emploi de l'oxyde azoteux sinon ce fait que ce n'est pas un gaz industriel et qu'il n'est pas encore préparé à bas prix.

L'azote ou l'anhydride carbonique sont d'un emploi plus commode, leur cohésion diélectrique est inférieure à celle des précédents, mais néanmoins supérieure à celle de l'air.

(1) Sir J.-J. Thomson. *Passage de l'électricité à travers les gaz.* Traduit par R. Fric et A. Faure. Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1912.

Quelques autres propriétés militent en faveur de l'azote. Il ne faut pas considérer, si l'on veut expliquer, par exemple, la formation de ce qu'on a appelé le composé « X », les phénomènes à l'intérieur des câbles comme uniquement de nature chimique. Les quantités d'air occlus ne peuvent, malgré tout, dépasser une certaine limite et si, comme il y a tout lieu de le croire, les composés formés sont absorbés par la matière d'imprégnation ou le papier lui-même, un état final sera atteint assez rapidement ; il subsistera seulement ce résultat que la pression aura baissé dans les intervalles d'air favorisant ainsi la production d'effluves.

III. Influence des radiations ultraviolettes ; ionisation du gaz. — Une cause permanente de modification des isolants subsistera, ce sont les rayons ultraviolets dont on a signalé l'action possible et peut-être aussi les radiations facilement absorbables qui accompagnent les décharges obscures et qui ont une influence considérable sur l'ionisation.

Comme Sir J.-J. Thomson l'a montré [1] lorsqu'une décharge électrique traverse un gaz, il y a émission de radiations facilement absorbables. Elles sont incapables de traverser des parois de verre, mais on a pu les déceler à l'intérieur des tubes à décharge par leurs effets ionisants ou leur action photoélectrique. Deux ou trois centimètres d'air sous une pression correspondant à celle d'une colonne de mercure de 0,01 cm suffisent à les absorber; mais elles traversent une pellicule de celluloïd d'épaisseur extrêmement mince ; elles sont constituées par des radiations ultraviolettes extrêmes ou des rayons X très doux. Elles donnent lieu à une ionisation très intense et sont, par suite, d'importance fondamentale dans la théorie de la décharge à travers les gaz. A cause de leur facile absorption elles ne pourront cependant pas faire sentir leur action très profondément dans l'isolant entourant la bulle où elles peuvent prendre naissance. Leur longueur d'onde montre qu'elles se trouvent dans une région où le quantum est de l'ordre du potentiel ionisant du gaz ou du potentiel de résonance.

Une certaine énergie est nécessaire, en effet, soit pour déplacer un électron de son orbite normale et faire émettre à l'atome une radiation, soit pour éloigner définitivement de lui cet électron et provoquer ainsi la formation d'un ion. Il faut donc que l'électron ou l'ion qui heurte un atome possède une énergie suffisante et, par conséquent, ait acquis dans le champ électrique la vitesse correspondante. Cette vitesse, ils ne peuvent la prendre que dans l'intervalle de leur chocs contre les molécules gazeuses, c'est-à-dire pendant la durée de leur libre parcours moyen. La différence de potentiel qui doit exister dans la région traversée pour qu'ils atteignent cette vitesse est désignée sous le nom de potentiel de résonance dans le premier cas, de potentiel d'ionisation dans le second.

(1) *The Philosophical Magazine*, juillet 1924, t. XLVIII, p. 1-33. Analysé dans *Revue générale de l'Électricité*, 6 septembre 1924, t. XVI, p. 378.

Le choc des électrons ou des ions est sans action électrique au-dessous de ces potentiels ; il n'y a ni excitation de l'atome dans le premier cas, ni ionisation dans le second. Les chocs sont élastiques au-dessous de ces valeurs ; ils deviennent mous lorsqu'elles sont dépassées. On constate donc une discontinuité quand ces potentiels sont franchis.

D'autre part, pour qu'un courant permanent traverse le gaz, il faut qu'il y ait ionisation par les ions des deux signes, par les ions négatifs plus mobiles aussi bien que par les ions positifs plus lourds. Or, si on se reporte aux valeurs trouvées pour les potentiels d'ionisation correspondant aux différents gaz, on trouve des valeurs fort différentes pour les ions positifs.

	Potentiel d'ionisation [1]	
	Électrons.	*Ions positifs.*
Azote	26 v	140 v
Air	25 v	76 v
Hydrogène	26 v	54 v
Mercure	4 à 7 v	

Comme on le voit la différence est considérable entre les potentiels d'ionisation des ions positifs dans l'azote et dans l'air.

Les recherches expérimentales montrent ainsi que la nature chimique du gaz exerce une influence prépondérante sur la production des ions. D'après Sir J.-J. Thomson, en effet, le choc d'un électron contre une molécule ou un atome n'a pas pour conséquence certaine la formation d'un ion. Il y a seulement une certaine probabilité pour que ce résultat soit obtenu. Le facteur de probabilité varie avec chaque gaz et lui est propre. Un ion ne se forme donc en moyenne qu'après *n* collisions, *n* étant une caractéristique de chaque gaz.

Or, les divers gaz présentent à ce point de vue de très grosses différences. C'est ainsi que l'on observe les valeurs suivantes.

Gaz.	Valeur de *n*.
Azote	∞
Hydrogène	∞
Anhydride carbonique	$1,6 \times 10^8$
Gaz ammoniac	$9,9 \times 10^7$
Ethylène	$4,7 \times 10^7$
Acétylène	$7,8 \times 10^6$
Anhydride carbonique (frais)	$1,5 \times 10^7$
Anhydride carbonique (vieux)	$3,5 \times 10^6$
Oxyde azoteux (frais)	$6,1 \times 10^5$
Oxyde azoteux (vieux)	$3,6 \times 10^5$
Air	$4,3 \times 10^4$
Chlore	$2,1 \times 10^3$

Sans attacher à ces nombres, comme le fait remarquer M. L. Bloch, une signification trop rigoureuse, ils montrent avec une clarté très grande qu'il faut faire

(1) Maurice LEBLANC. *L'arc électrique*. Recueil des conférences-rapports de documentation sur la physique. Édité par la Société « Journal de Physique ».

intervenir dans le mécanisme de la formation des ions, en tout premier lieu la nature chimique des gaz. La probabilité $\left(\text{proportionnelle à } \frac{1}{n}\right)$ pour qu'un électron lent se transforme en ion négatif, est pratiquement nulle dans l'azote et dans l'hydrogène [1].

L'ionisation ne dépend donc pas seulement des vitesses et des actions électrostatiques; il intervient un facteur que l'on ne saurait négliger et dont l'influence est très nette, c'est la nature chimique du gaz dans lequel se forment les ions.

Il y a peut être lieu de tenir compte également de l'influence possible des radiations de courte longueur d'onde signalées en 1920 par M. Reboul et étudiées plus récemment par M. Bodin.

Celles-ci se produisent dans le cas de corps faiblement conducteurs physiquement hétérogènes comme le papier lorsqu'ils sont soumis à une différence de potentiel se produisant aux points de discontinuité provoqueraient des décharges disruptives accompagnées de l'émission d'un rayonnement absorbable impressionnant la plaque photographique (longueur d'onde de l'ordre de 240 angströms, calculée d'après la formule de Planck supposée applicable).

IV. Conclusion. — Il résulte donc de l'ensemble de ces considérations que tout en cherchant naturellement à éviter avec le plus grand soin et autant qu'il sera possible les bulles gazeuses à l'intérieur des diélectriques des câbles, il y a quelque intérêt à s'efforcer de remplacer l'air par un gaz inerte au point de vue chimique, et, parmi ceux qui remplissent cette première condition, par un gaz pour lequel la cohésion diélectrique et le potentiel d'ionisation soient aussi élevés que possible afin que soit différé dans la plus large mesure le moment où commencent à intervenir les phénomènes d'ionisation gazeuse.

Avant de pratiquer l'imprégnation proprement dite, on fera donc comme à l'ordinaire le vide sur le câble en même temps que l'on élèvera sa température autant qu'il sera possible sans crainte de modifier la cellulose du papier. On rétablira ensuite la pression atmosphérique ou une pression plus élevée dans le récipient en y laissant pénétrer le gaz adopté et on l'y maintiendra un temps suffisant pour qu'il remplace l'air chassé par l'opération précédente. Il pourra être bon de renouveler l'opération une seconde fois, puis on fera le vide à nouveau et on laissera pénétrer la matière d'imprégnation chaude en maintenant le vide jusqu'à ce que le câble soit entièrement recouvert.

C'est dans ce sens que des essais sont actuellement en cours à la Compagnie de Signaux et d'Entreprises électriques. Dès à présent les résultats obtenus permettent d'espérer que cette méthode fournira un moyen d'accroître dans une mesure intéressante le coefficient de sécurité avec lequel travaillent déjà les câbles à haute tension.

R. Fric,
Ingénieur-conseil à la Compagnie de Signaux et d'Entreprises électriques.

Sur l'emploi du pont de Wheatstone pour la mesure des faibles résistances

Dans cette note, l'auteur rappelle une méthode de mesure des faibles résistances qu'il a décrite en 1910 et indique comment elle peut être appliquée simplement par l'emploi de la boîte de résistance double construite par la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz. Il décrit cette boîte et les connexions à réaliser pour obtenir, par une seule manœuvre, soit deux résistances égales, ou deux résistances dont la somme est constante, soit pour en faire un réducteur de tension potentiométrique.

I. Introduction. — A propos de l'article de M. W. Janvier [2] publié sous ce titre, il nous semble utile de signaler que nous avons indiqué, il y a plusieurs années, une méthode tout à fait analogue dans le cas particulier de l'alimentation en courant continu. La figure 1 est la reproduction de celle qui est donnée dans notre ouvrage [1] : x est la résistance à mesurer, dont la partie utile est comprise entre les points A et B; r est une résistance étalon, de même ordre de grandeur que x et dont la partie utile est comprise entre les points C et D; a et b, deux résistances de comparaison, réglables et connues, très grandes par rapport à x et à r (les résistances a et b sont des résistances moyennes de l'ordre de 10 à 10 000 ohms) ; 1, 2, 3 sont des godets de mercure dans lesquels on peut placer un

(1) Léon Bloch. *Ionisation et résonance des gaz et des vapeurs.* Recueil des conférences-rapports de documentation sur la physique. Édité par la Société « Journal de Physique ».

(2) William Janvier ; Sur l'emploi du pont de Wheatstone pour la mesure des faibles résistances. *Revue générale de l'Électricité*, 9 juillet 1927, t. XXII, p. 67-69.

(1) A. Iliovici. *Méthodes et Appareils de mesure électriques et magnétiques* de l'Encyclopédie électrotechnique, première partie, édition 1910, p. 110.

cavalier métallique, qui peuvent être remplacés par un commutateur à deux directions; Acc. sont des accumulateurs ou une source de courant appropriée; Rh, un rhéostat de réglage; A, un ampèremètre et i un interrupteur; ρ est la valeur de la résistance comprise entre les points B et C.

On fait deux mesures: la première en plaçant le cavalier métallique dans la position 1 — 2 et en

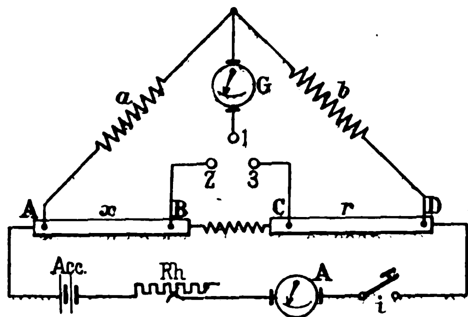


Fig. 1. — Schéma de montage du pont de Wheatstone pour la mesure des faibles résistances.

réglant les résistances a et b de façon à obtenir l'équilibre du galvanomètre; la deuxième en plaçant le même cavalier dans la position 1 — 3 et refaisant le réglage des résistances.

Comme on le voit, on fait deux mesures au pont de Wheatstone et la méthode est tout à fait analogue à celle indiquée par M. Janvier.

Mais dans notre ouvrage, nous étudions un cas particulier qui permet d'obtenir x par une formule très simple. Nous supposons en effet qu'on s'arrange de façon que la somme des valeurs des résistances a et b reste constante. Si a_1 et b_1 sont les valeurs de ces résistances dans la première mesure et a_2 et b_2, leurs valeurs dans la deuxième, on a

$$a_1 + b_1 = a_2 + b_2 = R.$$

Dans ces conditions la résistance x est donnée par la formule

$$x = \frac{a_1}{b_2} r, \qquad (1)$$

formule aussi simple que celle du pont de Wheatstone ou celle du pont double de Kelvin. Remarquons que a_1 est la lecture sur la résistance de gauche, lorsque le commutateur 1, 2, 3 est à gauche et b_2 la lecture sur la résistance de droite, lorsque le même commutateur est à droite.

La formule (1) est facile à démontrer : lorsque le commutateur 1, 2, 3 est dans la position 1 — 2, la formule du pont de Wheatstone donne, pour l'équilibre du galvanomètre

$$\frac{x}{r + \rho} = \frac{a_1}{b_1}, \qquad (2)$$

d'où l'on tire immédiatement

$$\frac{x}{x + r + \rho} = \frac{a_1}{a_1 + b_1} = \frac{a_1}{R}. \qquad (2')$$

De même, dans la deuxième mesure, on a

$$\frac{x + \rho}{r} = \frac{a_2}{b_2} \qquad (3)$$

d'où on tire

$$\frac{r}{x + r + \rho} = \frac{b_2}{a_2 + b_2} = \frac{b_2}{R}. \qquad (3')$$

En divisant les premier et dernier membres des égalités (2') et (3') membre à membre, on trouve la formule (1).

Pour que la mesure se fasse dans de bonnes conditions, il faut que la résistance désignée par ρ ne soit pas trop grande devant x et r; les formules (2) et (3) montrent, en effet, que, si la résistance ρ est grande devant x et r, les résistances a_1 et b_2 sont faibles devant la somme

$$a_1 + b_1 = a_2 + b_2 = R,$$

et on risque alors d'avoir des erreurs importantes sur ces résistances.

De même il convient que x et r soient du même ordre de grandeur.

II. Utilisation des boîtes de résistances jumelées. — Pour obtenir la condition

$$a_1 + b_1 = a_2 + b_2 = R,$$

on peut se servir de ce qu'on appelle les « boîtes jumelées ».

Avec les boîtes à fiches, 16 bobines d'une résistance totale égale à 11 110 ohms dans lesquelles toutes les résistances sont en série et dans lesquelles les fiches mettent en court-circuit les résistances (par exemple les boîtes à fiches de Carpentier), le jumelage des résistances est facile; il suffit de supprimer la moitié des fiches et de s'arranger de façon que, lorsqu'on sort une fiche de l'une des boîtes, on la place dans la position correspondante de la boîtes voisine; on supprime ainsi dans l'une des boîtes la résistance introduite dans l'autre et la somme des deux résistances reste constante.

Avec les résistances circulaires à balais, qui sont d'un emploi plus commode, l'opération est un peu plus longue, car il faut agir successivement sur les décades identiques des deux boîtes pour introduire dans l'une des boîtes une résistance égale à celle qu'on supprime dans l'autre.

On peut simplifier de beaucoup la manipulation en se servant d'une *boîte de résistance double*, dans laquelle, par une seule manœuvre, on introduit une résistance dans un circuit et on supprime en même temps une résistance égale dans l'autre.

III. **Description et utilisation d'un modèle de boîte de résistance double.** — Nous allons donner quelques indications sur une boîte de *résistance double* construite par la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz et qui peut rendre

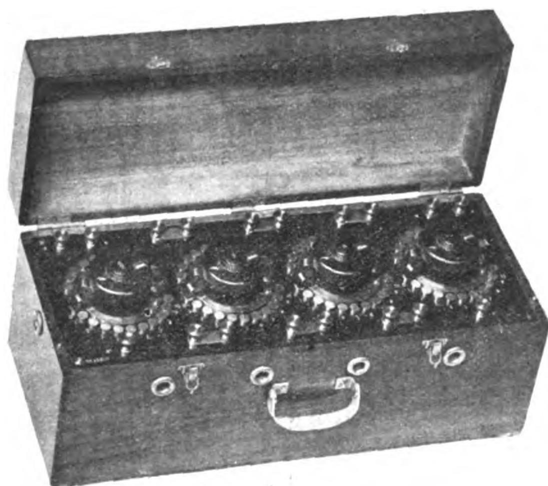


Fig. 2. — Vue d'un modèle de boîte de résistance double, construit par la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz.

des services intéressants dans les laboratoires industriels et les écoles techniques.

La figure 2 représente une vue de la boîte ; la figure 3, une vue schématique permettant de se rendre compte des connexions entre les quatre décades de chaque résistance ([1]) et des connexions à effectuer pour obtenir des résistances égales, ou des résistances jumelées, ou un réducteur de tension potentiométrique. On voit sur cette figure que, entre les bornes extrêmes supérieures RR se trouvent, en série, les résistances des quatre décades inférieures comprises entre chaque plot gauche et le balai b correspondant.

Ces résistances sont marquées devant les plots inférieurs. Ainsi, dans le cas de la figure 3, la résistance comprise entre les bornes RR est de 3 284 ohms. Sur la figure 4, le schéma a indique les connexions à faire pour obtenir, entre les bornes R_1 R_1, une résistance égale à (11 110 — *a*), *a* étant la résistance comprise entre les bornes RR. En confrontant cette figure avec la figure 3, on voit qu'on a, en série, entre R_1 et R_1 les résistances des décades supérieures comprises entre les plots de gauche et les balais b'. Pour chaque décade, la résistance correspondante est égale au complément à 10 de la résistance marquée devant le balai b correspondant.

Ainsi, dans le cas de la figure 3, on a pour la résistance b entre les bornes R_1 R_1 l'expression

$$1\,000(10-3)+100(10-2)+10(10-8)+1(10-4)=7\,826 \text{ ohms.}$$

Avec le montage de la figure 4 b, on obtient, entre les bornes R' R', une résistance égale à celle comprise entre les bornes R R. On le voit facilement en confrontant cette figure avec la figure 3.

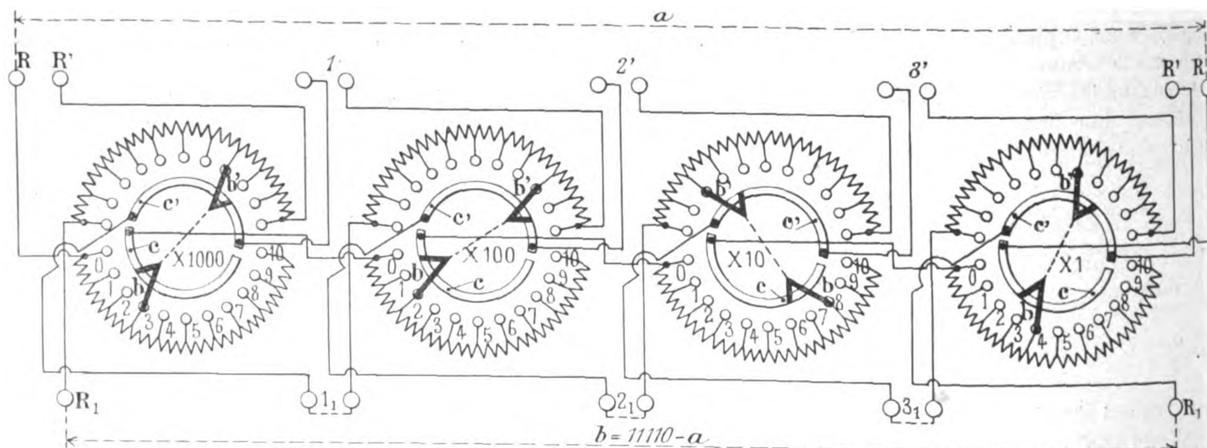


Fig. 3. — Schéma des connexions intérieures de la boîte de résistance double.

La figure 4 c indique les connexions à effectuer pour avoir un diviseur de tension. En alimentant la boîte sous une tension constante *U*, entre les bornes R et R_1 de gauche, on obtient, entre les bornes RR, une tension *u* variable donnée par la formule

$$u = \frac{a}{11\,110} U.$$

La figure 5 indique le schéma du montage de la méthode de la figure 1 avec la boîte de résistance double.

([1]) Dans la figure 2 on a représenté 10 résistances par décades, montées entre les plots deux à deux; en réalité chaque décade ne comporte que 5 résistances, des connexions appropriées permettant d'obtenir l'équivalent du schéma indiqué dans la figure.

Remarque. — La boîte de résistances double peut servir dans un grand nombre de mesures. En particulier elle peut former les deux bras de proportion d'un pont de Wheatstone pour la mesure des résistances moyennes : il suffit de la compléter par une résistance-étalon constante de 10, 100, 1 000 ou 10 000 ohms ; elle peut constituer deux bras d'égale résistance d'un pont double de Kelvin, les deux autres bras étant formés par deux résistances égales fixes, ou par une boîte de résistances double comportant seulement les résistances de 10, 100, 1 000 et 10 000 ohms ; elle peut former les résistances de comparaison d'une méthode potentiométrique. Elle a, en général, l'avantage de permettre, par une seule manœuvre, de faire varier deux résistances, qui peuvent être égales ou dans un rapport quelconque.

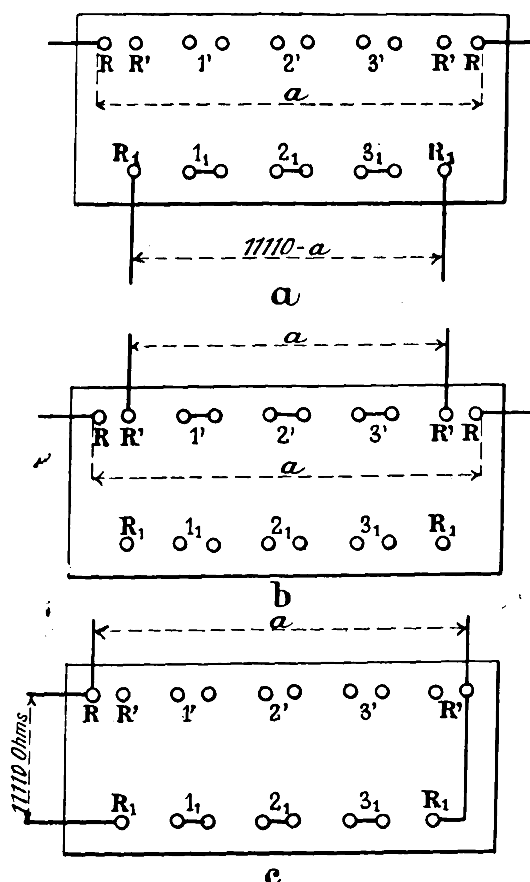


Fig. 4. — Schémas des connexions de la boîte de résistances double au circuit extérieur : *a*, pour pouvoir disposer de deux résistances variables, mais dont la somme est constante ; *b*, pour pouvoir disposer de deux résistances variables ; *c*, pour faire fonctionner la boîte comme diviseur de tension.

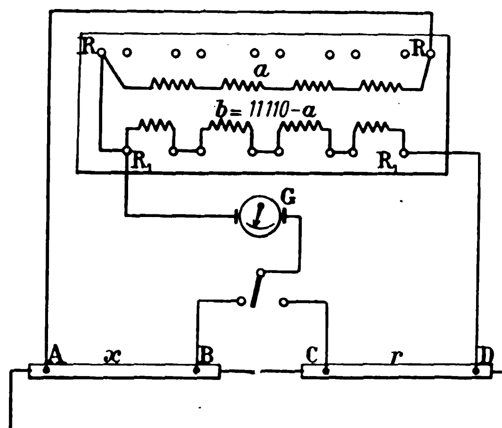


Fig. 5. — Schéma des connexions de la boîte de résistance double pour son utilisation à la mesure de faibles résistances suivant le schéma de principe de la figure 1.

A. Iliovici.

Revues, analyses et informations

Variation de la compensation de phase du courant principal dans le montage en cascade des moteurs asynchrones avec des machines polyphasées à collecteur à caractéristique shunt (1).

1. Introduction. — On sait que pour régler la vitesse des moteurs asynchrones ou pour en assurer une amélioration du facteur de puissance, il faut appliquer au secondaire une tension E_2 d'amplitude et de phase convenablement déterminées ; or, cette tension peut être décomposée en deux éléments et l'une de ces deux composantes est, pour une vitesse donnée du moteur, proportionnelle au courant principal. Elle sera désignée dans ce qui suit sous le nom de « tension du courant principal ». Cette tension à son tour, qui varie avec la vitesse, comporte un terme qui augmente avec la différence entre la vitesse de synchronisme et la vitesse dans la marche à vide ; cette nouvelle composante est dite « la tension variable de compensation de phase du courant principal ». L'auteur expose une méthode permettant de déterminer la grandeur et la phase de cette composante et il montre ensuite comment sont réalisées les conditions mises en évidence par la théorie dans les divers montages en cascade qui sont adoptés actuellement.

Nous ne résumons ici que les considérations théoriques.

2. Théorie analytique. — L'expression de la tension secondaire de $\overline{E}_2$ est la suivante :

$$\overline{E}_2 = (\overline{E}_1 \overline{k} + \overline{I}_1 \overline{y}_{1.2} - \overline{I}_2 \overline{y}_2)\left(1 - \frac{g}{g_c}\right)$$

où $\overline{k}$, $\overline{y_{1.2}}$ et $\overline{y_2}$ sont des fonctions complexes des résistances et inductances des circuits du stator et du rotor, g, le glissement au régime considéré, g_c le glissement égal à l'infini ou

(1) L. Dreyfus. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 14 août 1927, t. XLV, p. 669-675, 5500 mots, 12 figures.

à 1 suivant que $\overline{E_2}$ est indépendant ou non du glissement du moteur principal. Les courants $\overline{I_1}$ et $\overline{I_2}$ sont respectivement les courants du stator et du rotor. Tandis que le terme

$$\overline{E_1}\bar{k}\left(1-\frac{g}{g_c}\right)$$

correspond à la marche à vide, pour laquelle les courants sont $\overline{I_{1.0}}$ et $\overline{I_{2.0}}$, les deux autres termes interviennent dans la marche en charge et déterminent le facteur de puissance

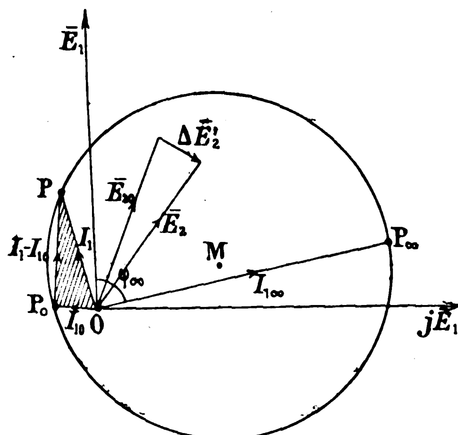


Fig. 1. — Diagramme des forces électromotrices et courants pour $g_c = \infty$.

du moteur; ils constituent précisément la tension dite du courant principal.

Pour compenser la phase, il faut créer dans le circuit du rotor une force électromotrice auxiliaire $\overline{E'_2}$ dont l'expression est la suivante :

$$\overline{E'_2}=(\overline{I_1}\overline{y'_{1.2}}-\overline{I_2}\overline{y'_2})\left(1-\frac{g}{g_c}\right),$$

où les grandeurs complexes $\overline{y'_{1.2}}$ et $\overline{y_2}$ sont des fonctions

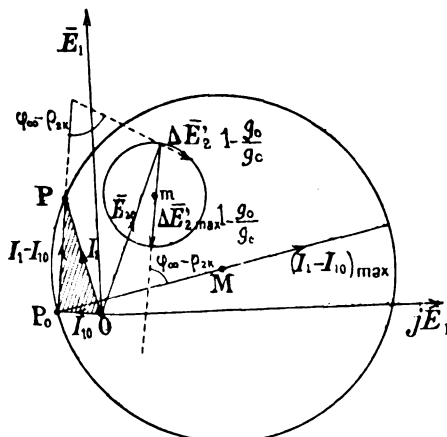


Fig. 2. — Diagramme des forces électromotrices et courants pour $g_c = 1$.

des constantes des circuits statorique et rotorique et du glissement, fonctions dont l'auteur déduit l'expression par de longs calculs sans intérêt dans l'exposé du principe de la méthode ; nous en retiendrons seulement que le module de $\overline{E_2}$ a pour expression

$$E_2\left(\frac{N_1}{N_2}\right)=I_1x_1\sigma g_0,$$

où $\frac{N_1}{N_2}$ est le rapport du nombre des spires du stator à celui des spires du rotor, x_1, la réactance totale de self-induction du stator, σ, le coefficient de dispersion totale des stator et rotor et g_0, le glissement à vide.

Sur la figure 1 est représenté le diagramme des forces électromotrices et courants du système, dans le cas où $g_c=\infty$. Le vecteur $\Delta E'_2$ qui représente la force électromotrice de compensation ne dépend que de la différence des courants $\overline{I_1}-\overline{I_{1.0}}$. Le diagramme de la figure 2 se rapporte au cas où $g_c=1$. Il diffère du précédent par le fait que le vecteur relatif à la force électromotrice de compensation représente exactement

$$\Delta E'_2\frac{1-\frac{g_0}{g_c}}{1-\frac{g}{g_c}}.$$

A. C.

Un alternateur de 10 kilowatts à 20 000 périodes par seconde [1].

L'alternateur en question est du type à réluctance variable. Il ne comporte qu'un enroulement statorique servant à la fois d'enroulement inducteur et d'enroulement induit, le courant à haute fréquence qui le parcourt étant arrêté par des bobines de self-inductance placées du côté du circuit fournissant le courant d'excitation, tandis qu'un condensateur en série avec le circuit d'utilisation branché en avant de ces bobines empêche le courant continu d'excitation d'y circuler.

Pour augmenter notablement le débit d'un tel alternateur, on n'a pas prévu une bobine de l'enroulement du stator autour de chaque dent, mais une bobine pour un groupe de dents et on, a à intervalles égaux, supprimé des dents pour faire de la place à cet enroulement. On peut ainsi augmenter la section de cuivre de l'enroulement et n'être plus ainsi limité dans le débit. Le déplacement du rotor devant le stator produit dans les enroulements de celui-ci un flux pulsatoire dont la fréquence ne dépend que du nombre de dents du rotor et de sa vitesse, et non du pas des bobines du stator.

L'alternateur d'essai construit sur ce principe, pour une puissance de 10 kw et une fréquence de 20000 p : s, tourne à 6670 t : mn et porte 180 dents à la périphérie du rotor constitué de tôles très minces. Le nombre des dents du stator est aussi de 180 ; des groupes de 7 dents chacun ont été supprimés en 10 points équidistants pour les bobines de l'enroulement. Celui-ci est constitué de 10 bobines de 6 spires chacune de ruban de cuivre sur champ branchées en série. La capacité mise en série avec le circuit d'utilisation a été choisie d'une valeur telle qu'elle neutralise l'effet de self-inductance de l'enroulement de l'alternateur de façon que le facteur de puissance soit égal à l'unité. L'auteur donne les courbes caractéristiques relevées lorsque l'alternateur débite sur une résistance non inductive de 57,4 ohms, valeur choisie parce qu'elle permet une assez grande surcharge (50 pour 100) et un rendement convenable de 63,3 pour 100 à charge normale. Le courant d'excitation dépend presque uniquement de la quantité de cuivre des bobines de self-induction placées en série dans le circuit d'excitation, la dépense correspon-

[1] M.-C. Spencer. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, juillet 1927, t. XLVI, p. 681-687. 4700 mots, 10 figures.

dante en énergie dans l'enroulement inducteur lui-même étant d'ailleurs très faible (70 w à charge normale).

D'autres courbes relatives à la variation du rendement et du débit maximum avec la résistance du circuit d'utilisation sont données dans l'article. Elles montrent qu'on peut, en réglant convenablement l'excitation de cet alternateur, obtenir un débit à peu près constant pour une résistance du circuit d'utilisation variant de 12 à 120 ohms. On peut donc envisager son emploi pour alimenter des fours à induction.

Les pertes par frottement et ventilation sont de 1 400 w à la vitesse normale; celles dans le cuivre, de 94,4 w, non compris celles correspondant à l'augmentation de résistance en haute fréquence, ni de celles dues à la coexistence des courants d'excitation et induit dans le même enroulement. En fait, les pertes dans le cuivre sont pratiquement négligeables devant les pertes dans le fer. Celles-ci peuvent se partager en trois catégories : *a*) pertes dans le rotor dues à sa rotation dans le champ produit par le courant continu d'excitation; *b*) pertes dans le rotor et dans le stator dues au flux pulsatoire créé par le déplacement relatif des dents du rotor et du stator; *c*) pertes dans le rotor et dans le stator dues au courant induit dans l'enroulement du stator. L'énergie qui compense les pertes *a*) et *b*) est fournie par le couple mécanique agissant sur l'arbre de l'alternateur; celle pour les pertes *c*) est fournie électriquement d'une façon à peu près semblable à celle des pertes dans le fer d'un transformateur. Ces dernières pertes ont pour effet d'augmenter la chute interne de tension; elles diminuent dans le cas d'un alternateur à haute fréquence le débit possible. Les pertes *a*) et *b*) peuvent être déterminées comme d'habitude par un essai en circuit ouvert, celles *c*) se déterminent par un essai en court-circuit sur un condensateur avec un courant d'excitation de faible intensité. La capacité de ce condensateur doit être telle que sa réactance équilibre celle due à la self-inductance de l'enroulement. En déduisant de la puissance fournie les pertes par frottement et ventilation et les pertes dans le cuivre, on obtient les pertes *c*). Il y a bien aussi des pertes *a*) et *b*) mais elles sont négligeables vu la faible valeur du courant d'excitation au régime considéré. Les pertes totales dans le fer ne sont pas, dans le cas d'un alternateur à haute fréquence, la somme des pertes *a*), *b*) et *c*), car l'étude du diagramme vectoriel montre que le flux pulsatoire dû au courant induit est déphasé de 90° par rapport à celui dû à la rotation du rotor. On peut avec une approximation suffisante prendre

$$\text{pertes totales dans le fer} = \sqrt{(a + b)^2 + c^2}.$$

Pour terminer, l'auteur montre, par un exemple, comment on peut prédéterminer les caractéristiques de fonctionnement d'un tel alternateur. — J. S.

Disrupture de l'huile entre électrodes largement espacées [1].

I. Généralités sur la question. — A l'instar de tous les autres diélectriques, gazeux, liquides ou solides, les huiles de transformateurs et de disjoncteurs sont caractérisées par cette particularité que la relation qui lie la tension de disrupture à l'écartement des électrodes plongées dans le diélectrique n'est pas linéaire ; mais des tensions de percement obtenues avec des distances explosives normales on ne peut tirer aucune conclusion relativement à celles qui concernent les grands intervalles. Grosso modo, on peut dire que la rigidité diélectrique de l'huile est plutôt faible par suite de l'accroissement rapide de l'ionisation par choc ; au voisinage des électrodes, cette ionisation provoque d'abord une disrupture locale suivie d'une disrupture totale. La forme des électrodes et de leur support joue un rôle de premier plan. Il est aussi essentiel que l'éclatement entre les électrodes choisies ne soit pas influencé par les effluves qui se manifestent en quelque point du support où le rayon de courbure est plus faible que celui des électrodes elles-mêmes; c'est pourquoi l'auteur s'est placé dans des conditions soigneusement contrôlées pour réaliser ses expériences sur les grandes distances explosives.

II. Influence de l'ionisation sur la tension de disrupture de l'huile. — Tout d'abord, il a montré pourquoi il est important d'éliminer toute trace d'ionisation autre que celle provenant de l'électrode elle-même ; à cet effet, il a réalisé une installation d'essai comportant un cadre rectangulaire dont les côtés de 61 cm et 50 cm de longueur étaient constitués par des rubans de micarta bakelisé ; les électrodes étaient montées verticalement sur ce cadre et le tout était plongé dans un récipient cylindrique de 105 cm de diamètre et 150 cm de hauteur rempli d'huile fraîche ; elles comprenaient un premier jeu de deux sphères de 1,6 cm de diamètre fixées à des supports de 0,254 cm de diamètre et un jeu de tiges simples à bouts sphériques de 1,6 cm de diamètre et un autre jeu de tiges identiques, mais dont l'une était armée d'un fil de cuivre de 1,024 mm de diamètre, qui était arrêté à 5 cm en arrière et rejeté latéralement à 5 cm de l'électrode.

Les expériences ont donné les résultats suivants: pour les distances explosives inférieures à 4 cm, la tension de disrupture est de 15 pour 100 plus élevée avec les tiges qu'avec les sphères ; de 5 cm à 12 cm, la différence est encore beaucoup plus prononcée ; il est toutefois possible de rapprocher les deux systèmes de courbes donnant la tension de disrupture en fonction de l'écartement des électrodes en faisant agir la source d'ionisation auxiliaire ; ce qui démontre la nécessité de constituer les électrodes de telle sorte qu'aucune partie métallique n'ait un rayon de courbure supérieur à celui de l'extrémité de l'électrode ; des cylindres ou tiges rondes à bouts sphériques répondent à ces conditions.

III. Résultats des essais. — L'auteur décrit ensuite l'appareillage et les méthodes adoptés pour les essais ; puis en discute les résultats en rappelant que les essais de disrupture instantanée sont ceux dans lesquels la tension est élevée progressivement au moyen d'un régulateur d'induction de façon que la disrupture ait lieu en moins d'une minute ; que les essais d'une, trois et dix minutes indiquent la tension maximum qui peut être maintenue pendant ce temps sans disrupture ; ce sont les applications d'une durée de dix minutes qui ont fourni les résultats les plus cohérents.

De tout son travail, l'on tire les conclusions ci-après : 1° pour les huiles, la tension de disrupture instantanée est mal déterminée, parce qu'elle dépend d'un trop grand nombre de facteurs qui échappent à tout contrôle ; 2° les essais de durée présentent plus de cohésion ; 3° pour les petites distances explosives, les tensions de disrupture décroissent quand on augmente la durée d'application de la tension ; pour les grandes, les différences entre les tensions d'éclatement correspondant aux longues et courtes applications, sont à peu près négligeables ; 4° les tensions de disrupture croissent assez rapidement avec le diamètre des électrodes quand les distances explosives sont faibles;

[1] Douglas-F. Miner. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, avril 1927, t. XLVI, p. 336-343, 6 000 mots, 11 figures.

mais pour des valeurs élevées de ces dernières, les tensions de disrupture sont à peu près indépendantes du diamètre des électrodes.

IV. Considérations théoriques sur les essais d'une durée de trois et dix minutes. — L'auteur a soumis à un examen plus approfondi les résultats obtenus dans les essais où la durée d'application de la tension était de trois minutes. En portant, sur papier logarithmique, en abscisses les écartements des électrodes exprimés en pouces et en ordonnées, les tensions exprimées en kilovolts, on trouve des lignes droites qui se transforment en courbes si l'on utilise du papier semi-logarithmique. Toutefois, on arrive, par une série de tâtonnements, à établir des relations linéaires entre les valeurs moyennes des résultats des essais, même sur le papier semi-logarithmique; alors la formule générale qui représente ces droites est

$$V = A \log S + B,$$

ou

$$V = A \log \frac{S}{a},$$

dans laquelle A et a désignent des constantes; V, la tension d'éclatement et S, la distance explosive. Mais, si l'on porte sur du papier logarithmique, les valeurs de A et a en fonction du diamètre des tiges, on obtient deux droites parallèles, en sorte que ces deux constantes peuvent être exprimées par des relations de la forme $A = md^n$ et $a = cd^n$; m, c et n sont des constantes et d est le diamètre des tiges. Grâce à ces nouvelles relations, la tension d'éclatement peut s'exprimer en fonction du diamètre des tiges et de la distance explosive. L'équation générale répondant aux essais où la durée d'application de la tension est de trois minutes, est donc la suivante

$$V = md^n \log \frac{S}{cd^n}.$$

ou, en remplaçant les constantes par leurs valeurs numériques

$$V = 177 \sqrt{d} \log \frac{S}{0{,}16 \sqrt{d}},$$

Si V est exprimé en kilovolts et S, en pouces.

On constate que V ne s'annule pas pour $S = 0$; mais l'auteur fait remarquer qu'on ne changera pas d'une quantité appréciable la valeur du logarithme en ajoutant 1 à la grandeur placée sous l'opérateur « log » et on obtiendra ainsi une équation modifiée qui donnera des courbes passant par l'origine. La formule définitive est donc

$$V = 177 \sqrt{d} \log \left(1 + \frac{S}{0{,}16 \sqrt{d}}\right); \qquad (1)$$

elle n'est valable qu'en deçà du point où il y a formation d'effluves; au delà, elle se simplifie et devient

$$V = DS^m, \qquad (2)$$

D et m étant des constantes ayant respectivement pour valeurs 53 et 0,7; d'où $V = 53\ S^{0,7}$.

De même, les résultats correspondant aux essais où la durée d'application de la tension est de dix minutes sont assez bien représentés par la formule

$$V = \left[380 + 120 \left(1 - \frac{1}{d}\right)^4\right] \log \left(1 + \frac{dS}{2}\right)$$

en deçà du point d'ionisation et, par la même que ci-dessus, au delà du point d'ionisation, les constantes ayant les mêmes significations que dans le cas précédent.

Pour une dimension déterminée des électrodes, il y a un écartement maximum ou écartement critique pour lequel il ne se manifeste aucune effluve avant la disrupture complète. Ce point se trouve précisément à l'intersection des courbes représentant les équations (1) et (2). Il existe, entre les écartements critiques calculés à l'aide de ces équations une relation linéaire de la forme $S = 5 + 12\ d$ pour les diamètres d'électrodes compris entre 12,5 mm et 101 mm.

V. Influence de grandes quantités d'eau mélangées à l'huile. — L'auteur a réalisé un certain nombre d'expériences avec des électrodes sphériques de 1 cm et 2 cm de diamètre en opérant sur de l'huile mélangée d'eau. Celle-ci était pesée et introduite sous forme de jet finement divisé, puis agitée vigoureusement avant l'essai.

Des essais préliminaires ont été exécutés avec les électrodes de 1 cm de diamètre qui étaient plongées dans un récipient en verre contenant 11 kg d'huile. Les teneurs en eau en centièmes et les tensions de disrupture, en kilovolts correspondantes sont indiquées dans le tableau ci-après :

Eau, en centièmes....	0	0,25	0,50	0,75	1
Tension, en kilovolts..	55	60	56,3	61,6	62

On a utilisé ensuite une cuve métallique contenant 500 kg d'huile : on a constaté que, dans les essais de disrupture instantanée, la teneur de 0,40 pour 100 d'eau était celle avec laquelle l'eau pouvait être maintenue le plus longtemps en suspension. Les tensions de disrupture instantanée, relevées dans ces conditions, présentent de grandes divergences; on a remarqué que, dans certains cas, les tensions de disrupture obtenues avec les électrodes de 2 cm de diamètre étaient inférieures à celles données par les électrodes de 1 cm de diamètre.

Les courbes moyennes correspondant aux différentes teneurs en eau, et tracées en portant en abscisses les distances explosives et en ordonnées, les tensions, semblent indiquer que l'addition d'eau a pour effet d'augmenter la tension d'éclatement dans l'huile; au contraire, avec des pourcentages d'eau inférieurs à 0,125, à de petites distances explosives, il y a diminution de cette tension, probablement parce que l'eau est ou partiellement dissoute ou si finement divisée qu'elle constitue comme un chemin de faible résistance. Si la proportion d'eau augmente, celle-ci reste agglomérée et la contrainte électrique se répartit entre les plus gros globules comme entre les éléments d'une chaîne de condensateurs. Cet effet croît d'ailleurs avec la tension.

On a observé encore un autre phénomène aux hautes tensions. C'est l'expulsion de l'eau hors du rayon d'action des champs très intenses, ce qui a pour conséquence ultime une purification sensible de l'huile, pourvu qu'il n'y ait pas disrupture avant la fin de cette opération; ces constatations ne sont nullement en contradiction avec les résultats fournis par les essais normaux avec des éclateurs de 2,54 mm de distance explosive plongés dans de l'huile, contenue dans une coupe, parce que, dans les expériences de l'auteur, l'eau met en court-circuit l'espace interpolaire et provoque le percement par conduction. Sur les courbes qui représentent graphiquement les résultats des expériences de l'auteur avec des électrodes de 1 cm de diamètre, cette particularité apparaît nettement au-dessous des distances explosives de 4 cm pour des teneurs en eau de 0,125 pour 100. Quoi qu'il en soit, on arrive à cette conclusion que, si l'écartement des électrodes est égal à plusieurs fois leur diamètre, l'huile contenant de l'eau régulièrement distribuée sous forme de globules possède une tension de disrupture beaucoup plus élevée que l'huile commerciale considérée comme sèche; le phénomène est tout à fait différent de celui où l'eau est en dissolution et où l'on emploie un faible écartement pour les électrodes. — B. C.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.

Assemblée générale ordinaire du 23 juin 1927.

Dans son rapport annuel concernant l'exercice 1926, cette compagnie, au capital de 300 millions de francs, et dont le siège social est à Paris, 173, boulevard Haussmann, explique que, après une période d'activité normale du marché, la chute vertigineuse du franc en juin et juillet a suscité, surtout dans la clientèle de matériel de série, un désir de couverture contre des hausses futures, qui a singulièrement grossi les chiffres d'affaires de ces deux mois. A cette période de suractivité passagère a succédé, dans le dernier trimestre, une forte dépression qui s'est étendue sur les premiers mois de 1927. Les affaires d'exportation ont subi une marche parallèle. Néanmoins, même au cours du dernier trimestre 1926, le chiffre d'affaires de la compagnie s'est maintenu à un niveau satisfaisant; l'ensemble des commandes de l'année dépasse de plus de 40 pour 100 celui de l'année précédente. Les ordres reçus durant les premiers mois de 1927 atteignent, malgré la crise, un montant sensiblement supérieur à celui des mêmes mois de 1926. Ainsi se trouve achevée l'évolution signalée dans notre compte rendu concernant le précédent exercice ([1]), et qui a pour résultat de ne plus compter d'une façon pressante sur les affaires d'électrification générale pour assurer l'alimentation des usines.

Au cours de l'exercice, la compagnie a cédé sa participation dans la Compagnie des Téléphones Thomson-Houston. Cette opération a notablement allégé la trésorerie et amélioré la liquidité des comptes qui se présentent d'une façon satisfaisante. Elle n'a cependant porté son effet que sur la fin de l'exercice; son action sur le montant des charges d'intérêts et agios à d'ailleurs été contrariée par la hausse considérable du taux de l'escompte et du loyer de l'argent; aussi, le poste correspondant du compte de profits et pertes ne présente-t-il qu'une diminution de 2 471 668,46 fr sur celui de l'exercice 1925; mais l'année 1927 enregistrera une nouvelle et importante diminution.

Les ventes de matériel de série ont marqué un progrès rapide, qui a été brusquement coupé par la crise, mais a repris ensuite son ascension.

Les commandes de gros matériel ont été satisfaisantes. Parmi les fournitures importantes il y a lieu de signaler : le poste de transformation de la place de la Nation, à Paris, avec deux régulateurs d'induction de 31 200 kv-A et quatre transformateurs Leblanc de 15 000 kv-A; le matériel électrique de deux sous-marins; un grand nombre de locomotives de mines; des équipements de filatures; huit génératrices à courant continu de 2 500 kw pour une usine de produits chimiques; plusieurs sous-stations pour le transpyrénéen; des moteurs à courant alternatif de commande de laminoirs; une très grande partie des équipements des treuils de charge du nouveau transatlantique « l'Ile de France »; de nombreux équipements à contacteurs pour des forges de l'Est; des équipements de tramways pour Bordeaux, Marseille, Strasbourg, etc.

Toutefois, il a été traité en France peu de très grosses affaires. Cela tient, indiscutablement, à l'instabilité de la monnaie, qui a rendu presque impossible, au cours de l'exercice écoulé, toute opération financière pour l'équipement de nouvelles usines ou le développement de celles existantes. La compagnie a pu cependant maintenir le chiffre total des ventes à un niveau convenable grâce à l'accroissement des affaires d'exportation. C'est ainsi qu'elle a procédé à l'équipement des sous-stations du chemin de fer de Barcelone à Manresa sur le réseau du Nord de l'Espagne, et à l'équipement de 55 nouvelles automotrices pour les tramways de Bucarest.

Au cours de l'exercice, l'activité des usines a été sinon encore entièrement satisfaisante, du moins à peu de chose près suffisante dans son ensemble. Cependant, à raison des conditions du marché signalées tout à l'heure, les usines de petit matériel ont, à certains moments, eu peine à suffire à la demande, tandis que les usines de gros matériel n'ont pas eu à utiliser à plein leur capacité de production. Des dispositions ont été prises dans les premières, notamment à Lesquin, Jarville et Neuilly, pour permettre de réaliser, avec les mêmes moyens, grâce à des progrès dans l'organisation rationnelle du travail, une production sensiblement plus élevée. C'est ainsi que la production de l'usine de Jarville, qui était à peine de 12 000 moteurs il y a deux ans, atteint maintenant 30 000 moteurs, avec des moyens qui sont pratiquement les mêmes.

Dans les usines de gros matériel, la compagnie a procédé au regroupement des fabrications et, en conséquence, fermé son usine de Suresnes, tout en conservant la même capacité totale de production. Cette opération, complètement terminée en janvier 1927, se manifeste comme devant assurer, au cours de l'exercice actuel, non seulement de sensibles économies de frais généraux, mais encore une réduction nouvelle du fonds de roulement des usines, ainsi qu'une notable diminution des frais de fabrication proprement dits.

Parmi les fabrications nouvelles qui ont été entreprises, il y a lieu de signaler celle des moteurs de puissance inférieur à un cheval, dont les applications deviennent de jour en jour plus nombreuses. Par ailleurs, en vue de compenser le ralentissement des affaires d'éclairage des trains, conséquence de l'achèvement du programme des réseaux, la compagnie a repris, avec des perfectionnements nombreux, la fabrication du matériel d'éclairage et de démarrage d'automobiles. Elle a, en outre, réalisé de nouveaux types

([1]) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 23 octobre 1926, t. XX, p. 603-604.

de moteurs compensés, de moteurs à collecteurs, de moteurs à double enveloppe et de moteurs antigrisouteux, remanié complètement la série de petites machines à courant continu, complété la série d'équipements à contacteurs, mis au point un type nouveau de sous-station automatique qui s'est révélé, au cours d'une longue expérience, tout à fait satisfaisant, quoique sensiblement moins coûteux que les sous-stations installées antérieurement, et qui fonctionnent, elles aussi, d'une façon parfaite. En matière de signaux de chemins de fer, en vue de l'installation imminente du block automatique sur les voies ferrées d'intérêt général, il a été conclu avec la General Railway Signal Company des accords permettant de bénéficier de la longue expérience et de la compétence indiscutée de cette puissante entreprise.

L'accroissement du chiffre d'affaires de l'exercice n'a pas été accompagné d'un accroissement du fonds de roulement. Au contraire, ainsi que l'avait laissé prévoir le rapport du précédent exercice, diverses mesures d'organisation intérieure ont permis de le réduire encore. Si les stocks commerciaux ont subi un léger accroissement, inférieur d'ailleurs à l'augmentation moyenne de la valeur des produits au cours de l'exercice, les magasins de matières premières ont été allégés et les décaissements pour travaux en cours sont restés sensiblement les mêmes. D'autre part, le perfectionnement des méthodes de comptabilité a permis de réduire le total des sommes dues par les clients, malgré une facturation moyenne notablement accrue.

Au cours de l'exercice écoulé, la compagnie a continué son évolution vers une grande simplicité des rouages de son organisme, une plus grande souplesse d'exécution, une plus étroite liaison des divers services; elle a obtenu, dans ce sens, des résultats fort intéressants dont le plus visible ressort du faible accroissement des frais généraux, qui sont passés de 7 736 129,49 fr à 8 886 392,95 fr, soit une augmentation de moins de 15 pour 100, alors que le chiffre d'affaires s'est accru de 40 pour 100 et que les dépenses unitaires (salaires, traitements, prix des matières premières et des fournitures de bureau, taxes postales, téléphoniques et télégraphiques, etc...) ont subi des augmentations qui, pour la plupart, atteignent 30 pour 100 et dont certaines dépassent 40 pour 100. D'autres résultats, moins évidents, mais dont l'importance ne doit pas être sous-estimée, sont constatés dans la plus grande rapidité des réponses, la réduction des délais de livraison, et, d'une façon générale, la satisfaction plus complète donnée à la clientèle.

L'examen du compte de profits et pertes montre que les les bénéfices bruts de l'exercice provenant des bénéfices sur entreprises, constructions et ventes, revenu du portefeuille et des participations, redevances sur brevets et divers, et après déduction des amortissements nécessaires se sont élevés à 62 100 767,88 fr.

Les charges s'élèvent au total de 34 855 130,58 fr; elles se décomposent comme il suit: taxes fiscales et impôts divers, 8 802 173,65 fr; intérêts et primes sur obligations, 7 millions 261 812,91 fr; intérêts, escomptes et agios, 9 millions 904 751,07 fr; frais généraux, frais d'administration et frais judiciaires, 8 886 392,95 fr.

Après défalcation des charges ci-dessus énumérées, le bénéfice net ressort à 27 245 637,30 fr.

Après déduction de 109 707,80 fr pour le compte mobilier et installations et de 217 838,15 fr pour frais d'études, de brevets, modèles et divers, il reste un solde disponible de 26 918 091,35 fr, sur lequel le prélèvement en faveur de la réserve légale s'élève à 5 pour 100, soit 1 345 904,55 fr.

Il reste une somme de 25 572 186,80 fr à laquelle s'ajoute le report de 1925, soit 4 754 082,20 fr, donnant un total disponible de 30 326 269 fr qui a reçu l'affectation suivante: 15 000 000 fr ont été portés à la réserve d'amortissement et 3 000 000 fr ont été mis à la disposition du conseil pour risques divers (fluctuations des prix des matières, etc.).

Le solde, soit 12 326 269 fr, est reporté à nouveau.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1926.

Actif.

	fr
Apports	1 »
Frais de constitution et d'installation	1 »
Mobilier	1 »
Modèles, dessins industriels, études, brevets, etc.	1 »
Actions Société immobilière Haussmann-Roule (immeuble du siège social)	4 857 000 »
Terrains	11 495 270,50
Constructions et bâtiments	77 423 686,65
Matériel, outillage et installations	123 619 657,60
Matières premières et pièces finies	70 879 053,29
Matériel en magasin et chez divers	42 669 581,67
Travaux en cours	150 156 576,29
Titres en portefeuille	117 618 827,05
Participations	20 871 369,55
Rentes françaises et bons de la Défense nationale	141 000 »
Caisses et banques	27 103 209,93
Effets à recevoir	3 416 494,21
Dépôts et cautions	2 749 337,45
Débiteurs :	
Fournisseurs avances	7 752 279 »
Clients	51 853 112,91
Comptes courants et divers	43 319 383,95
Impôts à récupérer	8 348 565,87
Comptes d'ordre	4 012 620,08
	768 287 029,59

Passif.

	fr
Capital	300 000 000 »
Obligations	98 082 996 »
Réserve statutaire	12 565 663,07
Réserve spéciale	15 000 000 »
Réserve d'amortissement, constructions, matériel et outillage	58 000 000 »
Réserve pour accidents du travail et pensions de guerre	1 075 281,51
Travaux en cours, acomptes sur commandes	76 836 997,68
Effets à payer	76 323 696,81
Coupons à payer et obligations à rembourser	2 468 693,35
Fournisseurs	23 913 042,69
Créditeurs divers	65 018 410,43
Comptes d'ordre	7 330 079,08
Profits et pertes	31 672 173,55
	768 287 029,59

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité et du Comité électrotechnique français

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**



DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

11e ANNÉE. TOME XXII. — N° 26. 31 DÉCEMBRE 1927.

A propos de l'expérience de Michelson ; les nouvelles expériences de A. Piccard et E. Stahel. — Une note de MM. A. Piccard et E. Stahel, présentée à la séance de l'Académie des Sciences de Paris du 21 novembre 1927 et insérée dans le compte rendu de la séance du lundi suivant (1), ramène l'attention des physiciens sur la question de l'existence d'un mouvement relatif de la Terre et de l'éther luminifère.

Les articles relatifs à ce sujet publiés ou signalés dans cette revue, notamment ceux de M. E. Brylinski, ont montré suffisamment l'importance que présente la solution de cette question pour que nous n'ayons pas à revenir aujourd'hui sur ce point (2). Toutefois, comme les résultats des nouvelles mesures faites par MM. A. Piccard et Stahel conduisent ces physiciens à affirmer catégoriquement qu'il n'y a pas de mouvement relatif de la Terre par rapport à l'éther environnant et à contredire ainsi les résultats des expériences nombreuses effectuées par M. Miller au cours de ces dernières années, il nous a paru utile, par suite de l'importance de cette question, de rappeler succinctement où en était sa position avant que MM. Piccard et Stahel n'entreprissent leurs expériences et d'indiquer ensuite, d'après les notes présentées par eux à l'Académie des Sciences, les résultats de ces dernières. C'est ce que nous faisons dans la note ci-dessous.

Les premières de ces expériences sont celles effectuées en 1887, à Cleveland, par A.-A. Michelson et Mordey ; elles conduisirent ces expérimentateurs à la conclusion suivante : « le mouvement relatif de la Terre sur son orbite est probablement inférieur à un sixième de la vitesse de la Terre sur

(1) A. PICCARD et E. STAHEL ; L'absence du vent d'éther au Righi. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 28 novembre 1927, t. CLXXXV, p. 1198-1200.

(2) Les articles antérieurs à 1925 ont été indiqués dans une note insérée dans notre numéro du 3 octobre 1925, t. XVIII, p. 547-549.

Depuis, ont été publiés, dans cette même revue, les articles ou analyses qui suivent :

E. BRYLINSKI ; Sur l'expérience de Michelson ; les nouvelles expériences du professeur Miller. *Revue générale de l'Electricité*, 13 mars 1926, t. XIX, p. 407-410. — Sur l'expérience de Michelson : un résultat du professeur Miller. *Idem*, 10 avril 1926, t. XIX, p. 563-567. — Sur le mouvement de translation uniforme et quelques questions connexes. *Idem*, 25 décembre 1926, t. XX, p. 979-990. — Sur la vitesse relative de la Terre et de l'éther avoisinant. *Idem*, 16 avril 1927, t. XXI, p. 123 D (analyse d'une note publiée dans *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 24 janvier 1927, t. CLXXXIV, p. 192-193).

A. PICCARD et E. STAHEL ; L'expérience de Michelson réalisée en ballon libre. *Revue generale de l'Electricite*, 4 septembre 1926, t. XX, p. 337-338 (reproduction d'une note publiée dans *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 17 août 1926, t. CLXXXIII, p. 420-421).

Leigh PAGE et C. SPARROW ; Sur la répétition, par Miller, de l'expérience de Morley-Michelson. *Revue generale de l'Electricite*, 30 octobre 1926, p. 630-631 (analyse d'un article publié dans *The physical Review*, août 1926, t. XXVIII, p. 384-391).

son orbite et certainement inférieur à un quart ». En 1904 et 1905, E.-W. Mordey et D.-C. Miller effectuèrent de nouvelles expériences à Cleveland, dans une cave, avec un appareil plus perfectionné et trouvèrent que « si l'éther situé dans le voisinage de l'appareil ne se déplaçait pas avec lui, la différence de vitesse était inférieure à 3,5 km : s ». Enfin, en 1921, puis en 1924 et 1925, D.-C. Miller fit à l'observatoire du Mont Wilson de nombreuses mesures dont les résultats, qui ont été l'objet de plusieurs brèves publications et qui ont été discutés par M. Brylinski, paraissaient nettement déceler un déplacement de la Terre par rapport à l'éther. Aussi pouvait-on, dans le courant de l'année 1926, considérer comme définitivement établie la conclusion de la note parue aux pages 547 à 549 de notre numéro du 3 octobre 1925 : « Dès lors, il ne semble pas douteux que l'on puisse affirmer aujourd'hui que l'expérience de Michelson donne, contrairement à ce qu'on considérait comme un dogme, un résultat positif ».

A l'heure actuelle, si l'on fait état des résultats des expériences faites en 1926 et 1927 par MM. Piccard et E. Stahel, on ne saurait être aussi affirmatif.

Dans une note, insérée dans le compte rendu de la séance du 17 août 1926 et reproduite dans cette revue (1), ces expérimentateurs annonçaient, en effet, que dans des expériences faites en Belgique, le 21 juin 1926, en ballon libre, à une altitude de 2 500 m, ils n'avaient pas pu « déceler l'existence d'un vent d'éther », bien qu'il semblât que le mouvement relatif de la Terre par rapport à l'éther eût dû être plus grand à cette altitude qu'à celle de l'observatoire du Mont Wilson (1 800 m) ; ils convenaient toutefois que « la limite de précision de leurs mesures ne suffit pas pour confirmer ou réfuter les mesures de Miller » et ajoutaient qu'ils se proposaient de reprendre ces mesures avec un appareil plus perfectionné.

A la suite de ces expériences et en attendant que les circonstances leur permissent de les répéter à grande altitude, ils firent dans leur laboratoire de Bruxelles, avec le même appareil que celui ayant servi en ballon libre, de nouvelles mesures. Les résultats de ces mesures furent communiqués à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 17 janvier 1927, par une courte note (2) commençant comme il suit : « Pour donner suite aux dernières publications de Miller (3) suivant lesquelles l'effet d'un vent d'éther existe dans la plaine aussi bien que sur le Mont Wilson et pour compléter les résultats de nos propres expériences en ballon, nous avons repris les mesures avec le même appareil dans notre laboratoire de Bruxelles » et se continuant ainsi : « Nous avons enregistré les franges d'interférence le 25 et le 29 novembre 1926 à minuit. A ce moment, la projection horizontale du vent d'éther hypothétique est maximum, soit 8,91 km : s, l'apex de Miller se trouvant alors à 27° au-dessus de l'horizon. Ceci correspondrait dans notre appareil à un déplacement de franges de 0,0057 unité (l'unité étant la distance entre deux franges consécutives). Nous avons étudié 60 rotations entières de l'appareil, ce qui nous a donné, en moyenne, un déplacement de $0{,}0002 \pm 0{,}0007$ unité, ce qui est incompatible avec le résultat de Miller ». Aussi les expérimentateurs terminaient-ils leur note par la conclusion suivante : « Nous pouvons donc dire que le vent d'éther de Miller ne s'est pas manifesté dans nos observations, lesquelles, cependant, ont été faites au moment où l'apex indiqué par Miller a été près de l'horizon ».

Dans une note présentée à la séance de l'Académie des Sciences du 24 janvier 1927 et signalée dans notre fascicule « Documentation » du 16 avril 1927, M. E. Brylinski (1) a fait observer que, contrairement à cette conclusion, les résultats des mesures faites dans le laboratoire de Bruxelles n'infirmaient pas ceux de Miller. « Cette contestation, écrivait-il, résulte d'une confusion qu'il importe de dissiper : les essais de Bruxelles doivent être comparés non à ceux du Mont Wilson, mais à ceux du Cleveland, et, bien loin de les contredire, les confirment. A Cleveland (faible altitude), les déviations de l'appareil ont été de l'ordre de la limite inférieure de précision, indiquant une vitesse relative de la Terre et de l'éther, au lieu de l'essai, ne dépassant pas 2,5 km : s ; au Mont Wilson (1 800 m environ d'altitude), les déviations ont été 10 fois plus fortes, indiquant une vitesse relative d'environ 9 km : s. Des éléments donnés par MM. A. Piccard et E. Stahel, il résulte que la vitesse relative qu'ils ont mesurée à Bruxelles est de 1,7 km : s, l'erreur possible donnant comme limite de cette valeur 3,5 et 0 km : s. Si l'on reprend les résultats obtenus en ballon par les mêmes expérimentateurs, on voit qu'à 2 500 m d'altitude ils ont obtenu une vitesse relative de 7 km : s (l'erreur possible de l'appareil donnant comme limites de cette valeur 9,8 et 0 km : s), valeur qui, d'ailleurs, est vraisemblablement inférieure au maximum qui aurait pu être relevé au cours de 24 heures. On voit ainsi que les résultats de Bruxelles confirment ceux de Cleveland et que les résultats des mesures en ballon confirment ceux du Mont Wilson dans toute la mesure où un appareil beaucoup moins sensible que celui de M. Miller peut confirmer les résultats de ce dernier.

A ces remarques, MM. A. Piccard et E. Stahel répondaient par les suivantes dans une note présentée à l'Académie des Sciences dans sa séance du 14 février 1927 et insérée dans le compte rendu de la séance du lundi suivant (2) : toutes les mesures ayant indiqué des vitesses inférieures à l'erreur probable de ces mesures, on ne peut rien en conclure en faveur des résultats de celles de Miller ; les expériences de Bruxelles ont été faites après avoir pris connaissance des dernières publications de Miller (3) dans lesquelles celui-ci déclare formellement qu'il ne trouve pas de différence notable entre le vent d'éther de la plaine et celui du Mont Wilson, de sorte qu'il est légitime de dire que leurs résultats sont en opposition avec ceux de Miller ; l'appareil employé n'est pas moins sensible que celui de Miller et dans les mesures faites en laboratoire, son erreur probable est inférieure à tout ce qu'on avait obtenu jusqu'à présent ; un déplacement mécanique d'un de ses miroirs correspondant au vent d'éther de Miller a d'ailleurs montré qu'il en résultait un déplacement manifeste des franges d'interférences ; enfin, M. Kennedy a conclu récemment d'expériences faites par lui (4) que le vent d'éther de Miller n'existe pas ou qu'il est inférieur à 5 km : s.

(1) A. Piccard et E. Stahel : L'expérience de Michelson réalisée en ballon libre. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 17 août 1926, t. CLXXXIII, p. 420-421 et *Revue générale de l'Électricité*, 4 septembre 1926, t. XX, p. 337-338.

(2) A. Piccard et E. Stahel ; Nouveaux résultats obtenus pour l'expérience de Michelson. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 17 janvier 1927, t. CLXXXIV, p. 152.

(3) *Science*, 30 avril 1927, t. LXIII, p. 433.

(1) E. Brylinski ; Sur la vitesse relative de la Terre et de l'éther avoisinant. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 24 janvier 1927, t. CLXXXIV, p. 192-193, et *Revue générale de l'Électricité*, 16 avril 1927, t. XXI, p. 122 D.

(2) A. Piccard et E. Stahel ; Sur le vent d'éther. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 21 février 1927, t. CLXXXIV, p. 451-452.

(3) *Science*, 1926, t. LXIII, p. 433.

(4) *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1926, t. XII, p. 621.

Les dernières expériences de MM. A. Piccard et E. Stahel ont été faites les 16 et 17 septembre 1927, dans un hôtel construit sur le Mont Righi et dans une chambre située à environ 3 m au-dessus du sommet du mont, sommet dont l'altitude est légèrement plus grande que celle du Mont Wilson.

Les résultats de ces expériences ont été indiqués dans une note présentée à la séance du 21 novembre de l'Académie des Sciences et insérée dans le compte rendu de la séance suivante (1). D'après cette note, les mesures effectuées ont comporté 120 tours de l'appareil. « Dans chaque demi-tour, disent les auteurs, les franges devraient décrire, d'après l'hypothèse du vent d'éther, une sinusoïde entière. Pour chacun des 12 groupes de 20 demi-tours, on a, par analyse harmonique, calculé sur la moyenne des observations la sinusoïde la plus probable. L'amplitude de ces sinusoïdes restait largement en deçà de la sinusoïde qu'aurait produite le vent d'éther de Miller et, en outre, leurs phases étaient distribuées tout à fait au hasard entre o et $\pi/2$, à tel point que la moyenne générale des 12 sinusoïdes a donné une nouvelle sinusoïde dont l'amplitude est 40 fois plus petite que celle qu'aurait prévue M. Miller, et cela dans les limites de nos erreurs probables. » Les expérimentateurs ajoutent que si l'on prend la moyenne des ordonnées ayant un même numéro d'ordre dans les 240 demi-tours, on obtient 10 points dont la position donne une courbe qui ne rappelle en rien une sinusoïde et dont la sinusoïde la plus rapprochée ne correspondrait qu'à une vitesse de 1,45 km : s du vent d'éther. Aussi, concluent-ils comme il suit : « Dans les conditions correspondant à l'expérience de M. Miller, le vent d'éther ne se manifeste nullement, la base expérimentale de la théorie d'Einstein reste donc valable ».

On voit par cet exposé que la question de l'existence d'un mouvement relatif de la Terre et de l'éther, que les expériences de M. Miller paraissaient résoudre par l'affirmative et sans d'ailleurs infirmer la conclusion que Michelson avait tirée de ses propres expériences, n'est pas encore résolue et qu'elle ne peut manquer de donner lieu encore à de savantes controverses.

P.-S. — Au moment où nous remettons à l'imprimerie la note ci-dessus, nous prenons connaissance d'une note de M. Brylinski (2) présentée à l'Académie des Sciences en vue de « préciser très brièvement les causes de son désaccord » avec MM. A. Piccard et E. Stahel.

M. Brylinski y fait d'abord observer que si l'on se reporte aux résultats de Miller, on devait s'attendre à ce que les expériences des savants belges donnent, à l'heure où elles ont été effectuées, une sinusoïde d'amplitude atteignant seulement ± 1,6 millième de frange. En second lieu, il émet l'opinion qu'il faudrait prendre chacune des courbes obtenues dans ces expériences et l'examiner en soi, puis comparer les résultats sans s'inquiéter des déphasages successifs. « La note des savants belges, ajoute-t-il, ne permet pas de déterminer le résultat qu'on obtiendrait ainsi, mais les indications qu'elle contient donnent à penser que la sinusoïde moyenne ainsi obtenue ne s'écarterait pas énormément de celle que l'on pouvait prévoir ». Aussi sa conclusion est-elle la suivante : « Il semble en définitive que, si l'on s'abstient de toute idée préconçue, les expériences effectuées au Righi en septembre 1927 par MM. A. Piccard et E. Stahel tendraient plutôt à confirmer qu'à infirmer les résultats de Miller. »

(1) A. Piccard et E. Stahel ; L'absence du vent d'éther au Righi. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 28 novembre 1927, t. CLXXXV, p. 1198-1200.

(2) E. Brylinski ; Sur la vitesse de la Terre. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 19 décembre 1927, t. CLXXXV, p. 1458-1459.

Société des Ingénieurs civils de France : Séance du 18 novembre 1927. — Dans notre dernier numéro, nous n'avons pu signaler, faute de place, que l'une des deux communications faites à cette séance par M. Jean Cournot ; nous donnons ci-dessous le résumé de la seconde, dont le titre est *La parkérisation, autre moyen de protection des aciers et des fontes contre les corrosions.*

Deuxième communication de M. Cournot. — La « parkérisation » est un nouveau procédé de protection des alliages de fer contre la corrosion, sur lequel le conférencier a effectué de nombreux essais ; il consiste à recouvrir, par voie chimique, les pièces à protéger d'une mince couche de phosphates.

Les pièces en fer, en fonte, en acier, préalablement décapées, sont plongées dans des bains acides bouillants renfermant 3 à 4 pour 100 de phosphates de fer et de manganèse préparés à partir de l'acide orthophosphorique ; il se produit tout d'abord une attaque superficielle avec dégagement d'hydrogène et production d'un phosphate de fer secondaire lequel atteint rapidement la limite de saturation ; l'attaque s'arrête alors et il se produit sur le métal un dépôt des phosphates complexes en excès. Le recouvrement obtenu, d'une couleur gris-noir, est extrêmement adhérent, du fait qu'il se dépose sur un métal légèrement corrodé par l'attaque antérieure ; il est très résistant à la corrosion atmosphérique normale ; de plus, il constitue, de par sa nature même, une base d'« accrochage » remarquable pour les finitions (vernis cellulosiques, émaux, laques antiacides, etc.) appropriées aux genres de corrosions spéciales contre lesquelles les pièces peuvent avoir à lutter. Le matériel d'atelier nécessaire aux opérations est des plus simples : appareils de décapage, cuve pour le bain de phosphates chauffée par de la vapeur d'eau, étuve si la finition exige un étuvage ; les pièces sont placées soit dans des paniers, soit dans des tonneaux tournants ; un rail aérien dessert tout l'alignement d'appareils. D'après les essais faits par M. Cournot, la consommation moyenne de sels complexes est de 30 g par mètre carré de surface traitée ; cela représente une dépense d'environ 1,30 fr par mètre carré.

Afin de préciser la valeur de la production obtenue, l'auteur a effectué plusieurs séries d'essais de corrosion avec des éprouvettes d'acier doux nues ou recouvertes de couches protectrices diverses : phosphates complexes, minium, nickel, étain, zinc (par trempage dans du zinc fondu, par électrolyse, par shérardisation) ; les agents de corrosion étaient : atmosphère normale, eau ordinaire, eau de mer, eau chargée d'anhydride carbonique, eau aérée, vapeur d'eau, solution aqueuse d'ammoniaque à 1 pour 100, d'acide acétique, d'eau de Javel, de carbonate et de bicarbonate et, de bisulfite de sodium à 5 pour 100. Les résultats ont été les suivants : les éprouvettes traitées aux phosphates ont montré une résistance au moins égale et souvent très supérieure aux autres modes de recouvrement, dans l'air, l'eau ordinaire, l'eau de mer, l'eau chargée de gaz carbonique, la vapeur d'eau, le

vinaigre, les solutions d'eau de Javel, de carbonate, bicarbonate et bisulfite de sodium ; dans l'eau aérée, les galvanisations à chaud et électrolytiques, et dans l'eau ammoniacale, l'étamage, présentent une très légère supériorité. Quand une solution de continuité se produit dans les recouvrements de phosphates, la propagation de l'attaque est nettement freinée par suite de l'excellent « accrochage » de la couche, tandis qu'avec les autres recouvrements la corrosion gagne rapidement par infiltration sous la couche protectrice. Avec ces derniers, les régions attaquées en premier lieu sont toujours les coins ou les arêtes des éprouvettes, en raison des différences de contraction au refroidissement, aggravées parfois par les températures élevées du traitement, soit des tensions internes afférentes au genre de recouvrement; au contraire, sur les éprouvettes traitées aux phosphates, ces régions sont beaucoup moins vulnérables. Il y a aussi lieu de noter, au point de vue des applications industrielles possibles, que le traitement aux phosphates ne modifie en rien les qualités physiques et mécaniques des pièces, en particulier, qu'il n'amène aucun durcissement superficiel comme le fait la cémentation par l'azote ou par le carbone.

Les applications du procédé sont déjà nombreuses dans les industries de l'automobile, de l'aviation, des chemins de fer, de la mécanique de précision, des armes, de la ferronnerie, etc. Les objets d'usage courant comme les boulons, les vis, etc, sont facilement traités en grande quantité et ce traitement supprime la nécessité du graissage pour la conservation en magasins. D'autres applications paraissent d'ailleurs devoir s'imposer lorsqu'on songe, comme le fait remarquer M. Cournot, que la rouille dévore chaque année de 25 à 40 pour 100 de la quantité de fer que l'on produit annuellement dans le monde entier. De plus, il semble que le procédé permettra le remplacement d'alliages coûteux par l'acier ou la fonte dans la fabrication de nombreuses pièces. Il ne faut pas toutefois oublier que ces applications se trouvent un peu limitées pour les raisons suivantes : le recouvrement ne prend que sur les alliages ferreux; les dépôts électrolytiques n'adhèrent pas sur lui; à des températures dépassant 500 à 600° C il n'a plus d'efficacité; sa couleur est toujours noire ou très foncée et si l'on désire une autre couleur il faut appliquer un émail ou une laque colorée.

Bibliographie : Die Berechnung elektrischer Leitungsnetze in Theorie und Praxis (Calcul théorique et pratique des réseaux de distribution d'énergie électrique), par Clarence Feldmann [1]. — Bien que le problème de la détermination de la section des conducteurs d'une distribution d'énergie électrique présente un réel intérêt pratique et que de nombreuses solutions aient été proposées pour sa solution, il faut reconnaître que la complexité des calculs auxquels on peut être conduit dans le cas d'un certain nombre de mailles ne facilite guère l'exposé d'une méthode simple et facile. Aussitôt que l'ensemble étudié constitue un véritable réseau, la section des conducteurs ne peut être déterminée qu'après la résolution relativement longue d'un système d'un plus ou moins grand nombre d'équations établies par l'application des lois de Kirchhoff; et, à ce propos, M. Mauduit fait très justement remarquer dans son ouvrage sur les « Installations électriques à haute et à basse tension » que les méthodes proposées, ne présentent pas grand intérêt, « les données du problème étant généralement très peu précises puisqu'on ne peut prévoir que d'une façon grossière la répartition des charges futures dans le réseau ».

Il peut néanmoins être utile de trouver réunies dans un volume écrit en vue de l'exposé de ces calculs les lois fondamentales et des indications sur la marche à suivre; c'est ce que fait M. Feldmann dans l'ouvrage qui nous occupe. Il développe d'abord l'étude des circuits parcourus par du courant continu, et montre l'application des lois de ce courant au calcul des conducteurs des réseaux plus ou moins complexes. Depuis longtemps, on a cherché à simplifier la résolution des équations auxquelles nous faisons allusion plus haut et M. Feldmann rappelle, entre autres, les procédés graphiques proposés par F. Klein pour cette résolution.

Passant ensuite au cas des courants alternatifs monophasés et polyphasés, il rappelle, ici encore, les lois générales qui régissent ces courants. Le nombre des éléments qui interviennent dans le problème étant plus grand dans ce cas qu'en courant continu, l'étude en est plus longue et plus compliquée ; aussi, un certain nombre d'hypothèses s'imposent-elles pour la simplification du calcul; et l'auteur est amené à considérer successivement quelques-uns des cas bien définis, envisagés à des points de vue différents. Cette façon de procéder, imposée d'ailleurs par la complexité du problème, nuit dans une certaine mesure à la clarté de l'exposé. C'est ainsi, par exemple, que dans le cas du courant alternatif, on ne voit apparaître l'inductance des lignes que dans les derniers chapitres; les formules, établies au début et longuement discutées, supposent donc cette inductance négligeable, d'où une restriction dans leurs applications.

Le but que poursuit l'auteur n'est pas seulement de faciliter la détermination de la section des conducteurs, mais encore de guider le lecteur dans l'étude du fonctionnement d'un réseau, tant au point de vue technique qu'au point de vue économique ; ce dernier point de vue fait en effet l'objet d'un chapitre spécial.

D'une façon générale, la tâche entreprise par M. Feldmann est laborieuse et difficile, à cause de la complexité du problème sur laquelle on ne saurait trop insister. S'il n'est pas parvenu à établir une méthode de calcul susceptible d'être appliquée d'une façon générale, méthode qui ne peut exister étant donné la diversité des cas qui peuvent se présenter, il a réuni dans cet ouvrage un très grand nombre de renseignements qui seront fort utiles aux techniciens s'intéressant à ces questions d'études de projets de distribution.

Peut-être éprouveront-ils quelque difficulté à trouver le renseignement cherché, car, et c'est là la seule critique que l'on pourrait formuler sur ce travail important, l'ordre dans lequel sont exposées ces questions si complexes, laisse parfois à désirer; ceci s'explique facilement d'ailleurs par le louable désir de l'auteur de traiter en détail chacun des points soulevés et d'envisager chaque question traitée sous des points de vue différents, d'où l'empiètement inévitable de tel chapitre sur tel autre. — A. C.

[1] Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 554 pages, avec 185 figures dans le texte, édité par la librairie Julius Springer, 23 24 Linkstrasse à Berlin, W 9 (Allemagne). Prix : relié, 38 reichsmarken.

La Semaine de Discussions d'octobre 1927 de la Société française des Electriciens (*Suite et fin*) (*)

Travaux de la cinquième Section

C'est l'après-midi du 28 octobre qui fut consacré, sous la présidence de M. J. Bethenod, à l'examen des travaux présentés à la cinquième Section du Comité d'Administration de la Société française des Electriciens ; les questions étudiées par cette section touchent à la télégraphie, à la téléphonie et à la transmission par ondes. Celles qui firent l'objet de cette réunion furent introduites par un rapport de M. Le Corbeiller sur les haut-parleurs et par un rapport de M. Gosselin sur les systèmes français modernes d'horlogerie électrique.

I. **Le haut-parleur.** — A. **Rapport de M. Le Corbeiller** (1). — 1. Analogies électriques, mécaniques et acoustiques. — Le rapprochement de l'équation des circuits oscillants en régime forcé et de celle du mouvement d'un point soumis à une force proportionnelle à sa distance à un point fixe pris comme origine et toujours dirigée vers ce point, à une force de frottement proportionnelle à la vitesse du point et à une force extérieure donnée, fonction du temps, conduit à d'utiles conclusions dans l'étude du haut-parleur, ou, d'une façon plus générale, du récepteur téléphonique. Ainsi que le rappellera M. Bethenod, dans la discussion qui a suivi la présentation de ce rapport, l'intérêt de l'analogie de ces deux équations a été mis en évidence par H. Poincaré, en 1907 (2). Partant de l'analogie de ces équations différentielles, on introduit aisément, dans leurs solutions, les notions d'impédance mécanique, grandeur complexe comme l'impédance électrique, formée des coefficients du terme en x et de ses dérivées par rapport à t dans l'équation du mouvement que nous venons de définir ; si l'on donne à cette équation la forme

$$m\frac{d^2x}{dt^2}+r\frac{dx}{dt}+sx=f(t),$$

on a pour l'impédance mécanique,

$$z=r+j\left(m\omega-\frac{s}{\omega}\right),$$

ω étant la pulsation du mouvement et j, égal à $\sqrt{-1}$, comme l'on a pour l'impédance électrique Z,

$$Z=R+j\left(L\omega-\frac{1}{C\omega}\right),$$

R, L et C étant les constantes du circuit électrique, ω, la pulsation du courant supposé sinusoïdal.

L'organe vibrant du récepteur téléphonique ramené à un système mécanique à un seul degré de liberté peut être assimilé à un moteur qui transforme l'énergie électrique que lui fournit le courant modulé i en énergie mécanique, celle-ci se traduisant par la vibration communiquée à l'atmosphère; si le courant modulé est un courant sinusoïdal de pulsation ω et si l'organe vibrant est également animé d'un mouvement sinusoïdal de même pulsation ω, le moteur satisfait au système d'équations suivant :

$$Zi+Av=e,$$
$$-Ai+zv=f,$$

où e est la force électromotrice alternative sinusoïdale et f, la force mécanique alternative opposée par l'atmosphère au diaphragme en mouvement ; v, la vitesse du point représentant l'organe vibrant et A, une constante réelle de dimensions $\sqrt{Zz}$, proportionnelle à l'excitation du moteur. Ce système d'équations est analogue à celui d'un transformateur statique ; en effet, il suffit d'y remplacer A par la réactance d'induction mutuelle, affectée du symbole j, et v, par le courant secondaire, pour retrouver les équations du transformateur. Mais l'analogie de ce système avec un moteur synchrone rotatif est encore plus frappante.

Passant ensuite de la mécanique à l'acoustique, M. Le Corbeiller aborde l'examen des conditions que doit remplir le haut-parleur proprement dit en faisant ressortir de nouveau une analogie étroite avec l'électrotechnique des courants alternatifs. On peut, en introduisant la notion d'impédance acoustique z_{ac}, définie comme étant le rapport de la pression p en un point à la vitesse v de ce point.

$$z_{ac}=\frac{p}{v},$$

établir une théorie de la propagation des ondes dans l'atmosphère analogue à celle de la propagation de l'électricité sur les fils.

(*) *Revue générale de l'Electricité*, 26 novembre, 3, 10, 17 et 24 décembre 1927, t. XXII, p. 860-864, 920-922 et 972-981, 1027-1040 et 1091-1104.

(1) Ph. Le Corbeiller; *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, octobre 1927, t. XVI, p. 915-931.

(2) H. Poincaré; Etude du récepteur téléphonique. *L'Eclairage électrique*, 16 et 23 février, 9, 16 et 23 mars 1907, t. L, p. 221-234, 257-262, 329-338, 365-372 et 401-404.

« Lorsqu'on n'a pas affaire à des ondes planes, ajoute le rapporteur, mais à des ondes sphériques et même, en première approximation, aux ondes se propageant dans un pavillon de révolution de forme quelconque, on trouve que la pression est déphasée sur la vitesse et l'impédance acoustique est alors une quantité complexe. Le résultat essentiel, si l'on ne veut pas entrer dans le détail des calculs, est que l'impédance offerte par l'atmosphère à la propagation de l'onde directe, c'est-à-dire du côté où s'évase le pavillon (en regardant dans la concavité des surfaces d'onde), est à réactance positive, comme pour une bobine d'inductance; et l'impédance offerte à l'onde rétrograde, c'est-à-dire l'impédance vers le sommet du pavillon (en regardant la convexité des surfaces d'onde), est à résistance négative, comme pour une capacité. De plus, l'une et l'autre impédance tendent vers la résistance pure caractéristique des ondes planes, à mesure que la fréquence s'élève et que l'on s'éloigne du sommet du pavillon. »

2. Étude théorique du haut-parleur. — Les bases de l'étude ainsi établies, il est facile de montrer le rôle de la chambre de compression et celui du pavillon. Un écouteur agissant directement sur l'atmosphère est analogue à un alternateur de forte impédance interne et débitant sur un circuit d'impédance faible, conditions s'éloignant de celles d'un bon fonctionnement et que l'on améliore en prévoyant un transformateur abaisseur de tension si l'on ne peut modifier ni l'alternateur, ni le circuit extérieur. Dans le cas de l'écouteur téléphonique, c'est la chambre de compression qui joue le rôle du transformateur; en effet, les petites vitesses du diaphragme communiquent de grandes vitesses aux tranches d'air au départ du pavillon à cause de leurs faibles sections, tandis que la pression sur le diaphragme est augmentée. De plus, la présence du pavillon augmente l'impédance mécanique de la colonne d'air sur laquelle agit le diaphragme, c'est-à-dire que son rôle est de modifier favorablement au bon fonctionnement du système les constantes du circuit extérieur. Le pavillon a un autre avantage, qui est d'augmenter l'amortissement du diaphragme et, de ce fait, de réduire l'influence de la fréquence sur sa résonance, de sorte que la courbe de résonance est moins aiguë et la distorsion, moins marquée.

Le rôle du pavillon étant ainsi défini, quelles conditions doit-il remplir?

Il importe qu'il présente un épanouissement, d'abord pour que soient réduites au minimum les réflexions à la surface de séparation de l'atmosphère et de sortie du pavillon; de plus, pour que soient augmentées la section de la colonne de l'atmosphère ébranlée et, par suite, l'impédance mécanique du système. Quant à la longueur du pavillon, elle doit être suffisamment grande pour que la fréquence critique, c'est-à-dire la fréquence au-dessous de laquelle il n'y peut plus y avoir d'énergie émise, soit de l'ordre des basses fréquences à transmettre. Dans le cas d'un pavillon exponentiel, c'est-à-dire dans lequel le rapport de deux sections infiniment voisines est constant, la fréquence critique est définie par

$$f_0 = \frac{c}{4\pi l},$$

où c est la chaleur spécifique de l'air à volume constant et l, la longueur constante qui sépare deux sections de rapport e = 2,7.

3. La distorsion. — Le haut-parleur du type exponentiel présente un premier inconvénient résultant de la grande longueur que doit avoir le pavillon; de plus, l'emploi du diaphragme métallique donne lieu à de la distorsion. Celle-ci provient, d'une part, de la présence des harmoniques dans le flux des bobines se composant d'un flux constant et d'un flux alternatif; la superposition de ces deux flux se traduit par une dyssymétrie, d'où résultent des harmoniques indésirables.

D'autre part, la fréquence de résonance du diaphragme se trouve dans la région des fréquences acoustiques les plus importantes; son effet, comme nous l'avons vu, peut être atténué par la chambre de compression; on obtiendrait encore un résultat plus satisfaisant avec un système dont la fréquence propre fût en dehors de la bande des fréquences audibles.

Enfin, on reproche au pavillon de faire résonner des fréquences élevées par les vibrations de la matière même qui le constitue; d'où une solution consistant à supprimer le pavillon et à remplacer le diaphragme métallique, dont il est impossible d'augmenter indéfiniment la surface, par un diaphragme léger en papier, en presspahn, etc. Au haut-parleur vient donc se substituer le diffuseur, qui présente, lui aussi, quelques inconvénients, notamment celui que nous avons déjà signalé pour le diaphragme métallique, mais qui est dû à d'autres causes, à savoir la limitation de son rendement vers les hautes et vers les basses fréquences. Du côté des hautes fréquences la limitation provient du manque de rigidité du diaphragme; et du côté des basses fréquences, elle est due à l'interférence des ondes émises par les deux faces du diffuseur, ainsi que le fait comprendre le raisonnement suivant que nous empruntons au rapport de M. Le Corbeiller: « Le mode de rayonnement d'un émetteur dépend essentiellement de ses lignes nodales que l'on appelle son ordre. L'émetteur d'ordre zéro, dont le type est la sphère pulsante (centre fixe, rayon variant sinusoïdalement autour d'une valeur moyenne R) a un rayonnement symétrique dans toutes les directions; le pavillon est un émetteur que l'on peut assimiler à une portion de sphère pulsante de rayon et d'angle solide déterminés. L'émetteur d'ordre un, dont le type est la sphère oscillante (rayon constant R, centre oscillant de part et d'autre d'un point fixe), a un rayonnement maximum dans l'axe d'oscillation du centre, minimum dans le plan perpendiculaire; cette pulsation du champ est fonction du rapport $\frac{R}{L}$ où $L = \frac{\lambda}{2\pi}$ est la « longueur en phase » (ne pas confondre avec les notations

électriques usuelles R, L). Si $\frac{R}{L}$ est très grand, le rayonnement est le même que celui d'un émetteur d'ordre zéro ; si $\frac{R}{L}$ est très petit, le rayonnement dans le plan équatorial est aussi très petit ; à la limite il est nul comme celui d'un doublet. Les portions de la sphère oscillante qui fournissent la majeure partie de l'énergie rayonnée sont celles qui entourent les pôles et qui attaquent l'atmosphère normalement ; les portions voisines de l'équateur ne faisant que glisser n'en fournissent point. Les ondes émises par les deux pôles sont en opposition de phase ; si R est petit, le temps qu'elles mettent à se joindre dans le plan équatorial est petit vis-à-vis de leur période et elles se détruisent en tout point du plan équatorial. Si $\frac{R}{L}$ est grand, un très petit déplacement du point d'observation correspond à un grand changement sur les phases et on n'a qu'une diminution d'énergie de moitié au voisinage immédiat de l'émetteur, qui disparaît même aux grandes distances. D'autre part, si l'on considère le rapport de l'énergie active $\mathcal{E}$ pendant une période à l'énergie réactive $\mathcal{E}'$, il est égal, pour l'émetteur d'ordre zéro, à $\frac{R}{L}$, et, pour l'émetteur d'ordre un, à $\dfrac{\left(\frac{R}{L}\right)^2}{2+\left(\frac{R}{L}\right)^2}$. En conséquence, pour un émetteur d'ordre un déterminé, les fréquences basses sont transmises avec beaucoup moins d'énergie et suivant un champ plus polarisé que les fréquences élevées, (c'est-à-dire que l'intensité du son est plus forte pour un auditeur placé en face de l'appareil que sur le côté). Il y a donc intérêt, en raison de la transmission des basses fréquences, à avoir un diffuseur aussi grand que possible ; mais comme il est plus difficile de lui donner la rigidité, on perd du côté des hautes fréquences. On peut toutefois améliorer la transmission des basses fréquences pour un diaphragme donné en l'entourant d'un grand anneau de garde fixe ; on augmente ainsi la longueur du chemin séparant les pôles. »

A ces diverses causes de la distorsion d'ordre mécanique s'ajoutent celles dues au courant qui alimente le moteur électrique.

4. Conclusions. — Il résulte de ces diverses irrégularités que l'énergie émise par un haut-parleur et traversant une surface donnée est une fonction de la fréquence. Elle est représentée par une courbe qui met en évidence la bande de fréquences transmises d'une manière acceptable et les maxima et minima résultant des résonances et antirésonances dans cette bande. Le rapporteur conclut, à la suite de cette remarque, à la nécessité de perfectionner les moyens d'investigation dont on peut disposer pour relever cette courbe qui constituerait une caractéristique objective du haut-parleur ; il signale trois méthodes proposées jusqu'à maintenant pour cette détermination, à savoir, l'emploi d'un thermophone et d'un condensateur microphonique permettant de mesurer les amplitudes ; celui d'un compensateur avec lequel on mesure les pressions en équilibrant la pression acoustique du condensateur microphonique par une attraction dirigée en sens inverse ; et enfin, l'emploi du disque de Rayleigh, petit disque suspendu à un fil de torsion et qui, placé à un ventre de vitesse, tend à se placer parallèlement au front de l'onde, avec lequel on mesure les vitesses ; mais ces appareils sont délicats et difficiles à étalonner. Faute de méthode objective, on en est réduit à juger le haut-parleur d'après la qualité de la reproduction d'un morceau de musique bien connu, procédé qui permet évidemment de relever les défauts les plus marqués, mais qui, au point de vue absolu, présente un certain nombre d'inconvénients faciles à concevoir.

B. **Discussion.** — La discussion qui suivit la présentation de ce rapport et qui fut soulevée par M. Pomey porta d'abord sur les méthodes permettant de relever la caractéristique des haut-parleurs ; il en ressort une confirmation des conclusions de M. Le Corbeiller sur la nécessité de rendre plus facilement applicables les méthodes de mesure des constantes des haut-parleurs.

Après avoir rappelé que les équations du moteur synchrone mentionnées dans le rapport qui nous occupe ont été établies pour la première fois par Mascart [1] et que, comme nous l'avons dit, la théorie des téléphones basée sur les analogies des équations de la mécanique et du circuit électrique est due à H. Poincaré [2], M. Bethenod signale un procédé simple qui permet d'obtenir un courant d'amplitude constante pour la recherche des fréquences pour lesquelles un haut-parleur entre en résonance ; ce procédé consiste à disposer d'un alternateur à vitesse variable, à fréquence musicale ; s'il débite sur un circuit essentiellement inductif, la force électromotrice et la réactance d'induction étant proportionnelles à la fréquence, le courant est constant en valeur maximum.

M. Bethenod fait également ressortir l'intérêt de la présence d'un shunt magnétique dans le récepteur ayant pour effet de réduire la réluctance du circuit magnétique.

II. **Les systèmes français modernes d'horlogerie électrique.** — A. Rapport de M. Gosselin [3]. — Il nous est impossible, faute de place, de suivre M. Gosselin dans les descriptions de tous les systèmes d'horlogerie électrique qui sont développées dans ce rapport ; nous rappellerons d'ailleurs qu'un certain nombre de ces systèmes ont déjà fait l'objet

(1) Mascart ; Sur le travail des téléphones et des machines alternatives. *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, 1887, t. IV, p. 368-376.

(2) H. Poincaré. *Loc. cit.*

(3) Gosselin. *Bulletin de la Société française des Électriciens*, octobre 1927, t. VII (4e série), p. 1251-1309.

d'une étude détaillée de M. Lavet, qui a été publiée dans ces colonnes [1] et nous nous bornerons à résumer ici les principes qui sont à la base de cette intéressante application de l'électricité et à signaler quelques-unes des solutions proposées aux divers problèmes touchant à cette application.

1. **Principes de l'horlogerie électrique et quelques réalisations.** — En ce qui concerne les principes de l'horlogerie, M. Gosselin fait d'abord ressortir la nécessité de n'utiliser, pour la transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique, que des électroaimants polarisés, ou des moteurs magnétoélectriques, ou encore des aimants permanents dont les pôles plongent dans une bobine ; la substitution de l'une ou l'autre de ces solutions à l'électroaimant non polarisé s'impose pour que, d'une part, l'effet du magnétisme rémanent qui, même dans un fer très doux, peut devenir sensible après un très grand nombre d'aimantations dans le même sens, soit évité et que, d'autre part, la self-inductance soit réduite.

Un autre point à retenir, dans l'étude d'un système d'horlogerie, est relatif aux conditions que doit remplir la force qui imprime l'impulsion au pendule pour que son mouvement soit isochrone : cette force doit être proportionnelle soit à la vitesse du pendule à l'instant où elle agit, soit à son écart de la verticale, ou bien elle doit agir à l'instant où le pendule passe sur la verticale.

Comme application de ces considérations M. Gosselin décrit deux systèmes imaginés et brevetés en 1917 et 1924 par M. Gosselin père.

Le pendule (fig. 1) porte un bras B qui vient appuyer au moment du passage par la verticale sur un ressort R

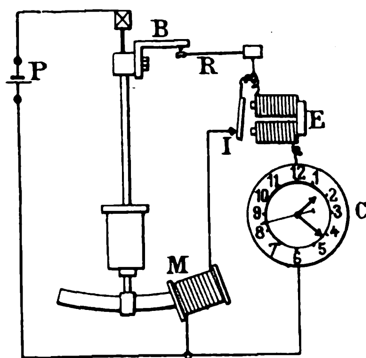


Fig. 1. — Schéma d'une pendule électrique de précision du système Gosselin.

sans tension initiale et dont la réaction sera par suite proportionnelle au déplacement du pendule. Au moment où le contact entre B et R se produit, le courant de la pile P se trouve fermé, d'une part, sur l'électroaimant E et le compteur C (qui est actionné par un pendule synchrone) et, d'autre part, sur la bobine M. Or, aussitôt, l'électroaimant attire son armature et le contact I est rompu. Le courant qui traverse M est donc extrêmement bref, de l'ordre du centième de seconde, et les conditions d'isochronisme sont respectées.

Dans le dispositif représenté sur la figure 2, le système de contact est identique. La vis V n'appuie pas

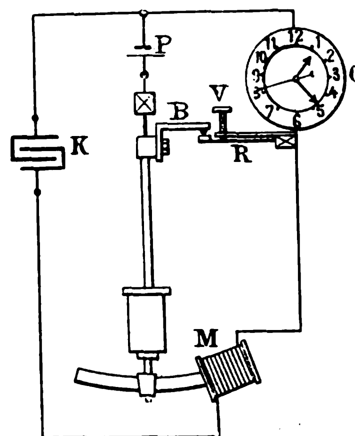


Fig. 2. — Schéma d'une pendule électrique de précision, d'un autre système Gosselin.

sur le ressort R, mais est réglée de manière à l'approcher de très près, empêchant ainsi les vibrations de ce dernier lorsqu'il est abandonné par le bras R. On peut aussi employer une vis d'acier légèrement aimantée et très pointue. Elle attire alors le ressort R et assure le contact au moment de l'établissement du courant ; l'attraction n'est sensible que sur une course de quelques dixièmes de millimètre, de sorte que l'action sur le pendule est celle d'un choc très bref sur la verticale.

Quant à l'impulsion motrice, elle se trouve donnée par la charge du condensateur K lors de l'établissement du contact, une impulsion de sens inverse, donc encore favorable au mouvement, étant produite, lors de la rupture, par la décharge du condensateur à travers le compteur C.

Ce dernier est parcouru par le courant de la pile pendant la moitié du temps; mais comme l'énergie nécessaire pour son entretien est infime, on peut lui donner une très grande résistance et limiter ainsi la consommation du courant à une fraction de milliampère.

Un pendule de 25 cm, pesant moins d'un kilogramme, entretenu avec ce dispositif donne, sans précautions spéciales, une précision de 0,1 s par jour, soit de l'ordre de celle d'une bonne horloge astronomique.

« Avec un balancier battant la seconde, bien compensé et oscillant dans un vide partiel, on arriverait facilement, ajoute le rapporteur, à la précision limite des horloges d'observatoire. »

Un troisième point est la question des contacts, toujours si délicate dans cette application, à cause du grand nombre de ruptures qu'ils sont appelés à subir. Elle est néanmoins résolue avec l'emploi des interrup-

(1) Marius Lavet ; Les progrès récents de l'horlogerie électrique. *Revue générale de l'Électricité*, 2 et 9 décembre 1922, t. XII, p. 845-854 et 895-905.

teurs à mercure dans le vide ou dans un gaz inerte; on trouve cet interrupteur sur le dispositif imaginé par M. A. Guillet.

A la fin de cette première partie de son rapport, où sont résumés les difficultés rencontrées et les principes à suivre dans la réalisation de pendules de précision à commande électrique, M. Gosselin décrit le système créé récemment par MM. le général Ferrié et Jouaust qui constitue une intéressante application de la photo-électricité et des amplificateurs et peut être considéré comme « le plus parfait de tous ceux imaginés jusqu'ici ». Voici la description qu'il en donne (fig. 3) :

« Le pendule n'est plus soumis à aucune réaction du milieu extérieur autre que le frottement de l'air, qu'on

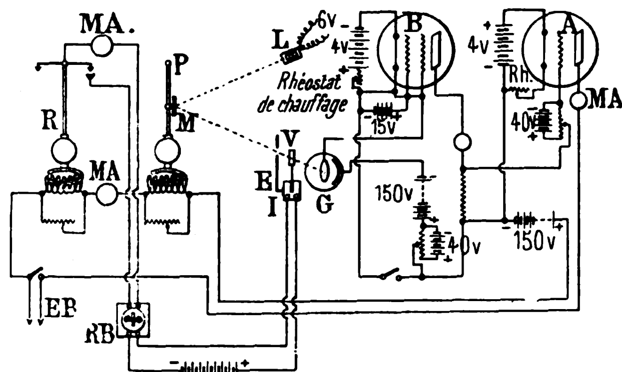


Fig. 3. — Schéma de la pendule électrique de précision du système de MM. le général Ferrié et Jouaust : A, trois amplificateurs en parallèle; B, lampe bigrille: E, écran avec fente; EB, enregistreur des battements; G, cellule photoélectrique; I, commande du volet; L, source lumineuse; M, miroir; MA, milliampèremètres; P, pendule libre; R, pendule à contact mécanique; RB, relais Baudot.

peut d'ailleurs réduire à volonté en enfermant le pendule dans une cage étanche, vide d'air. Il est muni d'un miroir M sur lequel tombe un faisceau lumineux provenant d'une lampe L. Ce faisceau converge sur un écran E percé d'une fine fente perpendiculaire au plan de la figure et derrière laquelle se trouve une cellule photoélectrique G.

» Lorsque le pendule oscille, le spot donné par la lampe L se déplace sur l'écran E et franchit la fente à chaque passage du pendule par la verticale. Comme la distance MG est relativement grande, la durée du passage du spot sur la fente est très brève. Il en résulte une émission de courant presque instantanée dans la cellule photoélectrique, émission qui est envoyée, après amplification, dans le moteur du pendule et produit l'entretien.

» Le récepteur R est un pendule synchrone qui peut fermer les contacts d'alimentation d'autres réceptrices. Il actionne aussi un dispositif I qui vient masquer la fente à chaque passage du spot vers le haut par exemple, et laisse au contraire la fente découverte pour les passages en sens inverse. Ceci est nécessaire, en effet, car l'émission photoélectrique étant toujours de même sens et l'impulsion étant motrice pour les déplacements du pendule vers la gauche, par exemple, serait retardatrice si elle se produisait lors du passage vers la droite.

» Ce pendule soustrait à toute cause d'erreur donne une précision inconnue jusqu'ici et qui permettra des progrès considérables dans toutes les recherches où intervient la mesure précise du temps. »

2. Distribution de l'heure. — Dans la seconde partie du rapport sont présentées les principales solutions adoptées pour la distribution de l'heure; il y a lieu de distinguer les pendules mères et les pendule réceptrices. La plupart des pendules mères sont basées sur le système proposé et breveté par M. Féry en 1901 ; ce système ayant été décrit récemment encore, en 1922 [1], dans ces colonnes, nous n'insisterons pas sur ce modèle. Nous signalerons uniquement, à ce propos, que M. Pomey a établi dans son ouvrage « Analogies mécaniques de l'électricité » la théorie de cette horloge Féry-Brillié [2].

Les réceptrices peuvent être soit à avances intermittentes, soit synchronisées; on peut également prévoir des systèmes sans contact et sans piles, dans lesquels l'impulsion est assurée par un moteur commandé par un poids ou par un moteur synchrone branché sur un réseau de distribution; enfin, dans les transmissions à grande distance, la pendule mère centrale ne peut suffire à commander directement toutes les réceptrices et il faut avoir recours à des pendules mères secondaires et à des pendules relais. Le rapporteur décrit quelques modèles correspondant à chacune de ces diverses solutions et indique ensuite la succession des opérations de la remise à l'heure d'un ensemble de réceptrices; il est ainsi conduit à l'examen de la question du réglage des pendules par télégraphie sans fil. Les deux systèmes de ce réglage décrits dans le rapport sont celui de M. le général Ferrié qui a le premier posé et résolu ce problème, et un dispositif plus récent de M. Lebrejal. Le principe de ce dernier système est d'utiliser pour la remise à l'heure le premier signal horaire de 0,4 s de durée, précédé d'un silence d'une minute, qui est émis à 10 h 31 mn par la Tour Eiffel. On évite ainsi la nécessité du signal de 5 s, qui apporte une surcharge assez lourde au poste émetteur.

Comme le point de 10 h 31 mn est suivi, une seconde plus tard, d'un nouveau point, il importe que le système de remise à l'heure soit mis hors service en moins d'une seconde après avoir agi. On obtient ce résultat en faisant couper le courant de chauffage des lampes par le fonctionnement même du dispositif de remise à l'heure.

Les détails du système sont indiqués sur la figure 4.

L'électroaimant de remise à l'heure E est excité par un relais Baudot, actionné par le poste de réception de radiotélégraphie. La came K est entraînée par la pendule mère à raison d'un tour en 24 heures. Environ 30 secondes avant l'heure du signal, c'est-à-dire à

[1] Marius Lavet. *Loc cit.*
[2] J.-B. Pomey. *Analogies mécaniques de l'électricité*, édité par la librairie Gauthier-Villars et Cie (Paris), 1921, p. 107.

10 h 30 mn 30 s, l'ergot F tombe dans l'encoche J de cette came et le contact S ferme le circuit d'allumage des lampes. A 10 h 30 mn 60 s le signal de remise à l'heure arrive.

L'électroaimant E, qui en réalité est un électroaimant polarisé de réceptrice, attire le levier L pivotant en O. Ce

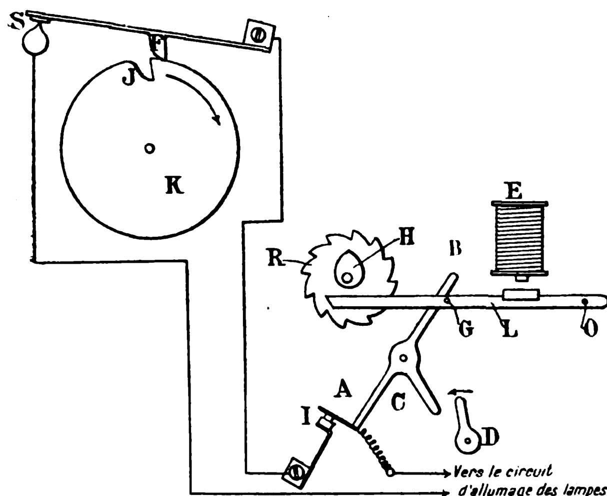


Fig. 4. — Schéma du dispositif de remise à l'heure par télégraphie sans fil du système Lebrejal.

levier agit sur la came de remise à zéro H du rochet R, et en même temps, une goupille G portée par ce levier, repousse le bras B et produit la rupture du contact, de sorte que les lampes s'éteignent. La came J continuant son mouvement, le contact S se trouve de nouveau interrompu à environ 10 h 35.

On peut donc refermer I de manière à remettre l'ensemble en position pour l'allumage du lendemain. La fermeture de I est produite par le doigt D qui est entraîné par le mouvement du pendule à raison de 1 tour en 8 mn, et qui vient pousser le bras C.

Le poste de télégraphie sans fil comporte une détectrice à réaction, suivie d'une basse fréquence qui donne un courant suffisant pour actionner le relais Baudot; mais une précaution est nécessaire : lorsque l'allumage des lampes se produit, un courant d'établissement prend naissance dans le poste et pourrait actionner la remise à l'heure; la suppression de cette perturbation a été obtenue d'une manière très simple et élégante par l'installation d'une lampe triode, fonctionnant en kénotron, à la sortie du poste.

Le courant d'établissement dont nous avons parlé est un courant unidirectionnel qui ne peut traverser le kénotron à cause de son sens, alors que le courant de fréquence acoustique qui provient de l'émission de la Tour Eiffel se trouve redressé et en mesure d'actionner le relais Baudot.

Pour terminer, M. Gosselin décrit encore quelques types de pendules électriques d'appartement et quelques dispositifs spéciaux tels qu'un chronographe électrique des Ateliers Brillié frères qui enregistre par impression l'instant où se produit un signal avec une précision d'un centième de seconde.

B. **Discussion.** — Le rapport en soi-même ne fit, en réalité, l'objet d'aucune discussion; sa présentation fut suivie d'une communication de M. Lavet qui donna la description d'un dispositif créé récemment par la Société des Etablissements L. Hatot, permettant le réglage des pendules par la télégraphie sans fil, description que nous ne reproduisons pas ici, car elle fera prochainement l'objet d'un article original dans ces colonnes. — A. C.

Travaux de la sixième Section

La sixième journée de la Semaine de Discussions était réservée aux travaux intéressant la sixième section du Comité d'Administration de la Société française des Electriciens; cette section s'occupe des questions relatives aux recherches physiques, à la physiologie et aux appareils de mesure.

L'ordre du jour comportait la présentation et la discussion des rapports suivants : machines à courant continu avec ou sans collecteur, par MM. P. Janet et P. Bunet; erreur introduite par les transformateurs dans la mesure d'une puissance ou d'une énergie, par M. A. Iliovici; détermination des densités de courant admissibles en raison des échauffements dans les conducteurs isolés au caoutchouc, par M. Lemenand.

La présentation et la discussion de ces rapports occupèrent une seule séance le 29 octobre 1927, sous la présidence de M. Liénard, sous-directeur de l'Ecole nationale supérieure des Mines et président de la sixième section.

I. **Machines à courant continu avec ou sans collecteur.** — A. **Rapport de M. Paul Janet.** — L'auteur n'ayant pu assister à la séance, M. P. Bunet a lu ce rapport, qui est la reproduction de celui présenté par M. P. Janet au Congrès international des Physiciens (Côme 1927) et dont nous avons déjà donné un résumé [1]. Nous nous contenterons donc de rappeler que l'auteur y signale un certain nombre de types de machines à courant continu sans collecteur et montre, dans chaque cas, l'erreur commise par les inventeurs; il mentionne, en outre, que les machines du type dit unipolaire sont bien des machines à courant continu sans collecteur, mais que pour réaliser des machines industrielles puissantes sur ce principe, on se heurte à l'inconvénient de la mise en série de leurs éléments constitutifs et de l'emploi de nombreux con-

[1] *Revue générale de l'Electricité*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 613-614.

tacts glissants, ce qui ramène par une voie détournée aux difficultés de l'emploi du collecteur qu'on cherche à éviter. Il conclut que le problème de la suppression du collecteur semble bien présenter tous les caractères d'impossibilité du mouvement perpétuel.

B. **Rapport de M. P. Bunet.** — Ce rapport sur la même question générale, présenté à la suite du précédent, a trait surtout à la façon dont se sont introduites les erreurs de raisonnement faites par les inventeurs de machines à courant continu sans collecteur. Pour l'auteur, elles proviennent de l'emploi non justifié de de la formule Hlv pour évaluer la force électromotrice induite dans une fraction de spire ou de conducteur. Cet emploi résulte de l'extension de la formule, valable pour un cas particulier de conducteur rectiligne, au cas d'une spire circulaire, en admettant que le flux dans cette spire soit probablement identique à celui qui entourerait le même conducteur supposé redressé, le flux étant limité à la portion d'espace comprise entre le conducteur et une ligne parallèle située à une distance égale à celle du rayon du cercle formé par la spire initiale. Cette conception donne, au moyen des formules habituelles, des résultats analogues, ce qui ne constitue pas une démonstration de son bien fondé. On constate en effet que son application à un conducteur isolé, conduit parfois à des résultats en contradiction avec la conception de force électromotrice en circuit fermé, basée sur la considération du flux embrassé. L'auteur en conclut qu'il est préférable d'évaluer les forces électromotrices induites en fonction de $\frac{d\Phi}{dt}$, pour éviter les erreurs provenant de forces électromotrices non mises en évidence. Il signale cependant quelques difficultés dans l'application de cette méthode, par exemple dans le cas des machines unipolaires.

Considérant ensuite les machines de cette dernière catégorie, M. Bunet montre, à l'aide de données pratiques, qu'elles sont très encombrantes et peu poussées; il mentionne également comme défauts que la vitesse périphérique des bagues est à peu près égale à celle de l'induit et que les bagues, en raison de leur masse, sont le siège de courants parasites.

C. **Discussion.** — L'ensemble de ces deux rapports a donné lieu à une discussion à laquelle ont pris part MM. Bunet, Giraud, Gratzmüller, Iliovici, Liénard et Pomey. Cette discussion a porté uniquement sur la méthode d'évaluation de la force électromotrice induite.

Il en ressort que la formule Hlv peut être d'une application plus commode, dans certains cas, pour évaluer les forces électromotrices que celle en fonction de la variation de flux embrassé, et que l'on semble devoir éviter les erreurs d'interprétation si l'on a soin de concevoir le flux comme solidaire du conducteur lui-même et non du circuit magnétique qu'il traverse.

II. **Erreur introduite par les transformateurs dans la mesure d'une puissance et d'une énergie.** — A. **Rapport de M. Iliovici** (1). — L'auteur signale d'abord que la formule de l'erreur introduite par les transformateurs de mesure, a été établie pour la mesure de la puissance active dans un circuit triphasé (2) et pour la mesure de la puissance réactive dans un circuit triphasé, dans un cas particulier (3). Le but du rapport est l'établissement d'une formule générale, donnant l'erreur dans la mesure de la puissance complexe d'un circuit monophasé ou polyphasé, la formule donnant cette erreur étant ramenée à une forme simple par la considération des composantes symétriques du courant, de la tension et de la puissance.

Dans ce qui suit, nous ne reproduirons pas le détail des calculs et nous nous limiterons à l'indication des résultats et conclusions présentés par M. Iliovici.

1. Cas d'un circuit monophasé. — La mesure est supposée faite à l'aide d'un wattmètre de puissance complexe alimenté par un tranformateur de tension et par un transformateur de courant.

La formule définitive de l'erreur, en négligeant les termes du second ordre en ε et ψ, est la suivante :

$$\eta = \varepsilon + \psi \operatorname{tang} (\varphi - \alpha) \qquad (1)$$

où ε est la somme des erreurs ε_u et ε_i introduites par les deux transformateurs dans la mesure de la tension et du courant;

ψ, la somme des deux déphasages ψ_u entre la tension secondaire et la tension primaire du transformateur de tension d'une part, et ψ_i entre le courant secondaire et le courant primaire du transformateur de courant d'autre part;

φ, le déphasage entre la tension et le courant dans le circuit monophasé;

α, l'angle caractéristique de la puissance complexe; les déphasages étant exprimés en radians.

Dans le cas particulier de la mesure de la puissance active ($\alpha = 0$), cette formule devient

$$\eta = \varepsilon + \psi \operatorname{tg} \varphi. \qquad (2)$$

Dans le cas de la mesure de la puissance réactive ($\alpha = \pi : 2$), la formule se réduit à

$$\eta = \varepsilon - \psi \operatorname{cotg} \varphi. \qquad (3)$$

2. Cas d'un circuit triphasé. — L'auteur distingue différents cas :

1° *Les transformateurs de tension sont identiques*

(1) A. Iliovici; *Bulletin de la Société française des Electriciens*, octobre 1927, t. VII (4e série), p. 1311-1324.

(2) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 8 octobre 1921, t. X, p. 471-472.

(3) M. Peltier; Comparaison des erreurs dues aux transformateurs de mesure. *Revue générale de l'Electricité*, 19 février 1927, t. XXI, p. 295-298.

entre eux, et les transformateurs de courant également. — Dans ce cas, les systèmes formés par les tensions secondaires d'une part et par les courants secondaires d'autre part sont équilibrés. Le calcul montre que l'erreur est alors la même que dans un circuit monophasé, et la formule (1) sera applicable, avec une valeur convenable de α, suivant la nature de la puissance qu'il s'agit de mesurer.

2° *Les transformateurs sont quelconques et on emploie trois transformateurs de tension et trois transformateurs de courant.* — L'hypothèse d'abord admise est que les transformateurs sont montés dans les trois phases du circuit. Le premier résultat mentionné pour ce cas est que l'on peut admettre, avec une approximation suffisante, que l'erreur sur la puissance est égale à l'erreur sur sa composante directe, les tensions et courants primaires étant supposés équilibrés, les tensions et courants secondaires ne l'étant pas, à cause des déséquilibrages introduits par les transformateurs.

L'auteur en conclut que la formule (1) est encore valable à condition d'être appliquée à la composante directe de la puissance.

De la considération du diagramme représentatif de la relation entre les erreurs et les déphasages des six transformateurs, il déduit que l'erreur ε_u sur la composante directe du système des tensions secondaires est la moyenne des erreurs introduites par les trois transformateurs de tension dans la mesure de celles-ci, et de façon analogue, que l'erreur ε_i sur la composante directe du système des courants secondaires est la moyenne des erreurs introduites par les trois transformateurs de courant dans la mesure de ceux-ci.

De même, les déphasages ψ_u et ψ_i des composantes directes des systèmes de tensions secondaires et de courants secondaires sont les moyennes des déphasages correspondants des trois transformateurs de tension et de courant.

Du fait que dans les formules n'interviennent que les erreurs sur les composantes directes des courants et des tensions et leurs déphasages, il résulte que l'hypothèse mentionnée au début peut être transformée et qu'il suffit que les transformateurs soient montés d'une façon symétrique.

3° *Les transformateurs sont quelconques et on emploie deux transformateurs de tension et deux transformateurs de courant.* — Ce cas est considéré comme équivalant au précédent, sauf que les trois tensions secondaires ont une résultante nulle, de même que les trois courants secondaires, la troisième tension ou le troisième courant étant respectivement la résultante des deux autres.

La conclusion du calcul développé dans ce cas est que l'on peut encore appliquer la formule (1) à condition que les transformateurs de même nature soient peu différents ; les valeurs à prendre pour ε_u, ε_i, ψ_u et ψ_i sont alors respectivement les moyennes des valeurs correspondantes des transformateurs utilisés.

4° *Remarques.* — De l'examen des résultats, l'auteur déduit que l'erreur est indépendante de la méthode de mesure, et, dans les conditions pratiques, de la façon dont les transformateurs sont montés.

En outre, les résultats sont exacts pour les méthodes qui supposent les tensions seules équilibrées, les courants étant quelconques, ou inversement. Tel est le cas des méthodes habituellement employées pour la mesure de la puissance active (méthode des 3 wattmètres dans les circuits à 4 fils, méthode des 2 wattmètres dans les circuits à 3 fils), des mêmes méthodes pour la mesure de la puissance réactive et de la puissance complexe, de la méthode des 3 wattmètres pour la mesure de la puissance réactive, et des méthodes des 2 wattmètres que l'auteur en a déduites.

Dans le cas des méthodes de mesure supposant équilibrés les courants et les tensions, la formule s'applique si les transformateurs de tension sont identiques entre eux, ainsi que les transformateurs de courant. Mais si les transformateurs de tension ou de courant ne sont pas identiques entre eux, la mesure de la puissance secondaire par ces méthodes n'est plus exacte et donne lieu à une erreur supplémentaire. Cependant, les différences entre les transformateurs étant, dans la pratique, peu importantes, l'auteur conclut que la formule (1) ainsi que les formules (2) et (3) qui en dérivent, s'appliquent aussi dans ce cas avec une approximation suffisante, et qu'elles sont donc pratiquement tout à fait générales.

5° *Conclusion.* — M. Iliovici termine son rapport en résumant les résultats précédemment mentionnés, et en généralisant les expressions de ε_u, ε_i, ψ_u, ψ_i au cas de n transformateurs de tension et de n' transformateurs de courant.

B. Discussion. — 1° *Observation de M. V. Genkin.* — M. V. Genkin fait remarquer qu'à son avis, l'énoncé des conclusions contenues dans le rapport et où il s'agit des composantes symétriques pourrait donner lieu à un malentendu.

Ces conclusions qui ne sont, d'après M. Genkin, qu'une application de la loi des moyennes à la mesure n fois répétée du même produit, ne lui semblent pas, en effet, nécessiter la considération des composantes symétriques des courants et des tensions.

Pour s'en convaincre, il suffit de remarquer que les résultats ne s'appliquent pas aux composantes symétriques d'un système polyphasé non équilibré. Quant au régime équilibré, la formule de l'erreur se laisse démontrer très simplement sans le secours des coordonnées symétriques, ainsi qu'il résulte d'un calcul sommairement exposé par M. V. Genkin.

M. Liénard, président de séance, s'associe à cette conclusion.

2° *Réponse de M. Iliovici.* — M. Iliovici fait remarquer que l'établissement de sa formule suppose les circuits primaires équilibrés, sans hypothèse sur l'équilibrage des secondaires des transformateurs de mesure.

En outre, le calcul exposé par M. V. Genkin suppose, dans le cas de circuits triphasés, la mesure de trois

puissances, tandis que les calculs d'établissement de la formule donnée par M. Iliovici conduisent à un résultat applicable même s'il n'y a pas de mesure de puissance proprement dite.

III. **Détermination des densités de courant admissibles en raison des échauffements dans les conducteurs isolés au caoutchouc. — A. Rapport de M. Lemenand.** — Ce rapport présente un résumé des méthodes et résultats d'essais effectués au Laboratoire central d'Electricité à la demande de l'Union des Syndicats de l'Electricité, d'accord avec les services techniques de la Ville de Paris. Ces essais étaient destinés à fixer une base certaine pour la réglementation nouvelle des installations intérieures; il était en effet apparu depuis longtemps déjà que les densités de courant imposées par la réglementation ancienne de ces installations conduisaient souvent à des consommations de cuivre trop importantes et en conséquence à des frais d'établissement excessifs.

Le programme d'essais fixé concernait l'échauffement d'un conducteur en fonction du courant qui le parcourt, en vue de déterminer le courant correspondant à l'échauffement maximum admissible.

L'étude de l'influence de la chaleur sur les isolants à base de caoutchouc pour la détermination de l'échauffement maximum admissible de l'âme des conducteurs qui se trouve en contact direct avec les isolants, n'a été envisagée que plus récemment; elle n'est pas comprise dans le présent rapport.

Les essais d'échauffement ont porté sur 68 échantillons de fils et câbles des séries industrielles dites à isolement de 600 mégohms et 1 200 mégohms par kilomètre. Ces échantillons provenant de cinq fabricants différents avaient des sections variant de 0,636 mm² à 196 mm².

L'étude a été faite dans les trois conditions de pose suivantes :

1° A l'air libre, sur serre-fils ou poulies en porcelaine ;

2° Sous moulures à deux rainures, en bois naturel, appliquées sur toute leur longueur contre un mur enduit au plâtre;

3° Sous tubes en tôle plombée ou en laiton, sans peinture, à raison d'un ou de deux conducteurs par tube ; les extrémités des tubes étant obturées par des tampons de coton.

Les deux dernières catégories d'essais n'ont été effectuées que sur le conducteur de chaque section ayant donné, dans le cas de la pose à l'air libre, une courbe d'échauffement moyenne des courbes d'échauffement de tous les échantillons de même section soumis à cet essai.

Un programme primitif avait prévu une étude très détaillée de l'influence de conditions secondaires de pose, de la couleur de la peinture recouvrant les moulures par exemple. L'expérience a montré dès le début que les différences entre les échauffements relevés sur un même conducteur étudié en faisant varier ces conditions secondaires étaient moindres que les différences entre les échauffements relevés sur des conducteurs de même section provenant de fabrications différentes.

Le courant continu employé pour provoquer l'échauffement des conducteurs était maintenu aussi constant que possible.

L'échauffement du conducteur était déduit de la variation de résistance d'une certaine longueur de l'échantillon en essai, cette longueur étant toujours choisie de façon à éliminer l'influence perturbatrice des extrémités du conducteur, et à correspondre aux conditions d'influence des autres conducteurs qui provoquent l'échauffement maximum.

La mesure des résistances était faite au pont double par comparaison avec les résistances constantes de shunts immergés dans du pétrole.

Les échauffements ont été déduits des variations des résistances à l'aide de la formule classique

$$T - t = \frac{R_T - R_t}{R_t} \left(\frac{1}{\alpha} + t\right)$$

ou

$$T - t = \left(\frac{R_T}{R_t} - 1\right) \left(\frac{1}{\alpha} + t\right)$$

dans laquelle on désigne par

t, la température initiale du conducteur ;

T, la température finale du conducteur;

R_t, la résistance de l'échantillon à la température t;

R_T, la résistance de l'échantillon à la température T;

α, le coefficient de variation de la résistivité du cuivre en fonction de la température.

Les corrections nécessaires ont été faites pour tenir compte des variations de la température ambiante lorsque celles-ci se sont produites au cours des mesures.

La détermination des échauffements a été effectuée par la succession des opérations suivantes :

1° Détermination de la valeur limite de la résistance correspondant à la température finale T, en fonction du temps, pour un courant donné;

2° Tracé, par points, des courbes représentant les variations du rapport de cette résistance limite à la résistance initiale de la portion d'échantillon en fonction du courant I passant dans le conducteur;

3° Tracé, d'après les résultats précédents, des courbes représentant les variations de l'échauffement en fonction du courant pour chacune des sections étudiées;

4° Etablissement des courbes définitives donnant, en fonction de la section des conducteurs, les densités de courant conduisant à des échauffements de 10, 20, 30 et 40°C. La figure 1 donne, à titre d'exemple, les courbes de ce genre établies pour le cas de conducteurs posés par 2 dans un même tube.

Sous réserve de la question non encore étudiée de limites différentes nécessitées par la bonne conservation des isolants à base de caoutchouc, M. Lemenand conclut que les températures auxquelles est susceptible

de conduire l'échauffement de 40°C au-dessus de la température ambiante qui peut elle-même atteindre 30°C, semblent devoir être considérées comme des maxima; les densités de courant correspondantes pour les diverses sections ne devraient donc pas être dépassées.

L'auteur du rapport signale, pour terminer, des essais sur les densités de courant admissibles, effectués dans différents laboratoires allemands; les résultats en ont été publiés dans « Elektrotechnische Zeitschrift » (¹)

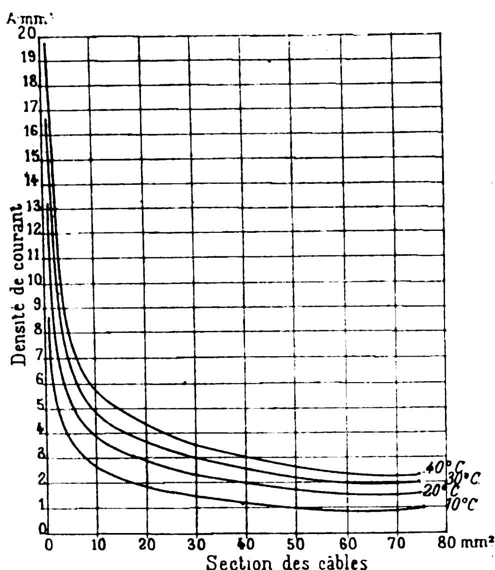


Fig. 1. — Courbes des variations de densité de courant en fonction de la section pour des échauffements de 10°C, 20°C, 30°C et 40°C, pour des conducteurs posés par deux dans un même tube.

par le docteur R. Apt après que les résultats d'essais du Laboratoire central d'Electricité eurent été communiqués à l'Union des Syndicats de l'Electricité et à la Ville de Paris.

Bien que les conditions d'étude n'aient pas été les mêmes, M. Lemenand a pu comparer ses résultats à ceux donnés par le Dr Apt pour des conducteurs du type N. G. A. (Normal-Gummi-Aderleitung). Pour le cas de deux conducteurs dans un même tube, avec un échauffement de 40°C, les courants limites seraient :

Section. mm²	Essais allemands.	Essais français. (courbes fig. 1)
2,5	25 A	26 A
10	55	57
25	100	100

Les écarts sont inférieurs à ceux constatés par l'auteur sur des échantillons provenant des divers fabricants français, ce qui permet de conclure à la bonne concordance des résultats dans les deux cas.

(¹) R. Apt; Die Belastung isolierter Leitungen (courants maxima admissibles dans les conducteurs isolés). *Elektrotechnische Zeitschrift*, 20 janvier 1927, t. XLVIII, p. 65-68; résumé dans *Revue générale de l'Electricité*, 21 mai 1927, t. XXI, p. 163D.

B. **Discussion.** — La discussion de ce rapport a donné lieu à plusieurs remarques, notamment sur la question de détérioration lente des isolants au caoutchouc par suite de l'échauffement.

1° *Observations de M. Grosselin.* — Après avoir remarqué qu'en France il n'existait rien d'officiel sur les échauffements des câbles, M. Grosselin mentionne qu'il est intéressant de voir l'accord des résultats obtenus avec ceux des travaux allemands.

En ce qui concerne l'influence de l'échauffement sur les isolants au caoutchouc en contact direct avec les fils, la question est très compliquée. Il est nécessaire d'avoir une méthode de vérification de l'état du caoutchouc; les méthodes chimiques donnent des résultats très variables; les essais physiques se heurtent à des difficultés du fait que, d'après des travaux anglais, les courbes d'allongement et de retrait du caoutchouc se déforment proportionnellement aux détériorations de la matière.

M. Grosselin signale ensuite la méthode de vieillissement artificiel du caoutchouc proposée à l'Union des Syndicats de l'Electricité par le Syndicat des Fabricants de Fils et Câbles; cette méthode consiste à soumettre une éprouvette de caoutchouc à un essai de quatre jours à raison de huit heures par jour dans une étuve à air chaud à 70°C, avec abandon à la température ambiante pendant les intervalles de repos.

Il ajoute qu'il serait très intéressant de pouvoir arriver à une entente nationale et internationale sur l'unification des méthodes d'essai des isolants à base de caoutchouc.

2° *Observation de M. Lebaupin.* — M. Lebaupin note que la méthode de vieillissement artificiel proposée par les fabricants paraît la plus simple, mais n'est pas forcément la meilleure. Il est en tout cas très important que la méthode adoptée soit rapide. L'intérêt de l'usager est en effet de déterminer dans le moins de temps possible si les câbles à essayer sont suffisants; une indication précise sur la durée des câbles n'a pas pour lui le même intérêt immédiat.

3° *Observation de M. Pascal.* — Sur la question du temps nécessaire pour atteindre l'équilibre de température et faire les lectures, M. Pascal indique une durée de quatre heures relevée pour des essais de gros câbles effectués à la Société industrielle des Téléphones; M. Lemenand confirme qu'il a lui-même observé des durées de même ordre lors des essais du Laboratoire central d'Electricité.

En outre, M. Pascal mentionne que la comparaison a été faite entre le vieillissement artificiel du caoutchouc et son vieillissement naturel; la correspondance entre les deux a pu être établie, mais les essais sont longs.

Il signale enfin que des essais spéciaux sur les fils « Kuhlo » (conducteurs isolés groupés avec garnissage isolant dans un chemisage en laiton mince) utilisés en Allemagne et en Suisse, ont fait ressortir un léger avantage au point de vue échauffement pour ce type de fils. — F. P.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Théorie de l' « ampérien »

Compléments

La grandeur physique nouvelle, que l'auteur a dénommée « ampérien » pour rendre hommage à l'illustre physicien français, a fait l'objet de quelques observations, depuis son introduction dans la Physique mathématique. L'auteur s'est proposé de résumer ici les considérations qui l'ont conduit à créer cette entité nouvelle; il en précise, en même temps, les caractères généraux. On pourra considérer ce résumé comme une mise au point des idées de l'auteur.

I. Rappel du principe de la dynamique autonome. — La dynamique autonome correspond à un essai d'interprétation des phénomènes où l'on conserverait la notion de *temps absolu*.

Quelle que soit la structure véritable, encore inconnue, des éléments naturels (matière et éther), admettons que la description de tout ce qui peut y être observé doit s'opérer par la seule notion de *configuration géométrique* de l'ensemble, configuration variable à chaque instant.

Si donc on appelle Ω une fonction bien définie de cet état et de sa variation instantanée, on pourra calculer cette fonction au moyen des distances mutuelles r_{ij} des éléments pris deux à deux, et des dérivées r'_{ij} de ces distances. On exprimera que la forme de Ω est *invariable* par la condition

$$\frac{\partial \Omega}{\partial t} = 0.$$

On sait, d'après la théorie de Lagrange, que l'on peut déterminer le mouvement complet du système en imposant à sa configuration de rendre à chaque instant *maximum* l'intégrale

$$\int \Omega\, dt.$$

On obtient alors un système d'équations différentielles qui s'interprète géométriquement de la manière suivante :

a) Chaque point exerce sur l'un quelconque des autres une action représentée par un *vecteur* porté par la droite qui joint les deux points considérés. Ces actions sont deux à deux égales et opposées et leur grandeur absolue est

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial \Omega}{\partial r'_{ij}} - \frac{\partial \Omega}{\partial r_{ij}}.$$

b) Les équations expriment que la *somme géométrique* des actions exercées sur chaque point par tous les autres est constamment nulle.

c) L'expression

$$W = \Omega - \sum_{ij} \frac{\partial \Omega}{\partial r'_{ij}}\, r'_{ij}$$

est constante, et représente, par définition, l'*énergie* du système.

II. Application aux perturbations de l'éther. — Etant donné que, d'autre part, la force exercée sur une charge électrique immobile dans l'éther, par une perturbation du milieu, apparait, selon la théorie classique, comme une *somme* d'actions partielles, il parait convenable d'examiner si ces actions ainsi mises en évidence, peuvent être considérées comme dérivant des principes généraux de la dynamique autonome.

A première vue, il n'y parait pas, car la formule du *potentiel-vecteur*

$$\mathcal{E} = -\frac{1}{c}\int \frac{j}{r}\, d\tau, \quad \left(j = \frac{1}{4\pi c}\frac{\partial^2 \mathcal{E}}{\partial t^2}\right)$$

ne se présente pas comme une somme d'*actions radiales*, exercées par l'ensemble des points $x\,y\,z$ situés dans l'élément de volume $d\tau$ sur le point fixe a, b, c qui s'en trouve à la distance r.

Mais ce peut n'être là qu'une apparence, comme je vais le montrer plus loin. Rappelons que l'on peut ainsi retrouver les équations différentielle classiques, déduites de la théorie du potentiel-vecteur, dans le cas le plus général où il existe des charges ponctuelles (ions et électrons). La première s'obtient en appliquant à l'égalité ci-dessus la formule de Poisson. On a ainsi :

$$\left\{ \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \Delta \right\} \mathcal{E} = 0,$$

et l'on y ajoute, par les déductions de Maxwell, Hertz

et Lorentz, basées sur certaines données expérimentales en introduisant une inconnue auxiliaire :

$$\left\{ \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} + \Delta \right\} \mathcal{E} = \frac{2}{c} \operatorname{rot} \frac{\partial \mathcal{H}}{\partial t}$$

$\mathcal{H}$ étant ce que j'appellerai un *champ hertzien*, c'est-à-dire tel que son flux à travers une surface fermée quelconque est nul, *même s'il existe des points singuliers à l'intérieur*. Le champ $\mathcal{H}$ que j'emploierai par la suite, satisfera toujours à cette condition, que je me dispenserai d'écrire à nouveau.

Il reste à montrer, maintenant, que ces équations n'excluent aucunement le principe de la dynamique autonome, mais qu'au contraire, elles peuvent s'en déduire sans difficulté.

Posons, pour le cas de la perturbation la plus simple, dans l'éther seul

$$\mathcal{E} = -\frac{1}{c} \int \left(jr^3, \operatorname{grad} \frac{1}{r} \right) \operatorname{grad} \frac{1}{r} \, d\tau,$$

expression que j'ai dénommée *radiovecteur* et au sujet de laquelle j'ai établi les deux relations suivantes, qui en sont des *conséquences* nécessaires

$$\left.\begin{array}{l} \left\{ \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} + \Delta \right\} \mathcal{E} = \frac{2}{c} \operatorname{rot} \frac{\partial \mathcal{H}}{\partial t} \\ \left\{ \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \Delta \right\} \mathcal{E} = \frac{2}{c} \operatorname{grad} \frac{\partial \mathcal{A}}{\partial t} \end{array}\right\} \quad (I)$$

c'est-à-dire que l'on peut toujours trouver des expressions $\mathcal{H}$ et $\mathcal{A}$ (*champ hertzien* et *scalaire ampérien*) qui satisfont à ces relations.

On retrouve ainsi les relations classiques, à condition de poser la relation *complémentaire*

$$\mathcal{A} = 0.$$

A vrai dire, le raisonnement ci-dessus s'applique seulement aux régions de l'éther ne contenant pas de points singuliers (ions, électrons, etc.), l'intégration du radiovecteur ne présentant pas nécessairement, autour de ces points, un caractère de convergence absolue. Il se peut donc que les équations les plus générales, en présence de tels points, ne soient elles-mêmes que des conséquences de celles-ci, conséquences astreintes simplement à devenir identiques aux équations ci-dessus lorsque les champs sont *réguliers*.

C'est ce que l'on peut exprimer symboliquement en affectant les deux membres des équations (I) d'un certain opérateur Θ (analogue, par exemple, à l'opérateur Δ), et possédant, comme ce dernier, la propriété de pouvoir être supprimé lorsqu'il affecte l'ensemble de la relation, et que cette dernière ne porte que sur les fonctions régulières et finies dans tout l'espace.

Je n'écrirai pas, par la suite, cet opérateur symbolique Θ, dont l'intervention n'apparaît pas comme nécessaire, dans ce qui va suivre. Les raisonnements seraient d'ailleurs les mêmes et les résultats identiques : il suffira d'imaginer qu'il continue d'affecter les deux membres des équations différentielles que je déduirai de (I). Observons seulement que les principes de la dynamique autonome nous laissent ainsi une grande liberté dans l'énoncé de lois différentielles, et que la description des phénomènes, suivant la conception du temps absolu, ne se heurte pas aux difficultés que l'on avait cru y rencontrer, en adoptant un système classique trop restreint.

III. Singularités de l'ampérien. — Il nous a suffi de chercher à faire rentrer les lois de l'électrodynamique dans le cadre de la mécanique autonome pour nous rendre compte que ces lois, sous leur forme classique, sont très probablement incomplètes, et qu'elles négligent vraisemblablement une grandeur physique, l'ampérien, dont on n'avait pas pu saisir, jusqu'ici, les manifestations.

Voyons donc quels doivent être les caractères généraux de cette grandeur. Tout d'abord, remarquons que l'on peut tirer du système (I)

$$\left\{ \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} + \Delta \right\} \operatorname{div} \mathcal{E} = 0,$$

$$\left\{ \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \Delta \right\} \operatorname{rot} \mathcal{E} = 0,$$

$$\operatorname{rot} \mathcal{H} + \operatorname{grad} \mathcal{A} = \frac{1}{c} \frac{\partial \mathcal{E}}{\partial t}.$$

Les deux premières relations montrent déjà que, si l'on connaît les dispositions initiales du phénomène électrique, c'est-à-dire $(\mathcal{E})_0$ et $\left(\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial t}\right)_0$, on peut calculer à tout instant rot $\mathcal{E}$ et div $\mathcal{E}$. En outre, on tire des relations précédentes

$$\left\{ \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} + \Delta \right\} \Delta \mathcal{A} = 0,$$

$$\left\{ \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \Delta \right\} \Delta \mathcal{H} = 0,$$

L'ampérien peut-il être une fonction régulière dans tout l'espace, et demeurant, en outre, constamment finie?

S'il en était ainsi, la première des deux équations ci-dessus aurait les mêmes solutions que

$$\left\{ \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} + \Delta \right\} \mathcal{A} = 0,$$

or, cette relation est harmonique par rapport aux variable (x, y, z, ct). Il en résulte que :

« *Si* $\mathcal{A}$ *est constamment régulier* (dans l'espace et dans le temps) *et fini, il est identiquement nul* ».

Autrement dit, si l'ampérien existe, il présente nécessairement, à un moment donné, des singularités.

La même conclusion ne s'applique pas au champ hertzien $\mathcal{H}$, ce dernier demeure, comme on sait, sans cesse régulier et fini dans le cas des *ondes hertziennes*.

Examinons d'abord ce qui se passe dans l'intervalle de temps où l'ampérien est encore régulier, ainsi que la perturbation elle même.

IV. Système dégénéré. — Le champ $\mathcal{E}$ se trouvant par hypothèse, régulier et nul à l'infini, est complètement déterminé par la connaissance, à chaque instant, de sa divergence et de son tourbillon. C'est précisément le problème que permettent de résoudre les équations (I) comme je viens de le dire, une fois posées les conditions initiales $(\mathcal{E})_0$ et $\left(\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial t}\right)_0$.

Or, cette solution peut être obtenue aussi de la manière suivante ;

Calculons deux champs $\mathcal{E}_1$ et $\mathcal{E}_2$, satisfaisant respectivement à

$$\left\{\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \Delta\right\}\mathcal{E}_1 = 0, \quad \text{div}\,\mathcal{E}_1 = 0,$$

$$\left\{\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2} + \Delta\right\}\mathcal{E}_2 = 0, \quad \text{rot}\,\mathcal{E}_2 = 0,$$

et

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2.$$

Cette valeur régulière satisfait aux équations (I) dont elle constitue la solution. Cela signifie que le système (I) se décompose alors en deux autres distincts, autrement dit, qu'il est *dégénéré*.

Le champ hertzien et le scalaire ampérien satisfont aussi aux équations

$$\left\{\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \Delta\right\}\mathcal{H} = 0, \qquad \left\{\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2} + \Delta\right\}\mathcal{A} = 0,$$

équations différentielles du second ordre d'où il résulte que chacun d'eux évolue indépendamment l'un de l'autre, à partir de ses conditions initiales propres.

Ainsi donc, lorsque la perturbation est dégénérée, les équations (I) permettent de calculer entièrement son évolution, sans intervention d'aucune autre hypothèse.

V. Conservation de l'énergie. — Mettons à profit cette circonstance pour trouver des expressions mathématiques, dont la forme puisse servir à nous guider dans l'étude du cas général, non complètement déterminé par les seules équations (I).

Ces dernières peuvent s'écrire, dans le cas du système dégénéré

$$\text{rot}\,\mathcal{E} = -\frac{1}{c}\frac{\partial \mathcal{H}}{\partial t}$$

$$\text{div}\,\mathcal{E} = \frac{1}{c}\frac{\partial \mathcal{A}}{\partial t}$$

$$\text{rot}\,\mathcal{H} + \text{grad}\,\mathcal{A} = \frac{1}{c}\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial t}$$

et l'on en déduit que l'intégrale suivante

$$W = \int \frac{\mathcal{E}^2 + \mathcal{H}^2 - \mathcal{A}^2}{8\pi}\,d\tau,$$

demeure constante. Sa dérivée par rapport au temps est nulle, en effet.

VI. Signification énergétique de l'ampérien. — Voilà donc l'ampérien engagé dans une formule qui permet de lui attribuer une signification physique. Toutefois, comme il n'y figure pas isolément, son rôle n'apparaît qu'à travers ceux des champs électriques et magnétiques auxquels il est associé.

On peut s'en faire une idée plus concrète en imaginant que l'on superpose au champ $\mathcal{E}$ qui définit la perturbation régulière, un champ constant produit par une petite charge électrostatique ponctuelle, fixée en $M(x, y, z)$, champ représenté par

$$-\frac{1}{c}\,\text{grad}\,\frac{1}{r}.$$

Quel sera le travail élémentaire, pendant le temps dt, de toutes les actions nouvelles ainsi appliquées à l'éther?

D'après la formule établie plus haut, le travail élémentaire des forces électriques est :

$$dt\int\left(c\mathcal{E},\ \frac{1}{4\pi c}\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial t}\right)d\tau.$$

Le terme cherché sera donc, dans le cas présent

$$-\,dt\int\left(\text{grad}\,\frac{1}{r},\ \frac{1}{4\pi c}\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial t}\right)d\tau$$

c'est-à-dire

$$\mathcal{A}_M\,dt,$$

$\mathcal{A}_M$ étant justement la valeur de l'ampérien au point occupé par la charge ponctuelle.

Cette remarque va nous donner la clé du problème général, dans le cas où les phénomènes électriques ne sont plus dégénérés.

VII. Les singularités libres. — On croit généralement, d'après les enseignements de la doctrine classique, que les seules singularités que peuvent présenter les champs électriques sont nécessairement les ions et électrons eux-mêmes, c'est-à-dire les charges électriques.

La théorie de l'ampérien nous oblige à penser le contraire. S'il s'agit vraiment d'une grandeur physique ayant la signification que je viens de dire, ses points singuliers ne doivent pas coïncider avec les charges ponctuelles, sans quoi les formules énergétiques prendraient une forme indéterminée.

D'autre part, on a vu que ces points critiques existent nécessairement, à un moment donné, si l'ampérien

n'est pas identiquement nul. D'où cette conséquence, d'importance capitale :

« Dans les systèmes électriques non dégénérés, il existe des *singularités libres*, distinctes des charges électriques ponctuelles. »

Si donc l'on veut représenter ce système électrique comme on le fait d'habitude, en marquant les positions des ions et électrons, il faudra compléter la figure en indiquant aussi les singularités libres. On doit s'attendre à ce que les phénomènes présentent ainsi une apparence moins simpliste que celle à laquelle se borne nécessairement la théorie classique. C'est ce qu'on peut essayer d'apercevoir sur les exemples.

VIII. **Champ moléculaire.** — On peut considérer comme établi que le système de Maxwell-Lorentz conduit, dans le cas d'un mouvement quasipériodique d'électrons autour d'un ion, à des conséquences inacceptables. Sauf pour des dispositions très particulières, l'expression du champ $\mathcal{E}$ contient un terme qui décroît, vers l'infini, comme $\frac{1}{r}$ seulement, si bien que l'intégrale d'énergie n'est pas convergente. Autrement dit, l'on ne parvient pas à éliminer le *rayonnement* que comportent, pour l'énergie, les équations employées.

La question se présente tout autrement lorsqu'on suppose $\mathfrak{A}$ non nul ; on peut toujours donner des expressions du champ $\mathcal{E}$ ne contenant pas de termes en $\frac{1}{r}$, et cela d'une infinité de manières.

Posons, par exemple, en appelant ε_i des coefficients caractéristiques des singularités libres, qui existent alors nécessairement :

$$\mathcal{E} = \sum \operatorname{grad} \frac{\varepsilon_i}{r_i} + \mathcal{E}',$$

$$\mathcal{H} = \sum - \left[\frac{v_i}{2c}, \operatorname{grad} \frac{\varepsilon_i}{r_i}\right] + \mathcal{H}',$$

$$\mathfrak{A} = \sum \left(\frac{v_i}{2c}, \operatorname{grad} \frac{\varepsilon_i}{r_i}\right),$$

et portons dans les relations générales (I) il vient

$$\left\{ \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} + \Delta \right\} \mathcal{E}' = \frac{2}{c} \operatorname{rot} \frac{\partial \mathcal{H}'}{\partial t}$$

$$\left\{ \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \Delta \right\} \mathcal{E}' = 0,$$

car on a évidemment, en désignant par v_i la vitesse de la singularité ε_i

$$\left(v_i, \operatorname{grad} \frac{\varepsilon_i}{r_i}\right) = \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\varepsilon_i}{r_i}\right).$$

Le champ auxiliaire $\mathcal{E}'$ doit être calculé comme dans le cas de la théorie de Lorentz, mais en y faisant figurer, en outre des charges vraies, des charges fictives arbitraires — ε_i, dont on peut évidemment disposer de telle sorte que le terme en $\frac{1}{r}$, à grande distance, soit nul dans $\mathcal{E}$.

Il ne subsiste dès lors aucune raison pour que le champ magnétique moyen, en un point donné, soit celui qui découlait de la théorie classique. Effectivement, l'expérience montre que le champ magnétique *produit* par une molécule n'a rien de commun avec celui qui serait déduit du mouvement de charges réelles seules. C'est là un aperçu nouveau sur la nature des *courants particulaires* d'Ampère.

Par contre, il résulte de l'expression prise pour représenter l'ampérien que la *moyenne* de ce scalaire est *rigoureusement nulle* en tous points. Voilà sans doute pourquoi cette grandeur physique a échappé, jusqu'ici, à toute mesure.

IX. **Oscillateur pur.** — Il existe un autre phénomène, sensiblement plus simple, que les équations de Maxwell-Lorentz ne réussissent pas davantage à interpréter : la production des oscillations sinusoïdales pures, légèrement amorties, qui apparaissent à la suite d'un changement brusque dans le régime du champ moléculaire.

Les choses se passent, en effet, comme si une molécule ayant subi un tel changement d'état demeurait entourée d'une oscillation sinusoïdale *libre* de l'éther. Cet *oscillateur pur* accompagne sans doute la molécule génératrice, dont il trouble le régime : d'où un rayonnement de cette molécule en vibration forcée, jusqu'à ce que l'oscillateur soit amorti.

Les équations générales (I) permettent justement de définir une telle perturbation de l'éther ; il existe alors une singularité libre qui est le centre de l'oscillateur. Voici les expressions de $\mathcal{E}$, $\mathcal{H}$ et $\mathfrak{A}$ pour le cas où la singularité est fixe dans le milieu, en un point $M(x, y, z)$, les coordonnées courantes étant (a, b, c).

Soit p un vecteur oscillant

$$p = p_0 \cos 2\pi\nu t,$$

$$\mathcal{E} = \operatorname{grad}\left(p, \operatorname{grad} \frac{1}{r}\right)\left[1 - \left(1 + \frac{2\pi\nu r}{c}\right) e^{-\frac{2\pi\nu r}{c}}\right]$$

$$\mathcal{H} = -\frac{1}{2c}\left[p, \operatorname{grad} \frac{1}{r}\right]$$

$$\mathfrak{A} = \frac{1}{2c} \frac{\partial}{\partial t}\left(p, \operatorname{grad} \frac{1}{r}\right)\left[1 - 2\left(1 + \frac{2\pi\nu r}{c}\right) e^{-\frac{2\pi\nu r}{c}}\right].$$

Ces valeurs satisfont aux équations (I).

Elles permettent, en outre, de concevoir comment doit être calculée l'énergie d'une perturbation, dans le cas d'un système non dégénéré. La formule qui donne W reste en effet valable, moyennant une convention convenable pour le passage à la limite dans l'intégra-

tion autour de la singularité libre. On trouve ici

$$\frac{1}{8\pi}\int \mathcal{E}^2 d\tau = \frac{2}{3}\frac{\pi^3\nu^3}{c^3}\cos^2 2\pi\nu t,$$

$$\frac{1}{8\pi}\int (\mathcal{H}^2 - \mathcal{A}^2)\, d\tau = \frac{2}{3}\frac{\pi^3\nu^3}{c^3}\sin^2 2\pi\nu t,$$

à condition d'admettre la relation de *compensation anergique* particulièrement simple

$$\int \left(\mathfrak{p}_c, \text{ grad } \frac{1}{r}\right)^2 d\tau = \int \left[\mathfrak{p}_c \text{ grad } \frac{1}{r}\right]^2 d\tau.$$

Si l'on pose cette relation à priori, on trouve que l'oscillation doit être sinusoïdale pure, pour un oscillateur unique de centre M. Le phénomène doit se compliquer, au contraire, s'il existe plusieurs oscillateurs dont les centres soient assez proches les uns des autres (élargissement des raies spectrales).

Enfin, lorsque la dimension $\frac{c}{\nu}$ de l'oscillateur est petite (du même ordre de grandeur que les orbites moléculaires), ce dernier n'englobe plus la molécule dans une région où $\mathcal{E}$, $\mathcal{H}$ et $\mathcal{A}$ sont sensiblement uniformes. Il semble qu'il ne puisse plus se maintenir auprès de cette molécule et qu'il soit projeté tout entier au loin, comme dans le cas des rayons X. Les deux modes d'émission (onde diffuse et projection granulaire) coexistent, d'ailleurs, vraisemblablement, l'un ou l'autre se manifestant plus particulièrement selon la grandeur de la fréquence.

X. **Quantités de mouvement**. — Les lois de quantité de mouvement apparaissent, en mécanique ordinaire, comme étroitement liées au principe d'égalité de l'action et de la réaction. Il est donc assez indiqué de rechercher ce qu'il en subsiste dans le cas de la dynamique autonome, qui satisfait aussi au même principe.

Dans le cas d'une perturbation régulière, on trouve effectivement deux expressions vectorielles, constantes, correspondant respectivement à la *résultante cinétique* (appelée aussi quantité de mouvement) et au *moment cinétique*.

Ce sont les intégrales de volume, dans tout l'espace du vecteur

$$\frac{[\mathcal{E}_1, \mathcal{H}] + \mathcal{E}_2\mathcal{A}}{4\pi c}$$

et de son moment par rapport à un point fixe.

Ce vecteur est la généralisation du vecteur de Poynting, dans le cas des perturbations régulières. Il satisfait alors, comme dans le système de Lorentz, à

$$\frac{1}{c}\frac{\partial}{\partial t}\frac{\mathcal{E}^2 + \mathcal{H}^2 - \mathcal{A}^2}{8\pi} = -\operatorname{div}\frac{[\mathcal{E}_1\, \mathcal{H}] + \mathcal{E}_2\mathcal{A}}{4\pi c}.$$

L'expérience montre que les lois de quantité de mouvement subsistent dans le cas de perturbations quelconques et correspondent, en particulier, à ce fait très général que :

Un système stationnaire possédant un certain moment cinétique constant, peut être animé d'un mouvement de translation rectiligne et uniforme par rapport à l'éther sans que son moment cinétique cesse de demeurer constant.

C'est la signification du résultat de l'expérience de Trouton et Noble ainsi, sans doute, que de toutes celles qui ont vainement tendu à mettre en évidence, par des modifications spontanées et observables du *moment cinétique*, la valeur totale inconnue de la *résultante cinétique.* De tels résultats négatifs semblent donc en harmonie complète avec le principe de la dynamique autonome et il n'apparaît pas qu'on en puisse, dès lors, rien déduire qui empêche de raisonner sur l'éther comme sur un milieu réel.

Il n'est pas jusqu'à l'expérience de Michelson qui ne concorde avec ce principe. Les phénomènes purement électriques, dans la matière solide où les électrons seuls sont accélérés satisfont, en effet, d'après ce qui a été dit, à

$$\Delta\left(\mathcal{E} - \text{grad}\sum\frac{\varepsilon_i}{r_i}\right) = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\left(\mathcal{E} - \text{grad}\sum\frac{\varepsilon_i}{r_i}\right),$$

équation qui s'apparente étroitement, comme on sait, au groupe de Lorentz, si bien que la célèbre contraction des longueurs qui fait disparaître le « balancement » intérieur des franges, à savoir

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

résulte vraisemblablement de la théorie du champ moléculaire.

XI. **La constante de Planck**. — J'ai dû laisser dans l'ombre tout ce qui se rapporte à l'énergie et aux quantités de mouvement dans le cas où les perturbations présentent des singularités libres : les équations (I) ne suffisent plus, en effet, à déterminer complètement la marche du phénomène, dans ce cas. L'on a dû se contenter de l'aperçu très sommaire que laisse entrevoir le calcul, particulièrement simple, de l'oscillateur pur. Mais la fréquence de l'oscillateur, tout comme la grandeur des orbites de la molécule d'où il dérive, demeurent indéterminées.

Il faut donc que, du fait même que des singularités libres apparaissent, d'autres données se trouvent aussitôt introduites dans le problème. Autrement dit, les singularités libres possèdent des caractères limites *propres*, non exprimés par les seules propriétés que leur imposent les équations (I).

La *constante de Planck*, que les résultats d'expérience nous obligent à considérer pour lever certaines de ces indéterminations, apparaît ainsi, comme *l'un des coefficients caractéristiques des singularités libres.*

On peut, d'après ses caractères d'homogénéité, l'écrire

$$h = \int_t^{t+\theta} \Omega_1 \, dt$$

car la fonction Ω est, comme on a vu, homogène à une énergie.

C'est ici qu'intervient l'hypothèse de la *structure* de l'éther : la fonction Ω_1 devrait, selon moi, être calculée pour un petit système formé de points, système qui représenterait, en quelque sorte, la *molécule d'éther*. Voici maintenant le raisonnement que j'ai fait, *en ordre de grandeur :*

Si l'éther est, comme je le pense, assimilable à un réseau autonome de points mobiles, décrivant chacun une petite trajectoire *entrelacée* avec les voisines, on imagine l'ensemble de ces trajectoires comme une *cotte de mailles* à trois dimensions. On trouve alors, en construisant la figure, que l'élément à symétrie cubique le plus simple comprend dix-huit anneaux, et que la distance moyenne des points et de l'ordre de $2R$, R étant le rayon d'un anneau. Si ces points sont de même nature que les électrons, la valeur moyenne de Ω_1 sera, *en ordre de grandeur*, celle de l'énergie :

$$\frac{18 \times 17}{2} \frac{e^2}{2R}.$$

Si l'on veut que la vitesse relative de deux points soit, au maximum, égale à c, il faut admettre que la vitesse de chacun, sur l'orbite, est $\frac{c}{2}$. Le temps de révolution θ est alors

$$2\pi R : \frac{c}{2}$$

et l'on devra avoir, en ordre de grandeur :

$$h = \pi \times 18 \times 17 \frac{e^2}{c} = 7 . 10^{-27} \text{ unités C.G.S.}$$

c'est presque la valeur expérimentale $6{,}55 . 10^{-27}$.

Cette remarquable coïncidence montre que l'*élément d'action h* est justement celui de la molécule d'éther considérée comme système organisé et que le chiffre 18 correspond approximativement au *nombre* de ces points qui se trouvent immédiatement intéressés dans l'organisation du *sommet* d'une singularité libre, où la très grande déformation du milieu se trouve précisément limitée par les exigences du mouvement intime de ces éléments.

Le caractère de *continuité* qu'attribuent à l'éther les équations (I) ne serait qu'une apparence, valable seulement lorsque les grandeurs continues qui représentent la perturbation de ce milieu (*complexe* et *discontinu* en réalité) ne comportent pas de singularités analytiques.

On voit jusqu'où nous conduisent les principes de la dynamique autonome; ce sont là des considérations si peu coutumières que l'on éprouve d'abord quelque hésitation à les formuler. Mais pourquoi ne pas tenter cette aventure? L'expérience des découvertes de la physique n'indique-t-elle pas que les voies les plus audacieuses sont aussi, lorsqu'on s'y engage avec prudence et réflexion, les chemins mêmes du succès?

R. FERRIER.

Extension des formules d'Erlang au cas où les durées des conversations suivent une loi quelconque

Cet article qui traite de l'application du calcul des probabilités à l'exploitation téléphonique est, comme l'indique le titre, une extension des résultats obtenus dans une précédente étude à un cas plus général que celui envisagé antérieurement. C'est en 1924 qu'a été publiée dans ces colonnes l'étude précitée (*); l'auteur y développe l'application des formules d'Erlang à la résolution d'un certain nombre de problèmes relatifs au trafic téléphonique en supposant que les durées des conversations sont régies par la loi qu'il désigne sous le nom de « loi exponentielle », suivant laquelle la probabilité d'une durée de conversation supérieure à t est e^{-t}. *Que deviennent ces résultats si les durées des conversations n'obéissent plus à cette loi? Telle est la question traitée dans cette étude; M. Vaulot montre que certains résultats trouvés précédemment subsistent encore, au moins dans le cas où il n'existe pas de dispositif de délai d'attente. Sans approfondir le problème si l'on admet l'existence de ce dispositif, l'auteur met en évidence, par un exemple bien défini, la nécessité de connaître, dans ce cas, la loi des durées de conversations.*

I. **Introduction**. — Dans un travail antérieur (¹), nous avons supposé qu'un ensemble de x lignes recevait des appels dont chacun possédait la probabilité e^{-t} d'avoir une durée supérieure à t. Si les durées n'obéissent plus à cette loi, que nous appellerons, pour abréger, « loi exponentielle », tous les raisonnements que nous avons faits cessent d'être valables, car ils sont tous basés sur la propriété suivante qui caractérise la loi exponentielle :

Etant donné une conversation en cours, quel que

(*) A.-E. VAULOT; Application du calcul des probabilités à l'exploitation téléphonique. *Revue générale de l'Électricité*, 13 septembre 1924, t. XVI, p. 411-418.

(¹) *Loc. cit.*

soit son âge t, *la probabilité pour qu'elle se termine entre l'époque actuelle* t *et l'époque suivante infiniment voisine* $t + dt$, *est* dt, *résultat indépendant de* t [1].

Si tous les raisonnements antérieurs sont caducs, certains résultats trouvés précédemment subsistent néanmoins, mais la démonstration doit être modifiée. Par contre, d'autres résultats sont à réformer complètement.

II. Hypothèse sur la durée des communications. — Nous désignons par $g(t)$ la probabilité pour qu'une conversation ait une durée supérieure à t. Cette fonction est non croissante, satisfaisant aux conditions

$$g(0) = 1, \quad (1) \quad \text{et} \quad g(+\infty) = 0. \quad (2)$$

Ainsi, dans le cas particulier où les conversations ont toutes même durée, cette durée étant prise pour unité de temps, on aura

$$g(t) = 1 \quad \text{pour} \quad 0 < t < 1$$
$$g(t) = 0 \quad \text{pour} \quad t \geqq 1$$

Dans la suite des calculs, nous supposerons que la fonction $g(t)$ admet une dérivée $g'(t)$ qui sera, bien entendu, négative ou nulle, mais non positive. Pour ne pas allonger les démonstrations, nous ne nous inquiéterons pas des discontinuités que peut présenter la fonction $g(t)$: le lecteur complétera facilement les démonstrations dans ce cas particulier, en s'aidant par exemple des considérations développées dans le *Calcul des Probabilités*, de M. Paul Lévy, Gauthier-Villars, 1925. D'ailleurs, d'une façon générale, nos résultats, s'appliquant à tous les cas où $g(t)$ a une dérivée, s'appliqueront au cas où $g(t)$ est discontinue, ce dernier cas étant aussi rapproché qu'on le veut du précédent, puisque la fonction $g(t)$, est non croissante et, par suite, ne peut présenter que des discontinuités ponctuelles.

La probabilité de terminaison d'une communication en cours, d'âge t, avant l'époque suivante infiniment voisine $t + dt$, est égale au rapport du nombre de cas favorables

$$-d[g(t)] = -g'(t)\,dt$$

au nombre des cas possibles $g(t)$. Cette probabilité est donc

$$-\frac{g'(t)}{g(t)}\,dt. \quad (3)$$

La loi exponentielle correspond à $g(t) = e^{-t}$.

Comme précédemment, nous prenons pour unité de temps la durée moyenne d'une communication. La probabilité pour qu'une communication ait une durée comprise entre t et $t + dt$, étant $-g'(t)\,dt$, la durée moyenne d'une communication sera

$$1 = -\int_0^\infty g'(t)\,t\,dt \quad (4)$$

[1] *Loc. cit.*; paragraphe III.

Si, prenant deux axes de coordonnées rectangulaires, on construit la courbe Γ, lieu des points qui ont pour abscisses les valeurs de t et pour ordonnées celles de $g(t)$, l'intégrale définie $-\int_{t_0}^{t_1} g'(t)\,t\,dt$ représentera l'aire de la portion du plan comprise entre la courbe Γ, les deux droites d'ordonnées $g(t_0)$ et $g(t_1)$ et l'axe des ordonnées ; par conséquent, en faisant $t_0 = 0$ et $t_1 = +\infty$, on voit que la formule (4) montre que la portion du plan comprise entre la courbe Γ, son asymptote et l'axe des ordonnées, a une aire égale à 1. Or, une autre expression de cette aire est

$$\int_0^\infty g(t)\,dt.$$

On a, par conséquent, la relation

$$\int_0^\infty g(t)\,dt = 1. \quad (5)$$

III. Cas où il n'existe pas de dispositif de délai d'attente. — A. **Remarque relative au cas d'une seule ligne ($x = 1$).** — Supposons qu'une ligne unique écoule des conversations, en nombre égal, en moyenne, à λ par unité de temps et réparties suivant une loi quelconque.

La ligne sera occupée pendant une fraction du temps égale à λ et la probabilité d'existence à un instant quelconque, d'un appel en cours ayant, à cet instant, un âge compris entre θ et $\theta + d\theta$, est

$$\lambda g(\theta)\,d\theta.$$

On le constate immédiatement en remarquant que le nombre moyen d'appels de durée supérieure à θ, et susceptibles, par conséquent, de donner un appel d'âge compris entre θ et $\theta + dt$ est

$$\lambda g(\theta).$$

B. **Hypothèses sur la répartition des appels.** — Considérons un ensemble de x lignes recevant ensemble, en moyenne, y appels dans l'unité de temps égale à la durée moyenne d'une communication. Nous avons exposé au paragraphe précédent les hypothèses que nous faisions sur la durée des communications. Voici ce que nous supposons sur la répartition des appels :

Les appels sont supposés traités instantanément s'ils se produisent à un moment où les lignes ne sont pas toutes occupées.

Ils sont indépendants entre eux.

Le nombre moyen des appels est y par unité de temps, quel que soit le nombre d'appels en cours [1].

[1] Nous évitons à dessein d'employer l'expression « heure la plus chargée », qui est, à notre avis, une cause de malentendus dans l'étude des applications du calcul des probabilités à l'exploitation téléphonique. D'ailleurs, comme le fait remarquer M. W.-H. Grinsted (*a*), le sens de cette expression n'a jamais été définie avec précision. En outre, il n'y a pas de raison de considérer dans les calculs une période d'une heure, plutôt qu'une période d'un quart d'heure ou d'une minute.

(*a*) *The journal of the Institution of electrical Engineers*, février 1927, t. LXV, p. 216-222, discussion de l'article de

Ces deux dernières hypothèses sont sensiblement vérifiées si le nombre des abonnés susceptibles d'appeler est grand, et si chacun d'eux effectue un nombre relativement faible d'appels. Par contre, il est évident que ces hypothèses seraient entièrement inexactes si on se plaçait dans le cas extrême où tous les appels seraient produits par un seul et même abonné.

Ces hypothèses simplificatrices sont celles que font à peu près tous les auteurs, plus ou moins explicitement. Les formules deviendraient inextricables si l'on y faisait entrer le nombre d'abonnés et les trafics, tous différents de chacun d'eux. D'ailleurs, pour plus de détails sur les hypothèses que nous admettons, le lecteur est prié de se reporter aux deux très intéressants articles de M. G. F. O'Dell [1].

A la page 880 du dernier de ces articles en particulier, l'auteur explique ce que c'est qu'un trafic « de pur hasard » : c'est un trafic qui répond à nos hypothèses. M. O'Dell désigne par A la quantité que nous appelons y, et conformément à la terminologie adoptée par la British Engineering Standards Association, il lui donne le nom de « traffic unit », terme qu'il convient à notre avis de traduire en français par « intensité de trafic ».

C. Définition des fonctions à déterminer pour résoudre le problème. — Pour simplifier l'écriture des équations qui vont suivre, nous supposerons les lignes au nombre de trois seulement. Nous supposons qu'elles ne sont pas explorées dans un ordre déterminé, mais que, quand il se présente un appel qui trouve plusieurs lignes libres, il peut être aiguillé indifféremment sur l'une quelconque de ces lignes.

Il peut se faire que les lignes occupées soient au nombre de 3, 2, 1 ou 0. Corrélativement, nous allons déterminer les quatre fonctions suivantes :

$F_3(t', t'', t''')$, telle que $F_3(t', t'', t''')\,dt'\,dt''\,dt'''$, représente la probabilité pour que trois lignes soient occupées avec des conversations d'âges compris respectivement entre t' et $t' + dt'$ pour la première, t'' et $t'' + dt''$ pour la seconde, t''' et $t''' + dt'''$ pour la troisième ;

$F_2(t', t'')$, telle que $F_2(t', t'')\,dt'\,dt''$ représente la probabilité pour que deux lignes déterminées soient seules occupées avec des conversations d'âges compris respectivement entre t' et $t' + dt'$ pour la première, t'' et $t'' + dt''$ pour la seconde;

$F_1(t')$, telle que $F_1(t')\,dt'$ représente la probabilité pour qu'une ligne déterminée soit occupée avec une conversation d'âge compris entre t' et $t' + dt'$;

F_0, constante égale à la probabilité pour qu'aucune ligne ne soit occupée.

Toutes ces fonctions F sont évidemment symétriques par rapport à tous leurs arguments.

D. Relations entre les fonctions F_0, F_1, F_2, F_3. — Supposons qu'à l'instant t les trois lignes soient occupées avec des conversations d'âges compris respectivement entre t' et $t' + dt'$ pour la première, t'' et $t'' + dt''$ pour la seconde, ε et $\varepsilon + dt'''$ pour la troisième, t' et t'' étant des quantités finies et ε une quantité infiniment petite. La probabilité de cet événement est

$$F_3(t', t'', \varepsilon)\,dt'\,dt''\,dt'''.$$

Considérons l'état du système à l'instant antérieur $t - dt$, en supposant dt supérieur à $\varepsilon + dt'''$ et appliquons les principes des probabilités totales et composées en nous bornant, comme nous pouvons le faire, à écrire dans les égalités, les termes principaux.

A l'instant t, les trois lignes seront occupées avec des conversations d'âges compris respectivement entre t' et $t' + dt'$ pour la première, $t'' + dt''$ pour la seconde, t''' et $t''' + dt'''$ pour la troisième si les trois conditions suivantes sont remplies à l'instant $t - dt$:

Les deux premières lignes étaient seules occupées avec des conversations d'âges compris respectivement entre $t' - dt$ et $t' - dt + dt'$ pour la première, $t'' - dt$ et $t'' - dt + dt''$ pour la seconde, événement de probabilité

$$F_2(t' - dt,\ t'' - dt)\,dt'\,dt''.$$

Aucune des deux conversations en cours à l'instant $t - dt$ ne s'est terminée entre les instants $t - dt$ et t; les probabilités que chacune de ces conversations se termine dans ledit intervalle sont respectivement

$$-\frac{g'(t')}{g(t')}\,dt \qquad \text{et} \qquad -\frac{g'(t'')}{g(t'')}\,dt.$$

D'après la formule (3), la probabilité qu'aucune de ces deux conversations ne se termine, est donc

$$\left[1 + \frac{g'(t')}{g(t')}\,dt\right] \quad \left[1 + \frac{g'(t'')}{g(t'')}\,dt\right];$$

Il s'est produit un appel entre les instants $t + \varepsilon - dt$ et $t + \varepsilon + dt''' - dt$, événement de probabilité $y\,dt'''$.

On a donc l'égalité

$$F_3(t', t'', \varepsilon)\,dt'\,dt''\,dt''' = F_2(t' - dt,\ t'' - dt)\,dt'\,dt'' \left[1 + \frac{g'(t')}{g(t')}\,dt\right]\left[1 + \frac{g'(t'')}{g(t'')}\,dt\right] y\,dt'''.$$

Divisant les deux membres par le produit $dt'\,dt''\,dt'''$ on obtient

$$F_3(t', t'', \varepsilon) = y\,F_2(t' - dt,\ t'' - dt) \left[1 + \frac{g'(t')}{g(t')}\,dt\right]\left[1 + \frac{g'(t'')}{g(t'')}\,dt\right].$$

[1] G.-F. O'Dell. Méthodes adoptées par le British Post Office pour la solution des problèmes de jonctions en téléphonie automatique; résumé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 30 avril 1927, t. XXI, p. 143 D.

(1) An outline of the trunking aspect of automatic telephony. *The Journal of the Institution of electrical Engineers*, février 1927, t. LXV, p. 185-215; résumé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 30 avril 1927, t. XXI, p. 143 D.

Aperçu du problème des liaisons en téléphonie automatique. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, octobre 1927, t. XVI, p. 874-888.

Faisant tendre ε et dt vers zéro et désignant par $F_2(t', t'', o)$ la limite de $F_3(t', t'', t''')$ quand t''' tend vers zéro, on obtient la relation

$$F_2(t', t'') = \frac{1}{y} F_3(t', t'', o). \qquad (6)$$

Par un procédé de calcul tout semblable et en se rappelant notre supposition suivant laquelle un appel qui trouve plusieurs lignes libres peut être aiguillé indifféremment sur une quelconque de ces lignes, on obtiendrait les relations

$$F_1(t') = \frac{2}{y} F_2(t', o) = \frac{2}{y^2} F_3(t', o, o), \qquad (7)$$

$$F_0 \quad = \frac{3}{y} F_1(o) \quad = \frac{2 \times 3}{y^3} F_3(o, o, o) \qquad (8)$$

dans lesquelles $F_2(t', o)$, $F_3(t', o, o)$, $F_1(o)$, $F_3(o, o, o)$, représentent respectivement les limites de $F_2(t', t'')$ quand t'' tend vers zéro, de $F_3(t', t'', t''')$ quand t'' et t''' tendent vers zéro, de $F_1(t')$ quand t' tend vers zéro, de $F_3(t', t'', t''')$ quand t', t'', t''' tendent vers zéro.

E. **Equation aux dérivées partielles à laquelle satisfait la fonction $F_3(t', t'', t''')$.** — Supposons qu'à l'instant t les trois lignes soient occupées avec des conversations d'âges compris respectivement entre t' et $t' + dt'$ pour la première, t'' et $t'' + dt''$ pour la deuxième, t''' et $t''' + dt'''$ pour la troisième, t', t'', t''' étant des quantités finies. La probabilité de cet événement est

$$F_3(t', t'', t''')\, dt'\, dt''\, dt'''.$$

Considérons l'état du système à l'instant antérieur $t - dt$ et appliquons encore les principes des probabilités totales et composées, toujours en nous bornant à écrire les termes principaux.

Pour qu'à l'instant t les trois lignes soient occupées avec des conversations d'âges compris respectivement entre t' et $t' + dt'$, pour la première, t'' et $t'' + dt''$ pour la seconde, t''' et $t''' + dt'''$ pour la troisième, il faut et il suffit qu'à l'instant $t - dt$ les conditions suivantes soient remplies :

Les trois lignes étaient occupées avec des conversations d'âges compris respectivement entre $t' - dt$ et $t' - dt + dt'$ pour la première, $t'' - dt$ et $t'' - dt + dt''$ pour la deuxième, $t''' - dt$ et $t''' - dt + dt'''$ pour la troisième, événement de probabilité

$$F(t' - dt, t'' - dt, t''' - dt)\, dt'\, dt''\, dt'''.$$

Aucune des trois conversations en cours à l'instant $t - dt$ ne s'est terminée entre les instants $t - dt$ et t; les probabilités que chacune de ces conversations se termine dans ledit intervalle sont respectivement

$$-\frac{g'(t')}{g(t')} dt, \qquad -\frac{g'(t'')}{g(t'')} dt, \qquad -\frac{g'(t''')}{g(t''')} dt,$$

d'après la formule (3); la probabilité pour qu'aucune des conversations ne se termine est donc

$$\left[1 + \frac{g'(t')}{g(t')} dt\right] \left[1 + \frac{g'(t'')}{g(t'')} dt\right] \left[1 + \frac{g'(t''')}{g(t''')} dt\right]$$

On a donc l'égalité

$$F_3(t', t'', t''')dt'dt''dt''' = F_3(t' - dt, t'' - dt, t''' - dt)dt'dt''dt'''$$
$$\left[1 + \frac{g'(t')}{g(t')} dt\right] \left[1 + \frac{g'(t'')}{g(t'')} dt\right] \left[1 + \frac{g'(t''')}{g(t''')} dt\right]$$

Divisant les deux membres par $dt'\, dt''\, dt'''$, on obtient

$$F_3(t', t'', t''') = F_3(t' - dt, t'' - dt, t''' - dt)$$
$$\left[1 + \frac{g'(t')}{g(t')} dt\right] \left[1 + \frac{g'(t'')}{g(t'')} dt\right] \left[1 + \frac{g'(t''')}{g(t''')} dt\right]$$

ou

$$F_3(t', t'', t''') = \left[F_3(t', t'', t''') - dt\left(\frac{\partial F_3}{\partial t'} + \frac{\partial F_3}{\partial t''} + \frac{\partial F_3}{\partial t'''}\right)\right]$$
$$\left[1 + \frac{g'(t')}{g(t')} dt\right] \left[1 + \frac{g'(t'')}{g(t'')} dt\right] \left[1 + \frac{g'(t''')}{g(t''')} dt\right]$$

Dans cette équation, on obtient une identité en égalant les parties finies. En égalant les quantités du premier ordre en dt on obtient la relation

$$\frac{\partial F_3}{\partial t'} + \frac{\partial F_3}{\partial t''} + \frac{\partial F_3}{\partial t'''} - F_3(t', t'', t''')\left[\frac{g'(t')}{g(t')} + \frac{g'(t'')}{g(t'')} + \frac{g'(t''')}{g(t''')}\right] = o.$$

C'est l'équation aux dérivées partielles à laquelle satisfait la fonction F_3. On l'intègre sans difficulté et on trouve que F_3 est de la forme

$$F_3 = g(t')\, g(t'')\, g(t''')\, \varphi(t' - t'', t' - t''') \qquad (9)$$

φ étant une fonction arbitraire des arguments $t' - t''$ et $t' - t'''$. F_3 étant symétrique par rapport aux trois arguments t', t'', t''', la fonction φ sera elle aussi symétrique par rapport à ces trois variables t', t'', t'''; elle sera donc une fonction symétrique des six quantités non indépendantes entre elles

$$t' - t'', t' - t''', t'' - t', t'' - t''', t''' - t', t''' - t''.$$

F. **Equations intégrales auxquelles satisfait la fonction φ.** — Supposons qu'à l'instant t les deux premières lignes soient occupées avec des conversations d'âges compris respectivement entre t' et $t' + dt'$ pour la première, t'' et $t'' + dt''$ pour la deuxième, et que la troisième ligne soit libre, t' et t'' étant des quantités finies. La probabilité de cet événement est

$$F_2(t', t'')\, dt'\, dt''.$$

Considérons l'état du système à l'instant antérieur $t - dt$ et appliquons encore les principes des probabilités totales et composées, toujours en nous bornant à

écrire les termes principaux. Il faut distinguer ici deux cas, suivant qu'à l'instant $t - dt$ les deux premières lignes sont seules occupées, ou que les lignes sont occupées toutes les trois.

Première hypothèse. — A l'instant $t - dt$, les deux premières lignes sont seules occupées.

Dans ces conditions, pour qu'à l'instant t les deux premières lignes soient seules occupées avec des conversations d'âges compris respectivement entre t' et $t' + dt'$ pour la première, t'' et $t'' + dt''$ pour la seconde, il faut et il suffit qu'à l'instant $t - dt$ les conditions suivantes soient remplies :

Les deux premières lignes étaient seules occupées avec des conversations d'âges compris respectivement entre $t' - dt$ et $t' - dt + dt'$ pour la première, $t'' - dt$ et $t'' - dt + dt''$ pour la seconde, événement de probabilité

$$F_2(t' - dt, t'' - dt)\, dt'\, dt'' ;$$

Aucun appel ne s'est produit entre les instants $t - dt$ et t, événement de probabilité $1 - y\, dt$, y étant le nombre moyen des appels par unité de temps ;

Aucune des trois conversations en cours à l'instant $t - dt$ ne s'est terminée entre les instants $t - dt$ et t, les probabilités pour que chacune de ces conversations se termine dans dans ledit intervalle sont respectivement

$$-\frac{g'(t')}{g(t')}dt, \quad -\frac{g'(t'')}{g(t'')}dt,$$

d'après le formule (3); la probabilité pour qu'aucune des deux conversations ne se termine est donc

$$\left[1 + \frac{g'(t')}{g(t')}dt\right]\left[1 + \frac{g'(t'')}{g(t'')}dt\right].$$

Deuxième hypothèse. — A l'instant $t - dt$, les trois lignes sont occupées. Dans ces conditions, pour qu'à l'instant t les deux premières lignes soient seules occupées avec des conversations d'âges compris respectivement entre t' et $t' + dt$ pour la première, t'' et $t'' + dt''$ pour la seconde, il faut et il suffit qu'à l'instant $t - dt$ les conditions suivantes soient remplies :

1° Les trois lignes étaient occupées avec des conversations d'âges compris respectivement entre $t' - dt$ et $t' - dt + dt'$ pour la première, $t'' - dt$ et $t'' - dt + dt''$ pour la seconde, λ et $\lambda + d\lambda$ pour la troisième, événement de probabilité

$$F_3(t' - dt, t'' - dt, \lambda)\, dt'\, dt''\, d\lambda,$$

λ étant une quantité finie quelconque ;

2° Aucune des deux conversations en cours sur les deux premières lignes ne s'est terminée entre les instants $t - dt$ et t ; on voit comme plus haut que la probabilité correspondante est

$$\left[1 + \frac{g'(t')}{g(t')}dt\right]\left[1 + \frac{g'(t'')}{g(t'')}dt\right];$$

3° La conversation en cours sur la troisième ligne s'est terminée entre les instants $t - dt$ et t; la probabilité est, d'après la formule (3)

$$-\frac{g'(\lambda)}{g(\lambda)}dt.$$

Ajoutant les probabilités correspondant aux deux hypothèses, après avoir, dans la seconde, considéré une infinité d'intervalles successifs λ, $\lambda + d\lambda$,.. de façon à obtenir sur la troisième ligne, des conversations de tous les âges possibles, on obtient l'égalité

$$F_2(t', t'')\, dt'\, dt'' = F_2(t' - dt, t'' - dt)\, dt'\, dt''(1 - y\, dt)$$
$$\left[1 + \frac{g'(t')}{g(t')}dt\right]\left[1 + \frac{g'(t'')}{g(t'')}dt\right]$$
$$- \int_0^{+\infty} F_3(t' - dt, t'' - dt, \lambda)\, dt'\, dt''\, d\lambda$$
$$\left[1 + \frac{g'(t')}{g(t')}dt\right]\left[1 + \frac{g'(t'')}{g(t'')}dt\right]\frac{g'(\lambda)}{g(\lambda)}d\lambda$$

Divisant les deux membres par $dt'\, dt''$, on obtient

$$F_2(t', t'') = F_2(t' - dt, t'' - dt)(1 - y\, dt)$$
$$\left[1 + \frac{g'(t')}{g(t')}dt\right]\left[1 + \frac{g'(t'')}{g(t'')}dt\right]$$
$$- dt \int_0^{+\infty} F_3(t' - dt, t'' - dt, \lambda)$$
$$\left[1 + \frac{g'(t')}{g(t')}dt\right]\left[1 + \frac{g'(t'')}{g(t'')}dt\right]\frac{g'(\lambda)}{g(\lambda)}d\lambda$$

ou

$$F_2(t', t'') = \left[F_2(t', t'') - dt\left(\frac{\partial F_2}{\partial t'} + \frac{\partial F_2}{\partial t''}\right)\right](1 - g\, dt)$$
$$\left[1 + \frac{g'(t')}{g(t')}dt\right]\left[1 + \frac{g'(t'')}{g(t'')}dt\right]$$
$$- dt \int_0^{+\infty} F_3(t', t'', \lambda)\frac{g'(\lambda)}{g(\lambda)}d\lambda.$$

Dans cette équation, on obtient une identité en égalant les parties finies des deux membres. En égalant les quantités du premier ordre en dt, on obtient la relation

$$\left[-\frac{g'(t')}{g(t')} - \frac{g'(t'')}{g(t'')} + y\right]F_2(t', t'') + \frac{\partial F_2(t', t'')}{\partial t'} + \frac{\partial F_2(t', t'')}{\partial t''}$$
$$= -\int_0^{+\infty} F_3(t', t'', \lambda)\frac{g'(\lambda)}{g(\lambda)}d\lambda. \quad (10)$$

Or, d'après les relations (9) et (4) on a

$$F_3(t', t'', t''') = g(t')\, g(t'')\, g(t''')\, \varphi$$
$$F_2(t', t'') = \frac{1}{y} F_3(t', t'', 0) = \frac{1}{y}\, g(t')\, g(t'')\, \varphi_{t'''=0}$$

la fonction φ satisfaisant à l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t'} + \frac{\partial \varphi}{\partial t''} + \frac{\partial \varphi}{\partial t'''} = 0. \qquad (11)$$

Par suite, la relation (10) s'écrit après simplification

$$\varphi_{t'''=0} - \frac{1}{y}\frac{\partial \varphi}{\partial t'''}_{t'''=0} = -\int_0^{+\infty} \varphi(t', t'', \lambda)\, g'(\lambda)\, d\lambda. \quad (12)$$

C'est une des équations intégrales auxquelles satisfait la fonction φ. Faisons jouer successivement à t'' et à t' le rôle joué par t''' pour l'obtention de l'équation (12), on obtient par des calculs semblables :

$$\varphi_{t''=0} - \frac{1}{y}\frac{\partial \varphi}{\partial t''}_{t''=0} = -\int_0^{+\infty} \varphi(t', \lambda, t''')\, g'(\lambda)\, d\lambda \quad (13)$$

$$\varphi_{t'=0} - \frac{1}{y}\frac{\partial \varphi}{\partial t'}_{t'=0} = -\int_0^{+\infty} \varphi(\lambda, t'', t''')\, g'(\lambda)\, d\lambda. \quad (14)$$

Intégrons par parties les intégrales définies des seconds membres des équations (12), (13) et (14), et remarquons que, d'après les équations (1) et (2), on a

$$g(0) = 1 \qquad \text{et} \qquad g(+\infty) = 0,$$

et que la fonction φ reste finie nous obtenons

$$-\frac{1}{y}\frac{\partial \varphi}{\partial t'''}_{t'''=0} = \int_0^{+\infty} \frac{\partial \varphi(t', t'', \lambda)}{\partial \lambda}\, g(\lambda)\, d\lambda \quad (15)$$

$$-\frac{1}{y}\frac{\partial \varphi}{\partial t''}_{t''=0} = \int_0^{+\infty} \frac{\partial \varphi(t', \lambda, t''')}{\partial \lambda}\, g(\lambda)\, d\lambda \quad (16)$$

$$-\frac{1}{y}\frac{\partial \varphi}{\partial t'}_{t'=0} = \int_0^{+\infty} \frac{\partial \varphi(\lambda, t'', t''')}{\partial \lambda}\, g(\lambda)\, d\lambda. \quad (17)$$

On s'assure immédiatement que les équations sont vérifiées si l'on y remplace φ par une quantité constante quelconque. Nous allons voir qu'il n'existe pas d'autres fonctions répondant aux conditions du problème.

G. La fonction φ est constante. — Commençons par résoudre la question suivante, à laquelle on serait conduit si le nombre des lignes était de 2 au lieu de 3.

Trouver une fonction paire ψ, symétrique par rapport aux deux arguments t' et t'', et satisfaisant aux deux relations

$$\frac{\partial \psi}{\partial t'} + \frac{\partial \psi}{\partial t''} = 0 \qquad (18)$$

$$-\frac{1}{y}\frac{\partial \psi}{\partial t''}_{t''=0} = \int_0^{+\infty} \frac{\partial \psi(t', \lambda)}{\partial \lambda}\, g(\lambda)\, d\lambda. \qquad (19)$$

La fonction ψ est évidemment une fonction paire de $t' - t''$, et la fonction

$$\frac{\partial \psi}{\partial (t' - t'')}$$

est une fonction impaire du même argument. Posons

$$t' - t'' = x$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial (t' - t'')} = \theta(t' - t'').$$

Les équations (18) et (19) donnent

$$\frac{1}{y}\theta(t' - t'')_{t''=0} = -\int_0^{+\infty} \theta(t' - \lambda)\, g(\lambda)\, d\lambda.$$

En remplaçant t' par x et faisant ensuite, dans l'intégrale du second membre, le changement de variable

$$x - \lambda = u,$$

on obtient

$$\frac{1}{y}\theta(x) = \int_x^{-\infty} \theta(u)\, g(x - u)\, du. \qquad (20)$$

Remplaçant u par $-v$ dans l'intégrale du second membre, on obtient

$$\frac{1}{y}\theta(x) = -\int_{-x}^{+\infty} \theta(-v)\, g(x + v)\, dv,$$

ou, en remarquant que θ est impaire

$$\frac{1}{y}\theta(x) = \int_{-x}^{+\infty} \theta(v)\, g(x + v)\, dv. \qquad (21)$$

Dérivons (20) et (21) par rapport à x en tenant compte des relations (1) et (2). On a pour l'équation (20)

$$\frac{1}{y}\theta'(x) = -\theta(x) + \int_x^{-\infty} \theta(u)\, g'(x - u)\, du. \quad (22)$$

L'équation (21) donne

$$\frac{1}{y}\theta'(x) = -\theta(-x) + \int_{-x}^{+\infty} \theta(v)\, g'(x + v)\, dv$$

ou, en remarquant que θ est impaire, et en remplaçant v par $-u$

$$\frac{1}{y}\theta'(x) = \theta(x) + \int_x^{-\infty} \theta(u)\, g'(x - u)\, du. \quad (23)$$

Retranchons membre à membre les équations (22) et (23), nous obtenons

$$0 = \theta(x) = \frac{\partial \psi}{\partial x};$$

ψ est donc égal à une constante C.

Considérons maintenant le système d'équations (15), (16) et (17). La fonction φ étant symétrique par rapport à t', t'' et t''' et satisfaisant à l'équation (11), pourra s'exprimer, soit non symétriquement par rapport aux quantités indépendantes

$$t' - t'', \qquad t''' - t'',$$

soit, comme nous l'avons dit, symétriquement par rapport aux six quantitiés non indépendantes entre elles

$$t' - t'', \quad t' - t''', \quad t'' - t', \quad t'' - t''', \quad t''' - t', \quad t''' - t''.$$

Par conséquent, si dans cette fonction ψ, nous remplaçons t''' par t'', nous aurons une fonction ψ de t' et t'' qui pourra s'exprimer soit non symétriquement par rapport à la quantité $t' - t''$, soit symétriquement par rapport aux quantités non indépendantes $t' - t''$, $t'' - t'$. Autrement dit, ψ sera une fonction paire de l'argument $t' - t''$, et les équations (15) et (17) montrent que cette fonction satisfera aux équations (18) et (19). Elle sera donc constante, c'est-à-dire indépendante de t'. Par suite, φ est également une constante C.

On a, par conséquent, en vertu des formules (9), (6), (7), (8)

$$F_3(t', t'', t''') = g(t')\, g(t'')\, g(t''')\, C$$

$$F_2(t', t'') = \frac{1}{y}\, g(t')\, g(t'')\, C$$

$$F_1(t') = \frac{2}{y^2}\, g(t')\, C$$

$$F_0 = \frac{2 \times 3}{y^3}\, C.$$

II. Calcul de la valeur constante de la fonction φ. — Pour déterminer la constante C, nous allons calculer les probabilités P_3, P_2, P_1, P_0 pour que le nombre des lignes occupées soit respectivement 3, 2, 1 ou 0 et écrire que la somme des quatre probabilités trouvées est égale à l'unité.

On a

$$\begin{aligned} P_3 &= \int_0^{+\infty} dt' \int_0^{+\infty} dt'' \int_0^{+\infty} dt''' F_3(t', t'', t''') \\ &= \int_0^{+\infty} dt' \int_0^{+\infty} dt'' \int_0^{+\infty} dt''' g(t')\, g(t'')\, g(t''')\, C \\ &= C \int_0^{+\infty} g(t')\, dt' \int_0^{+\infty} g(t'')\, dt'' \int_0^{+\infty} g(t''')\, dt''' \end{aligned}$$

donc, d'après la formule (5)

$$P_3 = C.$$

De même

$$\begin{aligned} P_2 &= \sum \int_0^{+\infty} dt' \int_0^{+\infty} dt'' F_2(t', t'') \\ &= \sum \int_0^{+\infty} dt' \int_0^{+\infty} dt'' g(t')\, g(t'')\, \frac{C}{y}. \end{aligned}$$

Le signe Σ indique que l'on doit, dans le second membre faire la somme de toutes les expressions obtenues en permutant de toutes les façons possibles les lettres t', t'' et t'''. On a par conséquent :

$$P_2 = 3C \int_0^{+\infty} g(t')\, dt'\, g(t'')\, dt'' = \frac{3C}{y};$$

de même

$$P_1 = \sum \int_0^{+\infty} dt' F_1(t') = 3 \int_0^{+\infty} \frac{2C}{y^2}\, g(t)\, dt = \frac{2 \times 3C}{y^2},$$

$$P_0 = F_0 = \frac{2 \times 3}{y^3}\, C,$$

donc

$$1 = P_3 + P_2 + P_1 + P_0 = C\left(1 + \frac{3}{y} + \frac{2 \times 3}{y^2} + \frac{2 \times 3}{y^3}\right),$$

d'où l'on tire

$$C = \frac{1}{1 + \dfrac{3}{y} + \dfrac{2 \times 3}{y^2} + \dfrac{2 \times 3}{y^3}} = \frac{\dfrac{y^3}{3!}}{1 + \dfrac{y}{1} + \dfrac{y^2}{2!} + \dfrac{y^3}{3!}}.$$

I. Conclusions. — Connaissant cette valeur de C, nous en tirons des valeurs de P_0, P_1, P_2, P_3 identiques à celles qui sont données par les formules (8) de notre précédente étude [1] et qui ont été établies en supposant

$$g(t) = e^{-t}.$$

Les valeurs de ces probabilités sont indépendantes de la forme de la fonction $g(t)$.

Le procédé de démonstration que nous avons appliqué s'étend à tous les cas où il n'y a pas de dispositif de délai d'attente.

Les formules donnant, notamment, la proportion d'appels perdus et le trafic écoulé par chaque liaison dans le cas d'une exploration méthodique des lignes, s'appliquent sans modification. Si les lignes sont au nombre de x [2], la proportion d'appels perdus sera

$$P_x = \frac{\dfrac{y^x}{x!}}{1 + \dfrac{y}{1} + \dfrac{y^2}{2!} + \ldots + \dfrac{y^x}{x!}}.$$

Si l'on suppose que les lignes sont numérotées de 1 à x et explorées méthodiquement, de façon qu'une communication qui se présente soit écoulée sur la ligne 1 si celle-ci est libre, sur la ligne 2 si la ligne 1 est occupée, sur la ligne 3 si les lignes 1 et 2 sont simultanément occupées, et ainsi de suite, le trafic écoulé sur la ligne d'ordre i sera

$$X_i = \frac{\dfrac{y^i}{(i-1)!}}{1 + \dfrac{y}{1} + \dfrac{y^2}{2!} + \cdots + \dfrac{y^{i-1}}{(i-1)!}} - \frac{\dfrac{y^{i+1}}{i!}}{1 + \dfrac{y}{1} + \dfrac{2!}{y^2} + \cdots + \dfrac{y^{i-1}}{(i-1)!} + \dfrac{y^i}{i!}}.$$

[1] *Loc. cit.*, p. 413.

[2] Le lecteur ne confondra évidemment pas cette quantité x avec celle qui figure au paragraphe C ci-dessus.

Il serait très désirable qu'un service de recherches établît des tables étendues de ces deux fonctions P_x et N_i, qui sont capitales, pour l'étude des multiplages graduels notamment.

Pour traiter ces problèmes et les problèmes analogues dans le cas où il n'y a pas de dispositif de délai d'attente, on peut toujours supposer que les durées des conversations obéissent à la loi exponentielle, comme nous l'avons fait dans notre précédent article.

IV. — **Indication sur le cas où il existe un dispositif de délai d'attente.** — Nous ne traiterons pas actuellement le cas où il existe un dispositif de délai d'attente. Nous nous bornerons à montrer par un exemple que les formules donnant la probabilité d'un appel ayant une durée d'attente inférieure à une quantité donnée, et la durée moyenne d'attente, dépendent essentiellement de la fonction $g(t)$, c'est-à-dire de la loi de probabilité des durées des conversations.

Considérons en premier lieu des communications, toutes de durée égale à l'unité de temps, y étant le nombre moyen d'appels par unité de temps et écoulés par x lignes, avec dispositif de délai d'attente. On suppose $y < x$. Appelons P_0, P_1, P_2, ... P_x les probabilités pour que 0, 1, 2, .. x lignes soient occupées, aucun appel n'étant en instance, Π_1, Π_2, Π_3,... celles pour que les x lignes soient occupées, le nombre d'appels en instance étant respectivement de 1, 2, 3,... et enfin t_{m_A} la durée moyenne d'attente. Toutes ces quantités sont des fonctions de y et x.

Considérons en second lieu un autre régime, dans lequel les communications sont encore au nombre de y par unité de temps en moyenne. Nous supposons que parmi ces conversations, la proportion $\frac{p}{p+q}$ a une durée infiniment petite et que la proportion $\frac{q}{p+q}$ a une durée $\frac{p+q}{q}$, en sorte que la durée moyenne d'une conversation est encore égale à l'unité. Nous supposons que les appels se produisent absolument au hasard.

Si on néglige les appels de durée infiniment petite, tout se passe comme si l'unité de temps était devenue

$$u' = \frac{p+q}{q}$$

et comme si le nombre moyen d'appels par unité de temps était resté le même, soit égal à y. Les conversations de durée infiniment petite n'auront aucune influence sur la durée moyenne d'attente des appels qui sera égale à

$$t'_{m_A} = \frac{p+q}{q} t_{m_A}$$

et peut, par conséquent, prendre des valeurs aussi grandes que l'on veut si $\frac{p}{q}$ est assez grand.

Ce simple exemple pris sur un cas limite suffit bien à montrer l'absurdité des raisonnements qui prétendent traiter les systèmes avec dispositif de délai d'attente sans faire intervenir la loi des durées des conversations et à expliquer que certains auteurs trouvent des résultats cent ou mille fois trop faibles pour la durée moyenne d'attente.

A.-E. VAULOT,
Ingénieur en chef des Postes, Télégraphes et Téléphones,
Agrégé de mathématiques,
Docteur ès sciences.

Revues, analyses et informations

Etat actuel des unités électriques internationales [1]

1. INTRODUCTION. — Depuis Weber, les pionniers de la science électrique et de l'art de l'ingénieur ont presque tous admis le principe que les mesures électriques fondamentales devaient être basées sur les effets mécaniques de l'électricité et, par conséquent, se trouver en concordance avec les mesures réalisées dans les autres branches des sciences physiques. Le système métrique a aussi été admis pour servir de bases aux unités électriques.

Mais même dans l'acceptation du principe général précité, il existe deux systèmes d'unités entre lesquels il y a lieu de faire un choix et dont les bases peuvent être déterminées en partant soit des effets électrostatiques, soit des effets électromagnétiques. Ces deux systèmes ont chacun leurs avantages propres en chaque cas particulier.

La grande importance du système d'unités électromagnétiques est due à la facilité avec laquelle on peut opérer des mesures précises sur le courant électrique, mais il est bon de remarquer que depuis ces dernières années, les phénomènes électrostatiques ont acquis une réelle importance pratique. De plus, les théories électroniques sont basées sur des actions électrostatiques entre charges dont les valeurs ont été déterminées avec précision. C'est pourquoi dans ces domaines particuliers, en pleine évolution, de la théorie et de la pratique, les valeurs essentielles ont été naturellement déterminées en unités électrostatiques absolues.

Dans le but de simplifier les relations numériques entre les quantités définies dans les deux systèmes et de faciliter les calculs, on a proposé des combinaisons d'unités. Ces

(1) E.-C. CRITTENDEN. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, août 1927, t. XLIV, p. 769-775, 6000 mots.

systèmes ont fait l'objet de divers articles [1], lesquels concluent qu'il n'existe pas de raisons valables pour s'exposer à la confusion qui ne manquerait pas de se produire si l'on apportait des modifications aux unités ordinairement employées.

Mais si l'on ne peut envisager sérieusement la suppression des unités comme l'ohm ou l'ampère, on peut se demander s'il ne serait pas opportun de reviser leurs valeurs afin de les mettre en accord d'une manière plus précise avec le système général de mesures. En outre, on peut se demander si les méthodes de détermination des valeurs de ces unités n'ont pas atteint un degré de perfection tel que les anciens procédés destinés à assurer la constance des unités peuvent être résolument écartés. Si donc de tels changements doivent être apportés dans les unités ou dans les étalons fondamentaux, on doit certainement les considérer par anticipation, de manière à pouvoir mettre en balance leurs avantages et leurs inconvénients.

2. Base légale des unités aux Etats-Unis. — La base légale des unités électriques employées aux Etats-Unis est encore l'Act du 12 juillet 1894 qui a admis les unités internationales : ohm, ampère, volt, coulomb, farad, joule, watt et henry adoptées au Congrès international d'Electricité tenu à Chicago en 1893.

Les définitions qui ont été données pour les unités internationales : ohm, ampère, volt, ne font pas une distinction tranchée entre les unités C. G. S. de base et celles définies comme multiples ou sous-multiples des étalons matériels. A prendre les choses à la lettre, la loi renferme une contradiction en ce qui concerne les relations entre les deux catégories d'unités : la valeur exacte de l'ohm est celle matérialisée par une colonne de mercure, l'unité absolue étant simplement mentionnée comme un équivalent tandis qu'au contraire, dans le cas de l'ampère, cette dernière unité est définie comme un sous-multiple de l'unité absolue électromagnétique C. G. S. matérialisée, en quelque sorte, par un voltamètre à nitrate d'argent.

3. Les unités actuelles. — Les valeurs des unités admises maintenant pour servir pratiquement dans tous les pays du monde ont été définies par la Conférence internationale des Unités électriques et des Etalons, tenue à Londres en 1908.

Cette conférence a établi une distinction entre les unités absolues et les unités appelées internationales. La Conférence appela « fondamentales » les unités appelées ici absolues c'est-à-dire qui dérivent des unités de base (longueur, masse et temps). En se référant à ces unités, la résolution suivante fut adoptée :

« La Conférence est d'accord pour que, comme par le passé, les grandeurs des unités fondamentales électriques soient déterminées d'après le système de mesure électromagnétique en se référant au centimètre comme unité de longueur, au gramme comme unité de masse et à la seconde comme unité de temps. »

Ces unités fondamentales sont l'ohm, unité de résistance qui a la valeur de 10^9 par rapport à l'unité absolue; l'ampère, unité de courant qui a la valeur d'un dixième de l'unité absolue; le volt, unité de force électromotrice qui a la valeur de 10^8 par rapport à l'unité absolue; le watt, unité de puissance qui a la valeur de 10^7 par rapport à l'unité absolue.

Comme système d'unités susceptibles de représenter les précédentes avec une approximation suffisante pour les mesures électriques et aussi de servir de base à la législation, la Conférence recommande l'adoption de l'ohm international, de l'ampère international, du volt international et du watt international, unités définies comme il suit :

a) L'ohm international est la résistance offerte par une colonne de mercure à la température de la glace fondante et ayant une masse de 14,4521 g, une longueur de 106,300 cm et une section constante.

b) L'ampère international est le courant invariable qui, passant à travers un voltamètre à nitrate d'argent de construction définie, dépose par seconde un poids de 0,001118 g.

c) Le volt international est la tension qui, appliquée à un conducteur dont la résistance est égale à 1 ohm international produit un courant égal à 1 ampère international.

d) Le watt international est l'énergie dépensée par seconde par un courant invariable de 1 ampère international sous la tension de 1 volt international.

Il y a lieu de remarquer que les unités de masse et de longueur comprises dans ces définitions interviennent dans la description des appareils qui représentent les unités électriques fondamentales et ne sont pas engagées dans les définitions réelles de ces unités mêmes. C'est-à-dire que ces dimensions pourraient être établies dans un autre système d'unités mécaniques sans affecter la valeur des unités électriques dont les dernières ne dépendent que des propriétés du mercure et de l'argent sans rapport avec le système de mesure. Elles deviennent des unités fondamentales indépendantes qui, en conjonction avec le centimètre et la seconde, définissent les bases d'un système complet dont on peut faire dériver des unités mécaniques comprenant le gramme.

Tandis que ces définitions étaient établies sous une forme tout à fait indépendante des unités électriques absolues définies par rapport au centimètre, au gramme et à la seconde, l'intention de la Conférence était d'amener les unités adoptées à représenter de très près la valeur des unités absolues. Une des raisons invoquées pour le choix de l'ampère, de préférence au volt, comme unité fondamentale était la possibilité d'une détermination directe de la valeur absolue de l'ampère par plusieurs méthodes indépendantes d'une valeur supposée pour l'ohm ou d'autres unités électriques.

4. Valeurs de l'ohm. — Quand le Technical Committee se réunit en 1910, il possédait des étalons de l'ohm établis en fils calibrés par rapport à l'étalon prototype de mercure à la German Physikalisch-Technische Reischsantalt et au British National Physical Laboratory. Les deux valeurs de l'ohm furent trouvées différer de seulement un cent millième et la valeur moyenne fut acceptée par le Technical Committee pour représenter l'ohm international, du moins provisoirement.

Les travaux du Comité montrèrent que les étalons de résistance établis dans plusieurs laboratoires nationaux étaient concordants dans des limites acceptables. Dans ces conditions, chaque laboratoire estima qu'il était préférable de maintenir la constance des valeurs qu'il avait trouvées plutôt que de faire de petites modifications en attendant une acceptation internationale définitive d'une valeur précise.

[1] Electric Units and Standards. *Circular of the Bureau of Standards*, n° 60.
J.-H. Dellinger. *Bulletin of the Bureau of Standards*, n° 13, 1916, p. 599.

Postérieurement à l'année 1910 [1], un étalon prototype à mercure dont la détermination fut complétée au Bureau of Standards, a donné une valeur différant de 25 millionièmes. de celle de l'ohm international accepté en cette dernière année. Il en résulta que les étalons secondaires à fil ne furent pas changés. Depuis 1915 aucune détermination d'un ohm prototype au mercure n'a été faite et l'unité a été conservée grâce aux étalons secondaires dont les valeurs relatives ont été trouvées très stables.

En ce qui concerne les comparaisons d'étalons réalisées dans les divers pays, elles ont rarement donné des différences supérieures à deux cent-millièmes.

Dans ces dernières années, une difficulté s'est élevée du fait de la découverte d'après laquelle le mercure n'est pas un corps simple, mais contient plusieurs isotopes. Complètement séparés, ces derniers présenteraient probablement une différence de densité de 3 pour 100, bien qu'ils aient la même résistivité basée sur le volume. Cependant, cette difficulté n'est pas sérieuse du fait qu'on a montré que du mercure de provenances différentes présentait la même densité à quelques millionièmes près. D'ailleurs, on pourrait spécifier la densité du mercure à employer dans les tubes destinés à la construction des étalons et en prescrivant la section transversale au lieu de la masse de la colonne mercurielle.

Par rapport à l'unité de base qu'elle doit représenter, la valeur absolue de l'ohm international diffère d'une quantité considérable ainsi que l'ont montré diverses mesures exécutées avec soin [2] en comparant les résistances-étalons avec la self-induction calculée d'une bobine. On a trouvé ainsi que l'ohm absolu serait représenté par une colonne de mercure de 106,245 cm ou 106,246 cm de longueur au lieu de 106,300. Il apparaît certain que l'ohm absolu est plus petit que l'ohm international d'environ cinq dix-millièmes et incidemment que les déterminations de l'ohm absolu peuvent être faites avec le même degré de précision que celui réalisé dans la confection d'un étalon prototype au mercure de l'ohm international.

5. Valeurs de l'ampère. — L'ampère international actuel représente la valeur obtenue par le Technical Committee de 1910, comme une moyenne de résultats trouvés avec divers types de voltamètres. Du fait que le courant est transitoire, le résultat moyen a été enregistré et est exprimé concrètement par la valeur assignée à l'élément normal Weston. Le volt international étant la chute de potentiel dans l'ohm international avec un courant qui dépose 1,11800 mg d'argent par seconde dans le voltamètre moyen, le Comité a trouvé que l'élément moyen de force électromotrice donnait une tension de 1,0183 v, valeur qui depuis a été prise pour l'élément étalon de force électromotrice. Ces éléments étalons, utilisés en conjonction avec les étalons de résistance calibrés en ohms internationaux, reproduisent la valeur de l'ampère.

Les voltamètres utilisés à cette époque par le Bureau of Standards auraient donné une valeur de l'ampère supérieure à la moyenne, de trois cent-millièmes. C'est-à-dire que, dans ces voltamètres, les dépôts d'argent étaient plus petits, probablement du fait qu'ils étaient constitués par de l'argent

(1) F.-E. Smith; Absolute measurements of a resistance by a method based on that of Lorenz. *Proceedings of the Royal Society*, 1914, p. 525.

(2) Wolff, Shoemaker, Briggs; Construction of primary mercurial resistance standards. *Bulletin of the Bureau of Standards*, n° 12, 1915, p. 375.

pur. La précision des voltamètres fut améliorée quelques années après la Conférence de Londres, mais comme ces améliorations réduisaient les dépôts, elles augmentaient la valeur de l'ampère déterminé par le poids d'argent déposé.

Sept séries de mesures faites dans cinq pays différents depuis l'année 1910 ont montré un écart moyen de un cent-millième seulement par rapport à leur moyenne, mais cette moyenne diffère de trois cent-millièmes de la valeur trouvée en 1910. C'est-à-dire que ces mesures au voltamètre auraient donné pour l'étalon de force électromotrice la valeur de 1,01827 au lieu de 1,0183.

La valeur ultime de l'ampère international définie au moyen du voltamètre à argent est encore indéterminée du fait qu'aucune spécification précise pour l'opération du voltamètre n'a été adoptée. Le Bureau of Standards en a proposé une, qui assure, croit-on, le plus grand degré de pureté dans les dépôts. D'après ces spécifications, l'ampère absolu, mesuré par la balance du Bureau of Standards, a été trouvé correspondant à un dépôt de 1,11804 ou 1,11805 mg par seconde, comprenant environ 0,004 pour 100 de matière étrangère contenue dans l'argent. Par conséquent, d'après ces mesures, si l'ampère international était basé sur un dépôt d'argent pur, il serait identique à l'unité absolue dans les limites d'exactitude des mesures.

En prenant en considération les mesures du Bristish National Physical Laboratory [1] et celles réalisées à l'Université de Groningen [2], on a estimé que la meilleure valeur de l'ampère international de 1910 était 0,99991 ampère absolu et ce facteur de conversion a été utilisé communément.

Au point de vue de la détermination de l'ampère absolu, on a fait, depuis la Conférence de Londres, de bonnes déterminations au moyen du galvanomètre des tangentes [3] et de l'électrodynamomètre. Les différences ont été de quelques cent-millièmes. Si plusieurs laboratoires établissaient divers types d'instruments absolus et comparaient systématiquement les résultats, il serait possible d'établir et de maintenir l'ampère à un cent-millième près.

6. Valeurs du volt et des autres unités. — Bien que l'ampère soit la seconde unité fondamentale adoptée, l'unité réellement maintenue pour les mesures pratiques est le volt représenté par l'élément étalon. Les groupes d'éléments étalons constitués depuis 1910 par le Bureau of Standards ont donné par comparaison avec des étalons construits récemment des différences de 1 cent-millième. Toutefois, des mesures faites l'année dernière par le Bureau of Standards et par le National Physical Laboratory ont donné des résultats différant entre eux de plusieurs cent-millièmes, différences qui, jusqu'à présent, sont demeurées inexplicables.

La valeur absolue du volt international et celle des autres unités internationales dépend naturellement de celles de l'ohm et de l'ampère. En se basant sur les estimations indiquées plus haut pour les deux unités fondamentales établies

(1) F.-E. Smith; Current balance and silver voltameter experiments. *Report of the national physical Laboratory*, année 1910, p. 31.

(2) H. Haga et J. Boerema; Force of the Weston normal cell, *Proceedings of the Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam*, 1910, p. 587.

(3) A.-N. Shaw et H.-L. Callendar; A determination of the electromotive force of the Weston normal cell in semi-absolute volts. *Philosophical Transactions of Royal Society*, 1914, p. 147.

en 1910, les valeurs des diverses unités internationales sont les suivantes :

1 ohm	international	= 1,00052	ohm	absolu
1 ampère	id	= 0,99991	ampère	id
1 volt	id	= 1,00043	volt	id
1 watt	id	= 1,00034	watt	id
1 joule	id	= 1,00034	joule	id
1 coulomb	id	= 0,99991	coulomb	id
1 farad	id	= 0,99948	farad	id
1 henry	id	= 1,00052	henry	id
1 gilbert	id	= 0,99991	gilbert	id
1 maxwell	id	= 1,00043	maxwell	id

7. Unités et étalons futurs. — Il existe peu d'applications dans lesquelles un changement de cinq dix-millièmes (différence existant entre les deux sortes d'unités) aurait une importance pratique. Cependant, l'industrie réclame de plus en plus des mesures précises et, si cette différence doit être supprimée, il serait bon que cette opération fût accomplie avant qu'elle puisse avoir un retentissement dans dans l'industrie. Pour les laboratoires où il s'agit de travaux de haute précision, les changements qui résulteraient de l'adoption des unités absolues apporteraient quelques perturbations passagères du fait que beaucoup d'appareils sont précisément ajustés aux valeurs des unités internationales. La voie la plus facile à suivre, à présent, serait de conserver les anciennes unités en faisant quelques ajustements peu importants reconnus nécessaires pour une meilleure entente internationale et de déterminer exactement les facteurs de conversion nécessaires pour passer des unités électromagnétiques aux unités électrostatiques et aux unités calorifiques et mécaniques. Cependant, si on considère qu'un tel procédé aurait probablement pour conséquence d'accumuler des inconvénients pour l'avenir afin d'éviter une gêne momentanée, il apparaît que la méthode logique est d'adopter les unités absolues le plus promptement possible.

Avant de pouvoir adopter les unités absolues, il serait nécessaire d'avoir un plus grand nombre d'appareils de laboratoire susceptibles de reproduire ces unités et d'examiner aussi si ces nouvelles déterminations concordent d'une manière satisfaisante avec celles mentionnées précédemment. Si un tel appareil est placé dans plusieurs laboratoires nationaux et donne des résultats concordants avec une certitude aussi grande que celle de l'ohm prototype au mercure et du voltamètre à argent, la nécessité de ces gardiens incommodes des unités disparaîtra.

Dans la promulgation des définitions légales, la matérialisation des étalons représentant les unités internationales actuelles offre un avantage, mais dans les pays ayant des laboratoires nationaux il n'y aurait pas de difficultés sérieuses à assurer la reconnaissance légale des unités définies par rapport au centimètre, au gramme et à la seconde afin qu'elles soient établies et entretenues par le laboratoire national en coopération avec le Comité international des Poids et Mesures. D'autres pays pourraient définir semblablement les unités et pourvoir à l'obtention des copies des étalons par l'entremise de ce dernier comité.

Bien que ce comité ne se soit pas, jusqu'alors, occupé de la question des étalons électriques, autorisation lui en a été donnée par un amendement à la convention internationale des poids et mesures, ratifié en 1923 par les Etats-Unis. Le Comité inaugure actuellement une série de comparaisons systématiques entre les laboratoires nationaux d'étalonnage. Il apparaît nécessaire que ces laboratoires entreprennent d'urgence des études expérimentales comprenant un nouvel examen des unités fondamentales et portant également sur leur développement ultérieur.

8. Travail actuel du Bureau of Standards. — En raison de la longue période durant laquelle les unités ont été représentées au Bureau of Standards au moyen d'étalons secondaires, il serait désirable d'enregistrer leurs valeurs au moyen de nouvelles déterminations par l'ohm prototype à mercure et le voltamètre à argent. On a cru néanmoins que de nouvelles recherches sur les unités fondamentales seraient encore plus importantes et que, si elles étaient menées avec succès, elles donneraient un enregistrement des unités internationales aussi précis que pourrait le faire l'usage de l'ohm à mercure et du voltamètre à argent. Du fait qu'il n'a pas été possible d'entreprendre des travaux sur les deux types d'étalons, les recherches ont porté d'abord sur les appareils destinés à établir les unités fondamentales. Parmi ces unités, on a donné la priorité à l'ohm du fait que le Bureau of Standards n'a jamais fait de déterminations précises de sa valeur. Deux méthodes ont été envisagées dans ce but, lesquelles utilisent des bobines d'inductance établies pour le calcul de l'inductance d'après les dimensions. Une méthode du Dr Franck Wenner utilisera des inductances mutuelles disposées de telle sorte que la force électromotrice induite dans les secondaires puisse être équilibrée par la chute de tension dans la résistance dont la valeur est à déterminer. L'autre méthode consiste essentiellement dans la comparaison, au moyen d'un pont à courant alternatif, d'une self-inductance de valeur calculée, avec la résistance à mesurer. Dans chaque cas, on exigera une exactitude de 1 cent-millième dans les résultats, ce qui requiert une étude théorique et expérimentale portant sur de nombreux détails habituellement négligés dans les mesures ordinaires.

Pour les mesures absolues de courant, la balance utilisée par le Dr E.-B. Rosa (1) est étudiée en vue d'améliorations possibles et on espère que bientôt les résultats obtenus serviront, en conjonction avec ceux donnés par les étalons secondaires à fils, à contrôler la valeur des étalons de force électromotrice du Bureau of Standards.

9. Conclusion. — Le Bureau of Standards assume une grande responsabilité pour la conservation et l'amélioration des étalons. Le genre d'étude nécessaire pour donner aux étalons de base l'exactitude désirée, ne peut pas être accompli d'une manière hâtive et exige plusieurs années de travail de la part de tous les laboratoires nationaux afin d'établir une base technique satisfaisante pour permettre une décision finale sur les types d'étalons et sur les unités à adopter pour l'usage international.

Les résultats détaillés des investigations seront publiés et, à la lumière de ceux-ci et de ceux relatifs aux travaux similaires exécutés à l'étranger, le Comité international des Poids et Mesures devra parvenir à une décision. En même temps, il est désirable que ceux dont les intérêts seront affectés par cette décision étudient la situation et fassent connaître leur point de vue relativement à l'orientation à choisir. — L. V.

(1) Rosa, Dorsey et Miller ; A determination of the international ampere in absolute measure. *Bulletin of the Bureau of Standards*, 1911, p. 269.

SECTION INDUSTRIELLE

Sur la stabilité en service des câbles souterrains pour transmission d'énergie

L'étude analytique de l'échauffement des câbles sous l'action du courant qui les traverse conduit les auteurs à des formules donnant les variations de volume résultant de cet échauffement et l'allongement de la fibre externe en fonction du courant. Cet allongement ne devant pas dépasser une limite fixée par l'élasticité de l'isolant, on dispose d'une base pour déterminer le courant ou la température maximum admissible. Ces considérations sont appliquées à un câble bien défini et les résultats des calculs enregistrés dans un tableau peuvent être comparés à ceux que donne l'expérience, lesquels sont également reproduits dans l'article qui suit. Les mesures sur les variations des pertes diélectriques des câbles donnent également des indications qu'il a paru utile de comparer ici.

I. Introduction. — La question de la température maximum admissible dans les câbles au point de vue de l'exploitation des réseaux de distribution n'a pas encore été mise au point d'une façon définitive. Il est, en effet, très important de connaître la température maximum admissible dans l'isolation d'un câble sans crainte de détérioration. De la valeur de cette température dépend la possibilité de surcharge. Il y a donc intérêt à savoir jusqu'à quelle limite on peut charger un câble sans provoquer des effets destructeurs pouvant abréger sa durée de service. Les avis sur ce sujet sont très partagés : il suffit de comparer les prescriptions relatives aux courants et températures maxima admissibles dans les différents pays, pour se rendre compte que les valeurs indiquées sont différentes les unes les autres et que, par conséquent, la question est loin d'être éclaircie. Notre intention dans la note suivante est de nous occuper de la dilatation des câbles causée par les phases successives d'échauffement et de refroidissement, d'en montrer les effets et d'en donner une explication.

II. Généralités sur les phénomènes dont les câbles sont le siège et qui résultent de leur échauffement. — Pour expliquer les effets des alternatives d'échauffement et de refroidissement, on a proposé l'hypothèse suivante : les deux matières constitutives de l'isolement des câbles, papier et huile, n'ont pas le même coefficient de dilatation. Dans un câble, lorsque sous l'influence de la charge, la température croît, l'huile qui a le plus grand coefficient de dilatation, est chassée vers la périphérie en filtrant à travers les couches de papier. Dans la période de refroidissement, l'huile n'est plus soumise qu'à une pression maximum de 1 atmosphère, une partie de celle-ci rentre bien dans le toron, mais la majeure partie ne repassera pas au travers des couches de papier. Il en résulte la formation de vides ou bien de petites bulles de vapeur d'huile au sein de l'isolant. Dans le cas du câble tripolaire, l'huile passerait en partie dans l'espace des bourrages et ne rentrerait pas dans les torons au cours du refroidissement. Les effets sont toutefois les mêmes que dans le cas des câbles à un conducteur où l'huile reste entre le plomb dilaté et le toron, c'est-à-dire formation de bulles de vapeur d'huile dans l'isolant. Plusieurs auteurs, partant de cette hypothèse, ont proposé d'imprégner les câbles avec de l'huile fluide de façon à maintenir l'isolant constamment imbibé. En admettant l'explication exposée comme vraie, l'huile viendrait remplir les bulles qui pourraient se former au sein de l'isolant.

A première vue, cette hypothèse paraît assez vraisemblable, mais elle n'explique pas complètement les résultats que l'on obtient expérimentalement et ne résiste pas à un examen approfondi de la question. En effet, nous espérons montrer que les câbles imprégnés à la manière ordinaire sont stables jusqu'à une température suffisamment élevée.

Si l'on examine, en effet, les courbes de l'angle des pertes du diélectrique en fonction de la tension pour un câble ayant subi un gros échauffement, on voit que celles-ci sont ascendantes pour des variations de très faibles valeurs du gradient de potentiel, insuffisant pour ioniser des traces d'air ou de gaz pouvant se trouver dans l'isolant. Il semble plutôt qu'il y ait modification de la texture même de l'isolant. D'un autre côté pour des échauffements maxima du cuivre de 70°C, la température extérieure du câble, ou, autrement dit, celle des dernières couches de l'isolant, est assez peu élevée, normalement de l'ordre de 35°C environ. A cette température, la plupart des matières d'imprégnation employées dans la constitution des câbles sont très visqueuses et encore à l'état pâteux.

Il nous paraît donc bien difficile d'admettre dans ces

conditions que cette matière, non encore liquide, puisse filtrer à travers le papier à câble, qui, comme on le sait, est très peu poreux et qui le devient de moins en moins au fur et à mesure de son contact avec l'huile. Les matériaux employés à l'heure actuelle pour les câbles à très haute tension, matières d'imprégnation contenant de la résine et du papier calandré très peu poreux, s'opposent à la filtration et par suite l'explication donnée plus haut n'est plus valable. En fait, on a constaté que des câbles soigneusement fabriqués avec du compound ordinaire, peuvent être chauffés jusqu'à une température de 60° à 70° en gardant leur stabilité. C'est seulement lorsque cette température limite est dépassée que des signes d'instabilité se montrent peu à peu.

Ces observations précédentes nous ont obligé à chercher une autre explication des phénomènes de stabilité et nous allons proposer la suivante.

Faisons passer un courant dans un câble et examinons ce qui va se passer. L'huile et le papier qui se trouvent au voisinage du conducteur de cuivre se dilatent sous l'effet de la chaleur dégagée par les pertes par effet Joule dans le conducteur et les pertes diélectriques s'il y a lieu. Ces premières couches dilatées vont produire une pression mécanique sur le reste plus froid de l'isolation. Il va donc y avoir traction des fibres de papier des bandes isolantes. Au fur et à mesure de l'augmentation de température du conducteur de cuivre, cet effort de traction va s'accroître et servira à augmenter le volume nécessaire à l'expansion de la masse dilatée. Tant que la limite d'élasticité du papier n'est pas dépassée, au cours du refroidissement le toron reprendra son diamètre primitif. Si au contraire cette limite est dépassée, le câble ne retrouve évidemment plus ses qualités primitives par refroidissement, car les fibres du papier sont brisées, en d'autres termes le câble est abîmé mécaniquement, ce qui correspond bien à l'allure des courbes des variations des pertes diélectriques, en fonction de la tension, sur les câbles surchauffés.

D'autre part, l'augmentation de volume du toron produit une traction sur le manteau de plomb. Ce dernier est très peu élastique et sa limite d'élasticité est dépassée tout de suite. Lors du refroidissement du câble, il se produira autour de l'isolant un petit espace ionisable, qui également contribuera à la destruction de l'isolant lors de sa mise sous tension. Cet espace dans le câble monopolaire se produira entre l'isolant et le manteau de plomb, tandis que, dans le câble tripolaire, il se produira, en outre, dans les espaces des bourrages. Ce grave inconvénient est évité dans le type de câbles dits métallisés, car la couche très mince de métal soudée diélectriquement d'une façon parfaite à l'isolant du câble suit tous les mouvements de celui-ci. Les espaces vides qui se produisent entre la métallisation et le plomb n'étant pas mis sous tension ne risquent pas d'abîmer l'isolant. C'est d'ailleurs pour obtenir cet effet que les câbles monopolaires à très haute tension et les câbles tripolaires sont, à l'heure actuelle, pour la plupart, métallisés. Pour ceux qui ne le sont pas, on est obligé d'admettre des gradients de potentiel très faibles qui ne risquent pas d'ioniser les espaces vides à l'extérieur de l'isolant, ou de choisir des densités de courant très faibles qui n'entraînent qu'un échauffement modéré du câble. Ces solutions, évidemment peu économiques, sont de plus en plus abandonnées à l'heure actuelle et la préférence est donnée au câble métallisé.

III. **Etude analytique de la dilatation des câbles.** — Dans ce qui va suivre, nous supposerons donc que nous avons affaire à des câbles métallisés et ne nous occuperons pas des graves inconvénients qui résultent, dans les câbles ordinaires (ordinaires par opposition à métallisés), de la dilatation du plomb pour reporter notre attention sur la dilatation de l'isolant.

Nous allons calculer la température limite que peut supporter un câble et, par conséquent, son courant de charge en service continu sans crainte de détérioration. Il ne sera pas tenu compte, dans le calcul suivant, de la dilatation du cuivre qui est négligeable devant celle de la masse d'huile et de papier. On supposera, en outre, que le câble ne se dilate pas longitudinalement, ce qui est vérifié à peu près expérimentalement pour les câbles posés en terre.

Considérons un câble dont la coupe est représentée sur la figure 1 ci-jointe : r_1 et r_2 représentent les rayons du conducteur de cuivre et du câble isolé, k la conductibilité calorifique du mélange de papier et d'huile (nombre de watts qui traversant normalement une lame d'isolant de 1 cm² de surface et de 1 cm d'épaisseur, produisent une différence de température de 1 degré) (¹).

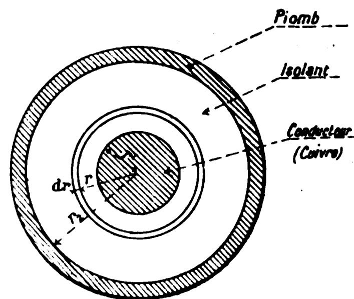


Fig. 1. — Coupe schématique d'un câble souterrain monopolaire.

Ceci posé, nous allons étudier la répartition de la température à l'intérieur de l'isolant, lorsque le conducteur est parcouru par un courant. On divisera le calcul en deux parties en supposant que la température extérieure reste d'abord constante et ensuite qu'il se produit un échauffement des couches extérieures de l'isolation par rapport à la température initiale.

Soit un petit cylindre isolant de 1 cm de longueur et

(¹) *Jeumont*, avril-juin 1924, n° 102, p. 25.

compris entre les deux surfaces cylindriques de rayons r et $r + dr$. Si la quantité de chaleur dégagée par seconde sur une longueur de 1 cm du câble est RI^2 (R désignant la résistance de l'unité de longueur du conducteur), on a par définition

$$RI^2 = K \frac{2\pi r}{dr} d\theta$$

$d\theta$ désignant la différence de température entre les deux faces du petit cylindre.

Au point A, la température est θ et la différence de température entre ce point et le cuivre est

$$\theta_r^{r_1} = \frac{RI^2}{2\pi K} \log_e \frac{r}{r_1}$$

et entre les deux faces de l'isolant

$$\theta_{r_2}^{r_1} = \frac{RI^2}{2\pi K} \log_e \frac{r_2}{r_1}.$$

L'augmentation de température entre la surface extérieure de l'isolant et le point A est donc

$$\theta_{r_2}^{r} = \theta_{r_2}^{r_1} - \theta_r^{r_1} = \frac{RI^2}{2\pi K} \left[\log_e \frac{r_2}{r_1} - \log_e \frac{r}{r_1}\right].$$

Le petit élément d'épaisseur dr va se dilater sous l'effet de cette augmentation de température.

Soit α le coefficient de dilatation de l'ensemble papier et huile. Avant le passage du courant, le volume compris entre les deux cylindres de rayons r et $r + dr$ était pour une unité de longueur du câble de

$$dV = 2\pi r\, dr.$$

Sous l'effet de la chaleur dégagée par les différentes pertes, il devient

$$dV' = 2\pi r\, dr \left(1 + \alpha \theta_{r_2}^{r}\right).$$

L'augmentation totale de volume sera donc de

$$\int dV' - \int dV = \int 2\pi r\, dr$$
$$+ \int \frac{\alpha}{K} RI^2 r \left[\log_e \frac{r_2}{r_1} - \log_e \frac{r}{r_1}\right] dr - \int 2\pi r\, dr$$

ou en posant

$$\alpha \frac{RI^2}{K} = A,$$

$$\Delta V' = \int_{r_1}^{r_2} (dV' - dV) = \int_{r_1}^{r_2} A \log_e \frac{r_2}{r_1} r\, dr$$
$$- \int_{r_1}^{r_2} A r \log_e \frac{r}{r_1} dr.$$

La première intégrale devient immédiatement

$$\int_{r_1}^{r_2} A \log_e \frac{r_2}{r_1} r\, dr = A \log_e \frac{r_2}{r_1} \left[\frac{r_2^2}{2} - \frac{r_1^2}{2}\right].$$

La seconde sera calculée par parties et on obtient, tous calculs faits

$$\Delta V' = \frac{\alpha RI^2}{4K} \left[(r_2^2 - r_1^2) - 2 \log_e \frac{r_2}{r_1} r_1^2\right]$$

et si r''_2 désigne le rayon correspondant au volume final, ce rayon est donné par l'équation

$$r''_2 = r_2 \sqrt{\frac{\Delta V' + V + V_c}{V + V_c}}.$$

où V_c est le volume du conducteur de cuivre et V, celui de l'isolation.

Revenons maintenant au cas général où la couche extérieure de l'isolation s'échauffe par rapport à la température ambiante, le cas étudié précédemment s'appliquant particulièrement au câble sous-marin. Cet échauffement est donné par les formules classiques

$$\theta_s = RI^2 \times R_s,$$

pour câble monopolaire dans un sol de résistance thermique R_s,

$$\theta_s = 3RI^2 \times R_s,$$

pour câble tripolaire, également dans un sol de résistance thermique R_s,

$$\theta_a = \frac{445}{D} \times RI^2,$$

pour câble monopolaire dans l'air, D étant le diamètre sous plomb.

L'augmentation de volume dû à cet échauffement est donc, pour l'unité de longueur du câble, de

$$\Delta V'_1 = \alpha\pi (r_2^2 - r_1^2)\, \theta_s$$

ou

$$\Delta V'_1 = \frac{\alpha\pi}{D} (r_2^2 - r_1^2)\, 445\, RI^2.$$

Donc, d'une façon générale, le volume final est de

$$V' = V + V_c + \Delta V'' + \Delta V'_1 = \pi (r_2^2 - r_1^2)(1 + \alpha\theta_s)$$
$$+ \frac{\alpha RI^2}{4K} \left[(r_2^2 - r_1^2) - 2 \log_e \frac{r_2}{r_1} r_1^2\right] + V_c,$$

soit une augmentation en centièmes de

$$\frac{V'' - V}{V + V_c} = \frac{\Delta V' + \Delta V'_1}{V + V_c}.$$

Voyons maintenant quel est l'allongement que va subir la fibre externe du câble lorsque la dilatation que l'on vient de calculer a lieu. Les allongements des fibres seront dans le rapport de ceux des rayons, ou encore de la racine carrée des volumes (il s'agit de

l'unité de longueur avec dilatation latérale seulement). L'allongement en centièmes du papier sera donc de

$$\delta = \frac{r''_2 - r_2}{r_2} = \frac{\sqrt{V''} - \sqrt{V}}{\sqrt{V}} = \sqrt{1 + \frac{\Delta V}{V}} - 1.$$

Pour que le câble ne soit pas abîmé par cet échauffement, il suffit que la limite d'élasticité du papier ne soit pas dépassée, c'est-à-dire que l'allongement qui vient d'être calculé ne dépasse pas l'allongement élastique du papier considéré, β tel que

$$\sqrt{1 + \frac{\Delta V}{V}} - 1 \leqq \beta.$$

IV. Application au calcul de la température maximum admissible dans un câble métallisé. — Pratiquement, pour se rendre compte de la température maximum admissible dans un câble déterminé et par conséquent de la surcharge de courte durée possible, on commencera par déterminer les caractéristiques des éléments du câble : coefficient de dilatation α de l'ensemble papier et huile; allongement élastique du papier imprégné β et conductibilité thermique K de l'isolant.

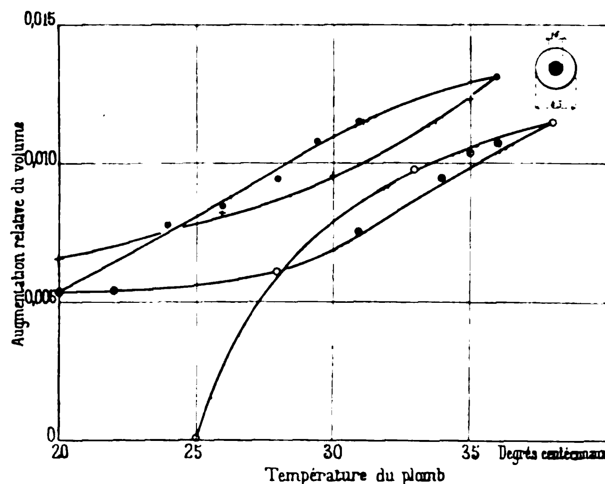


Fig. 2. — Courbe des variations du volume d'un câble ordinaire à 60 000 v, à 1 conducteur de 150 mm², placé dans l'air, en fonction de la température du plomb.

La dernière inégalité donne le volume maximum que l'on puisse obtenir par dilatation sans nuire au bon fonctionnement du câble et l'équation précédente, le courant maximum admissible dans le câble.

Ce calcul simple permet de se rendre compte, d'une façon approximative, de la charge possible d'un câble, charge qui n'est pas forcément la charge économique du câble, mais qui, dans certains cas particuliers, peut être admissible.

Nous allons maintenant voir par un exemple que ce calcul se vérifie expérimentalement. Prenons le cas du câble à un seul conducteur à 60 000 v (1 × 150 mm²). Ses caractéristiques sont les suivantes (en unités du système C. G. S.)

$$r_1 = 0{,}8, \quad \alpha = 6 \times 10^{-4}, \quad \beta = 0{,}01,$$
$$r_2 = 2{,}3, \quad K = 1{,}75 \times 10^{-3}.$$

Calculons d'abord l'augmentation de volume pour une charge de 300 A (câble dans l'air)

$$\theta_{r_1}^{r_2} = 11°\text{C}, \quad V + V_c = 16{,}6,$$
$$\Delta V' = 0{,}034, \quad \Delta V'_1 = 0{,}093,$$

soit une augmentation relative de

$$\frac{\Delta V' + \Delta V'_1}{V + V_c} = \frac{0{,}127}{16{,}6} = 0{,}00765.$$

En admettant une bonne évacuation de la chaleur en raison de l'armature noire du câble, la température extérieure est d'environ 6°C supérieure à celle de l'air ambiant, soit une augmentation totale de la température du cuivre de 17°C par rapport à la température initiale,

Cherchons maintenant la température limite que peut supporter le câble à 60 000 v placé dans un sol dont la résistance thermique est de $R_s = 60$ (valeur ordinaire de la résistance thermique du sol calcaire). Les résultats du calcul sont consignés dans le tableau I.

TABLEAU I. — *Valeurs des variations de volumes et des échauffements calculés pour un câble à un seul conducteur, à 60 000 volts, pour différents régimes.*

COURANT I ampères	Augmentation partielle DU VOLUME EN VALEUR ABSOLUE $\Delta V'$	Augmentation partielle DU VOLUME EN VALEUR ABSOLUE $\Delta V'_1$	AUGMENTATION RELATIVE DU VOLUME $\frac{\Delta V' + \Delta V'_1}{V + V_c}$	ÉCHAUFFEMENTS θ_s degrés C	θ degrés C	θ_r degrés C
100	0,00306	0,0061	0,00055	0,7	1,03	1,73
200	0,0127	0,0254	0,0025	2,88	4,65	7,53
300	0,03	0,0595	0,00535	6,75	10,9	17,65
400	0,0545	0,11	0,0099	12,4	20	32,4
500	0,088	0,176	0,0159	20	32,4	52,4
600	0,130	0,260	0,0235	29,6	48,5	78,5
700	0,182	0,364	0,033	41,4	67	108,4

Des valeurs du rapport de l'augmentation de volume au volume initial, on peut déduire qu'approximativement, pour un courant de 500 A, le pourcentage de l'augmentation de volume est de 2 pour 100, ce qui correspond à un allongement de 1 pour 100 de la fibre de papier, limite élastique du papier imprégné. Il est donc prudent pour un tel câble, placé dans un sol dont la résistance thermique est de 60, de ne pas dépasser un courant de 500 A. Nous indiquons cette valeur inférieure de la charge, car il faut tenir compte de l'allongement du papier qui a eu lieu déjà pendant l'enrubannage du câble. Il est évident que le freinage de la machine à enrubanner produit sur le papier un effort de traction qui n'est pas négligeable.

Ce courant de 500 A produit un échauffement entre cuivre et plomb de 32,4° et un échauffement entre terre et plomb de 20°, soit un échauffement total de 52,4°. La température initiale étant de 15°, on arrive à une température maximum du cuivre de 67° environ, valeur confirmée par l'expérience. Ces calculs sont vérifiés par les résultats d'exploitation des réseaux. On sait, en effet, d'après les observations que l'on a pu faire, qu'un câble métallisé est stable en service jusqu'à une température du cuivre comprise généralement entre 60° et 70°C, valeurs que l'on trouve par le calcul et qui sont sujettes à de légères variations suivant les qualités des matières premières employées.

V. **Résultats expérimentaux.** — Nous avons voulu cependant, par un essai de dilatation sur un câble ordinaire, à un seul conducteur, à 60 000 V, vérifier les valeurs des dilatations trouvées par le calcul. Nous en avons profité également pour mesurer les pertes diélectriques avant et après la dilatation.

Les résultats trouvés sont consignés dans les tableaux II et III.

La comparaison des tableaux I et II montre :

1° Que les résultats expérimentaux de la dilatation correspondent bien au calcul ; en effet, on trouve expérimentalement 0,0084 au lieu de 0,0077 par le calcul. La difficulté de la mesure de la dilatation du câble explique bien cet écart de 10 pour 100 entre les deux valeurs trouvées et calculées ;

2° Que, conformément à l'explication donnée relative au défaut d'élasticité du plomb, il se forme un espace entre le plomb et l'isolant à la suite d'échauffements et de refroidissements successifs.

De l'examen du tableau des pertes diélectriques, il résulte que le câble a été abîmé par cet échauffement à 50°C. Naturellement ces bulles gazeuses, qui se trouvent à l'extérieur de l'isolement, travaillent au plus faible gradient de potentiel du câble ; mais, à la longue, elles produisent des brûlures à la surface de l'isolant. Ceci explique que souvent on trouve des traces de brûlure à l'endroit des câbles où le gradient de potentiel est le plus faible, tandis que les points travaillant au plus fort gradient de potentiel, c'est-à-dire ceux qui se trouvent au voisinage du cuivre sont intacts.

Des essais de dilatation sur un toron métallisé ont montré qu'il n'y a pas de dilatation résiduelle, c'est-à-dire que la métallisation suit exactement les mouvements du diélectrique. Il en résulte évidemment que si la température de 60° à 70°C n'est pas dépassée, le câble doit rester identique à lui-même avant et après échauffement.

Tableau II. — *Valeurs des variations de volume et températures relevées expérimentalement sur un câble.*

Température du plomb degrés C	Température du cuivre degrés C	Augmentation relative (1) du volume
Premier échauffement.		
25	25	0
28		0.0060
33		0.0097
35		0.0104
38	49	0.0115
Refroidissement après rupture du courant.		
36		0.0107
34		0.0094
31		0.0074
22		0.0054
20	20	0,0054
Deuxième échauffement.		
20	20	0,0054
24		0,0078
26		0,0084
28		0,0094
29,5		0,0107
32		0,0115
36	47	0,0131
Refroidissement après rupture du courant.		
35		0,0123
33,5		0,0115
30		0,0095
26		0,0081
20	20	0,0066

(1) Les nombres indiqués dans cette colonne ont servi à l'établissement des courbes de la figure 2.

Tableau III. — *Valeurs de l'angle des pertes diélectriques du câble pour diverses valeurs de la tension avant et après deux échauffements.*

Tension simple kilovolts	cos φ avant échauffement	cos φ après premier échauffement du cuivre à 49°C	cos φ après deuxième échauffement du cuivre à 47°C
10	0,0074	0,0072	0,0077
15	0,0074	0,0080	0,0095
20	0,0074	0,0090	0,0110
25	0,0076	0,0120	0,0140
30	0,0080	0,0130	0,0152
35	0,0090	0,0140	0,0159
40	0,0096	0,0143	0,0160

Nous donnons dans le tableau IV la valeur des pertes diélectriques d'un câble métallisé tripolaire à 60000 v, d'une provenance différente de celle du câble relatif à l'exemple précédent ; ce câble à trois conducteurs, de 3×100 mm² de section, a une épaisseur radiale de l'isolement de 12 mm.

TABLEAU IV. — *Valeur de l'angle des pertes diélectriques d'un câble métallisé à trois conducteurs en fonction de la tension avant et après échauffement.*

TENSION SIMPLE kilovolts	COS φ AVANT ÉCHAUFFEMENT	COS φ APRÈS ÉCHAUFFEMENT à 50°
10	0,0042	0,0042
15	0,0042	0,0042
20	0,0042	0,0042
25	0,0042	0,0042
30	0,0042	0,0042
40	0,0042	0,0042
45	0,0042	0,0042
50	0,0042	0,0042

Les courbes de la figure 3 montrent les variations des pertes diélectriques pour les deux échantillons de câbles.

On constate que, conformément à l'hypothèse, les propriétés du câble n'ont pas été modifiées par l'échauffement à 50°C. Toutefois, il est nécessaire, pour vérifier d'une façon plus complète cette hypothèse, de faire un grand nombre d'essais sur les câbles constitués par des matières premières différentes (papier et matières d'imprégnation) et de noter soigneusement la température à partir de laquelle l'isolant est abîmé (essais de pertes diélectriques et de perforation). Nous espérons que cette note suscitera des recherches dans ce sens et nous continuons nous-mêmes ce genre d'essai.

VI. Conclusion. — Des observations faites sur les réseaux à haute tension, du calcul précédent et de nos essais, nous pouvons conclure qu'un câble peut être abîmé de deux façons, lorsque les charges sont trop élevées :

1° A températures assez basses, par ionisation des espaces compris entre l'isolant et le plomb et dans les bourrages, qui se forment lors des échauffements et refroidissements successifs à cause du peu d'élasticité du plomb ;

2° A haute température, par destruction de la fibre de papier des bandes soumises à une traction trop forte du fait de la dilatation de la masse de papier huilé qu'elles contiennent.

La première de ces deux causes peut être entièrement éliminée par l'emploi des câbles métallisés. En ce qui concerne la seconde cause, il est prudent, avec les matériaux employés à l'heure actuelle pour la construction des câbles, de ne pas dépasser une température de 60°C dans le câble, soit un échauffement de 45°C. Cette température est d'ailleurs très élevée et dépasse de loin celle qui correspond à la charge économique du câble (la moitié généralement). Il est cependant nécessaire de connaître cette température maximum pour pouvoir, en cas de besoin, surcharger momentanément les conducteurs d'un réseau.

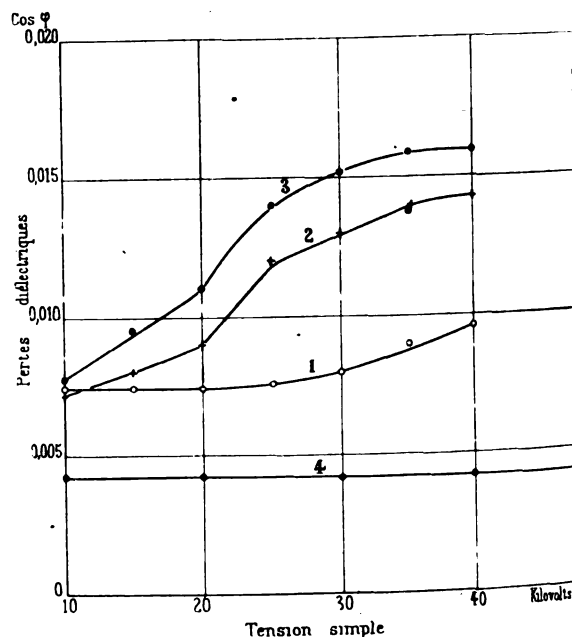


Fig. 3. — Courbes des pertes diélectriques en fonction de la tension : 1, 2, 3 d'un câble ordinaire à 1 conducteur ; 1, avant échauffement ; 2, après un échauffement à 50°C ; 3, après échauffement à 47°C ; 4, d'un câble métallisé à 3 conducteurs, avant et après échauffement à 50°C.

On voit donc qu'il n'est pas besoin, pour satisfaire à la condition de stabilité en service, de changer le mode de construction, au moins dans la limite que permet d'atteindre la construction habituelle. Les matériaux employés jusqu'à maintenant et la manière actuelle de fabriquer les câbles répondent aux conditions de stabilité qui sont désirables pour la bonne tenue des câbles en service.

M. HŒCHSTÆDTER et R. BARRAT.

Sur l'étude des moteurs asynchrones polyphasés à plusieurs vitesses (Errata)

Dans l'article de M. de Pistoye publié sous ce titre dans les numéros de cette revue des 5, 12, 19 et 26 novembre et des 3, 10 et 17 décembre 1927, se sont glissées quelques erreurs. On trouvera ci-dessous les corrections qu'il convient d'y apporter.

Numéro du 5 novembre 1927.

Page 731, 1re col., entre les 14e et 15e lignes, ajouter :

En réalité, pour apprécier le champ parasite dans chaque zone, on devrait faire l'intégrale de la force magnétomotrice agissant sur la zone considérée comme nous l'indiquerons dans la 2e partie de cette étude à propos du bobinage à 6-8-12 pôles; on trouverait alors une différence beaucoup plus grande entre le cas du diphasé et celui du triphasé.

			Au lieu de	Lire
Page 730	1re col.,	4e ligne, en remontant	$\frac{1}{n}$	$\frac{1}{2n}$
Page 733	1re col.,	24e ligne	p_2	p_1 (6 pôles)
Page 734	1re col.,	48e ligne	$p_2 = 6$	$p_1 = 6$
Page 736	1re col.,	note (1), dernière ligne	*p*.5.1	*p*.15

Numéro du 12 novembre 1927.

			Au lieu de	Lire
Page 778	1re col.,	11e ligne	$\frac{I_{cc4}}{I_{cc2}} = \frac{1}{4}\,\frac{\frac{16}{14}}{\frac{16}{10}} = \frac{1}{5,2}$	$\frac{I_{cc4}}{I_{cc2}} = \frac{1}{4}\,\frac{\frac{16}{13}}{\frac{16}{10}} = \frac{1}{5,2}$
Page 779	2e col.,	28e ligne	U_2	U_r
Page 785	1re col.,	18e ligne	A et N	A et M

Numéro du 19 novembre 1927.

			Au lieu de	Lire
Page 830	1re col.,	19e ligne	assez régulière	assez irrégulière
Page 836	2e col.,	27e et 28e lignes	branchées aux points A et B du schéma de la figure 42	branchées à la place des bobinages auxiliaires de la figure 41
Page 837	1re col.,	27e ligne	que très faiblement amortis	pas amortis
Page 838	2e col.,	dernière ligne	figure 51	figure 50
Page 845	1re col.,	2e ligne	figure 57	figure 59
Page 850	1re col.,	8e ligne, en remontant	induction successive	induction excessive
Page 852	1re col.,	légende de la figure 70	bobinage 4 et 8 pôles en court-circuit	bobinage 8 et 16 pôles en court-circuit

Numéro du 26 novembre 1927.

			Au lieu de	Lire
Page 890	2e col.,	figure 23	$2p = 2\,(N' - 2)$	$2p = 2\,(3N' - 2)$
Page 899	1re col.,	13e ligne	tableau IV	tableau VI
Page 899	1re col.,	15e ligne	grand nombre de pôles	grand nombre de polarités
Page 904	1re col.,	28e à 33e ligne	meilleur coefficient ..... sauf à 8 pôles	qui donne le minimum de dispersion; ce sera donc le pas diamétral à 16 pôles qui donne le recouvrement à moitié des bobines consécutives.

Numéro du 3 décembre 1927.

			Au lieu de	Lire
Page 947	1re col.,	33e ligne	l'un ou l'autre	l'un sur l'autre
Page 947	2e col.,	9e ligne, en remontant	S_2	S_1
Page 950	2e col.,	25e et 26e lignes	entre les circuits S et R précédemment étudiés	entre les deux circuits précédemment étudiés
Page 952	2e col.,	32e et 33e lignes	représentées par OR_1 et OR_2	représentées par OQ_1 et OQ_2
Page 959	1re col.,	27e ligne	figure 5c	figure 35c
Page 963	1re col.,	23e ligne	figure 62	figure 64
Page 963	1re col.,	24e ligne	figure 61	figure 63

Numéro du 10 décembre 1927.

			Au lieu de	Lire
Page 1005	1re col.	25e ligne	figure 30	figure 31
Page 1008	2e col.,	note 2, 2e et 3e lignes	nos 480 519 et 480 570 du 27 décembre 1914, nos 496 157 et 534 370 du 4 février 1919	nos 480 519 et 480 520 du 27 décembre 1915 no 496 157 du 4 février 1919
Page 1013	1re col.,	16e ligne	figure 8	figure 32
Page 1013	1re col.,	dernière ligne	figure 9	figure 29
Page 1013	2e col.,	13e ligne	$\eta = 0{,}495$	$\eta = 0{,}700$
Page 1014	1re col.,	14e ligne	figure 12 de la première partie.	figure 24. Ce schéma
Page 1016	2e col.,	1re ligne	4 et 7	4 et 10
		6e à 12e ligne	1 et 10. Pour éviter que les différents pôles........................ .... entre les différents pôles	1 et 7. Ce montage donne lieu à des forces magnétomotrices assez fortement déséquilibrées pendant la période de démarrage.
Page 1018	1re col..	27e ligne	45 pour 100	4,5 pour 100
Figure 36			Intervertir les numéros des bobines 3 et 6, 7 et 10, 11 et 2	
Figure 37			Intervertir les numéros des bobines 7 et 10 et les flèches correspondantes	

Numéro du 17 décembre 1297.

			Au lieu de	Lire
Page 1072	2e col.,	26e ligne	figure 36	figure 24
Page 1076	1re col.,	4e ligne	32 bornes	23 bornes

Revues, analyses et informations

Mesure du rapport et du déphasage des très hautes tensions alternatives (1)

I. Introduction. — Il est important, en pratique, de pouvoir mesurer avec une grande précision le rapport des valeurs efficaces de deux tensions ainsi que leur déphasage ; dans ce cas rentrent les tensions primaires et secondaires des transformateurs de distribution et des transformateurs de mesure et on peut dire que, pour ce genre d'appareils, il n'existe pas encore de procédé donnant des résultats satisfaisants. Par exemple, quand on utilise un wattmètre électrostatique pour la mesure des pertes diélectriques, il est généralement reconnu qu'il est bon de n'appliquer qu'une fraction connue de la tension à l'aiguille de l'instrument, ce qui permet d'éviter la construction d'un appareil pour hautes tensions ; à cet effet, on prend une dérivation sur l'enroulement secondaire du transformateur d'alimentation ; il faut alors connaître très exactement le rapport de la tension dérivée à la tension totale et, en outre, leur déphasage doit être nul. Le pourcentage de l'erreur commise dans la mesure du rapport se répète exactement dans la mesure de la puissance, mais un très faible déphasage, à moins qu'on ne s'arrange pour le compenser, entraîne une erreur considérable dans la mesure de la puissance à cause des facteurs de puissance très petits que l'on rencontre généralement dans les essais des diélectriques. L'auteur cite, à titre d'exemple, le facteur de puissance de l'ébonite qui est de 0,01 et qui peut conduire à une erreur de 18 pour 100 si le déphasage atteint seulement un dixième de degré.

II. Principe et description de la méthode de mesure d'un rapport de transformation. — Le principe de la méthode préconisée est le suivant. Les enroulements à haute et basse tension du transformateur en essai sont connectés de telle sorte que la tension appliquée et la tension induite dans le secondaire soient de même sens. Le point de jonction des deux enroulements est mis à la terre et ainsi, une des extrémités de l'enroulement à haute tension se trouve abaissée au potentiel du sol, ce qui est une des conditions dans lesquelles fonctionnent la plupart des transformateurs. Les deux enroulements sont shuntés par deux condensateurs, C_1 et C_2, (fig. 1), en série, dont le premier est un condensateur étalon à air, de capacité exactement connue, de facteur de puissance sensiblement nul et capable de supporter la totalité de la haute tension. Au lieu d'un condensateur à plateaux et anneau de garde, il est préférable d'utiliser un condensateur cylindrique du type Petersen, d'une capacité

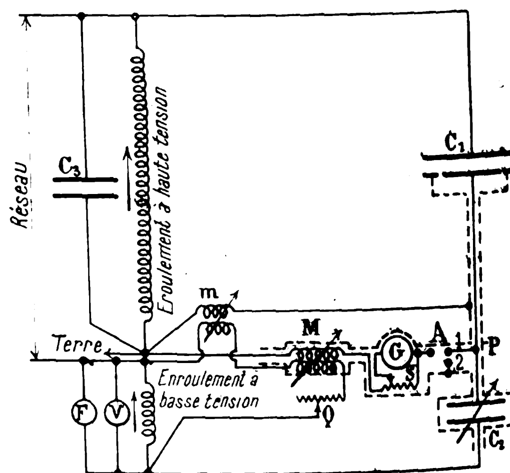


Fig. 1. — Schéma d'un montage permettant la mesure du rapport de transformation d'un transformateur.

de 100 μμF et résistant à une tension de 150 kV, avec un facteur de puissance de 0,0001. C_2 est un condensateur à air variable auquel on demande seulement de supporter la basse tension du transformateur avec un bon facteur de sécurité. D'autre part, comme le rapport de transformation cherché est, en général, élevé, il faut aussi donner à C_2 une grande capacité, de l'ordre de 1 200 μμF ; au delà, C_2 sera constitué par quelques bons condensateurs au mica, de capacité fixe.

(1) B.-C. Churcher. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, avril 1927, t. LXV, p. 430-439, 8 500 mots, 6 figures.

couplés en parallèle avec un condensateur variable pour le réglage. Les condensateurs au mica étant affectés d'un facteur de puissance appréciable, l'auteur ne suppose pas, dans tout ce qui suit, que le facteur de puissance de C_2 soit nul.

Un conducteur réunit le point de jonction des enroulements des deux transformateurs à l'enroulement secondaire d'une inductance M couplée elle-même en série avec un galvanomètre à vibrations G shunté par la résistance S et un commutateur A. Quant aux extrémités du primaire de M, elles sont connectées aux bornes du secondaire du transformateur en essai par l'intermédiaire d'une résistance non inductive Q, de valeur élevée par rapport à la réactance du circuit. M et Q peuvent être tous les deux variables ou l'un seulement, fixe. Tous ces accessoires, c'est-à-dire M, G, S et C_2 sont pourvus d'écrans ; le fil qui réunit C_1 à C_2 est également protégé et tous ces écrans ainsi que l'anneau de garde de C_1 sont connectés au point de jonction des deux enroulements du transformateur et, par suite, à la terre, par l'intermédiaire de l'enroulement secondaire d'une inductance auxiliaire m dont le primaire se trouve en série avec le primaire de M et la résistance Q. Le commutateur A est monté dans le circuit du galvanomètre de telle sorte qu'en l'amenant sur le contact 2, il insère le galvanomètre dans le circuit allant de la terre aux écrans.

En pratique, on opère de la manière suivante. On applique la tension du réseau à l'enroulement à haute tension ; la valeur de cette tension et la fréquence sont connus avec une précision suffisante par le wattmètre V et le fréquencemètre F connectés aux bornes de l'enroulement à basse tension. Le commutateur A étant abaissé sur le contact 1, on règle C_2 et M jusqu'à ce que l'aiguille du galvanomètre revienne au zéro ; puis on rebascule le commutateur sur le plot 2 et, cette fois, c'est sur m que l'on agit pour amener de nouveau le galvanomètre au zéro. On remet le commutateur sur le contact 1 et on établit l'équilibre final en réglant C_2 et M. Puisqu'on a réalisé l'équilibre pour les deux positions du commutateur, il est évident qu'il n'existe pas de différence de potentiel entre le galvanomètre, le shunt, le commutateur, le fil allant de C_1 à C_2 et l'armature interne de C_1, qui sont tous au même potentiel, d'une part, ni, d'autre part, entre les écrans et l'anneau de garde de C_1. Par conséquent, bien qu'il existe une capacité additionnelle entre l'anneau de garde de C_1 et l'armature qu'il entoure, puis entre les écrans et les appareils qu'ils protègent, cette capacité n'a aucun effet sur l'équilibre général du fait qu'on a éliminé toute différence de potentiel entre l'ensemble. Le galvanomètre ainsi que les appareils qui lui sont associés et les conducteurs, sont donc effectivement protégés contre les champs électriques de dispersion sans que les capacités de C_1 et C_2 soient affectées en aucune manière.

L'auteur signale que l'emploi de la mutuelle inductance auxiliaire m est un raffinement inutile dans la plupart des cas pratiques. Si les écrans sont directement connectés à la terre, la différence de potentiel qui existe entre eux et les appareils qu'ils enveloppent n'a que la valeur de la tension induite dans l'enroulement secondaire de M, qui est de l'ordre de quelques volts : elle ne peut donner lieu qu'à un faible courant de capacité additionnel, qui, s'il est petit par rapport aux courants qui traversent C_1 et C_2, n'exerce qu'une action négligeable sur l'équilibre général.

La mutuelle inductance qui sert à compenser le déphasage peut être remplacée par une résistance en série avec l'un des condensateurs C_1 ou C_2, cette résistance étant reliée à l'armature mise à la terre. Le choix du condensateur dépend de l'avance ou du retard de la haute tension sur la basse tension, c'est-à-dire dépend de l'enroulement auquel la tension d'essai est appliquée ; mais les résistances placées à l'intérieur des écrans ont l'inconvénient d'augmenter la capacité additionnelle et il est alors impossible d'avoir une tension rigoureusement nulle entre les écrans et les appareils qu'ils entourent, par suite de l'existence d'un déphasage. La méthode dans laquelle on fait usage d'une mutuelle inductance est la plus précise, la plus souple et la plus facile.

III. Calcul du déphasage. — On suppose que M est une mutuelle inductance pure et que les déphasages à déterminer sont faibles. Le diagramme vectoriel du circuit est représenté en figure 2. E_1 et E_2 désignent respectivement la haute et la basse tension ; φ, leur déphasage ; M, la valeur de la mutuelle inductance au moment où l'équilibre est réalisé ; R et ωL, la résistance et l'inductance totales du circuit primaire de la mutuelle inductance ; $90 - \delta$, le déphasage

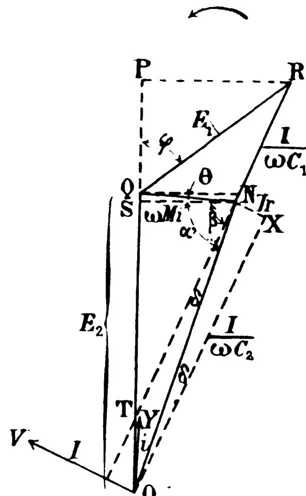


Fig. 2. — Diagramme vectoriel du circuit de la figure 1

entre E_2 et la force électromotrice du secondaire de la mutuelle inductance ; i, le courant du circuit primaire de la mutuelle inductance ; I, le courant qui traverse C_1 et C_2 au moment où l'équilibre est réalisé ; θ, l'angle de perte du condensateur C_2.

La basse tension OQ est en avance sur la haute tension RQ, de l'angle $180° + \varphi$; RN est la tension aux bornes de C_1 et NO, aux bornes de C_2. La somme vectorielle de ces deux tensions est nécessairement égale à celle des tensions E_1 et E_2 : en état d'équilibre, les courants qui traversent C_1 et C_2 sont égaux. Le vecteur courant est tracé perpendiculairement à RN puisque C_1 est une capacité pure. NO est déphasé sur le courant de $90° - \delta$, δ étant l'angle de perte du condensateur C_2. Le vecteur NX est égal à Ir, r étant la résistance effective en série avec C_1. OY représente le vecteur de i ; il est déphasé sur E_2 d'un angle donné par $\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega L}{R}$. QN est la force électromotrice induite dans le secondaire de la mutuelle inductance à l'équilibre et se trouve en quadrature avec OY. On a

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{PR}{PQ}$$

et
$$\cos \beta = \cos (\alpha - \delta) = \cos \alpha \cos \delta + \sin \alpha \sin \delta$$

$$= \frac{\frac{\omega Mi \cos \theta}{I}}{\frac{I}{\omega C_2 \cos \delta}} \cos \delta + \frac{\left\{ \left(\frac{\omega C_2 \cos \delta}{I} \right)^2 - (\omega Mi \cos \theta)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}}{\frac{I}{\omega C_2 \cos \delta}} \sin \delta.$$

Si le condensateur C_2 est à peu près de bonne qualité, on peut admettre que δ est très petit et remplacer $\cos\delta$ par l'unité; la formule ci-dessus se simplifie et l'on trouve

$$\cos\beta = \frac{\omega^2 M i C_2 \cos\theta}{I} + \left[\left\{1 - \left(\frac{\omega^2 M i C_2 \cos\theta}{I}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \sin\delta\right].$$

Prolongeons le vecteur RN jusqu'à son intersection avec OQ en T et représentons NT par A; puis, par N, menons la perpendiculaire à OQ. On a

$$A = \frac{\omega M i \cos\theta}{\cos(\alpha - \delta)} = \frac{1}{\frac{\omega C_2}{I} + \left\{\left(\frac{1}{\omega M I \cos\theta}\right)^2 - \left(\frac{\omega C_2}{I}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \sin\delta}.$$

On a aussi

$$PR = \left(\frac{NT + NR}{NT}\right) NS = \omega M i \cos\theta \, \frac{\left(A + \frac{1}{\omega C_1}\right)}{A}$$

et

$$PQ + QS = ST \times \frac{NR}{NT},$$

$$PQ = [A^2 - (\omega M i \cos\theta)^2]^{\frac{1}{2}} \frac{\frac{I}{\omega C_1}}{A} - \omega M i \sin\theta;$$

en substituant, on voit que $\operatorname{tg}\varphi$ est donnée par la relation

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\omega M i \cos\theta \left(A + \frac{I}{\omega C_1}\right)}{[A^2 - (\omega M i \cos\theta)^2]^{\frac{1}{2}} \frac{I}{\omega C_1} - \omega M i A \sin\theta},$$

ou, en remplaçant A par sa valeur et en simplifiant,

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{C_1 + C_2 + \left[\left(\frac{I \sin\delta}{\omega^2 M i \cos\theta}\right)^2 - (C_2 \sin\delta)^2\right]^{\frac{1}{2}}}{\left[\left(\frac{I}{\omega^2 M i \cos\theta}\right)^2 - \left(C_2 + \left\{\left(\frac{I \sin\delta}{\omega^2 M i \cos\delta}\right)^2 - (C_2 \sin\delta)^2\right)\right\}^{\frac{1}{2}}\right]^{\frac{1}{2}} C_1 \operatorname{tg}\theta}. \qquad (1)$$

Le courant i se déduit de la formule

$$i = \frac{E_2}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}};$$

de même

$$I = \omega C_2 \cos\delta \, [(E_2 - \omega M i \sin\theta)^2 + (\omega M i \cos\theta)^2]^{\frac{1}{2}},$$

relation qui devient, en posant $\cos\delta = 1$,

$$I = \omega^2 i C_2 \left[\left\{\left(L^2 + \frac{R^2}{\omega^2}\right)^{\frac{1}{2}} - M \sin\theta\right\}^2 + M \cos\theta)^2\right]^{\frac{1}{2}}.$$

On remplace I par cette valeur et, en tenant compte du fait que $\sin\delta$ sera toujours très petit, on arrive à la formule

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{1 + \frac{C_1}{C_2} + \sin\delta \frac{R}{\omega M}}{\left[\left(\frac{\left(L^2 + \frac{R^2}{\omega^2}\right)^{\frac{1}{2}}}{M \cos\theta} - \frac{\omega L}{R}\right)^2 + 1 - \left(1 + \sin\delta \frac{R}{\omega M}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} - \frac{\omega L C_1}{R C_2}}. \qquad (2)$$

Quand la valeur de $\frac{\omega L}{R}$ ne dépasse pas 0,05, on peut, sans erreur appréciable, se borner à l'expression suivante

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\omega M}{R}\left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right) + \sin\delta. \qquad (3)$$

Étant donné que l'on tolère dans le circuit primaire de M un déphasage correspondant à $\operatorname{tg}\varphi = 0,05$, il est clair qu'une petite erreur sur la valeur de M est négligeable.

Pour un groupe donné, la sensibilité au déphasage se détermine comme il suit. On fait varier M de ΔM; la force électromotrice induite dans l'enroulement secondaire de la mutuelle inductance est

$$\Delta M \omega i = \Delta M \frac{E_2 \omega}{(\omega^2 L^2 + R^2)^{\frac{1}{2}}}$$

ou approximativement

$$\Delta M \omega i = \Delta M \frac{E_2 \omega}{R}.$$

La réactance de capacité $\frac{1}{\omega C_1}$ étant généralement grande par rapport à l'impédance de l'enroulement à haute tension du transformateur en essai et que $\frac{1}{\omega C_2}$ se trouve dans les mêmes conditions vis-à-vis de l'enroulement à basse tension, les deux impédances peuvent être négligées. En représentant donc par l_g l'inductance du galvanomètre shunté; par l_m, celle du secondaire de la mutuelle inductance; par r et r_m, leurs résistances; par S, la sensibilité du galvanomètre exprimée en millimètres par microampère et par d, la déviation, on a

$$d = \Delta(\operatorname{tg}\varphi) \frac{E_2 S \times 10^6}{\left[\left\{\omega(l_g + l_m) - \frac{1}{\omega(C_1 + C_2)}\right\}^2 + (r + r_m)^2\right]^{\frac{1}{2}}\left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right)}.$$

Si l'impédance du circuit du galvanomètre est petite par rapport à celle du circuit extérieur, la déviation d se déduira avec une approximation suffisante de la relation

$$d = \Delta(\operatorname{tg}\varphi)\, E_2 S \omega C_2 \times 10^6 \text{ mm}. \qquad (4)$$

IV. Calcul du rapport des tensions. — Soit R le rapport des tensions du transformateur. On a

$$R = \frac{E_1}{E_2} = \frac{PQ}{E_2 \cos\varphi} = \frac{QR}{E_2};$$

comme

$$QR = \frac{\left\{ 1 - \left(\frac{\omega M i \cos \theta}{A} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \frac{I}{\omega C_1} - \omega M i \sin \theta}{\cos \varphi}$$

et

$$E_2 = \left[\left(\frac{I}{\omega C_2 \cos \delta} \right)^2 - (\omega M i \cos \theta)^2 \right]^{\frac{1}{2}} + \omega M i \sin \theta,$$

la formule donnant R devient

$$R = \frac{\left[\left(\frac{I}{\omega C_1} \right)^2 - \left(\frac{M i \cos \theta}{C_1 A} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} - \omega M i \sin}{\cos \varphi \left[\left(\frac{I}{\omega C_2 \cos \delta} \right)^2 - \omega (M i \cos \theta)^2 \right]^{\frac{1}{2}} + \omega M i \sin \theta}.$$

ou, en remplaçant A et I par leurs valeurs,

$$R = \frac{C_2}{C_1 \cos \varphi} \left(1 - \frac{\omega M}{R} \operatorname{tg} \theta. \right). \tag{5}$$

Pour la majeure partie des cas que l'on rencontre en pratique, on se contentera de la formule approchée

$$R = \frac{C_2}{C_1}.$$

On aura une idée de la sensibilité que l'on peut atteindre dans cette mesure en cherchant la valeur de d qui correspond à une variation ΔC_2 de C_2. On a

$$d = \frac{\Delta C_2 S (E_1 + E_2)\, 10^6}{\left[\left\{ \omega (l_g + l_m) - \frac{1}{\omega (C_1 + C_2)} \right\}^2 + r + r_m^2 \right]^{\frac{1}{2}} \left(1 + \frac{C_2 + \Delta C_2}{C_1} \right) (C_1 + C_2)} \text{ mm.}$$

Ici, encore, l'hypothèse d'un galvanomètre à impédance négligeable vis-à-vis de celle du circuit extérieur, conduit à la relation simplifiée

$$d = \Delta C_2 S \omega E_2 \times 10^6 \text{ mm.} \tag{6}$$

L'auteur signale ensuite l'influence de la forme de l'onde sur la méthode. Le galvanomètre étant sélectif, il ne subit aucune déviation par les harmoniques du courant ; la méthode ne donne donc que le rapport et le déphasage des composantes fondamentales de E_1 et E_2. Si la tension d'essai est sinusoïdale, aucune erreur sensible n'est à redouter, parce que la reproduction de la forme de l'onde primaire dans le secondaire d'un transformateur d'énergie ou de mesure, non en charge, est si précise qu'il ne se produit pas une quantité appréciable d'harmoniques dans la tension secondaire; même si la tension est légèrement déformée, la proportion d'harmoniques par rapport à l'onde fondamentale soit primaire, soit secondaire, sera exactement la même puisque celle-ci n'est que la répétition exacte de celle-là. On en conclut que le rapport et le déphasage des ondes fondamentales sont les mêmes que pour les ondes entières.

Pour être certain que sa méthode sera judicieusement employée, l'auteur fait encore les remarques suivantes. Si le transformateur est soumis aux essais dans les conditions déterminées ci-dessus, c'est-à-dire en appliquant la tension d'essai aux bornes de l'enroulement à haute tension, la charge du transformateur sera sensiblement non inductive du côté de la basse tension et, puisque ωL sera toujours petit par rapport à R, on considérera la charge comme étant une charge non inductive égale à $\frac{E^2}{R}$. Le rapport et le déphasage à vide s'obtiendront en relevant leurs valeurs pour différentes charges non inductives, puis en extrapolant pour la marche à vide ; on fait varier la charge en connectant des résistances non inductives aux bornes de l'enroulement à basse tension; si on remplace les résistances non inductives par des impédances appropriées, on pourra réaliser des charges variables.

Si la tension d'essai est appliquée aux bornes de l'enroulement à basse tension, le condensateur C_1 constitue une charge pour l'enroulement à haute tension ; dans ces conditions, ce condensateur comporte, outre sa propre capacité, celles de l'armature cylindrique extérieure mise à la terre et de l'anneau de garde. Si C'_1 désigne cette capacité, la charge est $\omega C'_1 E_1^2$ V-A. Pour les petits transformateurs, cette puissance est une fraction appréciable de la puissance nominale du transformateur. Comme ci-dessus, on fera varier la charge, en shuntant l'enroulement à haute tension par des condensateurs de capacité connue; des bornes du type condensateur rempliront très bien cet office.

Ici, l'auteur donne les résultats complets des essais qu'il a effectués sur un transformateur de 6000/110 V; puis il indique les modifications qu'il faut apporter à son montage initial : 1° pour constituer un appareil de mesure courant et 2° pour déterminer le rapport et le déphasage relatifs à l'enroulement total à haute tension d'un transformateur et aux spires correspondant à une prise soit pour voltmètre, soit pour wattmètre ; enfin, il montre comment on peut mesurer le rapport et le déphasage concernant un réducteur de tension à résistance.

V. Essai d'un réducteur de tension a résistance. — Le montage préconisé est reproduit en figure 3 ; il a quelque ressemblance avec le pont de Schering. R_4 et R_3 sont les deux résistances du réducteur avec une prise en T. C_2 est un condensateur à air à haute tension et C_1, un condensateur variable affecté d'un facteur de puissance faible, mais connu. Soit δ, l'angle de perte de C_1, et φ_1, le déphasage entre la tension totale et celle comprise entre T et la terre. On admet que, par suite de la capacité par rapport à la terre, la tension en R_4 est en retard sur la tension en R_3. Alors si $\operatorname{tg}\delta$ n'est pas supérieur à $\operatorname{tg}\varphi$, l'équilibre peut être réalisé en réglant C_1 et en shuntant R_3 par un condensateur de capacité variable. L'anneau de garde de C_2 et les écrans qui y sont reliés sont amenés à la tension convenable au moyen d'un dispositif auxiliaire composé d'un potentiomètre N et d'une mutuelle inductance m, alimentés par le réseau de la manière indiquée sur le schéma : la tension du réseau est sensiblement en phase avec la tension aux bornes du potentiomètre et on suppose qu'elle est supérieure à la tension existant entre T et la terre. Pour les petits déphasages, on a

$$\operatorname{tg} \varphi = \omega C_3 R_3 + \delta \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{C_1}{C_2}} \right).$$

Le rapport du réducteur de tension est

$$R = 1 + \frac{C_1}{C_2}.$$

Le même montage pourra s'appliquer à la détermination du rapport d'un réducteur de tension constitué par des condensateurs groupés en cascade ; toutefois, il faudra y apporter certaines modalités qui varieront suivant que le dispositif comporte des écrans ou non et qui dépendront aussi de la grandeur de la tension aux bornes de la prise. Dans le premier cas, c'est-à-dire si le réducteur de potentiel n'est pas pourvu d'écrans, il faudra avoir soin de bien

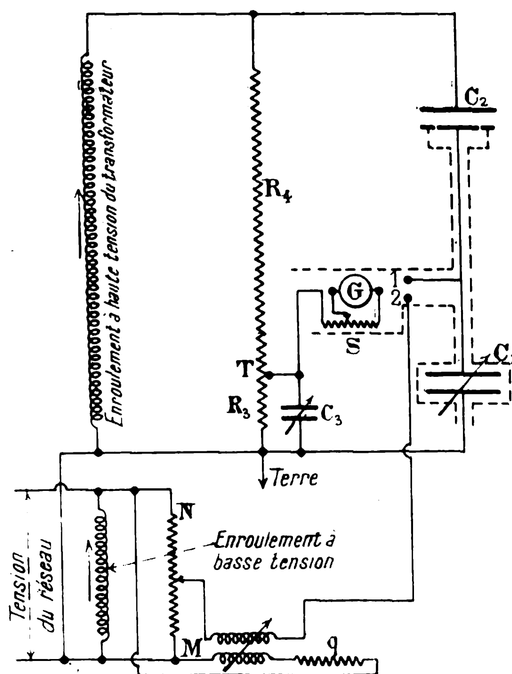


Fig. 3. — Schéma du montage d'un réducteur de tensions à résistance.

définir les conditions dans lesquelles les essais ont été réalisés. Le voisinage des objets les plus divers, chargés ou mis à la terre, tels que les conducteurs et les appareils du laboratoire, sont susceptibles de perturber sérieusement la distribution de la tension dans les réducteurs de tension à condensateurs ; on empêchera aussi l'accumulation des charges statiques sur un accessoire quelconque du montage. — B. C.

Fusibles pour grandes puissances [1].

Cette étude est le compte rendu d'une discussion qui eut lieu à la réunion de Liverpool du 8 novembre 1927 et à la réunion de Leeds du 30 novembre 1926, à propos d'un mémoire de L.-C. Grant [2].

M. L. Breach déclare qu'il n'est pas d'accord avec l'auteur sur la nécessité d'un agent spécialisé pour le remplacement des fusibles à haute tension, qui ont fondu pour une raison quelconque et, de plus, le temps exigé pour cette opération est beaucoup trop long à moins qu'on ne puisse la reporter à un moment plus propice si l'on dispose d'un groupe de transformateurs de réserve. Puis, parlant des services auxiliaires de l'usine alimentés par du courant continu, l'orateur dit que les cas sont si nombreux où il est essentiel d'éviter le passage de courants inverses qu'il est absolument indispensable de prévoir, dans les feeders principaux, des disjoncteurs actionnés par des relais à retour de courant. Pour les feeders qui desservent plusieurs sous-stations, les coupe-circuits fusibles ne permettent de réaliser aucune discrimination ni aucun contrôle de ces feeders sauf dans le cas de surcharge ; il est cependant vraisemblable qu'ils sont utiles dans les sections éloignées du réseau; on pourra adopter des fusibles à fil noyé dans un liquide ou dans l'huile. La Société dont l'orateur fait partie a utilisé, sur son réseau, des fusibles immergés du type « Empire » pour le contrôle des transformateurs en service dans les sous-stations automatiques où la charge est plus ou moins constante. On a soumis ces fusibles à des essais très sévères avant leur adoption; mais il est bien difficile de dire comment ils fonctionnent dans les conditions du réseau, puisque aucun d'eux n'a encore fondu bien qu'ils soient installés depuis plusieurs années. On a cherché à utiliser ces fusibles sur les transformateurs de tension, mais leur installation a présenté quelques difficultés en ce sens qu'on n'a pas pu leur donner l'inclinaison convenable pour maintenir le fil immergé. L'orateur, d'accord avec l'auteur, reconnaît l'avantage des résistances limitatives pour les petits transformateurs de potentiel ; elles sont adoptées sur tout le réseau exploité par sa société; elles ont l'inconvénient d'être volumineuses et probablement coûteuses en raison même de leur encombrement, mais elles renforcent incontestablement la protection pourvu qu'elles soient robustes et ne se comportent pas elles-mêmes comme des fusibles. Les fusibles à basse tension ont, tout récemment, donné lieu à de longues discussions tant au point de vue de la pression des contacts que des dispositifs de remplacement automatiques; ils se prêtent, ainsi que les fusibles enfermés dans des cartouches, à de nombreuses applications jusqu'à 250 et 300 A; au-dessus de cette intensité, on dispose les fusibles en parallèle. Depuis que l'on a installé des commutatrices à Liverpool, on a constaté une grande différence dans l'attitude des fusibles de ligne à basse tension. Quand il existait seulement des groupes moteurs-générateurs, la tension tombait sensiblement en cas de court-circuit et la rupture se faisait à basse tension, sur une longueur de 1 cm seulement ; mais avec les commutatrices, la chute de tension est faible et la rupture s'effectue pratiquement à pleine tension. Le réseau d'éclairage à courant continu de la ville de Liverpool comporte 394 feeders à basse tension, munis chacun de deux fusibles en parallèle calculés pour un courant de 130 000 A à la tension de 230 V. Malgré la présence des commutatrices, il n'a pas été nécessaire de changer le type de fusible constitué par un simple ruban de métal fusible tendu entre deux supports robustes et abrité par un écran d'amiante destiné à protéger le personnel. En terminant, l'orateur reconnaît qu'il y a un vaste champ d'application pour les fusibles à liquide ou à huile, mais sauf dans les usines génératrices et sur les feeders pour lesquels on recherche la sélectivité ; malgré tout, le disjoncteur dans l'huile n'est pas extraordinairement coûteux et il a beaucoup d'avantages sur le fusible immergé dans l'huile.

Le professeur E.-W. Marchant étudie l'influence du métal constitutif du fusible sur le fonctionnement de ce dernier et communique les résultats des expériences qui ont été réalisées à la Liverpool University. On a constaté que le courant nécessaire pour faire fondre un fusible ordinaire en étain, en cas de court-circuit brusque, est environ quatre fois plus élevé que celui exigé pour un courant constant; au

[1] *Journal of the Institution of electrical Engineers*, avril 1927, t. LXV, p. 448-456, 8 500 mots, 3 figures.

[2] *Journal of the Institution of electrical Engineers*, septembre 1926, t. LXIV, p. 920-941 ; analysé dans *Revue générale de l'Électricité*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 550.

contraire, avec des fusibles en cuivre ou aluminium, le rapport des courants de fusion instantané et constant sur un circuit de même genre que le précédent n'est que 2,6. A ce point de vue, il est donc préférable d'employer le cuivre comme matière fusible; d'autre part, la quantité de cuivre nécessaire étant bien moindre que celle d'étain, le premier métal suscitera moins d'incendies en se dispersant au moment de l'explosion du fusible. On a également réalisé des expériences sur le fonctionnement des fusibles en série avec des disjoncteurs. Beaucoup d'ingénieurs ont eu l'occasion de faire cette constatation qu'un disjoncteur calculé pour 500 A déclenchera, en cas de court-circuit, sur un circuit muni d'un fusible calculé pous 200 A seulement, sans que ce dernier explose. On a étudié ce phénomène sur une petite échelle en opérant avec un disjoncteur en série avec des fusibles de métaux divers. On a trouvé qu'un courant transitoire beaucoup plus élevé que le courant de fusion du fil pouvait faire déclencher le disjoncteur sans provoquer la fusion du fil. Quand un fusible qui fond pour un courant constant évalué à 115 en unités arbitraires, était monté en série avec un disjoncteur calculé pour déclencher à 500 unités du même système arbitraire, ce fusible fondait si le courant instantané du court-circuit (déterminé à l'aide d'un oscillographe), s'élevait à une valeur comprise entre 115 et 500; mais si le court-circuit était plus intense et que le courant instantané atteignait 600 avant la rupture du circuit, alors le disjoncteur fonctionnait avec le coupe-circuit; quand on intensifiait encore davantage le courant de court-circuit de façon qu'il atteignît 800 avant la rupture du circuit, alors c'était le fusible qui entrait le premier en action et il en était de même pour tous les courants de court-circuit supérieurs à 800. On donne de ces phénomènes l'explication suivante : si le courant de court-circuit est seulement un peu plus intense que le courant de réglage du disjoncteur, il faut un plus long délai au fusible pour s'échauffer et le disjoncteur fonctionne avant la fusion du fil. Si le courant instantané est plus intense, le fil s'échauffe plus vite et fond avant le déclenchement du disjoncteur. Enfin, on a encore constaté qu'un fusible au cuivre offre moins de danger pour le disjoncteur en série avec lui qu'un fusible à l'étain.

M. J.-A. Morton signale qu'il a récemment mis en service, sur ses installations extérieures, des coupe-circuits dont le fusible est logé dans un tube en bakélite ou un isolant analogue qui est lui-même enfermé dans une enveloppe en porcelaine. C'est la partie supérieure effilée du fusible qui fond la première et les vapeurs produites sont expulsées par la partie inférieure. Un coupe-circuit triphasé de ce genre a une puissance de rupture de 25 000 kV-A; la combinaison d'un coupe-circuit et d'une résistance décrite à la fin du mémoire semble aussi appropriée à ce genre de service. Quand on utilise des fusibles pour protéger des réseaux de câbles ou des systèmes mixtes de câbles et de lignes aériennes, si ces fusibles ne fondent pas rapidement, efficacement et pour un rapport relativement bas du courant de service et du courant de fusion, il se produit des surtensions (abstraction faite des harmoniques) sur le réseau; ces surtensions ont été enregistrées aux Etats-Unis avec le klydonographe, en des points très éloignés et elles atteignent fréquemment 1,5 à 2,5 fois la tension normale; elles ne sont pas dangereuses en elles-mêmes, mais si la fusion dure un temps appréciable, il peut naître des ondes à haute fréquence et à haute tension, c'est-à-dire des ondes à front raide ayant au moins le double de l'amplitude normale et, par suite, capables d'endommager l'isolant à des points faibles, soit instantanément soit après un certain délai.

M. T.-E. Houghton est d'avis que, parmi les coupe-circuits à fil noyé dans l'huile et enveloppe en fer, ceux de petites dimensions méritent seuls d'être retenus; les autres n'ont que des applications très limitées parce qu'ils ne constituent, en somme, qu'un simple dispositif temporisé de protection contre les surcharges et qu'ils ne peuvent pas fonctionner concurremment avec les dispositifs de protection équilibrés. Ce même orateur fait aussi quelques réserves sur l'application des fusibles aux transformateurs auxiliaires des usines génératrices et des transformateurs de distribution, parce que la puissance à couper dépasse de beaucoup 50 000 kV-A; puis il termine en faisant remarquer que le choix entre les disjoncteurs et les coupe-circuits dépendra souvent du prix de revient. A ces observations, **M. L.-C. Grant** objecte qu'il ne préconise pas l'emploi des coupe-circuits pour des rôles qui leur conviennent pas, par exemple, sur des circuits où l'usage d'un système de protection équilibré est impératif. Il existe cependant beaucoup de cas où les premiers appareils peuvent très bien être associés avec ce dernier dispositif; de même, sur certains feeders exposés en surcharge, il y a économie à insérer des fusibles, tandis que dans les installations d'abonnés, ce sont les fusibles amovibles qui l'emportent sur les disjoncteurs. Il semble que l'on n'a pas une idée bien exacte des prix des fusibles à cartouche et des fusibles à immersion dans l'huile; les premiers ne sont pas plus coûteux que les fusibles montés sur porcelaine, tandis que les seconds atteignent à peine le tiers ou la moitié du prix des disjoncteurs.

Dans une lettre communiquée à la séance, **M. W. Wilson** fait remarquer qu'il est important de savoir pour quelle valeur du courant un fusible devient inapte à fonctionner; il faut aussi connaître son emplacement, le genre de coffret dans lequel il est enfermé et si ce dernier est mis à la terre ou non; enfin, il faut avoir une idée de sa construction générale. Il ajoute ensuite que les courbes caractéristiques des fusibles monométalliques sont toutes semblables et représentées par l'équation

$$\frac{1}{I_2} = \frac{a}{T_f}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right),$$

dans laquelle a désigne une constante qui dépend de la résistivité, du pouvoir émissif et du diamètre du fil; τ est la constante de temps, fonction de la densité, de la chaleur spécifique, du pouvoir émissif et du diamètre et T_f est la température de fusion au-dessus de la pression atmosphérique. Le fait d'enfermer ou d'immerger le fil a pour conséquence simplement d'altérer une ou plusieurs constantes physiques et, par suite, de modifier l'échelle de la courbe ou, ce qui revient au même, de donner à un fusible la caractéristique d'un autre de plus petit diamètre ou d'un métal différent. L'orateur signale qu'il a réalisé un grand nombre d'essais sur des fils nus ou noyés dans le but de vérifier l'exactitude de cette formule. Toutefois, M. L.-C. Grant lui reproche de n'avoir pas tenu compte de divers facteurs, qu'il ne signale pas d'ailleurs, mais qu'il a précisément cherché lui-même à mettre en évidence par le tracé d'un grand nombre de courbes de fusibles constitués par des métaux et des enveloppes les plus variés. Il maintient aussi ses affirmations quant à l'influence des résistances mises en série avec les coupe-circuits, sur les indications du voltmètre qui sont nécessairement altérées par l'échauffement ainsi que l'ont confirmé encore les exploitants et les fabricants auprès desquels il avait fait une enquête, tandis que

M. W. Wilson, en appliquant les formules de Torchio à un élément fusible pour 5 500 v, enfermé dans un tube de 20 cm de longueur, de 1,6 cm de diamètre et garni de carbonate de calcium, a trouvé que l'échauffement d'une résistance de 200 ohms insérée en série avec le fusible atteignait à peine 1° C; après quatre courts-circuits, l'élévation de température était à peine sensible à la main.

A la réunion de Leeds, le 30 novembre 1926, M. W.-L. Lowel a fait remarquer que les coupe-circuits à fusible enfermé dans une cartouche bourrée de poudre pourraient recevoir de nombreuses applications si l'on parvenait à régler la pression de la vapeur produite par la volatilisation du métal, parce qu'il est difficile d'obtenir des matériaux capables de résister aux hautes pressions développées dans les modèles de grandes dimensions; il expose ensuite les essais de court-circuit auxquels il a soumis les coupe-circuits pour basse tension du type « aeroflex » spécialement conçus pour un dur service. Le courant nécessaire aux expériences était fourni par une batterie d'accumulateurs de 500 v et d'une capacité de 5 000 A-h, aux bornes de laquelle était branché le fusible en série avec un disjoncteur et un interrupteur à couteaux. Sur les oscillogrammes du courant coupé, on a relevé les valeurs maxima suivantes pour quatre modèles de fusibles :

Courant normal. ampères	Courant coupé. ampères
600	25 000
200	8 000
40	1 200
1	1,75

Tous les fusibles ont fonctionné d'une façon parfaite sans flamme extérieure, sans fumée et sans bruit; les essais une fois terminés, ils ont été complètement démontés et l'examen des pièces détachées n'a révélé aucune luxation, ni aucune destruction en dehors de celle du fil fusible. Les chiffres du tableau ci-dessus corroborent aussi d'une façon irréfutable les assertions de l'auteur du mémoire, qui avait constaté que ce n'est pas la résistance propre de l'élément qui joue un rôle effectif dans la limitation du courant; c'est ainsi qu'avec un fusible normal de 40 A dont la résistance y compris celle des conducteurs d'amenée du courant n'était que de 0,0248 ohm, on n'a enregistré qu'un courant de 1 200 A à la rupture, soit le vingtième seulement du courant correspondant à la résistance. Enfin, cet ingénieur ayant demandé comment il était possible de créer des coupe-circuits jouissant de la sélectivité aussi bien en surcharge qu'en court-circuit, M. L.-C. Grant lui a signalé pour tous renseignements, sa réplique exposée lors de la réunion de Londres.

En dernier lieu, M. R.-M. Longman exprime le désir d'avoir quelques informations sur les coupe-circuits dont l'élément fusible est constitué par une petite colonne de mercure; la manière et la rapidité de leur fonctionnement sont vraiment surprenantes et comparables à celles des fusibles à filament immergé dans l'huile. A cette question, l'auteur répond que les fusibles au mercure ne conviennent que pour les courants relativement faibles : il ajoute que les coupe-circuits à filament nu ou enfermé dans des coffrets en fer ne valent rien par eux-mêmes et ne sont d'ailleurs pas améliorés par l'adjonction du soufflage magnétique. Avec les appareils dont la partie fusible comporte plusieurs fils en parallèle, ceux-ci doivent être logés dans un tube de verre rempli de liquide au lieu d'une cartouche garnie de poudre. — B. C.

Les phénomènes dans le redresseur à vapeur de mercure [1].

L'auteur procède dans cet article à une étude des phénomènes physiques et du mécanisme de fonctionnement du redresseur à vapeur de mercure indépendamment de toute considération d'ordre constructif.

1. La tache cathodique. — Le mécanisme de la tache cathodique, serait le suivant : les électrons émis par la surface de la tache rencontrent dans leur parcours les molécules neutres de vapeur de mercure et les ionisent en en détachant un électron qui s'unit au premier pour conduire le courant. Le reste de la molécule, chargé positivement forme un ion positif et est attiré par la cathode. En s'approchant de celle-ci, les ions positifs produisent une charge d'espace à gradient de potentiel très élevé qui extrait des électrons de la surface relativement froide du mercure. En même temps, les ions positifs viennent la frapper, d'où la formation de vapeur de mercure qui se trouve sous une certaine pression; les électrons peuvent, de ce fait, entrer en collision avec des molécules après un trajet très court. Ainsi, l'ensemble de ces phénomènes se passe très près de la surface du mercure; il suffit donc de quelques volts seulement pour y produire un gradient de potentiel de plusieurs millions de volts par centimètre.

La tache cathodique a une surface d'environ $2,5 \times 10^{-4}$ cm² : A et se déplace à une vitesse de 10 m : s; sa température, ainsi que le montre son spectre, n'est que de 600°C environ. La pression de vapeur à sa surface est de 2,58 atmosphères, dont 1,78 dus aux collisions des ions positifs avec le mercure. Cette pression donne un parcours libre moyen d'environ $3,76 \times 10^{-6}$ cm que, pour la chute de tension de 9 v à la cathode, donne un gradient de potentiel de 2,5 millions de volts par centimètre. S'il est tenu compte d'une courbure de l'ordre des dimensions moléculaires, ce chiffre cadre suffisamment bien avec celui de 40×10^6 v : cm, calculé par Schottky dans le cas d'une surface parfaitement plane. Notons qu'on a donné le nom d'effet Schottky au phénomène d'extraction d'électrons de la surface froide d'un métal sous l'effet d'un gradient de potentiel très élevé. L'évaporation de mercure est de $7,2 \times 10^{-3}$ g : s. L'énergie totale mise en jeu est de 7,08 w : A qui se décomposent comme suit :

Energie consommée par les électrons quittant le mercure, 2,20 w ;

Evaporation cathodique du mercure à la tache, 2,20 w ;

Energie véhiculée par le mercure, 2,68 w.

Le complément de la chute cathodique (9 v ou 9 w : A), est fourni par les 1,94 w restants de l'énergie (5,04 w) acquise par les électrons en traversant la chute de tension cathodique après qu'ils ont restitué 3,1 w au mercure par les ions positifs.

Dans l'espace au delà de la cathode, il existe une chute de potentiel de 0,1 à 0,4 v : cm, suivant la température et la forme du redresseur. Les parois du redresseur sont chargées à — 5 v par rapport au potentiel d'espace et à + 4 v par rapport à la cathode. S'ils étaient au potentiel d'espace, ils ne pourraient y rester qu'à condition d'être la source d'un courant de grande intensité qui compense le courant de conduction porté par les électrons et les ions.

2. Les anodes. — Du fait des collisions, les électrons et les ions sont déviés de la droite ligne avec des vitesses beau-

(1) D.-C. Prince. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, juillet 1927, t. XLVI, p. 667-674, 4 700 mots, 21 figures.

coup plus considérables que celles du courant vers l'anode. Langmuir a ainsi constaté que la densité des électrons qui frappent une électrode témoin est de 1,5 à 4 fois le courant de déplacement suivant la température. A l'anode se concentre tout le courant résultant des électrons qui viennent la frapper naturellement. Ceux-ci libèrent toute leur énergie en tombant sur la surface de l'anode dont la température s'élève sans qu'il y ait à proprement parler de chute de potentiel anodique. Théoriquement, une anode assez grande peut recueillir tout son courant tout en étant négative par rapport à l'espace. En pratique, la plupart des redresseurs sont établis de façon que la surface d'anode soit assez grande pour que tout le courant soit du courant dévié aux charges et températures normales. La surface d'anode ne doit pas, pour ce faire, être inférieure aux 2/3 de la section de la branche dans laquelle elle est placée. Elle n'a alors à dissiper que l'énergie de combinaison des électrons. Si, par suite d'une section trop petite ou d'une cuve froide, le courant dévié est trop faible, l'anode doit s'entourer d'un champ électrique qui attire les électrons supplémentaires. Ce champ accélère les électrons qui frappant l'anode avec une très grande vitesse en provoquent un échauffement élevé. Ainsi les anodes d'une cuve froide mise soudainement en charge peuvent devenir incandescentes ou fondre.

3. Chute totale de potentiel dans l'arc. — La chute totale de potentiel varie, ainsi que le montrent les courbes de la figure 1, avec la forme même de l'ampoule et avec le refroidissement. On peut augmenter le débit d'un redresseur en consentant à une chute de potentiel totale dans l'arc, plus élevée.

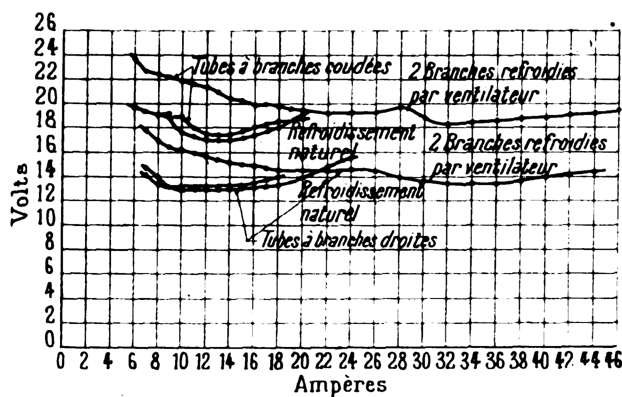


Fig 1. — Variation de la chute de potentiel dans l'arc d'un redresseur de 20 A à ampoule de verre.

4. Mesure des pressions. — La mesure des pressions dans un redresseur à vapeur présente certaines difficultés. La méthode décrite par l'auteur a été inspirée par le docteur Langmuir. Elle consiste à fixer sur la paroi de l'ampoule du redresseur des petits puits thermométriques et à déterminer, en chauffant et refroidissant ces puits, la température à laquelle le mercure se condense ou s'évapore juste sur la paroi interne de l'ampoule. Le mercure qui s'évapore doit être à l'état de vapeur saturée, si bien qu'en se reportant à une courbe des variations des pressions en fonction de la température pour le mercure, on peut connaître la pression d'évaporation du mercure. Celle de condensation n'en diffère que du fait de la surchauffe. La chaleur de surchauffe peut être déterminée par une mesure calorimétrique sur le puits thermométrique. D'ailleurs, il semble que le degré de surchauffe puisse être négligeable en tous les points. En rapprochant des courbes de la figure 1 celles donnant la variation de la pression en fonction du courant débité on constate que la chute minimum de potentiel correspond à la pression d'une colonne de mercure d'environ 0,1 mm de avec ou sans refroidissement artificiel.

On a constaté au cours de ces mesures de la pression que la chambre de condensation est à une température de 20° à 30° inférieure à celle de saturation. Il semble que la cause doive en être attribuée aux gaz non extraits du redresseur lorsqu'on y a fait le vide et qui, entraînés par la vapeur de mercure, viennent former une couche contre la paroi de la chambre de condensation, couche à travers laquelle cette vapeur doit diffuser avant de se condenser.

5. Inversion de l'arc — L'auteur donne d'abord plusieurs courbes du courant inversé, relevées expérimentalement, ainsi que le schéma de montage utilisé dans ces essais, où l'appareil en observation est protégé par deux autres tubes redresseurs alimentant chacun une anode du premier et munis chacun d'une anode auxiliaire pour l'entretien de la tache cathodique. Il termine par quelques considérations sur les causes de cette inversion. — J. S.

Essais de disjoncteurs dans l'huile [1].

1. Description d'une installation pour essais de disjoncteurs de l'Allgemeine Elektricitats-Gesellschaft. — L'alternateur de ce laboratoire, construit pour 15 000 kv-A, peut produire une puissance apparente en court-circuit de 150 000 kv-A pendant un instant. Il alimente un transformateur à faibles fuites, qui permet de réaliser toutes les tensions, de 7500 à 100 000 v. De cette façon, les disjoncteurs sont toujours essayés à leur tension de service. Des bobines de réactance placées dans une fosse, avec prises variables, permettent de régler le courant de court-circuit.

En abaissant le retard de la rupture à 0,1 s, on arrive à rompre la puissance intantanée maximum du court-circuit. Cette puissance peut être déterminée exactement à l'oscillographe. On détermine aussi la quantité d'énergie transformée en chaleur (à l'aide d'un wattmètre balistique); on enregistre les ondulations de la pression en divers points de la caisse du disjoncteur et on mesure la vitesse d'ouverture.

Pour essayer les disjoncteurs d'un pouvoir de rupture supérieur à 150 000 kv-A, on emploie le montage représenté sur le schéma de la figure 1, applicable aussi bien aux appareils à trois bacs qu'à un seul bac commun. Ce montage consiste à réunir une phase à la traverse et les deux autres aux bornes extrêmes du disjoncteur. De cette façon, chaque pôle du

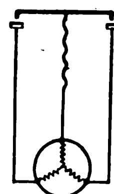


Fig. 1. — Schéma du montage pour essai des disjoncteurs à grand pouvoir de rupture.

[1] J. Biermanns. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 11 et 18 août 1927, t. XLVIII, p. 1137-1143 et 1181-1187, 11600 mots, 20 fig., 10 tabl.

disjoncteur supporte la tension totale entre deux phases. L'ensemble du disjoncteur peut être essayé sur une charge de 450 000 kV-A au lieu de 150 000 kV-A.

Cette installation, qui était très en avance sur son époque, lors de sa création, est devenue insuffisante. L'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft a mis en construction un nouveau système qui doit lui permettre de faire des essais de rupture sur 10^6 kV-A. Le principe en est le même que celui de l'ancienne, l'alternateur de 15 000 kV-A seul est remplacé par un nouvel alternateur de 100 000 kV-A.

2. Application des résultats d'essai a une conception rationnelle du disjoncteur dans l'huile. — En tenant compte des résultats obtenus sur les disjoncteurs d'anciens modèles, l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft a réalisé de nouveaux modèles qui, avec un moindre volume d'huile que les anciens, peuvent encore couper une charge de 150 000 kV-A sans aucune difficulté. Ces disjoncteurs sont établis pour 350 A sous 12 000 V. On y est arrivé en renforçant la cuve du disjoncteur, en accroissant la vitesse de rupture et en améliorant l'étanchéité. Les gaz produits sont évacués dans un tuyau spécial, qui empêche tout danger d'encrassement et de court-circuit. On a donné à leur cuve une forme ovale qui permet une certaine déformation avant rupture. La destruction accidentelle, quand elle se produit, a lieu sous une pression assez faible pour qu'il n'y ait pas de danger dans le voisinage. Alors qu'avec les anciens types, la rupture du courant se faisait en une dizaine de périodes (quelquefois 20), elle n'a duré ici que 2 à 3 périodes. C'est sans doute la raison qui, à cause de la faible quantité de gaz produite, explique le pouvoir de rupture élevé de ces disjoncteurs.

On a essayé d'améliorer et d'adapter d'anciens disjoncteurs en augmentant l'ouverture des contacts et leur vitesse d'ouverture, en renforçant la chambre à huile et en améliorant l'étanchéité. Les gaz produits ne pouvaient plus s'échapper que par le tuyau spécial d'échappement; ces modifications ne donnèrent aucun résultat satisfaisant. On adjoignit alors une chambre d'extinction à ces disjoncteurs sans autre modification. Le résultat fut remarquable. La durée de la rupture, qui était auparavant de l'ordre de 30 périodes, tomba à 3 périodes. De tels disjoncteurs triphasés, à deux pôles par phase, peuvent supporter en service courant des charges de rupture de 470 000 kV-A.

3. Essais comparatifs de disjoncteurs. — La General electric Company a effectué des essais comparatifs de rupture sur des disjoncteurs munis, les uns, de chambre d'extinction, les autres, de pôles à contacts multiples. Ces essais ont montré une grande supériorité du premier système tant en ce qui concerne la longueur maximum de l'arc, que la quantité de gaz produite. Le deuxième avantage est d'ailleurs une conséquence du premier. On explique ce résultat de la façon suivante : Dans un disjoncteur ordinaire, l'arc formé au début de l'ouverture des contacts, provoque la formation d'une masse gazeuse qui entoure l'arc; l'huile ne peut plus alors produire son effet de refroidissement. Au contraire, la chambre d'extinction, remplie d'huile, ne permet pas à cette huile de s'écarter des contacts. Il se produit des mouvements tourbillonnaires du liquide qui apportent toujours de l'huile fraiche en contact avec l'arc. L'expérience montre bien que la rupture est plus rapide quand on emploie ces chambres. Les gaz produits sont évacués progressivement par l'ouverture de sortie du contact et refroidis dans l'huile qui entoure la chambre. On évite ainsi le risque de les voir s'allumer quand ils arrivent à l'air libre.

Dans les disjoncteurs à pôles multiples dépourvus de chambre d'extinction, il peut arriver que les gaz produit expulsent l'huile de l'intervalle compris entre deux pôles. Ces gaz chauds étant conducteurs, il peut en résulter un court-circuit, un arc permanent et de graves avaries. On n'évite qu'en partie ce danger en plaçant des parois isolantes entre les divers pôles.

L'emploi des chambres d'extinction a permis d'établir une construction très avantageuse pour les appareils à haute tension. La General electric Company a pu essayer avec succès des disjoncteurs sous 132 kV, d'un pouvoir de rupture de 780 000 kV-A. Après vingt-six essais à des puissances de cet ordre, les organes étaient tous intacts; les contacts ne présentaient qu'une faible usure.

En Allemagne, on a coutume de placer les disjoncteurs à grande puissance dans des fosses bétonnées. Les essais que nous venons de signaler montrent que c'est là un surcroît de dépense injustifié. — C.-R. M.

Le bureau téléphonique Fleurus [1].

1. Principe de la distribution du trafic. — Le bureau téléphonique Fleurus, mis en service le 26 juillet 1924, est muni d'un système de distribution du trafic, destiné à répartir uniformément les appels entre les positions A et à réduire l'attente des abonnés appelants en même temps qu'à simplifier les manœuvres des opératrices A. L'auteur étudie d'abord le système distributeur de trafic. Il a été établi de façon que la répartition des appels entre les opératrices A s'effectue suivant les principes suivants :

1° Les appels, qui arrivent sur des monocordes pourvus de l'écoute automatique, ne peuvent parvenir que sur les monocordes des groupes A effectivement occupés par une opératrice;

2° Les appels sont aiguillés vers les opératrices libres de façon telle qu'aucune opératrice ne peut recevoir plus d'un appel si une opératrice au moins est libre;

3° Quand toutes les opératrices sont occupées, chacune peut recevoir un deuxième appel, mais aucune ne peut en recevoir un troisième tant qu'il y a au moins une opératrice ayant un seul appel en instance;

4° Quand toutes les opératrices ont deux appels en instance, chacune peut en recevoir un troisième, mais non plus de trois;

5° Lorsque toutes les opératrices ont trois appels en instance, les appels nouveaux qui arrivent restent en attente, mais si cela dure plus de vingt secondes, une signalisation spéciale avertit le personnel de surveillance qui peut faire occuper des groupes A supplémentaires.

On voit que d'après ces principes, toutes les opératrices ont au même instant, à une unité près, le même nombre d'appels en instance. On obtient donc ainsi un coefficient d'occupation des opératrices aussi uniforme que possible, ce qui entraîne la possibilité de proportionner exactement le nombre d'agents en service au trafic total.

2. Description du système de distribution. — L'auteur décrit alors, dans le détail, la réalisation du système. La recherche de l'abonné appelant, d'une part, et d'un monocorde d'une opératrice libre, de l'autre, se fait au moyen d'un organisme appelé « chercheur double », constitué de deux chercheurs rotatifs dont les balais sont reliés entre eux de façon constante. Sur les barres de broches de l'un des chercheurs sont raccordées les lignes d'abonnés (50 par chercheur)

[1] Ch. Perrier. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars et août 1927, t. XVI, p. 177-204 et 692-727, 20 400 mots, 28 figures.

multipliées sur les barres des autres chercheurs faisant partie du même groupe, tandis que les monocordes sont reliés aux barres de broches du deuxième chercheur et multipliés sur les autres barres des chercheurs du même groupe. Comme il y a 11 chercheurs de ligne appelante par groupe, et que chacun est relié à un chercheur donnant accès à 50 monocordes différents, reliés chacun à une position A différente, on voit qu'au total, un abonné a accès à 550 monocordes différents répartis entre 50 opératrices. L'auteur décrit alors l'appareil même qui constitue le chercheur puis, à l'aide de schémas, il montre comment s'effectuent la recherche des appels d'un monocorde, la mise en connexion, la libération qui ne se produit que quand le demandeur a raccroché et que l'opératrice A a retiré la fiche de son monocorde du jack de l'abonné demandé. Ceci permet en particulier à l'abonné appelant, en cas de faux numéro, par exemple, d'attirer à nouveau l'attention de l'opératrice en abaissant et relevant son crochet commutateur. Dans cette description détaillée, l'auteur explique aussi comment, au moyen de relais de chaîne associés à chaque monocorde, dont les contacts de travail sont connectés en série, on rend inaccessible aux appels un chercheur double dont tous les monocordes sont occupés. Il expose enfin comment, par une division en trois groupes des monocordes de chaque opératrice, on a pu réaliser le principe de distribution énoncé plus haut.

3. Ordre des opérations. — L'auteur décrit dans le détail, avec schémas, les diverses opérations : occupation et libération des monocordes, mise en écoute automatique (qui se fait au moyen d'un chercheur de poste d'opératrice, comptage (le comptage simple se faisant automatiquement à la réponse du demandé, et le comptage double au moyen d'une clé de comptage) et enfin le rappel de l'opératrice A par le demandeur ; ce rappel ne nécessite de la part de l'abonné qu'une seule manœuvre lente du crochet de son appareil, sa lampe de contrôle se mettant alors à scintiller jusqu'à l'intervention de l'opératrice.

Les groupes intermédiaires du bureau de Fleurus, comportent aussi une amélioration d'exploitation par l'introduction du contrôle interurbain permettant de distinguer si un abonné est occupé par une communication urbaine ou interurbaine. Dans le premier cas, les opératrices intermédiaires prennent la ligne d'autorité ; la communication en cours n'est pas troublée, mais la ligne est bloquée et l'opératrice interurbaine prévenue de la fin de la communication par le rallumage de la lampe de contrôle achève en ce moment la liaison avec le circuit interurbain.

Enfin, pour traiter les faux appels et permettre la libération d'un monocorde pris par un faux appel, il a été installé une table de faux appels reliée aux opératrices A par des jacks de renvoi multiples sur les positions A. Dans le cas d'un faux appel, un jeu de 60 chercheurs est mis en route (un chercheur pour 100 abonnés). Sur les lignes normales, ces chercheurs trouvent la batterie à travers une résistance de 1 000 ohms et ne s'arrêtent pas, alors qu'ils s'arrêtent sur la ligne en faux appel où ils trouvent la batterie à travers 50 ohms. En même temps le numéro de la ligne apparaît sur l'indicateur lumineux de la table. La ligne est alors isolée au répartiteur général et renvoyée à la table d'essais. Le circuit de renvoi de faux appels est établi de façon que, s'il y a plusieurs faux appels en instance, on peut les relever au cours d'une seule exploration de tous les fils de compteur des abonnés. Ils sont alors relevés dans leur ordre numérique, l'opérateur de la table n'ayant qu'à relever la clé de la ligne de renvoi correspondant au faux appel qui vient d'être identifié. Une description détaillée du fonctionnement complet de ce circuit est donnée dans l'article. — J. S.

L'installation de redresseurs à vapeur de mercure de Bonn (1).

En vue de l'extension d'une sous-station électrique située dans le centre de la ville, la municipalité de Bonn a choisi l'installation de redresseurs à vapeur de mercure, tant pour que soit évité le bruit des machines que par des raisons d'économie.

Cette installation comporte deux éléments identiques, alimentés à 6 000 v, et débitant chacun 1 500 A sous 500 v. Pour améliorer la sécurité, on a doublé les câbles d'alimentation, les barres omnibus et les transformateurs, et l'on a doté les circuits à courant continu, en outre des appareils ordinaires de protection, d'appareils de protection sélectifs, isolant le redresseur avarié seul. Nous décrirons seulement les particularités de l'ensemble.

Le principe du disjoncteur à action rapide fonctionnant à retour du courant, qui réalise cette protection sélective, est exempt de retard. Il est représenté schématiquement sur la figure 1. Pour un certain sens de courant, le flux de l'électro-aimant H, qui maintient le disjoncteur fermé, est dévié à

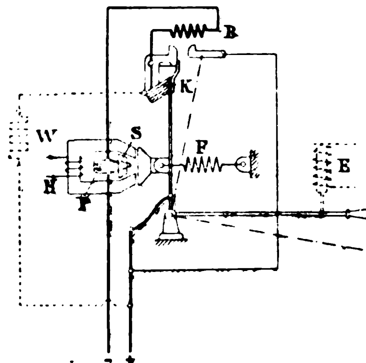


Fig. 1. — Schéma du disjoncteur automatique à action rapide pour protection sélective

travers la pièce S. Cette déviation a pour effet de libérer l'armature. L'absence du retard provient de ce qu'il y a un déplacement du flux et non une variation. Ce disjoncteur est muni d'un dispositif de commande à main.

Les deux redresseurs sont hexaphasés et munis de 12 anodes deux à deux en parallèle sur chaque phase. Les anodes ont leurs extrémités coniques et arrondies et sont munies d'une réfrigération extérieure. A l'intérieur du redresseur, elles sont enfermées dans des écrans cylindriques qui ont pour but d'imposer à l'arc un certain parcours. Ce dispositif n'est pas sans une certaine influence sur le fonctionnement et la sécurité de l'appareil, mais la construction s'en trouve simplifiée.

La chambre à vide du redresseur est enveloppée par une chambre réfrigérante, dans laquelle la circulation de l'eau est réglée automatiquement à l'aide d'un thermostat. Les sorties d'anodes et la cathode sont refroidies par des circuits séparés.

Le vide nécessaire est obtenu à l'aide de deux pompes en série. La première est une pompe à air actionnée par l'huile, et la deuxième, une pompe à vapeur de mercure destinée à parfaire le vide. Elles sont séparées par un réservoir inter-

(1) R. Hellfarth. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 4 septembre 1927, t. XLV, p. 717-724, 5 000 mots, 14 figures.

médiaire ; on peut ainsi les faire fonctionner indépendamment l'une de l'autre, bien que la pompe à mercure n'admette que des pressions de refoulement inférieures à celle d'une colonne de mercure de 10 mm. Une soupape empêche l'air de revenir accidentellement dans le redresseur. Le schéma de la pompe à vapeur de mercure est représenté sur la figure 2. Le réservoir à mercure constitue le secondaire d'un transformateur. Quand celui-ci fonctionne, la vapeur de mercure produite monte dans le corps de pompe K, refroidi

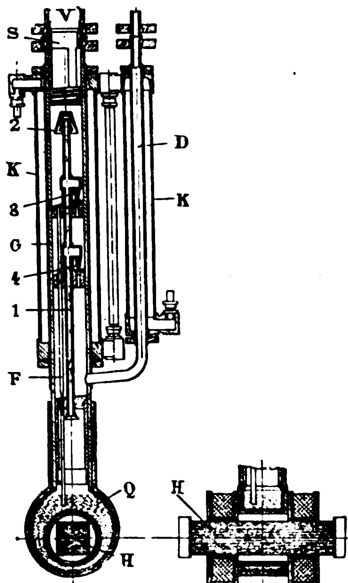


Fig. 2. — Schéma de la pompe à vapeur de mercure.

par une circulation extérieure. Elle s'y condense et provoque une dépression qui suffit pour aspirer l'air du redresseur. Les buses 3 et 4 accroissent cette aspiration en agissant comme éjecteurs. L'air est ensuite entraîné dans le réservoir intermédiaire.

Le vide est indiqué par un indicateur de vide Mac Leod et par un manomètre électrique. Ce dernier est exempt du défaut du premier, qui nécessite un réajustement à chaque lecture. L'indicateur électrique de vide est basé sur la variation de la conductibilité thermique des gaz avec la pression. Dans le gaz dont la pression est à mesurer se trouve un fil métallique chauffé électriquement à tension constante (fig. 3). La variation de pression faisant varier la conductibilité thermique du gaz, il en résulte une variation de la température de régime du fil, de sa résistance et, par suite, du courant qui le traverse. En réalité, on mesure directement la résistance à l'aide d'un pont.

Les services auxiliaires sont alimentés en courant alternatif. Pour permettre l'obtention d'un vide convenable avec

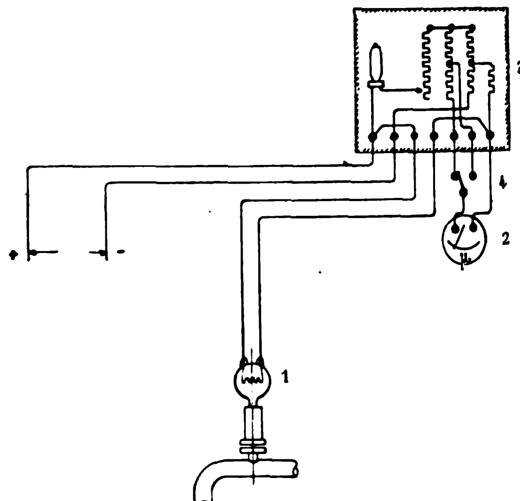


Fig. 3. — Schéma de l'indicateur électrique de vide.

du courant continu, on dispose d'un convertisseur de 5 kw. L'allumage des redresseurs est automatique. Le même relais qui assure l'automaticité de l'allumage agit également sur l'anode d'allumage lors de la marche à puissance réduite. Les transformateurs d'alimentation ont leurs primaires en étoile et leurs secondaires en double zigzag.

La chute de tension dans les redresseurs est de 6 pour 100. Les surcharges admissibles sont de 100 pour 100 pendant un instant, 50 pour 100 pendant 2 minutes et 25 pour 100 pendant 12 minutes. Le rendement ne varie que de 90 pour 100 à 92 pour 100 entre le quart de charge et la pleine charge. — C.-R. M.

ERRATUM

Dans l'étude de Vincenzo Gianella, intitulée : « Note sur le champ magnétique d'un courant circulaire » et publiée dans les numéros des 5 et 12 novembre 1927, t. XXII, p. 711-724 et 761-773, il y a lieu de faire les rectifications suivantes :

Page 713, 2e colonne, formule (9),
au lieu de $X = -\frac{1}{s}\,\partial\Psi$, lire, $X = \frac{1}{s}\,\frac{\partial\Psi}{\partial s}$;

Page 714, 1re colonne, formule (12), supprimer le facteur Ψ devant ls ;

Page 715, 1re colonne, formule (20), au dénominateur,
au lieu de $(1 - K^3 \ldots)$, lire, $(1 - K^2 \ldots)$;

Page 719, 1re colonne, 10e ligne,
au lieu de $B\,(0{,}995) = \ldots$, lire, $C = (0{,}995) = \ldots$;

Page 723, 2e colonne, 2e ligne après l'équation (49),
au lieu de $\varepsilon_{15} = \ldots = \ldots = \frac{1}{2\,(2 - nl)} + \ldots$, lire, $\frac{1}{2(31)}$;

Page 763, 1re colonne, formule (62),
au lieu de $[\log_e 1 - Z)$, lire $[\log_e (1 - Z)$;

Page 769, 1re colonne, équation (84),
au lieu de $= \frac{1}{2}\,(a_3 + \ldots)$, lire, $= \frac{1}{2}\,(a_2 + \ldots)$.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Importations et exportations françaises pendant les neuf premiers mois de l'année 1927

I. Commerce extérieur de la France.

Dans les tableaux qui suivent, nous donnons les poids et les valeurs des marchandises comprises dans les statistiques de la Direction générale des Douanes sous le nom de *commerce spécial*. Au sujet de la définition de cette appellation, il y a lieu de se reporter à une précédente étude sur le même sujet (1).

VALEUR DES IMPORTATIONS ET DES EXPORTATIONS. — Le tableau I montre que pour les neuf premiers mois de l'année 1927, la valeur des importations a dépassé 38 529 millions de francs, dont 10 549 millions pour les objets d'alimentation, 23 735 millions pour les matières nécessaires à l'industrie et 4 243 millions pour les objets fabriqués.

Pour ce qui concerne les objets d'alimentation, les viandes, graisses et produits de la ferme entrent pour 1 416 millions de francs, les poissons pour 269 millions, les boissons pour 1 887 millions, les céréales et légumes pour 5 000 millions, les sucres pour 559 millions, les cafés et thés pour 1 369 millions.

Parmi les matières nécessaires à l'industrie, les métaux ont donné lieu à des importations d'une valeur de 1 551 millions de francs dont 485 millions pour le cuivre, 120 millions pour le plomb, 221 millions pour l'étain, 101 millions pour le zinc, 103 millions pour les fers et aciers; les matières textiles entrent dans le total pour 8 655 millions de francs dont 4 207 millions pour la laine, 2 244 millions pour le coton et 1 204 mil-

Tableau I. — Commerce extérieur spécial.

CHIFFRES EXTRAITS DE LA STATISTIQUE DOUANIÈRE FRANÇAISE CONCERNANT LE COMMERCE SPÉCIAL POUR LES NEUF PREMIERS MOIS DES ANNÉES 1927, 1926 ET 1913. (Page 8 des documents officiels.)

PAGES DES DOCUMENTS OFFICIELS		DÉSIGNATION	QUANTITÉS EXPRIMÉES EN TONNES MÉTRIQUES			VALEURS EXPRIMÉES EN MILLIERS DE FRANCS		
			1927	1926	1913	1927	1926	1913
8	IMPORTATIONS	I. Objets d'alimentation.......	5 063 348	3 580 051	3 878 183	10 549 643	8 402 400	1 271 720
		II. Matières nécessaires à l'industrie.................	31 586 538	29 883 818	27 744 565	23 735 549	29 981 924	3 629 403
		III. Objets fabriqués...........	896 456	1 063 257	1 149 007	4 243 855	5 876 172	1 221 232
			37 546 342	34 527 126	32 771 755	38 529 047	44 260 496	6 122 355
8	EXPORTATIONS	I. Objets d'alimentation.......	943 489	1 075 479	911 969	3 643 801	3 502 000	616 704
		II. Matières nécessaires à l'industrie.................	23 065 802	19 747 077	13 062 447	12 282 978	11 840 317	1 359 857
		III. Objets fabriqués...........	4 024 932	3 500 342	1 680 619	24 357 071	27 434 388	3 042 230
			28 034 223	24 322 898	15 655 035	40 283 850	42 776 705	5 018 791

(1) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 12 mars 1927, t. XXI, p. 429.

lions pour la soie; les combustibles donnent un total de 4592 millions de francs avec 3029 millions pour la houille, 1122 millions d'huiles minérales et essences, 440 millions d'huiles lourdes; les autres matières dont les valeurs sont les plus importantes sont les peaux et pelleteries avec 665 millions, les graines et les fruits oléagineux qui entrent pour 1740 millions, le caoutchouc pour 564 millions, les bois communs pour 739 millions, les perles fines et les pierres précieuses pour 2382 millions, etc. A la rubrique des objets fabriqués, nous enregistrons les machines motrices pour 757 millions de francs, les chaudières pour 22 millions, les pièces détachées pour 190 millions, les outils pour 272 millions, les carrosseries pour 156 millions, les embarcations pour 64 millions, les objets d'habillement pour 233 millions, les papiers pour 238 millions.

La valeur des exportations est supérieure à celle des importations. Elle est de 40283 millions de francs dont 3643 millions pour les objets d'alimentation, 12282 millions pour les matières nécessaires à l'industrie et 24357 millions pour les objets fabriqués. Dans la rubrique des objets d'alimentation, les viandes entrent pour 188 millions, les produits de la ferme, pour 238 millions, les poissons pour 208 millions, les boissons pour 1202 millions dont 711 pour les vins et 372 pour les eaux-de-vie, les légumes et farineux pour 947 millions, les sucres pour 605 millions et les denrées coloniales pour 2 millions; aux matières nécessaires à l'industrie, on trouve les textiles avec 2312 millions, les métaux pour 3173 millions dont 291 millions pour les fontes, 2211 millions pour les fers et aciers, 181 millions pour le cuivre et 61 millions pour le zinc; 50 millions de caoutchouc, 349 millions de bois communs, 1728 millions de perles fines et 1479 millions de pierres précieuses. Parmi les objets fabriqués, on note 2289 millions pour les produits des industries chimiques, 4704 millions pour les produits de l'industrie mécanique, 9025 millions de fils et tissus, 2160 millions d'objets d'habillement, 1406 millions de peaux ouvrées, 567 millions d'objets d'art, 435 millions de papier, etc. La valeur des colis postaux qui, comme nous l'avons dit dans un précédent article, est répartie dans les trois rubriques ci-dessus, s'élève à 1400 millions de francs.

Tableau A. — *Indices du mouvement d'échanges internationaux en ce qui concerne le commerce spécial pour les neuf premiers mois des années 1927 et 1926.*

DÉSIGNATION	Supériorité en 1927 de l'importation sur l'exportation		Augmentation ou diminution des importations de 1927 sur 1926		Supériorité en 1927 de l'exportation sur l'importation		Augmentation ou diminution des exportations de 1927 sur 1926	
	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur
	tonnes	milliers de francs	tonnes	milliers de francs	tonnes	milliers de francs	tonnes	milliers de francs
I. Objets d'alimentation	4 119 859	6 905 842	+ 1 483 297	+ 2 147 243			— 131 990	+ 141 801
II. Matières nécessaires à l'industrie	8 520 736	11 452 571	+ 1 702 720	— 6 246 375			+ 3 318 725	+ 442 661
III. Objets fabriqués			— 166 801	— 1 632 317	3 128 476	20 113 216	+ 524 590	— 3 077 317
Variation du total des 3 catégories	9 512 119		+ 3 019 216	— 5 731 449		1 754 803	+ 3 711 325	— 2 492 855

Variations des valeurs des importations et des exportations. — L'examen du tableau I montre que les valeurs des importations et des exportations pour les neuf premiers mois de l'année 1927 ont diminué par rapport à la même période de l'année 1926.

Pour les importations, la diminution est de 5731 millions de francs. Comme l'indique le tableau A, elle est due aux matières nécessaires à l'industrie et aux objets fabriqués.

Les exportations ont diminué de 2492 millions de francs. Les objets fabriqués provoquent seuls cette baisse, avec une diminution de 3077 millions de francs, alors que les objets d'alimentation et les matières nécessaires à l'industrie sont respectivement en augmentation de 141 millions et 442 millions de francs.

Si l'on compare maintenant les valeurs des importa-

Tableau A$_1$. — *Valeurs, en milliers de francs, des importations et des exportations pendant les neuf premiers mois des années 1926 et 1927.*

Mois	Année 1926		Année 1927	
	Importations	Exportations	Importations	Exportations
Janvier	4 496 834	3 859 200	4 079 092	4 708 855
Février	5 057 615	4 422 376	4 779 703	4 596 657
Mars	5 257 527	4 976 616	4 414 149	4 693 891
Avril	4 915 740	4 347 070	4 297 956	4 254 839
Mai	4 429 809	4 460 143	4 989 497	4 280 820
Juin	5 230 441	4 688 122	4 557 813	4 417 129
Juillet	4 909 538	5 284 035	4 068 183	4 499 100
Août	5 311 745	5 562 856	3 771 146	4 287 185
Septembre	4 621 241	5 176 287	3 571 508	4 545 308
	44 260 496	42 776 705	38 529 047	40 283 850

Tableau I bis. — Répartition, suivant les principaux pays, du commerce total.

CHIFFRES EXTRAITS DE LA STATISTIQUE DOUANIÈRE FRANÇAISE CONCERNANT LE COMMERCE SPÉCIAL POUR LES NEUF PREMIERS MOIS DES ANNÉES 1927 ET 1926 (pages 252 et 253 des documents officiels)

DÉSIGNATION DES PUISSANCES	IMPORTATIONS (VALEURS DÉCLARÉES)				EXPORTATIONS (VALEURS ARBITRÉES)			
	1927	1926	augmentation des importations de 1927 sur 1926	diminution des importations de 1927 sur 1926	1927	1926	augmentation des exportations de 1927 sur 1926	diminution des exportations de 1927 sur 1926
	milliers de francs				milliers de francs			
Suède	384 463	578 606		194 143	185 714	185 303	411	
Norvège	133 032	255 857		122 825	96 781	136 049		39 268
Grands-Bretagne	4 589 442	4 916 383		326 941	7 525 046	7 660 896		135 850
Pologne	179 547	244 341		64 794	438 497	259 033	179 464	
Allemagne	3 092 756	3 426 302		333 546	4 536 813	2 737 325	1 799 488	
Pays-Bas	1 429 007	1 311 577	117 430		1 319 217	1 347 757		28 540
Union économique belgo-luxembourgeoise	2 803 972	3 279 803		475 831	5 571 607	6 929 378		1 357 771
Suisse	592 362	775 035		182 673	2 411 815	2 818 402		406 587
Tchécoslovaquie	125 738	177 854		52 116	172 502	196 540		24 038
Italie	1 082 652	1 763 649		680 997	1 504 593	2 034 974		530 381
Serbie-Croatie-Slovénie	73 287	90 177		16 890	76 677	82 869		6 192
Espagne	1 090 248	773 929	316 319		1 253 110	1 362 978		109 868
Portugal	81 793	142 407		60 614	222 616	263 038		40 422
Japon	274 750	340 220		65 470	255 569	274 357		18 788
Etats-Unis	4 867 850	5 803 753		935 903	2 661 198	2 741 203		80 005
Brésil	759 794	1 320 016		560 222	401 410	431 384		29 974
République argentine	1 889 422	1 651 189	238 233		860 991	892 597		31 606
Canada	578 843	307 651	271 192		523 784	446 619	77 165	
Grèce (A)	100 076				287 854			
Autres pays étrangers	9 984 482	12 041 486		1 956 928	4 081 337	5 567 786		1 198 595
Totaux des pays étrangers	34 113 516	39 200 235	943 174	6 029 893	34 387 131	36 368 488	2 056 528	4 037 885
Algérie	1 804 534	1 977 197		172 663	2 718 309	2 331 524	386 785	
Tunisie	302 311	452 551		150 240	543 913	618 714		74 801
Maroc	259 719	235 086	24 633		705 190	926 997		221 807
Afrique occidentale française	694 219	828 727		134 508	429 513	654 993		225 480
Madagascar et dépendances	200 625	295 633		95 008	242 137	358 606		116 469
Indo-Chine française	479 120	604 503		125 383	840 131	1 020 752		180 621
Autres colonies et pays de protectorat	675 003	666 564	8 439		417 526	496 631		79 105
Totaux des colonies françaises et pays de protectorat	4 415 531	5 060 261	33 072	677 802	5 896 719	6 408 217	386 785	898 283
Totaux généraux	38 529 047	44 260 496	976 246	6 707 695	40 283 850	42 776 705	2 443 313	4 936 168
	DIMINUTION pour les neuf premiers mois de 1927.		5 731 449		DIMINUTION pour les neuf premiers mois de 1927.		2 492 855	

(A) Antérieurement à 1926, la Grèce était confondue dans la *Statistique mensuelle* avec les autres pays étrangers.

tions et des exportations pendant les neuf premiers mois de l'année 1927 avec celles pour la même période de 1913, on constate que les importations ont augmenté de 32406 millions de francs et les importations, de 35265 millions de francs.

Quant à la variation mensuelle de la valeur des importations et des exportations, elle ressort aisément du tableau A_1.

Balance commerciale. — L'examen du tableau I montre que la valeur de nos exportations, pour les neuf premiers mois de l'année 1927, est supérieure à celle des importations pour 1654 millions de francs. En 1926, la balance des neuf premiers mois était déficitaire pour une valeur de 1484 millions de francs.

Répartition du commerce extérieur suivant les principaux pays. — Le tableau I bis donne en détail cette répartition.

On remarquera, en examinant ce tableau, que, pour la majorité des pays étrangers importateurs en France, la valeur des produits importés est en diminution d'une

année sur l'autre, de 531 millions de francs. Il n'y a en augmentation en valeur que pour les produits venant des Pays-Bas (117 millions de francs), de l'Espagne (316 millions de francs), de la République argentine (238 millions de francs) et du Canada (271 millions de francs). Pour nos colonies et pays de protectorat la valeur des produits provenant du Maroc est aussi en augmentation (24 millions de francs).

La valeur de nos exportations est aussi en diminution mais pour 2 492 millions de francs seulement, soit dans une proportion beaucoup moins grande que ce qui a eu lieu pour les importations. A l'examen du même

Tableau II. — Matériel électrique.

CHIFFRES EXTRAITS DE LA STATISTIQUE DOUANIÈRE FRANÇAISE CONCERNANT LE COMMERCE SPÉCIAL POUR LES 9 PREMIERS MOIS DES ANNÉES 1927, 1926 ET 1925.

PAGES DES DOCUMENTS OFFICIELS	DÉSIGNATION	QUANTITÉS EXPRIMÉES EN QUINTAUX MÉTRIQUES			VALEURS EXPRIMÉES EN MILLIERS DE FRANCS		
		1927	1926	1925	1927	1926	1925
	IMPORTATIONS						
146	I. Machines dynamoélectriques — pesant 1 000 kg et plus	8 612	9 447	17 687	11 020	16 363	17 727
	— 50 kg et moins de 1 000 kg	6 594	3 926	4 355	13 336	10 767	6 900
	— moins de 50 kg	4 183	4 090	5 676	16 908	19 177	12 797
146	II. Appareils électriques et électrotechniques — Matériel de T. S. F.	274	40	9 223	3 417	591	39 91[illegible]
	Lampes de T. S. F.	196	7		3 192	79	
	autres appareils — avec enroulement de fil métallique isolé	4 986	5 154		29 650	36 051	
	autres appareils — sans enroulement de fil métallique isolé	2 869	3 610		20 792	32 270	
153	III. Bâtis et carcasses de dynamos et moteurs électriques	40	599	839	98	156	181
120	IV. Lampes électriques à incandescence — à filament de charbon avec monture	15	15	58	165	187	263
	à filament métallique id	1 816	2 807	4 315	25 783	35 468	39 240
	sans monture	21	44	50	437	1 152	1 245
154	V. Lampes à arc et pièces détachées en fer ou en acier	15	12	11	124	104	108
112	VI. Charbons préparés pour usages industriels	5 064	4 729	3 443	4 545	5 010	2 404
153	VII. Fils et câbles isolés pour l'électricité	13 198	2 031	1 746	17 705	8 273	5 009
153	VIII. Induits de machines dynamoélectriques et pièces pour appareils électriques	2 857	3 938	3 411	15 170	19 040	12 327
154	IX. Aimants autres que les électroaimants	65	41	45	840	260	97
160	X. Accumulateurs électriques et pièces détachées	1 538	4 232	7 442	1 788	4 654	4 262
160	XI. Piles sèches	94	116	71	129	246	76
115	XII. a) Pièces pour l'électricité, en porcelaine, faïence, grès, isolateurs et autres	1 233	2 070	3 257	1 142	1 656	2 318
117	b) Pièces pour l'électricité en verre	6	3		17	13	
		53 676	46 911	61 629	166 258	191 517	144 868
	Exportation de matériel électrique fabriqué en France ou francisé après transformation.						
	EXPORTATIONS						
237	I. Machines dynamoélectriques	55 726	47 064	31 520	66 083	90 288	47 300
237	II. Appareils électriques et électrotechniques — Matériel de T. S. F.	5 814	9 776	33 714	25 642	89 480	119 941
	Lampes de T. S. F.	220	500		3 516	3 300	
	avec enroulement de fil métal. isolé	27 592	19 017		59 733	94 043	
	sans enroulement	12 411	11 316		22 500	52 500	
238	III. Bâtis et carcasses de dynamos et de moteurs électriques	188	44	87	133	33	37
222	IV. Lampes à incandescence	3 732	3 562	2 969	14 499	50 115	24 374
238	V. Lampes à arc et pièces détachées en fer ou en acier	56	52	82	242	159	159
219	VI. Charbons préparés pour usages industriels	23 738	22 691	15 139	18 099	22 392	11 835
238	VII. Fils et câbles isolés pour l'électricité	26 438	18 956	16 275	23 612	19 819	14 014
238	VIII. Induits de dynamos et pièces pour appareils électriques	9 246	9 667	8 906	17 073	27 271	19 635
240	IX. Aimants autres que les électroaimants	181	179	321	401	371	499
240	X. Accumulateurs électriques et pièces détachées	15 409	10 347	6 492	16 505	14 270	7 31[illegible]
221	XI. Piles sèches	4 089	4 134	2 378	3 342	3 678	1 71[illegible]
222	XII. a) Pièces pour l'électricité, en porcelaine, faïence, grès blanc ou de couleur, isolateurs et autres	18 261	20 167	12 235	9 682	12 496	6 218
	b) Pièces en verre pour l'électricité	7 165	8 919	10 558	2 170	9 309	5 147
		210 266	186 391	140 676	283 231	489 524	258 165

tableau I bis, on voit qu'il n'y a que quatre pays vers lesquels nos exportations sont en plus-value ; ce sont : la Suède (411 000 fr), la Pologne (179 millions de francs) l'Allemagne (1 799 millions de francs) et le Canada (77 millions de francs). La valeur de nos produits métropolitains exportés vers l'Algérie a aussi augmenté de 386 millions de francs.

II. Importations et exportations du matériel électrique.

Les quantités et les valeurs des importations et exportations de matériel électrique pour les neuf premiers mois des années 1927, 1926 et 1925 sont réunies dans le tableau II. Des nombres publiés dans ce tableau, nous en avons déduit les augmentations ou diminutions, tant pour les valeurs que pour les poids, des importations par rapport aux exportations, pour les neuf premiers mois de l'année 1927. Les résultats obtenus et qui sont consignés sur le tableau B, nous indiquent immédiatement le sens de notre balance commerciale pour cette industrie. De même que pour les années précédentes, elle a été nettement favorable pour les neuf premiers mois de l'année 1927. Les variations d'une année sur l'autre, tant en poids qu'en valeur, sont aussi indiquées sur ce même tableau B.

Valeurs des importations et des exportations. — Pendant les neuf premiers mois de l'année 1927, la valeur totale de nos importations de matériel électrique a été de 166 millions de francs. La valeur des marchandises groupées sous la rubrique « Machines dynamoélectriques » entre pour 41,2 millions de francs dans ce total ; celle des « appareils électriques et électrotechniques », pour 57 millions de francs, et celle des « lampes électriques à incandescence », pour 26,3 millions de francs. Les valeurs des autres rubriques sont données directement par le tableau II.

La valeur de nos exportations s'est élevée à 283 millions de francs. La rubrique des « appareils électriques et électrotechniques » y entre pour 111,3 millions de francs et celle des « isolateurs en porcelaine et en verre », pour 11,8 millions de francs.

Variations d'une année sur l'autre, des valeurs des importations et des exportations. — D'une année sur l'autre, nos importations sont passées de 191,5 millions de francs pour les neuf premiers mois de l'année 1926 à 166,2 millions de francs pour la même période de

Tableau B. — *Indices du mouvement d'échanges internationaux des principaux articles de matériel électrique pour les neuf premiers mois des années 1927 et 1926.*

Désignation	Supériorité en 1927 des importations sur les exportations		Augmentation des importations de 1927 sur 1926		Diminution des importations de 1927 sur 1926		Supériorité en 1927 des exportations sur les importations		Augmentation des exportations de 1927 sur 1926		Diminution des exportations de 1927 sur 1926	
	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur
	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs
I. Machines dynamo-électriques			1 926			5 043	36 337	24 819	8 662			24 205
II. Appareils électro-techniques.					486	11 940	37 712	54 340	5 428			127 932
III. Bâtis et carcasses.....					559	58	148	35	144	100		
IV. Lampes à incandescence.....		11 886			1 014	10 422	1 880		170			35 616
V. Lampes à arc			3	20			41	118	4	83		
VI. Charbons pour usages industriels.			335			465	18 674	13 554	1 047			4 293
VII. Fils et câbles			11 167	9 432			13 240	5 907	7 482	3 793		
VIII. Induits et pièces détachées.....					1 081	3 870	6 389	1 903			421	10 198
IX. Aimants ...		439	24	550			116		2	30		
X. Accumulateurs.....					2 694	2 866	13 871	14 717	5 062	2 235		
XI. Piles sèches					22	117	3 995	3 213			45	336
XII. *a*) Pièces en porcelaine.					837	514	17 028	8 540			1 906	2 814
XII. *b*) Pièces en verre.....			3	4			7 159	2 153			1 754	7 139
		12 325	13 458	10 036	6 693	35 295	156 590	129 299	28 001	6 241	4 126	212 533

l'année 1927, soit une diminution de 45,3 millions de francs. La sixième colonne du tableau B indique que les plus importantes diminutions ont porté sur les appareils électrotechniques, avec 11,9 millions de francs, les lampes électriques, avec 10,4 millions, les induits de machines, avec 3,8 millions et les accumulateurs, avec 2,6 millions de francs. Par contre, les fils et câbles ont augmenté d'une valeur de 9,4 millions de francs.

Pour les exportations, il y a eu une diminution importante d'une année sur l'autre, s'élevant à une valeur d'environ 206,2 millions de francs.

L'examen de la dernière colonne du tableau B nous montre que les principaux articles en diminution sont : les machines dynamoélectriques pour 24,2 millions, les appareils électrotechniques pour 127,9 millions, les lampes à incandescence pour 35,6 millions, les induits et pièces détachées pour 10,1 millions et les isolateurs pour 9,9 millions de francs. Parmi les rubriques dont la valeur a plus spécialement augmenté, il y a lieu de signaler les fils et câbles pour 3,7 millions et les accumulateurs, pour 2,2 millions de francs.

Valeur du commerce extérieur et balance commerciale. — La valeur de nos exportations a dépassé de 116 974 000 fr celle de nos importations. Sur le tableau B, on voit que seules les rubriques des lampes à incandescence et des aimants sont déficitaires, la première, pour une valeur de 11,8 millions de francs et la seconde pour 439 000 fr. Toutes les autres rubriques présentent une balance bénéficiaire. Parmi celles qui sont plus en plus value, il faut signaler les appareils électrotechniques pour 54,3 millions de francs, les machines dynamoélectriques pour 24,8 millions, les accumulateurs pour 14,7 millions, les charbons pour 13,5 millions, les pièces isolantes pour 10,6 millions et les fils et câbles pour 5,9 millions de francs.

Poids des importations et des exportations. — L'examen du tableau II et du tableau B montre que d'une année sur l'autre, le poids des importations a augmenté de 6 765 quintaux métriques. Le poids des exportations a augmenté de 23 875 quintaux métriques.

La balance des exportations et importations montre que la supériorité en 1927 des exportations s'est élevée à 156 590 quintaux métriques. On voit, par ces nombres, que notre industrie électrotechnique continue à se développer favorablement sur les marchés étrangers.

III. Importations et exportations des produits électrométallurgiques et électrochimiques.

Dans le tableau III nous avons réuni les quantités et les valeurs des importations et des exportations de produits électrométallurgiques et électrochimiques pour les neuf premiers mois des années 1927, 1926

Tableau III. — Produits électrométallurgiques et électrochimiques.

CHIFFRES EXTRAITS DE LA STATISTIQUE DOUANIÈRE FRANÇAISE CONCERNANT LE COMMERCE SPÉCIAL POUR LES NEUF PREMIERS MOIS DES ANNÉES 1927, 1926 ET 1925.

PAGES DES DOCUMENTS OFFICIELS		DÉSIGNATION		Quantités exprimées en quintaux métriques 1927	1926	1925	Valeurs exprimées en milliers de francs 1927	1926	1925
82	IMPORTATIONS	I. Aluminium	en lingots ou en déchets	3 712	9 047	979	3 973	5 924	927
			battu, tiré, laminé, filé ou en poudre	294	500	1 210	1 077	1 843	3 299
82		II. Ferro-alliages	ferro-manganèse	204 808	172 463	124 741	35 847	35 244	17 555
			ferro-silicium	6 642	17 489	13 760	1 157	4 615	2 515
			autres	9 337	4 817	1 660	4 678	6 717	2 471
85		III. Carbure de calcium		12 690	30	119	1 084	8	18
106		IV. Nitrate de calcium		166 438	238 606	184 032 (IV et V)	22 458	28 238	15 161 (IV et V)
106		V. Cyanamide calcique		77 960	154 352		7 708	13 513	
				481 881	597 304	326 501	77 982	96 102	41 926
		Exportation des produits fabriqués en France ou francisés après transformation							
200	EXPORTATIONS	I. Aluminium	en lingots ou déchets	23 064	8 266	17 545	18 104	15 355	16 475
			battu, tiré, laminé, filé ou en poudre	11 772	4 478	8 314	15 630	10 369	15 511
200		II. Ferro-alliages	ferro-manganèse	10 476	6 943	11 994	4 300	1 765	1 830
			ferro-silicium	28 070	18 748	6 351	4 549	3 068	745
			autres	12 645	7 671	14 801	7 996	1 311	1 519
203		III. Carbure de calcium		204 636	113 302	76 844	27 877	11 803	6 408
216		IV. Nitrate de calcium		8 348	3 151	7 056 (IV et V)	1 246	412	705 (IV et V)
216		V. Cyanamide calcique		13 825	19 249		1 341	2 650	
				312 836	181 808	142 905	81 043	46 733	43 226

et 1925. Sur le tableau C, nous avons effectué les différences entre les importations et les exportations pour l'année 1927, tant des valeurs que des poids, afin de se rendre compte rapidement du sens de notre balance pour chacun des produits mentionnés. La variation des poids et des valeurs, d'une année sur l'autre est aussi mentionnée sur ce même tableau C.

Avant de faire une étude détaillée de la variation des valeurs et des poids des divers produits envisagés ici, il y a lieu de faire remarquer que, pour la première fois depuis le début de l'année, et même depuis l'année 1925, l'ensemble de notre balance commerciale de produits électrométallurgiques et électrochimiques est bénéficiaire.

Valeurs des importations et des exportations. — Des valeurs données sur le tableau III, on en déduira que celle des importations d'aluminium n'a été au total que de 5050000 fr; l'exportation s'est élevée à 33 millions 734000 fr. Pour les ferro-alliages, la valeur globale est de 41682000 fr à l'importation et de 16 millions 845000 fr à l'exportation. Les valeurs des autres produits étant indiquées directement sur le tableau, il est inutile de les rappeler ici.

Variations, d'une année sur l'autre, des importations et des exportations. — Pour les neuf premiers mois des années 1926 et 1927, il y a eu, en 1927, diminution des importations, pour une valeur de 18120000 fr, alors

Tableau C. — *Indices du mouvement d'échanges internationaux des principales matières premières électrométallurgiques et électrochimiques pour les neuf premiers mois des années 1927 et 1926.*

Désignation	Supériorité en 1927 de l'importation sur l'exportation		Augmentation des importations de 1927 sur 1926		Diminution des importations de 1927 sur 1926		Supériorité en 1927 de l'exportation sur l'importation		Augmentation des exportations de 1927 sur 1926		Diminution des exportations de 1927 sur 1926	
	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur
	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs
I. *Aluminium :*												
a) en lingots...					5 335	1 951	19 352	14 131	14 798	2 749		
b) demi-ouvré..					206	766	11 478	14 553	7 294	5 261		
II. a) *Ferro-manganèse*......	194 332	31 547	32 345	603					3 533	2 535		
b) *Ferro-silicium*.......					10 847	3 458	21 428	3 392	9 322	1 481		
c) *Autres ferro-alliages*.....			4 520			2 039	3 308	3 318	4 974	6 685		
III. *Carbure de calcium*			12 660	1 076			191 946	26 793	91 334	16 074		
IV. *Nitrate de calcium*...	158 090	21 212			72 168	5 780			5 197	834		
V. *Cyanamide calcique*.....	64 135	6 367			76 392	5 805					5 424	1 309
	416 557	59 126	49 525	1 679	164 948	19 799	247 512	62 187	136 452	35 619	5 424	1 309

que les exportations se sont accrues de 34310000 fr d'une année sur l'autre. On se rend compte, par ces nombres, que nos industries électrochimiques et électrométallurgiques redeviennent prospères. A l'importation, la valeur de l'aluminium a diminué de 2 millions 717000 fr, celle des ferro-alliages, de 4894000 fr, celle du nitrate de calcium, de 5780000 fr et celle de la cyanamide calcique de 5805000 fr. Seul le carbure de calcium est en augmentation, pour une valeur de 1 million 076000 fr.

A l'exportation les valeurs des augmentations ont été les suivantes : aluminium, 8010000 fr ; ferro-alliages, 10701000 fr ; carbure de calcium, 16075000 fr ; nitrate de calcium, 834000 fr. La cyanamide calcique est en diminution pour une valeur de 1319000 fr.

Valeur du commerce extérieur et balance commerciale. — Ainsi que nous l'indiquions plus haut, la valeur de nos exportations en 1927 a dépassé celle de de nos imporations. Cette balance favorable est de 3061000 fr.

Dans l'industrie électrométallurgique, celle de l'aluminium a fortement progressé et la plus-value de nos exportations s'élève à 28684000 fr. Quant aux ferro-alliages, bien qu'ils aient progressé à l'exportation dans une notable proportion d'une année sur l'autre, nos exportations sont encore déficitaires, par rapport à l'importation, pour une valeur de 24837000 fr. Pour l'industrie électrochimique, c'est celle du carbure de calcium qui relève notre balance commerciale. La valeur des exportations de ce produit a, en effet, dépassé celle des importations, de 26793000 fr. Par contre, la valeur des importations de nitrate de calcium dépasse de 21212000 fr celle des exportations; il en est de même pour la cyanamide calcique, pour une valeur de 6367000 fr.

Poids des importations et des exportations. — L'examen du tableau III et du tableau C montre que, d'une année sur l'autre, nos importations ont décru pour un poids de 115 423 quintaux métriques. Nos exportations, au contraire, se sont accrues pour un poids total de de 131 028 quintaux métriques.

La balance commerciale en poids montre que, en 1927, la supériorité de nos importations n'est que de 169 045 quintaux métriques. En 1926, nos importations dépassaient les exportations pour un poids de 415 496 quintaux métriques.

Marcel Blondin.

Assemblées générales

Electricité et Gaz du Nord.

Assemblée générale ordinaire du 5 décembre 1927.

Du rapport annuel concernant l'exercice 1926-1927 de cette société au capital de 100 millions de francs, et dont le siège est à Paris, 75, boulevard Haussmann, nous extrayons les renseignements qui suivent.

Au cours de l'exercice, cinq nouvelles chaudières ont été mises en service dans l'usine de Maubeuge et trois nouvelles ont été commandées pour l'usine de Lomme.

Pour augmenter la sécurité de la distribution et améliorer la charge de certaines unités, la société a renforcé les canalisations souterraines qui relient les usines de Jeumont, Maubeuge et Aulnoye.

En vue de l'extension des postes de transformation des installations branchées sur le réseau d'Etat à 45 000 v, la société a passé une convention avec l'Administration.

Enfin elle poursuit le développement des réseaux ruraux à basse tension, qui répondent à un incontestable intérêt.

Quant aux usines à gaz, la société est satisfaite de leur rendement qui ne faiblit pas, malgré la concurrence de l'électricité.

Voici maintenant quelques renseignements sur les sociétés dans lesquelles la Société Electricité et Gaz du Nord a des intérêts.

La situation de la Société d'Electricité de la région de Valenciennes-Anzin s'est maintenue tout à fait satisfaisante et le développement des ventes d'énergie électrique s'est poursuivi normalement.

L'exécution du programme des importants travaux que la Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'Electricité avait décidé d'entreprendre en vue de faire face au développement prévu de la clientèle est presque terminée.

Ayant participé à la constitution de la Société Electricité de la Seine, la société dont nous nous occupons a souscrit la part à laquelle elle avait droit lors des augmentations successives du capital de cette société, qui est actuellement de 100 millions de francs. L'usine d'Ivry a été mise en service fin septembre avec un plein succès et a commencé ses fournitures d'énergie à la Compagnie du Chemin de fer métropolitain de Paris.

Le compte de profits et pertes de la Société Electricité et Gaz du Nord présente un compte créditeur s'élevant à 32 955 567,82 fr comprenant le report du solde au 30 septembre 1926, de 10 565,53 fr et les bénéfices des usines, les produits du portefeuille, les intérêts et divers s'élevant à 32 945 002,29 fr.

Le débit comprend : les frais d'administration et les impôts divers, soit 826 890,53 fr; la charge d'emprunt des bons à 8 pour 100, soit 3 369 855,72 fr; les sommes prélevées pour versement au fonds d'amortissement, soit 5 000 000 fr; versement au fonds de renouvellement du matériel, soit 2 500 000 fr; constitution d'une réserve pour éventualités, soit 6 000 000 fr.

Il reste une somme de 15 258 821,57 fr contre 13 655 762,24 fr l'an dernier (1). Cette somme se répartit comme il suit : 5 pour 100 à la réserve légale, soit 762 412,80 fr; un dividende de 4 pour 100, soit 4 000 000 fr; attribution au conseil d'administration d'une somme de 481 118,33 fr; un deuxième dividende de 17,50 fr aux actions, soit 7 000 000 fr; un dividende de 300 fr aux parts, soit 3 000 000 fr.

Il reste une somme de 15 290,44 fr qui est reportée à nouveau.

Le dividende total pour l'exercice 1926-1927 s'élève donc à 27,50 fr pour les actions et à 300 fr pour les parts, sous déduction des impôts. Ces dividendes sont mis en paiement depuis le 6 décembre 1927.

Bilan au 30 septembre 1926.

Actif.

	fr
Portefeuille, titres	38 541 973,77
Mobilier du siège social	1 »
Usines, réseaux et concessions	137 128 191,34
Caisses, banques et débiteurs divers	66 030 503,34
Magasins (approvisionnements et sous-produits)	8 764 366,89
Compte d'ordre :	
Titres à libérer	12 505 562,50
Etat français. Annuités à recevoir	11 790 425 »
	264 761 023,84

Passif.

	fr
Capital :	
400 000 actions de 250 fr	100 000 000 »
10 000 parts bénéficiaires	pour mémoire
Bons à 8 pour 100 : 47 954 de 500 fr	23 977 000 »
Réserve légale	2 903 336,09
Fonds de renouvellement du matériel	15 700 000 »
Fonds d'amortissement	30 373 000 »
Créditeurs divers	45 942 036,79
Réserve pour éventualités	6 000 000 »
Coupons restant à payer	310 841,89
Compte d'ordre (versements restant à effectuer sur titres et annuités restant à recevoir de l'Etat et déléguées)	24 295 987,50
Profits et pertes. Solde	15 258 821,57
	264 761 023,84

(1) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 15 janvier 1927, t. XXI, p. 118.

FIN DU TOME XXII

BULLETIN R. G. E.

Supplément hebdomadaire

de la

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

et du Comité électrotechnique français

TOME XXII

2 Juillet 1927 — 31 Décembre 1927



PARIS

AUX BUREAUX DE LA REVUE

12, Place de Laborde (8e arr.)

1927

TABLE DU BULLETIN R. G. E.

PRODUCTION ET TRANSMISSION DE L'ENERGIE MECANIQUE

PRODUCTION ET DISTRIBUTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE

CONSTRUCTION MECANIQUE ET ELECTRIQUE

APPLICATIONS DE L'ENERGIE ELECTRIQUE

ECONOMIE SOCIALE, INDUSTRIELLE ET FINANCIERE

SOCIETES, GROUPEMENTS, PERSONNALITES

ENSEIGNEMENT, DOCUMENTATION, BIBLIOGRAPHIE

RENSEIGNEMENTS DIVERS

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Le Congrès des Carburants, à Montpellier. — Sous les auspices de l'Institut des Carburants de Montpellier, et sous la présidence de M. Godechot, doyen de la Faculté des Sciences de cette ville, un Congrès des Carburants a eu lieu du 15 au 17 juin 1927, à Montpellier.

Les deux premières journées furent consacrées aux conférences et aux rapports, une excursion aux gisements de pétrole de Gabian, occupant la dernière journée.

Le discours d'ouverture, prononcé par M. Godechot, mentionne que les résultats acquis dans le domaine des carburants sont encourageants et permettent d'espérer en un avenir où notre pays ne sera plus entièrement tributaire de l'étranger pour les carburants.

M. Dumanois, représentant l'Office national des Combustibles liquides, dont il est directeur technique, fit ensuite une conférence particulièrement documentée sur l'utilisation des combustibles liquides dans les moteurs, et sur les progrès à réaliser, notamment au point de vue du rendement qui est actuellement d'environ 25 pour 100. Il examina les diverses méthodes possibles pour accroître le rendement, question qu'il traita avec une compétence toute particulière, car ses travaux sur le sujet ont déjà fait l'objet de plusieurs communications à l'Académie des Sciences.

M. Kimpflin, docteur ès sciences, professeur à l'École des Travaux publics, exposa la nécessité d'une politique nationale des carburants. Après avoir situé la position de la France en ce qui concerne son approvisionnement en carburants, et montré les résultats acquis sur le terrain diplomatique, il a préconisé, pour améliorer la situation intérieure, le développement de l'industrie de la distillation du pétrole ; celle-ci ne doit pas se limiter au raffinage superficiel, mais s'étendre notamment au cracking, qui permet d'améliorer considérablement le rendement en essence des produits bruts. Il traita ensuite la question du benzol qui, économiquement parlant, paraît le carburant le plus avantageux et devrait être traité, au point de vue fiscal, comme un carburant national. La production de benzol est passée de 10 000 t en 1921 à 60 000 t en 1926 et la loi sur le débenzolage des gaz de fours doit porter cette production à 100 000 t par an. Il mentionna en outre que le goudronnage des routes au goudron brut laisse perdre par an 2 000 t de benzol, 8 000 t de naphtaline et 1 000 t de phénols, alors que les revêtements au goudron épuré permettent la récupération de ces produits, tout en donnant de meilleurs résultats, d'après les expériences faites à l'étranger.

La situation actuelle de la question des carburants et des recherches de pétrole fut exposée par M. Bihoreau, ingénieur à l'Office national des Combustibles liquides, qui traita en particulier de l'obtention de combustibles liquides par la carbonisation de la houille à basse température.

La communication de M. Bedos, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Montpellier, sur les alcools éthylique et méthylique, dont il indiquait les procédés de synthèse comme des réalisations de laboratoire, provoqua une discussion intéressante. D'une part, M. Dumanois fit observer qu'à Béthune on peut actuellement, sauf difficultés d'ordre fiscal, produire 4 t d'alcool méthylique par jour, comme sous-produit de la fabrication de l'ammoniaque synthétique par le procédé Georges Claude ; d'autre part, M. Bing mentionna que le traitement de l'éthylène des gaz de fours permettrait l'obtention d'une quantité d'alcool éthylique égale à celle du benzol et, par conséquent, la production annuelle de 100 000 t d'alcool éthylique.

La question de la carbonisation du bois fut traitée par M. Soulié, ingénieur des Arts et Manufactures. D'autres communications techniques furent présentées, notamment par M. Simon sur l'emploi des gaz carburants comprimés pour la propulsion des véhicules ; par M. Sourimau, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse sur les moteurs, les carburants et leur utilisation en agriculture, industrie et tourisme. Le problème de la production de l'alcool éthylique à partir des matières végétales et en particulier des sarments de vigne fut exposé par M. Carrière, professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier.

Après une conférence de M. Blayac, professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier, sur les gisements de pétrole de Gabian, le Congrès vota à l'unanimité, à la séance de clôture les deux vœux suivants :

« 1° Le Congrès des Carburants, considérant la nécessité d'ajuster la fiscalité en matière de carburants, en tenant compte de l'évolution de la production nationale ;

» Émet le vœu que tous les constituants d'origine natio-

nale des mélanges dits carburants nationaux bénéficient, sans limitation de proportion, de l'exonération des droits fiscaux ;

» 2° Le Congrès des Carburants, constatant que le problème des carburants nationaux ne peut être résolu que par l'intégration de diverses solutions, adresse ses félicitations à l'Office national des Combustibles liquides et en particulier à son directeur, M. Pineau, pour sa politique d'appui bienveillante à toutes les recherches susceptibles de conduire à une solution, même partielle, du problème et émet le vœu de voir cette politique, déjà féconde, poursuivie. »

Le Congrès du Chauffage et de la Ventilation, au Conservatoire national des Arts et Métiers. — Ce congrès, organisé par l'Association des Ingénieurs de Chauffage et de Ventilation de France, par la Chambre syndicale du Chauffage par l'eau et la vapeur et par la Chambre syndicale des Entrepreneurs de Fumisterie, Chauffage et Ventilation de Paris, Seine et Seine-et-Oise, s'est tenu du 22 au 24 juin 1927 au Conservatoire national des Arts et Métiers, sous la présidence d'honneur de M. Labbé, directeur de l'Enseignement technique, assisté de M. Roszak, professeur de physique industrielle à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, président du congrès.

Les différents rapports présentés au cours de la première journée par MM. C. Hérody, F. Gillequin, A. Nessi, R. Dupuy Tchermiakofsky et Nisolle ont traité des systèmes de chauffage à air chaud et à eau chaude et de quelques questions connexes comme l'économie de combustible et la diminution des suies entraînées par les conduits de fumée dans l'atmosphère.

La seconde journée a été consacrée aux questions de chauffage urbain (rapports de MM. Brot et Neu), à la comparaison des différents modes de transport de la chaleur (M. Beaurrienne), à la ventilation dans les chaufferies des immeubles (M. Cantoni) et aux méthodes d'essai des radiateurs et chaudières (MM. Maubras et Prudhon).

Au cours de la dernière journée, les membres du congrès, après avoir entendu le rapport de M. Mathot sur le règlement des litiges par voie d'arbitrage, ont approuvé le compte-rendu des commissions du précédent congrès tenu en 1925. M. Roszak, président du congrès, a ensuite prononcé le discours de clôture, et le reste de la journée a été consacré à la visite du laboratoire de l'Ecole centrale et de l'Ecole des Arts et Métiers.

Le banquet traditionnel de clôture a eu lieu le 25 juin 1927.

Le Congrès du Reboisement, à Montpellier. — Le 22 juin 1927 s'est tenu à Montpellier le Congrès forestier et du Reboisement, auquel a assisté M. Léon Perrier, ministre des Colonies, accompagné de M. Montenot, sénateur, et d'une délégation de la commission parlementaire de l'agriculture.

M. Léon Perrier prit d'abord la parole pour rappeler l'importance du but poursuivi et son utilité pour la régularisation du régime des eaux.

Ensuite, M. Barthe, député de l'Hérault, fit une intéressante communication sur l'hydrolyse et la cellulose. Dans une autre communication il parla des efforts réalisés dans l'Hérault pour le reboisement.

M. Raybaud, inspecteur principal de la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, exposa la propagande entreprise par les compagnies de chemins de fer pour le reboisement. Les conservateurs des Eaux et Forêts de Nîmes et d'Aix-en-Provence prirent ensuite la parole pour mettre en évidence la tâche entreprise par leur administration.

Puis M. Flahaut, professeur à la Faculté des Sciences, dit combien était grande la nécessité de reboiser les terrains incultes. M. Pallier, président de la Société centrale d'Agriculture du Gard, préconisa d'urgentes mesures en faveur de la main-d'œuvre forestière. Enfin, M. Lacarelle, pépiniériste à Paray-le-Monial, donna des conseils pratiques sur la plantation.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — DÉCRET APPROUVANT ET DÉCLARANT D'UTILITÉ PUBLIQUE LA CONCESSION D'UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE AUX SERVICES PUBLICS DANS LE DÉPARTEMENT DE MEURTHE-ET-MOSELLE. — Le « Journal officiel » du 11 juin 1927 publie, pages 5996-6001, le décret en date du 8 janvier 1927, approuvant la convention en date du 5 janvier 1926, passée entre le préfet de Meurthe-et-Moselle, d'une part, et la Société Union gazière et électrique, dont le siège est à Nancy, 24, place Carrière, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour la distribution de l'énergie électrique :

1° Aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers ;

2° Aux services publics organisés en vue de l'alimentation en énergie des services publics énumérés au paragraphe précédent.

Au moyen d'ouvrages et de canalisations exécutés dans la zone s'étendant sur tout ou partie du département de Meurthe-et-Moselle.

La concession comprend également les canalisations reconnues nécessaires à l'alimentation de la distribution et allant de Serrouville à la limite de la zone vers Errouville, d'une part, et à Fillières, d'autre part.

La concession ne fait pas obstacle à ce que, dans la même zone, des permissions de voirie ou d'autres concessions soient accordées dans les conditions de la loi du 15 juin 1906.

L'Etat aura le droit, à toute époque, de faire mettre à la disposition du concessionnaire, de l'énergie réservée aux bornes d'une usine hydraulique concédée.

Le courant alternatif, triphasé, proviendra de l'usine d'Athus (Belgique) ou de toute autre usine.

La faculté pour la société concessionnaire de se procurer de l'énergie produite dans l'usine d'Athus (Belgique) lui est laissée sous sa responsabilité et ne touche en rien à l'obligation de fournir elle-même le courant dans les conditions prévues par l'article 13.

La tension du courant, mesurée aux points d'utilisation en service normal, sera de 17 000 v, avec une tolérance de 5 pour 100 en plus ou en moins.

La fréquence du courant distribué en service normal est fixée à 50 p : s, avec une tolérance de 5 pour 100 en plus ou en moins.

DÉCRET AUTORISANT ET CONCÉDANT LES TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT D'UNE USINE HYDROÉLECTRIQUE AU BARRAGE D'HEUILLEY-SUR-SAONE (COTE-D'OR). — Le « Journal officiel » du 15 juin 1927 publie, pages 6 123-6 130, le décret en date du 9 juin 1927, approuvant la convention en date du 11 avril 1927, passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et M. Marius Beaulieu, industriel à Bezonotte (Côte-d'Or), d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à ce dernier pour l'établissement et l'exploitation des ouvrages hydrauliques et de l'usine génératrice destinés à l'utilisation de la chute d'environ 1,80 m (en eaux moyennes) entre le bief d'Heuilley-sur-Saône et le

bief de Poncey, commune d'Heuilley-sur-Saône, département de la Côte-d'Or.

La puissance maximum brute de la chute concédée est évaluée à 450 kw, ce qui correspond, compte tenu du rendement normal des appareils d'utilisation, à une puissance disponible de 275 kw.

La puissance normale brute est évaluée à 330 kw, ce qui correspond de même à une puissance normale disponible de 207 kw.

L'entreprise a pour objet principal de fournir l'énergie électrique nécessaire aux besoins de l'agriculture, de l'industrie et du commerce, aux communes faisant partie du réseau actuel et à celles qui en feront partie par la suite et l'énergie nécessaire aux besoins des services publics ou de l'Etat.

La prise d'eau sera placée aux abords du barrage fixe d'Heuilley.

Le niveau normal de la retenue sera à la cote 184,29 m.

Le débit maximum emprunté sera de 21 m³ : s.

Les ouvrages comporteront : 1° un canal d'amenée; 2° un canal de fuite; 3° l'usine génératrice, située sur la rive droite sur l'emplacement de l'ancien pertuis dans le prolongement du barrage fixe.

Le canal d'amenée aura une longueur de 16 m; sa largeur sera de 12 m; sa profondeur, de 6 m au-dessous de la retenue normale. Il sera situé en aval de la dérivation navigable.

Le canal de fuite aura une longueur de 12 m; sa largeur sera de 12 m et sa profondeur, de 2,60 m. Ce canal sera situé en aval du barrage.

L'usine génératrice sera composée d'un bâtiment de 18,50 m sur 10 m environ, comprenant deux pièces pour le logement du machiniste et une salle des machines contenant les turbines d'une puissance variable mais pouvant absorber un débit d'eau de 21 m³ : s.

En plus du vannage ordinaire des turbines, il sera placé à l'intérieur un vannage d'arrêt capable de supprimer toute arrivée d'eau sur les turbines.

Economie industrielle et sociale. — ARRÊT DU CONSEIL D'ÉTAT DÉCLARANT QUE LES TITRES AU PORTEUR DE RENTE SUR L'ÉTAT NE SONT PAS SUSCEPTIBLES D'OPPOSITION. — La note suivante est publiée à ce propos par la « La Journée industrielle ».

« A la suite du vol de sa valise, contenant 100 000 fr en titres de rentes sur l'Etat français, dont il fut victime en gare de Bordeaux, M. Guillermo Martinez de Hoz adressa au ministre des Finances une déclaration de perte et fit opposition au paiement des titres volés, à leur remboursement, ainsi qu'à la négociation et au transfert de ces titres.

» Malgré les précautions prises, les titres volés purent être négociés, M. Martinez de Hoz actionna le ministre des Finances en 20 000 fr de dommages-intérêts et en remplacement des titres dérobés. Le ministre opposa le silence à cette requête.

» Le Conseil d'Etat, qui vient de se prononcer sur la requête dirigée contre la décision implicite de rejet, après avoir analysé les articles 10 et 12 de la loi du 5 juillet 1872, charte du régime et des titres au porteur, fait remarquer que les dispositions de l'article 16 de ladite loi, qui permettent de frapper les titres au porteur d'opposition, ne sont applicables qu'à ceux émis par les départements, les communes et les établissements publics à l'exclusion des titres au porteur émis par l'Etat.

» Puis il a ajouté dans son arrêt que le ministre des Finances n'était tenu ni d'empêcher la négociation des valeurs dont M. Martinez de Hoz avait été dépossédé ni de faire connaître à ce dernier les noms des personnes qui les ont présentées à cette fin aux caisses publiques.

» Il a, en conséquence, rejeté la requête dont il était saisi. »

Enseignement. — ECOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS, DU BATIMENT ET DE L'INDUSTRIE. — Les examens d'admission à l'Ecole des Travaux publics, 12, rue du Sommerard, à Paris, auront lieu : pour la première session du 18 au 27 juillet 1927, pour la seconde session, du 26 septembre au 5 octobre 1927. La rentrée de l'Ecole est fixée au 10 octobre 1927.

Conférences. — CONFÉRENCE SUR MARCELIN BERTHELOT. — Le vendredi 24 juin, M. Ch. Schneider, directeur de l'Ecole d'Electricité Breguet, maire-adjoint du XVe arrondissement de Paris, a fait, dans la grande salle des fêtes de la mairie de cet arrondissement, une conférence intitulée : « Marcelin Berthelot, sa vie, son œuvre; la Maison de la Chimie ».

Dans cette conférence, M. Schneider a rendu un nouvel hommage à l'œuvre scientifique du laborieux et désintéressé savant, dont le centenaire de la naissance a été solennellement célébré à la Sorbonne il y a quelques semaines (*Bulletin R. G. E.*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 158 B). En terminant il a rappelé que pour maintenir dans les générations futures les services rendus à la chimie par Marcelin Berthelot, il a été décidé que serait édifiée une « Maison de la Chimie » dans laquelle seraient rassemblées les diverses sociétés scientifiques et techniques ayant pour objet l'étude de la chimie et où l'on trouverait, en même temps qu'une bibliothèque spécialement consacrée à la chimie, un office de documentation permettant aux chercheurs de trouver tous renseignements utiles à leurs recherches.

A la suite de la conférence eut lieu une soirée artistique et musicale.

Congrès. Expositions. — QUATRIÈME CONGRÈS DE L'ARTISANAT FRANÇAIS. VŒUX ADOPTÉS. — Ce congrès s'est tenu à Grenoble les 18, 19 et 20 juin 1927.

Voici le texte des vœux qui ont été votés au cours du congrès et que le groupe parlementaire de défense artisanale soumettra prochainement au président du Conseil des Ministres :

Le Congrès émet le vœu :

1° Que les artisans soient exonérés de la taxe sur le chiffre d'affaires, au moins à concurrence de 3 pour 100 sur les ventes accessoires aux produits de leur fabrication ;

2° Que les artisans âgés de plus de 55 ans et qui continuent à travailler soient exemptés de tous impôts;

3° Qu'il soit institué un organisme chargé d'examiner, sans frais et rapidement, les différends entre les artisans et les contrôleurs des contributions directes dans le cas où ceux-ci refusent le certificat artisanal conformément à l'article 10 de la loi de 30 juin 1924;

4° Que le contrôleur soit tenu de remettre aux artisans faisant leur déclaration, un certificat artisanal, en double exemplaire, dont un pour le bénéficiaire et un pour l'administration des contributions indirectes;

5° Que les artisans puissent comprendre dans leurs dépenses professionnelles une somme de 12 000 fr en rémunération du travail qu'ils fournissent;

6° Qu'en cas de taxation d'office les demandes en décharge adressées par les artisans au préfet soient soumises au Conseil de préfecture dans un délai maximum de trois mois;

7° Qu'en aucun cas, des poursuites en recouvrement ne puissent être intentées par les administrations avant la décision du Conseil de préfecture;

8° Que les actions portées devant le Conseil de préfecture par les artisans soient suspensives de paiement;

9° Que les artisans photographes soient exonérés de la patente;

10° Le Congrès demande : *a*) à la Chambre des Députés, de voter le plus rapidement possible la proposition de loi relative à l'organisation de l'apprentissage; *b*) aux auteurs des propositions de loi Verlot et Paulin, de se mettre d'accord pour permettre le vote rapide d'une loi réglant l'organisation de l'apprentissage des métiers; *c*) à la Direction générale de l'Enseignement technique, la création d'une commission d'apprentissage artisanal en vue de régler toutes les questions intéressant cet apprentissage; *d*) que les examens de fin d'apprentissage soient passés par les Chambres de Métiers organisées par la loi du 26 juillet 1925.

Le Congrès a demandé, en outre, que le règlement d'administration publique concernant l'application de la loi tendant à la création des Chambres de Métiers paraisse le plus rapidement possible au « Journal officiel »; que des instructions soient données par le Ministère du Travail, s'inspirant des aspirations artisanales et en assurant la réalisation effective et morale; que les organisations artisanales fassent le nécessaire pour que, dans le département, soient créées le plus rapidement possible ces organisations nécessaires; enfin il a réclamé le vote rapide par le Parlement du projet de loi sur les assurances sociales et son application immédiate.

Dans le monde électrique. — ÉLECTION A L'ACADÉMIE DES SCIENCES. — Dans sa séance du lundi 20 juin 1927, l'Académie des Sciences a procédé à l'élection d'un membre de la Section de Physique, en remplacement de Daniel Berthelot, collaborateur de notre rédaction et administrateur de notre société.

M. Ch. Fabry, professeur à la Sorbonne, directeur de l'Institut d'Optique et président actuel de la Société française des Electriciens, a été élu par 51 voix sur 54 votants.

On sait que les travaux du nouvel académicien ont surtout été orientés vers l'étude des radiations et que c'est sous son active impulsion qu'a été créé l'Institut d'Optique, dont les vastes bâtiments, inaugurés officiellement il y a quelques mois et dans lesquels a eu lieu la récente exposition annuelle de la Société française de Physique, ont été construits grâce aux concours financiers des industriels et à l'attribution d'une subvention prélevée sur les fonds de la souscription nationale en faveur des laboratoires. On sait aussi que lors de la création à l'Ecole supérieure d'Electricité de la Section de l'Eclairage, c'est à M. Ch. Fabry que les électriciens se sont adressés pour enseigner dans cette section, les principes généraux qui doivent présider à l'étude des installations d'éclairage par l'électricité.

MARIAGE DE M. JEAN CAHEN. — Le mercredi 22 juin a été célébré le mariage de M. Jean Cahen, ingénieur E. S. E., secrétaire général des Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon et fils de M. Henri Cahen, président du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, membre du Conseil d'administration de la Société « Revue générale de l'Electricité », avec Mlle Antoinette Haas.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — LA LAMPE ZÉNITH. — Nouvellement constituée, cette société anonyme a pour objet la fabrication, l'achat et la vente, l'installation et l'exploitation des lampes de réception et d'émission pour la télégraphie et la téléphonie sans fil, des lampes électriques de tous systèmes, ainsi que de tous appareils, articles, fournitures ou ustensiles de toute nature destinés à l'appareillage électrique, à la radiophonie, à l'éclairage et aux installations industrielles.

Le siège est à Paris, 20, rue de Petrograd. Le capital est de 300 000 fr représenté par 180 actions de priorité catégorie A et 420 actions ordinaires catégorie B de 500 fr, toutes souscrites en numéraire. Il a été créé, en outre, 1 200 parts bénéficiaires, attribuées aux souscripteurs d'actions, à raison de deux parts par action souscrite.

COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DU HAUT-PARLEUR ACLÉA. — Sous cette dénomination vient d'être constituée une société anonyme ayant pour objet la vente et la fabrication de transmetteurs et récepteurs téléphoniques, et, en particulier, de haut-parleurs et microphones ainsi que d'appareils récepteurs et accessoires de télégraphie sans fil et, généralement, toutes opérations s'y rattachant.

Le siège a été fixé à Paris, 22, place de la Madeleine. Le capital est de 1 150 000 fr en actions de 500 fr, sur lesquelles 1 000 ont été allouées à la société à responsabilité limitée Société des Haut-Parleurs Acléa, à Paris, 22, place de la Madeleine, qui reçoit, en outre, les 1 000 parts de fondateur créées. Le capital pourra, dès à présent, être porté à 1 650 000 fr.

Augmentation de capital. — LE TAXIPHONE. — Une assemblée extraordinaire, tenue le 15 juin 1927, a décidé de ramener le capital de 5 500 000 fr à 2 750 000 fr par l'échange de deux actions anciennes contre une nouvelle de même valeur nominale, puis à 2 400 000 fr par l'annulation de 7 000 des 10 000 actions attribuées en rémunération d'apports.

L'assemblée a autorisé ensuite le conseil à porter le capital en une ou plusieurs fois, de 2 400 000 fr à 3 500 000 fr par la création de 11 000 actions de 100 fr.

SOCIÉTÉ LOZÉRIENNE D'ENERGIE ÉLECTRIQUE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales, obligatoires » du 13 juin 1927, page 543, cette société, dont le siège est à Le Cheylard (Ardèche), rue de l'Hôtel-de-Ville, va procéder à l'émission d'un emprunt obligataire de 1 million 500 000 fr, divisé en 3 000 obligations de 500 fr chacune, décidé par le conseil d'administration de la société, dans sa séance du 28 mai 1927, suivant les pouvoirs que lui confère l'article 22 des statuts, et conformément à la délibération de l'assemblée générale extraordinaire des actionnaires, du 28 mai 1927, pour faire face aux dépenses d'exécution des travaux de la ligne à haute tension de Mende à Marvejols (Lozère) et du réseau intérieur dans cette dernière ville pour la distribution de l'énergie électrique pour tous usages, et pour faire face aux avances nécessitées par la construction et l'exploitation des syndicats intercommunaux dont la société doit être concessionnaire dans la Lozère.

Ces obligations seront remboursables en 35 annuités, par voie de tirage au sort et par rachat à partir de la cinquième année, intérêts 7,50 pour 100 brut, jouissance du 1er juin 1927.

Il a été émis 900 000 fr d'obligations, dont 460 000 fr d'obligations hypothécaires.

Divers. — COMPAGNIE ELECTRO-MÉCANIQUE. — L'assemblée ordinaire du 21 juin 1927, a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice 1926, accusant, après 4 610 358 fr d'amortissements, un bénéfice net de 333 936 fr, reporté à nouveau. Ce bénéfice s'entend après déduction de 2 300 942 fr pour le service des obligations.

COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé es comptes de l'exercice 1926 se

soldant par un bénéfice de 31 672 173 fr, qui a été réparti comme il suit : à la réserve légale 5 pour 100, 1 345 904 fr ; à la réserve d'amortissement des constructions, matériel et outillage, 15 000 000 fr ; à une réserve pour risques divers (fluctuations des prix des matières, etc.), 3 000 000 fr. Le report à nouveau est de 12 326 269 fr.

Constructions électriques de France. — L'assemblée ordinaire tenue récemment a approuvé les comptes de l'exercice 1926 laissant, après 24 290 844 fr d'amortissements, un solde débiteur total de 30 millions de francs.

Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné. — Les actionnaires réunis en assemblée générale ordinaire à Lyon, le 18 juin 1927, ont approuvé le bilan de l'exercice clos le 31 décembre 1926.

Les comptes de l'exercice se présentent sans bénéfice ni perte ; comme conséquence du large remaniement effectué, les postes de l'actif figurent au bilan avec des évaluations très prudentes qui permettent à la société d'envisager l'avenir avec confiance.

Toutes les résolutions présentées ont été votées par l'assemblée.

L'Appareillage électro-industriel Pétrier, Tissot et Raybaud. — L'assemblée ordinaire tenue le 8 juin 1927, à Lyon, a approuvé les comptes de l'exercice 1926 faisant ressortir, après 309 721 fr d'amortissements un bénéfice net de 770 279 fr. Elle a voté un dividende de 20 fr brut par action de 100 fr sur lequel un acompte de 10 fr brut a déjà été payé.

L'Energie industrielle. — Le siège de cette société est transféré du 94, rue Saint-Lazare, au 29, rue de Rome, à Paris.

Société Rateau. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926 se soldant par un bénéfice net de 6 197 098 fr. Le dividende brut a été fixé à 30 fr par action et à 60 fr par part.

L'Electro-Entreprise. — Une assemblée extraordinaire, tenue récemment, a décidé de ramener le capital de 10 millions à 2 500 000 fr par la réduction de la valeur nominale des actions de 400 à 100 fr, puis de le reporter à 5 300 000 fr par la création de 28 000 actions de 100 fr, dont 20 000 actions de priorité.

Anciens Etablissements Parvillée Frères et Cie. — L'assemblée ordinaire tenue le 1er juin 1927, a approuvé les comptes de l'exercice 1926 se soldant par un bénéfice net de 389 174 fr qui a été affecté au compte général d'amortissement.

Compagnie générale d'Entreprises et d'Electrification. — L'assemblée générale annuelle, tenue le 16 juin 1927, a approuvé les comptes de l'exercice 1926 présentant un produit brut de 525 149 fr et voté, après amortissement de toutes immobilisations et dotation des réserves, un dividende brut de 13 pour 100, soit 65 fr par action et 8 fr par part bénéficiaire.

Les dividendes sont payables 23, cours de l'Intendance, à Bordeaux, depuis le 31 août, contre présentation des coupons n° 3 et sous déduction des impôts.

Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926 se soldant par un bénéfice net de 1 727 771 fr auquel vient s'ajouter le report de l'exercice antérieur, soit 90 248 fr.

Le dividende a été fixé à 60 fr brut par action. Déduction faite de l'acompte déjà versé, le solde sera payable à raison de 16,40 fr net.

Magnétos France. — L'assemblée ordinaire, tenue à Lyon le 11 juin 1927, a approuvé les comptes de l'exercice 1926, laissant un bénéfice de 286 842,10 fr. Le dividende a été fixé à 50 fr brut par action.

Société des Accumulateurs Monoplaque. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926 se soldant, après amortissement du report déficitaire antérieur, par un bénéfice net de 184 189 fr.

Le dividende a été fixé à 8 pour 100, soit, net, 6,56 fr par action.

Une assemblée extraordinaire tenue ensuite a autorisé le conseil à porter le capital de 3 200 000 fr à 5 000 000 fr par l'émission de 18 000 actions de 100 fr, dont 16 875 actions A et 1 125 actions B.

Société de Construction et de Location d'Appareils de levage et de Matériel de travaux publics. — L'assemblée ordinaire tenue le 10 juin 1927 a approuvé les comptes de l'exercice 1926 se soldant par un bénéfice net de 3 075 671 fr. Le dividende brut a été fixé à 35 fr par action.

Magnétos R. B. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926 qui se soldent par un bénéfice net de 4 128 546 fr.

Le dividende a été maintenu à 26 fr.

Compagnie française des Cables télégraphiques. — Les comptes de l'exercice 1926, qui seront soumis à l'assemblée ordinaire du 6 juillet 1927, se soldent par un bénéfice distribuable de 5 382 233 fr, contre 4 038 507 fr en 1925.

Le conseil proposera de fixer le dividende brut à 38,35 fr par action ; 80,97 fr par part première série et 6,20 fr par part deuxième série, contre, respectivement, 30,05 fr, 54,95 fr et 4,20 fr précédemment.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

623 543. — Jirotka (B.); Emetteur de sons à membranes pour écouteurs de téléphone et de télégraphie sans fil, haut-parleurs, etc., 22 septembre 1926.

623 560. — Blanc (M.); Bouton démultiplicateur à cadran spiralé pour appareils de télégraphie sans fil, 12 octobre 1926.

623 563. — Strauss (S.); Perfectionnement à un appareil de mesures électriques, 15 octobre 1926.

623 567. — Capek (J.); Dispositif pour la fixation d'un fil métallique sur un isolateur, 19 octobre 1926.

623 582. — Société en nom collectif : Montastier et Rouge; Système démultiplicateur pour condensateurs électriques variables, 22 octobre 1926.

623 584. — Lévy (L.); Perfectionnements aux dispositifs récepteurs pour téléphone et signalisation électrique, 22 octobre 1926.

623 585. — Société dite : Lee de Forest Ltd; Perfectionnements aux ensembles électromagnétiques servant à faire vibrer le diaphragme des appareils reproducteurs de son, 22 octobre 1926.

623 591. — Gallo (G.-C.), Oss (V.); Machine pour la transmission de messages télégraphiques suivant le système Morse ou autres systèmes analogues, 22 octobre 1926.

623 598. — Société dite : WESTINGHOUSE ELECTRIC MANUFACTURING Co; Perfectionnements relatifs aux dispositifs de changement de prises de courant dans les transformateurs électriques, 22 octobre 1926.

623 605. — AURIACOMBE (R.); Perfectionnements aux organes de liaison entre lampes à plusieurs électrodes utilisées en télégraphie sans fil, 23 octobre 1926.

623 606. — GAILLY (G.), LES ENFANTS (C.); Dispositif de réception de télégraphie et téléphonie sans fil monté sur un véhicule automobile, 23 octobre 1926.

623 619. — ROBIN (P.); Perfectionnements aux moteurs électriques pour accessoires d'automobiles ou appareils similaires, 23 octobre 1926.

623 628. — PRIOUX (G.), THOMMÈS (R.), CHATEAU (J.-M.); Tube à décharge sans filament incandescent et son procédé de fabrication, 23 octobre 1926.

623 635. — GRILLET (F.-J.); Cadre pliant pour télégraphie sans fil, 23 octobre 1926.

623 644. — Société dite : THE BENJAMIN ELECTRIC LTD; Perfectionnements aux rhéostats, 25 octobre 1926.

623 645. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); Perfectionnements aux systèmes téléphoniques, 25 octobre 1926.

623 666. — GIALLULY (M.); Système de réglage automatique des postes récepteurs de télégraphie sans fil, indépendamment de la longueur de l'antenne, 25 octobre 1926.

623 667. — GIALLULY (M.); Système de montage pour postes récepteurs de télégraphie sans fil à lampes, 25 octobre 1926.

623 676. — Société dite : COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ; Perfectionnements aux systèmes d'émission de courants de signalisation sur les lignes de transmission d'énergie, 26 octobre 1926.

623 688. — Société dite : LEE DE FOREST LTD; Perfectionnements aux appareils producteurs de sons, 26 octobre 1926.

623 695. — PARR (G.-W.); Engrenage perfectionné à grande démultiplication applicable aux commandes de l'accord des appareils de télégraphie sans fil et appareils analogues, 26 octobre 1926.

623 696. — Société dite : STUDIEN GES. FUR WIRTSCHAFT UND INDUSTRIE; Procédé de scellement de pièces isolantes en porcelaine, verre ou matières analogues entre elles, ainsi qu'avec des pièces en métal, applicable en particulier aux isolateurs à haute tension, 26 octobre 1926.

623 698. — PERCY (A.-E.-M.); Procédé de montage des bobines de self-induction à prises multiples et « bouts morts » pour télégraphie sans fil et dispositif pour la réalisation de ce montage, 26 octobre 1926.

623 708. — Société dite : N.-V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN Lampes électriques à incandescence, 26 octobre 1926.

623 710. — ESAU (A.); Montage pour la transmission d'informations au moyen d'ondes courtes, 26 octobre 1926.

623 722. — BOBLET (A.); Coupe-circuit à fusible calibré et enrobé à contact réglable, 27 octobre 1926.

623 723. — COURTECUISSE (J.), COURTECUISSE (V.); Elément de pile, 27 octobre 1926.

623 724. — COURTECUISSE (J.), COURTECUISSE (V.); Pile à éléments amovibles, 27 octobre 1926.

623 728. — Raison sociale : KOCH ET STERZEL; Transformateur de courant à noyau extérieur comportant un enroulement compensateur, 27 octobre 1926.

623 735. — TURPIN (H.-M.); Perfectionnements aux piles, 27 octobre 1926.

623 748. — OSTROROG (S.-J.); Dispositif de lampe non éblouissante, 27 octobre 1926.

623 750. — Société dite : N.-V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN; Lampe électrique à incandescence, 27 octobre 1926.

623 752. — GUYOT (R.-J.-L.); Perfectionnements aux dispositifs d'attache des fils ou câbles amenant le courant électrique aux bougies des moteurs à explosion, 27 octobre 1926.

623 754. — Société dite : JAROSLAW'S ERSTE GLIMMERWAREN FABRIK; Perfectionnements à la fabrication des isolants en papier, 27 octobre 1926.

623 759. — LEROY (R.-A.-L.); Interrupteur commutateur rotatif par commande hélicoïdale, 28 octobre 1926.

623 765. — BUCHBINDER (H.-T.); Poste de voyage pour la réception d'ondes radiophoniques, 28 octobre 1926.

623 809. — COMPAGNIE DES LAMPES; Perfectionnements aux lampes à incandescence à trois filaments, 29 octobre 1926.

623 811. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux moyens d'alimenter des appareils électriques comportant des tubes à décharge électronique et aux moyens de les régler lorsqu'ils sont utilisés comme radiorécepteurs, 29 octobre 1926.

31 978/584 083. — DU BOURG DE BOZAS (G.); 5e cert. d'add. au brevet pris le 21 juin 1924, pour radiogoniomètre pour ondes courtes, 7 janvier 1926.

31 984/592 889. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; 1er cert. d'add. au brevet pris le 9 décembre 1924, pour perfectionnements aux commutateurs rotatifs, 15 janvier 1926.

31 985/613 098. — HAWADIER (J.-A.-M.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 10 juillet 1925, pour lampes de télégraphie sans fil à filament double compensé, 16 janvier 1926.

REUNIONS, CONFÉRENCES, etc

Association amicale des anciens Elèves de l'Ecole d'Electricité industrielle de Paris (Ecole Charliat) :

Mardi 5 juillet 1927, à 20 h 45. Café Biard, 3, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris (salle du 1er étage). — Réunion mensuelle.

Société des Ingénieurs civils de France :

Mardi 5 juillet 1927, 20 h 30. Hôtel de la Société des Ingénieurs civils de France, 19, rue Blanche, Paris.

Cette séance spéciale sera consacrée à la réception d'ingénieurs polonais, membres du Groupement amical franco-polonais de la Société des Ingénieurs civils de France, réception qui sera suivie de conférences concernant les *Voies de communication : routes, ports et canaux; les chemins de fer et la situation économique en Pologne*, par MM. SEKUTOWICZ, ZAWADZKI ET DE KANNEGIESSER.

Vendredi 8 juillet 1927, 17 h 30. — Communication : *Le port de Casablanca*, par M. Ch. LAROCHE (projections et films).

Société française des Electriciens :

Mercredi 6 juillet 1927, 20 h 30. Salle de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 44, rue de Rennes, Paris. — Communication :

La recherche scientifique dans l'industrie en dehors des laboratoires, par M. Maurice LEBLANC, directeur technique de la Société Hewittic.

Discussion : *Différences essentielles entre les méthodes des laboratoires de science pure et celles que l'on peut appliquer dans l'industrie*, par M. Eugène DARMOIS, professeur de physique à la Sorbonne.

Le travail de recherches dans les sociétés de production et de distribution d'électricité, par M. IMBS, directeur général de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité.

Le travail de recherches dans les sociétés françaises de construction électrique, par M. GRATZMULLER, ingénieur-conseil.

Le travail de recherches à la Société Brown-Boveri, par M. DARRIEUS, ingénieur à la Compagnie Electro-Mécanique.

Le travail de recherches à la General Electric Co, par M. Aimé LE BLANC, ingénieur à la Compagnie française Thomson-Houston, présenté par M. Duclerc.

INDICES DE SALAIRES

Établis par le Syndicat des Entrepreneurs de Réseaux et de Centrales électriques.

MOIS	RÉGIONS											
	1 Nord	2 Nord-Ouest	3 Région de Paris	4 Nord-Est	5 Orléanais	6 Jura	7 Sud-Ouest	8 Massif central	9 Alpes	10 Littoral méditerranéen viticole	11 Côte d'Azur	12 Indice général
Novembre	132	130	166	147	139	153	128	136	148	152		
Décembre	132	127	164	146	132	150	128	139	149	152		
Janvier 1927	138	133	166	144	140	150	132	141	149	150		
Février	132	133	164	147	141	150	127	137	144		169	148
Mars	134	135	166	148	141	150	129	134	153	154	171	147
Avril	139	134	164	148	137	150	128	134	158	157		146

COMPOSITION DES RÉGIONS

Région 1 (*Nord*) : Aisne, Nord, Oise, Pas-de-Calais, Somme.

Région 2 (*Nord-Ouest*) : Calvados, Côtes-du-Nord, Eure, Finistère, Ille-et-Vilaine, Indre-et-Loire, Loire-Inférieure, Maine-et-Loire, Manche, Mayenne, Morbihan, Orne, Sarthe, Seine-Inférieure, Vendée.

Région 3 (*Région de Paris*) : Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne.

Région 4 (*Nord-Est*) : Ardennes, Aube, Marne, Marne (Haute-), Meurthe-et-Moselle, Meuse, Moselle, Rhin (Bas-), Rhin (Haut-), Vosges.

Région 5 (*Orléanais*) : Cher, Eure-et-Loir, Indre, Loiret, Loir-et-Cher, Nièvre, Yonne.

Région 6 (*Jura*) : Belfort (Territoire de), Côte-d'Or, Doubs, Jura, Saône (Haute-), Saône-et-Loire.

Région 7 (*Sud-Ouest*) : Ariège, Charente, Charente-Inférieure, Creuse, Dordogne, Garonne (Haute-), Gers, Gironde, Landes, Lot-et-Garonne, Pyrénées (Basses-), Pyrénées (Hautes-), Sèvres (Deux-), Tarn-et-Garonne, Vienne, Vienne (Haute-).

Région 8 (*Massif central*) : Allier, Ardèche, Aveyron, Cantal, Corrèze, Loire, Loire (Haute-), Lot, Lozère, Puy-de-Dôme, Tarn.

Région 9 (*Alpes*) : Ain, Alpes (Basses-), Alpes (Hautes-), Drôme, Isère, Rhône, Savoie, Savoie (Haute-).

Région 10 (*Littoral méditerranéen viticole*) : Aude, Gard, Hérault, Pyrénées-Orientales.

Région 11 (*Côte-d'Azur*) : Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Var, Vaucluse.

Indice général 12 : Indice pour toute la France obtenu en faisant la moyenne des salaires payés sur les chantiers dans toute la France.

EXTRAITS DE LA SÉRIE DES PRIX

DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DES ARCHITECTES

Communiqués par le Syndicat général de la Construction électrique.

Coefficients à appliquer sur les prix de la série du 15 octobre 1924 pour les travaux exécutés à partir du :	1er janvier 1926		1er avril 1926		15 mai 1926		1er août 1926	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Conducteurs électriques : Fils et câbles sous plomb :								
Lumière : 3e et 6e colonnes des nos 58 à 98 et 111 à 121	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Sonnerie : nos 27(I) à 27(II) et 29(I) à 29(II)	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Conducteurs électriques : Fils et câbles autres que sous plomb :								
Lumière et sonnerie	1,38	1,46			1,50	1,60	1,66	1,79
Coefficient s'appliquant à l'ensemble des autres articles de la série.	1,28	1,27	1,23	1,30	1,25	1,33	1,33	1,42
Ouvrages ne comportant que de la main-d'œuvre	1,19	1,26			1,27	1,35	1,27	1,35

Coefficients à appliquer sur les prix de la série 1926 pour les travaux exécutés à partir du :	1er nov. 1926	1er déc. 1926	1er janv. 1927	1er fév. 1927	1er mars 1927
Conducteurs électriques autres que sous plomb	1,02	1,02	1,02	0,85	0,79
Id. sous plomb :					
Lumière : nos 68 à 108 et 122 à 132 (3e et 6e colonnes)	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Sonnerie : nos 29 et 30	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Appareillage :					
Gros appareillage : nos 180 à 201 et 377 à 430	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
Appareillage de branchement : nos 202 à 212 et 320 à 323	1,41	1,41	1,34	1,26	1,26
Autres articles de la série	1,23	1,20	1,20	1,15	1,15
Articles ne comportant que de la main-d'œuvre	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17

Prix de l'heure à partir du :	1er janvier 1926		15 mai 1926			1er novembre 1926	
	élémentaires	de règlement	élémentaires	de règlement (1)	de règlement (2)	élémentaires	de règlement
Heure d'ouvrier téléphoniste, monteur et ajusteur	4 fr	5,90 fr	4,25 fr	6,25 fr	6,60 fr	4,75 fr	7,40 fr
Id d'ouvrier électricien poseur	3,75	5,50	4	5,90	6,25	4,25	6,60
Id d'aide électricien poseur	3,25	4,80	3,50	5,15	5,45	3,75	5,85

(1) Les coefficients de la colonne (1) s'appliquent aux travaux traités avant le 1er janvier 1926.
(2) Les coefficients de la colonne (2) s'appliquent aux travaux traités après le 1er janvier 1926.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 18 juin 1927	samedi 25 juin 1927	différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	77 fr	77 fr	0
Id U id	100 kg	82	82	0
Cornières	100 kg	81	82	0
Larges plats	100 kg	99	99	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	17 1/4 d	17 3/4 d	+ 1/2 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	225 fr	225 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	543	547	+ 4 fr
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	785	779	— 6
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 007	1 000	— 7
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	1 002	995	— 7
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 007	1 000	— 7
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 550	1 543	— 7
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 724	6 717	— 7
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	3 000	3 000	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	4 094	4 087	— 7
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	460	460	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	592,50	577,50	— 15
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
{ pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { épaisseur 7/100 mm	le mètre	5	5	0
{ Id 10/100 mm	linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	344	349	+ 5
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	13,35	13,35	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,95	11,95	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	355	350	— 5
Tôle magnétique extra-sup. 4 10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		225	225	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	407	403,75	— 3,25
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation commnniqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

NOTA. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication,

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 18 juin 1927	samedi 25 juin 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	165	165	0

COEFFICIENTS DE VARIATION DE PRIX

APPLICABLES A L'APPAREILLAGE ET AU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

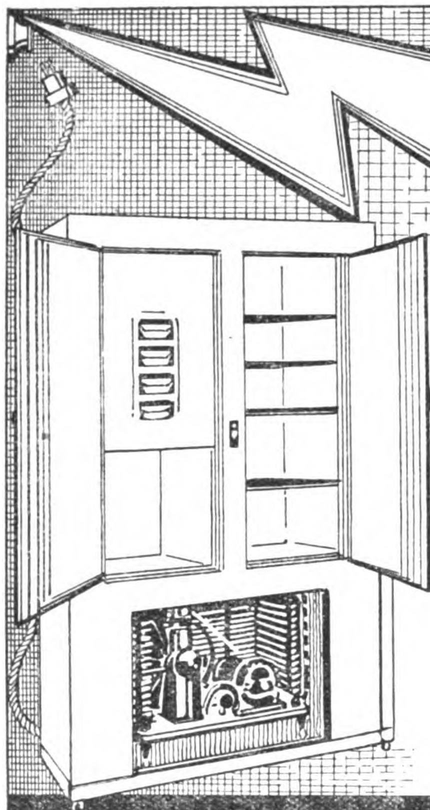
Etablis par le Syndicat des Constructeurs d'Appareillage et de Matériel électrique.

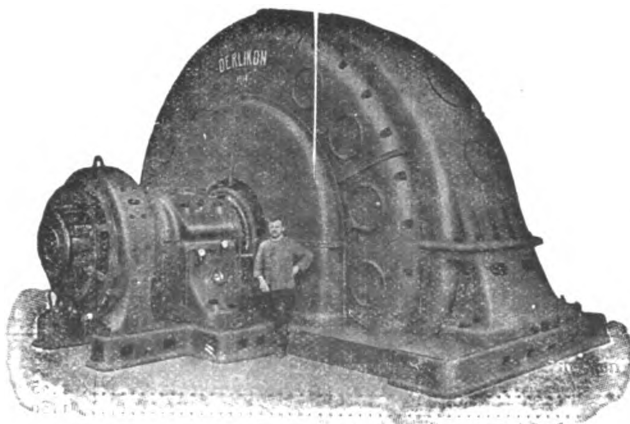
Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 6 juin 1926

1° Matériel pour haute tension 1,25
2° Gros appareillage pour basse tension 1,30
3° Petit appareillage pour basse tension { a) Appareils contenant plus de 50 pour 100 de cuivre 1,10
{ b) Appareils contenant moins de 50 pour 100 de cuivre 1,15

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 1er mars 1926

4° Matériel de branchement utilisé par la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité 1,30





Générateur triphasé fermé, 17000 kV-A, 11000 volts, 250 t : mn.

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

La réunion d'Annecy du XIIe Groupement économique régional. — Le douzième Groupement économique régional, qui réunit les Chambres de Commerce de la région alpestre, a tenu à Annecy, les lundi et mardi, 27 et 28 juin, une réunion dans laquelle furent exposés et discutés les problèmes que soulèvent l'extension de l'utilisation des forces hydrauliques et le développement du tourisme. Cette réunion, à laquelle avaient été invitées les personnalités de l'industrie de la houille blanche et de l'industrie du tourisme, était présidée par M. Ch. Lépine, président du Groupement économique.

Dans la matinée du lundi, M. Mathieu, ingénieur à la Société d'Electrochimie et d'Electrométallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine, a présenté un rapport sur l'industrie de la houille blanche en Haute-Savoie. L'auteur y signale que les conditions économiques de ces dernières années ont notablement ralenti le développement de cette industrie qui, comme on le sait, exige l'investissement de capitaux très importants que la vente de l'énergie électrique aux tarifs actuels ne permet pas de rémunérer à un taux suffisant; il fait observer que, malgré ces difficultés financières, l'industrie hydroélectrique n'est pas restée inactive et que ses efforts ont porté vers une meilleure utilisation de l'énergie hydraulique par la création de bassins d'accumulation d'eau. Ensuite, il relate les essais faits par les électrochimistes en vue de donner satisfaction aux touristes en supprimant les fumées qu'émettent les usines. Puis il expose la question de l'utilisation des excédents d'énergie temporaires pour la fabrication de produits électrochimiques et électrométallurgiques et termine en montrant que, les exportations de ces produits s'étant notablement ralentie dans ces dernières années, il convient que l'industrie électrochimique s'oriente dans une voie nouvelle : la fabrication d'un engrais complet, le phosphate d'ammonium, au moyen d'anhydride phosphorique obtenu au four électrique et au moyen d'ammoniaque dont la production synthétique, semble devoir offrir une utilisation de l'énergie électrique.

Dans l'après-midi, après un déjeuner offert par le Groupement économique, M. Ferrero, président de la Chambre de commerce d'Annecy, a fait une conférence sur le tourisme en Haute-Savoie. Après cette conférence, les congressistes firent une excursion au mont Semnoz.

Dans la soirée eut lieu un banquet officiel auquel assistait M. Magnier, directeur des Forces hydrauliques au Ministère des Travaux publics, représentant M. Tardieu, ministre des Travaux publics. Dans l'allocution qu'il prononça, M. Magnier indiqua brièvement les divers projets qui ont été élaborés en vue de procurer une aide financière aux industriels désireux de développer l'utilisation de nos richesses hydrauliques. Les projets de loi prévoyant l'attribution de subsides de l'Etat ne paraissant pas devoir aboutir rapidement, le Ministère des Travaux publics a profité des possibilités que donne le plan Dawes pour faire admettre par le Service des Prestations en nature, qu'un statut financier avantageux serait accordé aux travaux effectués en vue de la création d'un grand réseau de 2 500 km pour la liaison entre le Massif central, les Pyrénées, les Alpes, le Jura, le Rhin et les grands centres urbains de consommation. Les groupements de producteurs et distributeurs d'énergie électrique se verront ainsi affecter des prestations en nature à un taux de remboursement très réduit ; ce sera une aide indirecte, mais réelle, à l'industrie hydroélectrique. Les études en cours sont déjà très avancées pour le Massif central.

Le lendemain mardi a été consacré à une excursion au cours de laquelle fut visité le pont de la Caille, en béton armé, d'une seule arche de 145 m de portée.

La concentration dans l'industrie électrique en Allemagne. — Un événement important vient à nouveau signaler à notre attention l'effort de concentration actuellement poursuivi dans la grande industrie allemande. Il s'agit de la fusion totale de deux des plus importantes sociétés d'entreprises électriques, l'Elektrizitäts-Aktiengesellschaft (vormals Schuckert) et la Continentale Gesellschaft für elektrische Unternehmungen, entre lesquelles existaient depuis longtemps des relations très étroites.

Bien que cette fusion représente une modification de forme plus que de fait, l'événement n'en est pas moins

significatif. Les rapports publiés en vue des assemblées générales, qui étaient convoquées à la même date du 13 juin 1927 par les deux sociétés, indiquent d'ailleurs nettement les raisons et le but de cette opération.

Le conseil d'administration de l'Elektrizitäts-Aktiengesellschaft (vormals Schuckert) expose que la décision de proposer une fusion à la Continentale Gesellschaft a été prise en raison de l'identité des objectifs des deux entreprises et de l'opportunité d'une mesure qui doit permettre de réaliser des économies sur les frais généraux et sur les frais d'administration; en outre, dans la période actuelle, où la loi sur les adoucissements fiscaux est encore en vigueur, les frais résultant de la fusion elle-même seront beaucoup moins importants que dans la période précédente.

Le mécanisme financier de l'opération se présente comme il suit : les actions de la Continentale Gesellchaft für elektrische Unternehmungen, d'une valeur nominale de 750 reichsmarks seront échangées titre pour titre contre des actions ordinaires de l'Elektrizitäts-Aktiengesellschaft (vormals Schuckert) de 700 reichsmarks de valeur nominale. Le capital de cette dernière sera porté, en conséquence, de 7,5 millions à 60 millions de reichsmarks, dont une partie seulement sera utilisée pour l'échange des titres. L'exercice commencera désormais au 1er avril de chaque année, ceci afin d'éviter la confusion avec l'exercice des entreprises associées.

Le bilan portant, pour l'Elektrizitäts-Aktiengesellchaft (vormals Schuckert), sur la période intermédiaire du 1er octobre 1926 au 31 mars 1927 fait ressortir un bénéfice commercial de 523 747 reichsmarks. Il convient de remarquer que l'appoint résultant de la participation de la société aux Siemens-Schuckertwerke figurait au bilan arrêté normalement au 30 septembre 1926. Le bénéfice net, compte tenu des frais généraux d'administration, des impôts, intérêts et amortissements, se monte à 156 846 reichsmarks qui sont reportés à nouveau.

La Continentale Gesellschaft clôt son exercice avec 887 625 reichsmarks de recettes. Après déduction des frais d'administration, impôts et taxes, il reste un bénéfice net de 505 564 reichsmarks distribué en partie aux actionnaires et permettant un report à nouveau de 14 166 reichsmarks.

Parmi les entreprises allemandes où la société possède des participations importantes, il convient de citer :

Dans la traction électrique : Bergische Rheinbahnen, Elektrische Strassenbahn Barmen--Elberfeld ;

Dans les entreprises de distribution : Bergische Elektrizitäts-Versorgung G. m. b. H. à Elberfeld, Kraftwerke Thüringen A.-G., Thüringer, Elektrizitäts und Gasswerke A.-G., Elektra A.-G. de Dresde, Rheinische Elektrizitäts A.-G de Mannheim.

En ce qui concerne la fusion, le rapport mentionne que la Continentale Gesellschaft für elektrische Unternehmungen a été fondée en 1895 comme société financière pour les entreprises électriques en formation, alors que la société Schuckert se consacrait à cette époque à la fabrication du matériel électrique. C'est seulement en 1903, après cession de son usine de Nüremberg au groupe Siemens et la constitution des Siemens-Schuckertwerke que l'ancienne société Schuckert prit sa dénomination d'Elektrizitäts-Aktiengesellchaft (normals Schuckert) et, tout en conservant une participation dans l'affaire des Siemens-Schuckertwerke, se transforma en société financière d'entreprises. A l'époque, l'idée d'une fusion avec la Continentale Gesellschaft avait bien été évoquée, mais sa réalisation fut longtemps différée. car cette dernière société avait porté son effort principal sur son développement à l'étranger.

A la suite de la guerre, les entreprises créées en France, en Pologne, en Russie, en Italie et en Autriche durent être liquidées et une reconstitution de la société devenait très difficile dans ces conditions. C'est pourquoi la fusion avec une société plus prospère a semblé être une solution nécessaire pour sauvegarder les intérêts de la Continentale Gesellschaft.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Inauguration officielle de la traction électrique sur la ligne de Bordeaux a Hendaye. — Poursuivant activement l'électrification de son réseau, la Compagnie des Chemins de fer du Midi vient d'inaugurer officiellement, le 19 juin 1927, en présence de M. le ministre des Travaux publics, la mise en exploitation de la traction électrique sur la grande ligne de Bordeaux à Hendaye.

Cette mise en service porte à 768 km la longueur des lignes électrifiées du réseau de cette compagnie.

A l'occasion de l'inauguration de la traction électrique sur l'artère de Bordeaux à Hendaye, la Compagnie des Chemins de fer du Midi a établi un record en mettant en marche le train le plus rapide du monde. En effet, le train officiel a couvert la distance de Bayonne à Bordeaux, soit 198 km en 105 mn, ce qui représente une vitesse commerciale de 113 km : h et une vitesse de pleine marche oscillant entre 120 et 130 km : h.

Le poids du train d'inauguration était de 420 t, locomotive comprise. Cette machine du type 2 C 2 a une puissance de 2 250 ch à la vitesse de 115 km : h et est entraînée par trois moteurs doubles à axes verticaux attaquant les essieux moteurs correspondants par l'intermédiaire d'engrenages d'angle, d'arbres creux et d'accouplements élastiques.

Décret autorisant, déclarant d'utilité publique et concédant les travaux d'aménagement de la chute de Rory, sur le Lignon du Forez. — Le « Journal officiel » du 16 juin 1927 publie, pages 6179-6184, le décret en date du 9 juin 1927, approuvant la convention en date du 30 décembre 1926 passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société des Forces motrices réunies du Lignon de la Loire, dont le siège est à Boën-sur-Lignon (Loire), d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour l'établissement et l'exploitation des ouvrages hydrauliques et de l'usine génératrice destinés à l'utilisation de la chute d'environ 110 m (en eaux moyennes) entre le confluent du ruisseau de Pierre-Brune et le village de Veaux, communes de Saint-Georges-en-Couzan, et Saint-Bonnet-le-Courreau, département de la Loire et la création d'un réservoir de compensation.

La puissance maximum brute de la chute concédée est évaluée à 4 350 kw, ce qui correspond, compte tenu du rendement normal des appareils d'utilisation, à une puissance disponible de 3 045 kw.

La puissance normale brute est évaluée à 2 240 kw, ce qui correspond de même à une puissance normale disponible de 1 568 kw.

L'entreprise a pour objet principal l'alimentation du service public de distribution assuré par la société.

Le barrage ou la prise d'eau sera placé à 1 200 m environ en aval du confluent du ruisseau de Pierre-Brune.

Le niveau normal de la retenue sera à la cote de 615,50 m.

Le débit maximum emprunté sera de 4 000 l : s.

Les eaux seront restituées à 2 800 m environ à l'aval du barrage de prise.

Le bassin de compensation sera établi à 730 m à l'aval du canal de fuite de l'usine actuelle de Saint-Martin.

En vue de l'irrigation des terrains situés à proximité du village de Veaux, le concessionnaire sera tenu de restituer au lit du Lignon, immédiatement à l'aval du canal de fuite de l'usine de Veaux actuellement existante, toutes les semaines, du 15 mars au 15 septembre, pendant vingt-quatre heures un débit continu de 55 l : s.

Ce débit sera restitué entre le samedi, 18 heures, et le lundi, 6 heures, soit en une période de 24 heures consécutives, soit en deux périodes de 12 heures consécutives.

Lorsque la compagnie aura fait choix de l'un ou de l'autre système et des points de départ desdites périodes, elle ne pourra changer de système ou modifier les points de départ qu'après avoir averti les intéressés au moins quatre jours à l'avance.

Le concessionnaire sera en outre tenu de restituer au lit du Lignon, immédiatement à l'aval de l'usine projetée, un débit tel, qu'au droit du pont de Veaux, l'eau coule dans ce lit avec un débit minimum continu de 10 l : s. Il est entendu que ces deux clauses sont indépendantes l'une de l'autre.

Dans les deux cas, le concessionnaire sera tenu de justifier du débit restitué et d'installer et d'entretenir les ouvrages de jauge dans ce but.

Le barrage accumulateur sera constitué par un barrage déversoir de 12 m de hauteur environ au-dessus du fond de la rivière.

Le niveau de la retenue normale sera à la cote 615,50 m et la capacité utile de 100 000 m³ environ.

La conduite d'amenée fonctionnant en charge aura un diamètre de 1,70 m environ et une longueur de 2 700 m environ. Elle sera établie sur la rive gauche du Lignon.

La conduite forcée aura 1,30 m de diamètre environ.

L'usine sera établie sur la rive gauche du Lignon, à environ 50 m de l'usine actuelle de Veaux.

Le barrage de compensation comportera un barrage déversoir de 7 m environ au-dessus du fond de la rivière.

Le niveau de la retenue normale sera à la cote 441,40 m et la capacité utile sera de 67 000 m³ environ.

Un dispositif maintiendra sensiblement constant le débit restitué dans la journée.

La construction des groupes turbogénérateurs en Russie soviétique. — D'après notre confrère « The Electric Review » du 22 avril 1927, les ateliers de l'Electroforce à Leningrad ont commencé la construction des premiers groupes turbogénérateurs à vapeur de 5 000 kw construits en Russie, et seraient en état d'entreprendre sous peu la construction de groupes de 10 000 kw. Pour ce qui est des turbines à vapeur, les Metallurgical Works de Leningrad procèdent à l'agrandissement de leurs ateliers de façon à ce que la puissance globale des turbines à vapeur construites annuellement puisse atteindre 325 000 kw de turbines à vapeur, ce qui représente neuf fois leur capacité actuelle de production. D'autre part, tandis qu'avant guerre la plus grande puissance individuelle des turbines construites ne dépassait pas 1 250 kw, ces ateliers construisent des turbines de près de 10 000 kw et en ont de 20 000 kw en étude. A un autre point de vue ces ateliers ont en construction une turbine de 5 500 kw fonctionnant à la pression de 40 kg : cm².

En ce qui concerne les turbines hydrauliques le Moscow Machine Trust a en construction trois turbines de 3 600 ch et seraient en état de construire des unités semblables de 10 000 ch.

Les emprunts de l'industrie électrique italienne a l'étranger. — Dans le numéro du 12 mars 1927, nous signalions, page 85 B, l'importance de l'aide financière apportée par les étrangers, particulièrement par les Américains, au développement de l'industrie électrique italienne. Nous y indiquions que l'ensemble de ces emprunts atteignait près de 100 millions de dollars et que, à lui seul, le groupe de la Società idroelettrica piemontese et des sociétés associées avait déjà reçu 32 millions de dollars. Ce même groupe vient de souscrire un nouvel emprunt de 8,5 millions de dollars.

Nous lisons, en effet, dans « L'Information » du 19 juin 1927, la note suivante :

« Les sociétés faisant partie du groupe hydroélectrique du Piémont et disposant ensemble d'un capital de plus d'un milliard de lire ont décidé de conclure solidairement un autre emprunt jusqu'à concurrence de 8 500 000 dollars, par l'intermédiaire de l'Institut de crédit pour entreprises d'utilité publique ».

Combustible. — **Les variations du prix de la houille et du coke pendant la période quinquennale 1919-1923.** — A la suite du rapport sur les assurances sociales présenté au nom de la Commission des Finances du Sénat par M. Louis Pasquet, sénateur, et occupant les pages 33 à 113 des « Documents parlementaires, Sénat » annexés aux numéros des 9 et 14 juin du « Journal officiel », sont donnés divers tableaux indiquant les « fluctuations de l'indice du prix-or d'un certain nombre de marchandises et matières premières pendant la période 1919-1923 ». Nous reproduisons ci-dessous le tableau concernant la houille et le coke.

Années	Cours moyen du dollar (en francs français)	Houille crue			Coke		
		Prix moyen des 100 kg (en francs français)	Prix moyen des 100 kg (en dollars)	Indice moyen du cours de la houille (en or)	Prix moyen des 100 kg (en francs français)	Prix moyen des 100 kg (en dollars)	Indice moyen du cours du coke (en or)
1919	7,269	13	1,78842	100	18	2,47627	100
1920	14,308	28	1,95695	109	57	3,98379	161
1921	13,490	13	0,96368	54	16	1,18606	48
1922	12,330	8,50	0,68938	39	10	0,81103	33
1923	16,585	12,20	0,73560	41	17,50	1,05517	43

Réunion a Londres des représentants de l'industrie houillère de France, d'Allemagne et de Grande-Bretagne. — Des représentants techniques de l'industrie houillère de France, d'Allemagne et de Grande-Bretagne, se sont réunis à Londres, en une conférence privée, en vue d'arriver à un accord pour une coopération internationale,

dans l'étude des problèmes scientifiques intéressant les mines de charbon. L'idée essentielle qui a servi de base de discussion est une concentration des expériences et des connaissances scientifiques et des échanges de vues sur les problèmes communs à toute l'industrie houillère. La France était représentée par M. Georges Patart, inspecteur général en retraite du Service des Poudres, et M. Henri Winkler, directeur du Service des Recherches industrielles.

Métallurgie. — LA PRODUCTION SIDÉRURGIQUE DE LA FRANCE EN MAI 1927. — Durant le mois de mai, la production française de fonte s'est élevée à 794 175 t contre 773 914 t en avril (voir *Bulletin R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 207 B.). Cette production se décompose comme il suit :

	Mai	Avril
Fonte d'affinage	25 048 t	23 069 t
Fonte de moulage	119 593	133 181
Fonte Bessemer	2 521	2 817
Fonte Thomas	621 237	597 471
Fontes spéciales	25 776	17 376
Total	794 175 t	773 914 t

La fabrication de l'acier a légèrement augmenté. Elle passe de 773 914 t en avril à 794 175 en mai.

	Mai	Avril
Convertisseur acide	5 951 t	6 341 t
Convertisseur basique	503 035	480 016
Four Martin	193 767	185 281
Four à creusets	839	842
Four électrique	8 282	8 041
Total	711 874 t	680 521 t

La production d'avril comprend 668 176 t de lingots et 12 345 de moulages, celle de mai 700 241 t de lingots et 11 633 de moulages. En mai, 146 hauts fourneaux ont été en activité, 36 sont restés prêts à fonctionner et 36 sont en construction ou en réparation.

LES VARIATIONS DU PRIX DE LA FONTE, DU FER ET DU CUIVRE PENDANT LA PÉRIODE QUINQUENNALE 1919-1923. — Du rapport de M. Louis Pasquet, sénateur, sur le projet de loi concernant les assurances sociales, signalé plus haut à la rubrique « Combustibles », nous extrayons le tableau suivant relatif au prix de la fonte, du fer et du cuivre.

ANNÉES	COURS moyen du dollar (en francs français)	FONTE BRUTE			FER EN BARRES			CUIVRE		
		Prix moyen des 100 kg (en francs français)	Prix moyen des 100 kg (en dollars)	Indice moyen du cours de la fonte (en or)	Prix moyen des 100 kg (en francs français)	Prix moyen des 100 kg (en dollars)	Indice moyen du cours du fer (en or)	Prix moyen des 100 kg (en francs français)	Prix moyen des 100 kg (en dollars)	Indice moyen du cours du cuivre (en or)
1919....	7,269	55	7,56638	100	75	10 31779	100	290	39,89544	100
1920....	14,308	70	4,89237	65	97,50	6 81437	66	500	34,94549	88
1921....	13,490	31,25	2,31653	31	68	5 04077	49	360	26,68643	67
1922....	12,330	37	3,00081	40	55,50	4 50122	44	370	30,00811	75
1923....	16,585	49	2,95448	39	50	3 01477	29	525	31,65511	79

Economie industrielle et sociale. — LA DURÉE DU TRAVAIL DANS L'INDUSTRIE ALLEMANDE. — La Confédération générale des Syndicats ouvriers allemands a publié dans la « Gewerkschafts Zeitung » les résultats d'une enquête qu'elle a effectuée dans la semaine du 25 au 30 avril 1927 sur la durée du travail dans l'industrie allemande. Déjà, en 1924, elle avait fait, du 12 au 17 mai, une première enquête portant sur 46 122 entreprises occupant 2 453 523 personnes, puis, du 3 au 8 novembre, une seconde enquête plus poussée portant sur 51 166 entreprises occupant 2 362 820 personnes. La nouvelle enquête a porté sur 57 895 entreprises occupant 2 533 147 personnes.

Si l'on ne tient pas compte des chômeurs partiels, qui représentent 4,6 pour 100 du total des ouvriers, 47,4 pour 100 travaillaient 48 heures au moins par semaine et 48 pour 100 plus de 48 heures (12,3 pour 100 travaillant plus de 54 heures). En mai 1924, on avait trouvé les proportions suivantes : 45,3 pour 100 travaillaient 48 heures ou moins et 54,7 pour 100, plus de 48 heures (13 pour 100 plus de 54 heures).

Si l'on examine le tableau donnant les proportions dans les diverses corporations, on constate que la semaine de 48 heures de travail est la règle dans le bâtiment, l'imprimerie, l'industrie du bois et celle de la chaussure; la semaine de plus de 48 heures prédomine dans l'industrie métallurgique et surtout dans l'industrie textile.

Les résultats de cette enquête syndicale correspondent assez bien à ceux d'une enquête officielle faite en octobre 1926. Cette dernière, qui n'avait porté que sur la construction mécanique, le textile, les cuirs et les tabacs, avait montré qu'en octobre 1926 la proportion des ouvriers travaillant plus de 48 heures par semaine était de 52,97 pour 100. Dans la construction mécanique la proportion était de 47,92 pour 100 et la semaine de 52 à 56 heures dominait. Dans l'industrie textile, elle était de 63,3 pour 100; l'enquête syndicale indique qu'en avril 1927, cette proportion était montée à 75 pour 100, différence qui peut tenir à la forte diminution du chômage partiel dans cette industrie depuis octobre 1926.

Syndicats. Groupements. — SYNDICAT DE LA PRESSE TECHNIQUE, INDUSTRIELLE, COMMERCIALE ET AGRICOLE DE FRANCE. — Ce syndicat a tenu son assemblée générale annuelle dans l'après-midi du lundi 27 juin 1927, au Cercle de la Librairie.

Le soir eut lieu, à l'Hôtel continental, un banquet présidé par M. Bokanowski, ministre du Commerce et de l'Industrie, remplaçant M. Raymond Poincaré, empêché. Aux côtés du ministre se trouvaient M. Thuau, président du Syndicat, et M. Mounier, président d'honneur du Syndicat et président-fondateur de la Fédération internationale de la Presse technique; de part et d'autre avaient pris place M. Greiffenhagen, président de la Fédération internationale et président du Syndicat de la Presse technique allemande,

M. Moorman, trésorier de la Fédération internationale, plusieurs autres représentants de la presse technique étrangère et de nombreuses personnalités.

Au dessert, M. Thuau exposa le rôle que doit jouer la presse technique dans l'organisation économique du pays et M. Mounier rappela les origines de la Fédération internationale dont le troisième congrès aura lieu en septembre prochain à Berlin; MM. Greiffenhagen et M. Moorman prirent ensuite successivement la parole et ce dernier remit à M. Mounier un objet d'art en souvenir de la part prépondérante prise par lui dans la création de la Fédération internationale. M. Delsol, président du Conseil municipal de Paris, exprima les sentiments de la Ville de Paris à l'égard du Syndicat de la Presse technique, puis M. Bokanowski, dans un discours improvisé, fit ressortir le rôle important que peut et doit remplir la presse technique dans l'économie nationale.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Augmentation de capital. — ETABLISSEMENTS KELLER ET LELEUX. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 20 juin 1927, page 558, cette société dont le siège est à Paris, 3, rue Vignon, va porter son capital social de 5 250 000 fr à 9 millions de francs, au moyen de l'émission et de la création de 7 500 actions au capital nominal de 500 fr, à souscrire et libérer contre espèces.

Cette augmentation de capital est divisée en deux tranches :

La première tranche comprend :

1° Une série de 3 250 actions, dites « actions A, 1re catégorie », de valeur nominale de 500 fr, portant les nos 10501 à 13750, émises en deux parties :

La première partie comprenant 2 250 actions émises au pair de 500 fr et dont la souscription sera exclusivement réservée pour 2 100 titres aux actionnaires actuels, à concurrence d'une action nouvelle pour cinq actions anciennes, et les 150 actions de surplus étant à la disposition du conseil d'administration pour en réserver la souscription aux personnes qu'il jugera bon d'agréer.

La seconde partie comprend 1 000 actions émises au taux de 1 750 fr, dont 1 250 fr de prime, parmi lesquelles 700 actions sont réservées aux actionnaires actuels à concurrence d'une action nouvelle pour quinze actions anciennes, le surplus restant à la disposition du conseil qui en réservera la souscription aux personnes qu'il désignera;

2° Une deuxième série de 1 250 actions portant les nos 13751 à 15000, appelées « actions A, 2e catégorie », qui sera émise au taux de 1 750 fr, dont 1 250 fr de prime. Ces actions seront nominatives et leur transmission sera réglementée et soumise à des restrictions de cessibilité. Tous pouvoirs ont été donnés au conseil d'administration pour en recueillir la souscription auprès de toutes personnes qu'il jugera bon d'agréer, acte lui étant donné de ce qu'il a déjà recueilli la souscription desdites actions.

La deuxième tranche comprend :

3 000 actions dites « actions B », émises au pair de 500 fr et obligatoirement nominatives, soumises également à des restrictions de cessibilité.

Toutes les fois que le permettra la loi, ces actions B jouiront d'un droit de vote dans les assemblées générales qui sera cinq fois plus élevé que celui des autres actions.

Dans la répartition des bénéfices, les actions B auront droit à une répartition de moitié de celle attribuée aux actions A, jusqu'à 10 pour 100 de distribution. Pour toute distribution supérieure à 10 pour 100 attribuée aux « actions A », les « actions B » toucheront une part correspondant aux deux tiers de la part revenant aux « actions A ». Dans la répartition de toutes réserves facultatives, et éventuellement dans la répartition du boni de liquidation, chaque action B aura droit à une part égale à deux tiers de celle qui sera attribuée à chaque action A de la première ou de la deuxième catégorie.

COMPAGNIE NOUVELLE D'ECLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ ET L'ELECTRICITÉ. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 13 juin 1927, page 548, cette société dont le siège est à Bordeaux, 50, cours Georges-Clemenceau, va procéder à l'émission, au fur et à mesure des besoins de la société, de 1 600 obligations de 500 fr chacune, remboursables au pair en 40 ans à partir du 1er février 1915, par voie de tirage au sort, avec faculté d'anticiper l'époque des tirages, d'augmenter le nombre d'obligations à amortir ou de suppléer pour tout ou partie au tirage au sort, par voie de rachat, d'obligations au-dessous du pair.

Ces obligations porteront un intérêt annuel de 5 pour 100 sous déduction des impôts.

UNION HYDROÉLECTRIQUE ARMORICAINE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 13 juin 1927, page 530, cette société dont le siège est à Paris, 12, rue d'Aguesseau, va porter son capital à 27 millions de francs par l'émission, contre espèces, de 30 000 actions dites privilégiées de 500 fr, décidée par l'assemblée du 9 juin 1927.

Les actions privilégiées à créer auront droit, pendant la période de construction de l'usine et du barrage de Guerlédan, à un intérêt fixé au taux des avances de la Banque de France, avec minimum de 7 pour 100 sur le capital libéré et non amorti.

Elles auront droit annuellement, après 5 pour 100 à la réserve légale, à un premier dividende de 10 pour 100 (cumulatif à concurrence de 8 pour 100 l'an) ; le surplus des bénéfices sera réparti comme il suit : 600 000 fr seront attribués aux actions de priorité et ordinaires avec la répartition indiquée ci-dessous, puis 10 pour 100 du solde au conseil d'administration et le surplus sera partagé au prorata entre les trois catégories d'actions, sous la réserve de la répartition suivante, entre les actions de priorité et ordinaires, savoir :

Paiement de 8 pour 100 non cumulatif aux actions de priorité, solde réparti : 2 pour 100 aux actions ordinaires et 10 pour 100 aux actions de priorité, jusqu'à ce que les actions ordinaires aient reçu 6 pour 100 non cumulatif.

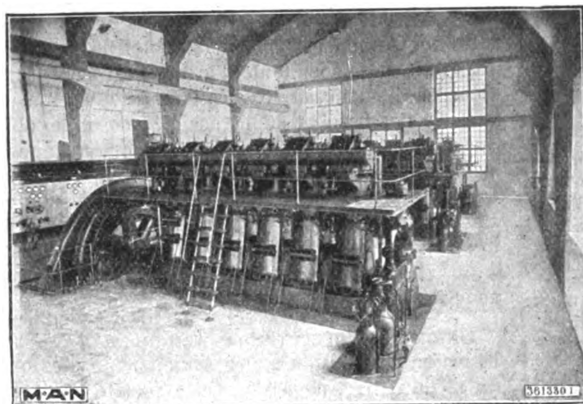
Après cette répartition, l'excédent appartiendra au prorata à toutes les actions, après prélèvement d'une somme destinée à constituer une réserve dite « reconstitution du capital », calculée de façon à permettre l'amortissement du capital social à l'expiration de la concession, et des sommes dont l'assemblée générale déciderait le versement à tout fonds de réserve ou de prévoyance.

Les actions amorties au moyen des fonds provenant de la réserve dite « reconstitution du capital » seront remplacées par des actions de jouissance ayant, sauf attribution des dividendes de 10 pour 100 aux actions privilégiées, de 8 pour 100 aux actions de priorité et 6 pour 100 aux actions ordinaires, les mêmes droits que les actions non amorties.

Divers. — CALOR — L'assemblée ordinaire tenue le 9 juin 1927, à Lyon, a approuvé le bilan de l'exercice écoulé se soldant par un bénéfice net de 284 060,45 fr. Le dividende a été fixé à 80 fr brut par action, sur lequel un acompte a déjà été payé.

M · A · N

MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG A G



3 Moteurs Diesel **M. A. N**, 800 ch chacun

MOTEURS DIESEL

La M. A. N. est la plus ancienne, la plus expérimentée et la plus importante fabrique de moteurs DIESEL du monde.

Elle a installé, dans le monde entier, une puissance totale supérieure à un million de chevaux et elle construit actuellement, des moteurs DIESEL jusqu'à

20000 CHEVAUX

et plus par unité.

J. JOERG, Ingénieur, Représentant général

15, rue de Turin — PARIS (8e)

Téléph. : Gutenberg 76-60

SOCIÉTÉ

OERLIKON

Bureaux à :

BRUXELLES	57 A, Bd Botanique
LILLE	1, Bd de la Liberté
LYON	2, Quai Rambaud
MARSEILLE	17, Rue Pavillon
METZ	6-7, place de la Gare

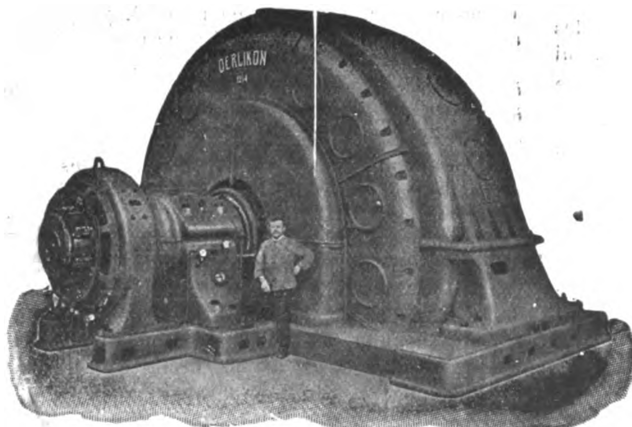
Siège social : PARIS, 15, Rue de Milan

Registre du Commerce : Seine N° 140839

Téléph : Central 20-54 et 3:-25

Télégr. : OERLIK

Usines à **ORNANS** (Doubs)



Générateur triphasé fermé, 17000 kV-A, 11000 volts, 250 t : mn.

Moteurs électriques

Spéciaux pour mines, filatures, tissages, etc.

Transformateurs

Alternateurs, Génératrices

Engins de Levage

Perceuses, Riveuses, Appareillage

Matériel de Traction

Installations de centrales

Turbines à vapeur

Turbo-compresseurs, Soufflantes

Chauffage électrique

Industriel et domestique

DEVIS ET RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE

LE MATÉRIEL ISOLANT. — L'assemblée ordinaire tenue le 2 juin 1927, à Lyon, a approuvé les comptes de l'exercice 1926 se soldant par un bénéfice net de 245 667 fr. Le dividende a été fixé à 55 fr brut par action et 41,65 fr brut par part, sur lequel un acompte de 30 fr par action et 10 fr par part a déjà été versé.

ELECTRO-CONSTRUCTIONS S. A. (ANCIENNEMENT MEYER ET KAPP). — Les comptes de l'exercice 1926 se sont soldés, report antérieur compris, par un bénéfice disponible de 69 859 fr. Il a été réparti, un dividende de 8 pour 100, soit 40 fr brut par action, sur lequel un acompte de 25 fr a déjà été réglé en décembre dernier.

UNION D'ELECTRICITÉ. — Les comptes de l'exercice 1926 se soldent par un bénéfice brut de 84 159 550 fr.

Déduction faite des frais généraux et après affectation de 29 169 510 fr aux amortissements et de 5 millions de francs à la provision pour éventualités diverses, le bénéfice net ressort à 20 030 741 fr, contre 17 546 873 fr. A ce bénéfice vient s'ajouter le report de l'exercice antérieur, soit 827 947 fr.

Le conseil proposera de porter le dividende de 20 à 22,50 fr par action.

SOCIÉTÉ NORD-LUMIÈRE (LE TRIPHASÉ). — Les comptes de l'exercice 1926 se soldent, après 9 673 019 fr d'amortissements, par un bénéfice net de 17 856 435 fr contre 13 millions 992 528 fr.

Le conseil proposera de fixer le dividende à 75 fr par action ancienne, égal au précédent, et 37,50 fr par action nouvelle.

SOCIÉTÉ DU GAZ DE PARIS. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926 se soldant par un bénéfice net de 11 514 066 fr (report antérieur compris).

Le dividende a été fixé à 25 fr brut sur lequel un acompte de 10 fr a déjà été versé. Une somme de 216 676 fr a été affectée au fonds de prévoyance et une somme de 747 208 fr a été reportée à nouveau.

ELECTRIQUE LILLE-ROUBAIX-TOURCOING. — Le solde bénéficiaire de l'exercice 1926 ressort à 1 764 093 fr contre 1 769 001 fr pour 1925. Le conseil proposera le maintien du dividende à 29 fr.

ENERGIE ÉLECTRIQUE DU NORD DE LA FRANCE. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926, se soldant, après amortissements, par un bénéfice net de 14 769 833 fr, auquel vient s'ajouter le report de l'exercice antérieur, soit 995 094 fr.

Le dividende a été fixé à 35 fr brut par action, sur lequel un acompte de 20 fr a déjà été versé. Le solde sera payable à raison de 12,30 fr par titre.

Une assemblée extraordinaire tenue ensuite a régularisé l'augmentation du capital, porté de 90 à 95 millions de francs par l'émission de 20 000 actions de 250 fr.

TRAMWAYS ÉLECTRIQUES DE BREST. — Le produit brut de l'exercice 1926 s'élève à 241 593 fr. Après déduction des dotations au fonds d'amortissement (70 353) et à la réserve spéciale pour réfections (54 000 fr), le solde bénéficiaire du compte de profits et pertes est de 131 527 fr. Le dividende proposé est de 4 pour 100, soit 12 fr par action, net de l'impôt sur le revenu.

TRAMWAYS ÉLECTRIQUES DE CAEN. — Le produit brut de l'exercice 1926 s'élève à 171 167 fr. Compte tenu des charges financières, le solde déficitaire du compte de profits et pertes est de 68 336 fr.

COMPAGNIE CENTRALE DE TRAMWAYS ÉLECTRIQUES. — Le produit brut de l'exercice 1926 s'élève à 406 308 fr. Après déduction des charges financières et des dotations à la réserve pour amortissement (72 413 fr) et à la réserve pour renouvellement (135 000 fr), le solde bénéficiaire du compte de profits et pertes est de 108 689 fr. Le dividende proposé est de 3 pour 100, soit 9 fr par action non amortie, net de l'impôt sur le revenu.

TRAMWAYS ÉLECTRIQUES DE SAINT-ETIENNE. — Le produit brut de l'exercice 1926 s'élève à 302 260 fr. Après déduction des charges financières et des dotations au fonds d'amortissement (32 761 fr) et à la réserve pour renouvellement (146 000 fr) le solde bénéficiaire du compte de profits et pertes est de 92 848 fr. Le dividende sera de 5 pour 100, soit 5 fr par action, net de l'impôt sur le revenu.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

623 837. — WEINERT (R.); Lampe électrique à arc, 5 juin 1926.

623 848. — Raison sociale : THE OHIO BRASS Co; Perfectionnements aux procédés et appareils pour essayer les isolateurs, 24 août 1926.

623 850. — Société dite : SECRET WIRELESS LTD; Perfectionnements aux dispositifs de communication sans fil, 25 août 1926.

623 853. — Mme DITISHEIM, née M. ETLIN; Combinaison d'une ampoule électrique avec un couvercle de récipient formant support de lampe, 13 septembre 1926.

623 861. — Société dite : BURROUGHS ADDING MACHINE Co; Perfectionnements aux moteurs universels, 28 septembre 1926.

623 891. — LU (F.-C.); Haut-parleur, 26 octobre 1926.

623 916. — BROWN (S.-G.); Perfectionnements aux haut-parleur téléphoniques, 29 octobre 1926.

623 940. — Société dite : MOTOR-COLUMBUS; Chaîne d'isolateurs avec écrans métalliques, 30 octobre 1926.

623 945. — CAVASSE (E.-V.); Dispositif de montage d'abat-jour avec lampe électrique sur vase, obus, etc., 30 octobre 1926.

623 949. — SOCIÉTÉ DES ETABLISSEMENTS PÉRICAUD; Perfectionnements au réglage des circuits oscillants, 30 octobre 1926.

623 953. — Société dite : SIEMENS REINIGER VEIFA GES. FUR MEDIZINISCHE TECHNIK m. b. H.; Cathode incandescente pour tubes de décharge, 30 octobre 1926.

623 960. — BLANC (P.-N.); Cadre démontable pour télégraphie sans fil, 30 octobre 1926.

623 961. — BLANC (P.-N.); Cadre démontable pour télégraphie sans fil, 30 octobre 1926.

623 963. — HARDIVILLIER (R.); Coupe-circuit à remplacement automatique du fusible, 2 novembre 1926.

623 992. — VOLET (R.-A.-L.); Perfectionnements apportés aux pièces comprenant des tôles serrées entre deux flasques, notamment aux stators de ce genre, pour machines électriques, 2 novembre 1926.

623 993. — VOLET (R.-A.-L.); Perfectionnements apportés aux collecteurs de machines électriques à table radiale, 2 novembre 1926.

623 999. — DUPRÉ (P.); Robinet de puisage à chauffage électrique pour liquides se solidifiant facilement, 3 novembre 1926.

624 004. — Société dite : KABELFABRIK UND DRAHT INDUSTRIE AKT. GES.; Boite de distribution et appareils analogues pour cana-

lisations électriques constituées par des câbles, 3 novembre 1926.

624 005. — Société dite : LANDIS ET GYR; Dispositif d'amélioration du coefficient de température des compteurs d'électricité, 3 novembre 1926.

624 016. — COLIN (R.); Dispositif pour l'essai simultané de fonctionnement électrique et sous pression des bougies et fils d'allumage, magnéto, etc., 3 novembre 1926.

624 018. — CAMIN (E.-L.-A.); Procédé pour l'obtention de dépôts galvaniques de tous métaux, avec mouvement alternatif ou vibratoire de la cathode ou du mandrin cathodique, 3 novembre 1926.

624 027. — Société dite : COMPAGNIE GÉNÉRALE DE SIGNALISATION; Perfectionnements dans les éléments de résistance électrique, 3 novembre 1926.

624 030. — ROGRAND (F.), LAIR (J.); Nouveau dispositif de polarisation de l'électricité « grille » des lampes triodes utilisées en télégraphie, téléphonie sans fil et autres applications, 3 novembre 1926.

624 031. — ROGRAND (F.), LAIR (J.); Perfectionnements apportés aux appareils récepteurs de télégraphie et de téléphonie sans fil, 3 novembre 1926.

32 049/613 583. — SOCIÉTÉ L. DESBLEDS ET CIE; 1er cert. d'add. au brevet pris le 27 mars 1926, pour entrée de fils pour appareils électriques, 3 juillet 1926.

32 055/610 852. — GRIFFOUL (M.): 1er cert. d'add. au brevet pris le 11 février 1926, pour perfectionnements dans la construction et le montage des bobines de self-induction dans les appareils de télégraphie sans fil, 6 juillet 1926.

31 993/603 614. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; 2e cert. d'add. au brevet pris le 15 décembre 1924, pour perfectionnements aux machines dynamoélectriques à collecteur, 20 janvier 1926.

32 000/605 282. — VEDOVELLI (E.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 5 octobre 1925, pour coupe-circuit à barrette mobile, 29 janvier 1926.

32 012/600 035. — Société dite : COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ; 3e cert. d'add. au brevet pris le 24 juin 1925, pour système de transmission à distance et de totalisation des différentes valeurs de la puissance électrique ou d'autres grandeurs, 20 mai 1926.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Association des anciens Elèves de l'Ecole spéciale de Mécanique et d'Electricité :

Vendredi 15 juillet 1927, 21 heures, Café Biard, 2, rue d'Amsterdam, à Paris. — Réunion mensuelle.

COURS DE LA LIVRE STERLING ET DU DOLLAR

en juin 1927

DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR
	francs	francs		francs	francs		francs	francs		francs	francs
1	124,0225	25,5325	10	124,0275	25,54	20	124,0225	25,54625	28	124,02125	25,53625
2	124,0225	25,53375	13	124,02	25,5375	21	124,02	25,5425	29	124,02	25,5425
3	124,02	25,54125	14	124,0225	25,53875	22	124,02	25,54375	30	124,02	25,54375
7	124,02	25,53875	15	124,0225	25,535	23	124,02	25,54			
8	124,0225	25,53625	16	124,0225	25,5375	24	124,0225	25,53875			
9	124,0225	25,5375	17	124,0225	25,54	27	124,0225	25,5325			

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine.

A L'ACQUITTE	1927		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	2 juillet	25 juin	1926	1925	1914
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris.	1 330	1 330	1 760	1 060	230
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen	786,50	786,50	1 268	706	167,75
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen	786,50	786,50	1 268	706	167,75
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen	779	779	1 257	699,50	167,75
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris	4 012	4 087	5 507	2 847	397
Etain Billiton, liv. Havre					
Etain Détroits, liv. Havre	4 018	4 047	5 595	2 825	378
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris	3 891	3 862	5 352	2 765	375
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	337,50	349	609,50	390	55,50
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris	344,50	356	619	396	56
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris	377,50	384	676,50	376,50	58,75
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris	397,25	403,75	718,50	412,50	58,75

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 25 juin 1927	PRIX samedi 2 juillet 1927	PRIX différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	77 fr	77 fr	0
Id U id	100 kg	82	82	0
Cornières	100 kg	82	82	0
Larges plats	100 kg	99	99	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	17 3/4 d	16 3/4 d	— 1 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	225 fr	215 fr	— 10 fr
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	547	550	+ 3
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	779	779	0
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 000	1 000	0
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	995	995	0
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 000	1 000	0
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 543	1 543	0
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 717	6 717	0
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	3 000	2 700	— 300
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	4 087	4 012	— 75
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	460	460	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	577,50	577,50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { épaisseur 7/100 mm	le mètre linéaire	5	5	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { Id 10/100 mm	le mètre linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	349	337,50	— 11,50
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	13,35	13,35	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,95	11,95	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	350	340	— 10
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		225	220	— 5
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	403,75	397,25	— 6,50
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation commnniqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

NOTA. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication,

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 25 juin 1927	samedi 2 juillet 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	165	163	— 2

COEFFICIENTS DE VARIATION DE PRIX

APPLICABLES A L'APPAREILLAGE ET AU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etablis par le Syndicat des Constructeurs d'Appareillage et de Matériel électrique.

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 6 juin 1926

1° Matériel pour haute tension	1,25
2° Gros appareillage pour basse tension	1,30
3° Petit appareillage pour basse tension { a) Appareils contenant plus de 50 pour 100 de cuivre	1,10
3° Petit appareillage pour basse tension { b) Appareils contenant moins de 50 pour 100 de cuivre	1,15

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 1er mars 1926

4° Matériel de branchement utilisé par la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité	1,30

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Le projet d'aménagement du fleuve Congo. — Sous ce titre, M. P. van Deuren a présenté le 13 novembre 1926 une communication à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale dont nous avons déjà donné un résumé dans notre numéro du 11 décembre 1926, t. xx, p. 867, et au sujet de laquelle nous indiquons ci-après quelques précisions complémentaires.

Comme nous l'avons déjà dit, l'auteur évalue à 100 millions de chevaux la puissance disponible, en tablant sur une différence de niveau de 280 m, sur un parcours de 410 km entre les points extrêmes de la région des cataractes du Bas-Congo, et sur un débit variant de 30 000 m^3 : s dans la saison sèche, à 100 000 m^3 : s dans la saison des pluies.

1. Avant-projet d'aménagement. — La région des cataractes se divise en trois parties bien caractérisées, qui sont, en remontant le fleuve depuis son embouchure :

1re Région : de Vivi à Isanghila, le parcours du fleuve est de 100 km et la différence de niveau de 90 m. Les chutes rapides apparaissant aux points où le fleuve rencontre les roches les plus dures des terrains cristallins de la région sont au nombre de trois : Yelala avec une dénivellation de 18 m sur 4 km, Inga avec une dénivellation de 12 m sur 8 km et Isanghila avec une dénivellation de 10 m sur 4 km.

Dans cette partie du fleuve il a été prévu les trois barrages de Kasi, Inga et Isanghila.

2e Région : d'Isanghila à Manyanga, le fleuve mesure 130 km, avec une différence de niveau de 30 m. Les eaux y sont relativement tranquilles et la navigation en baleinière y est possible malgré quelques rapides et quelques étranglements. Les terrains y sont constitués par des schistes et des calcaires.

Le projet ne prévoit qu'un seul barrage à Manyanga.

3e Région : de Manyanga au Stanley-Pool se trouve la partie la plus accidentée, avec une différence de niveau de 140 m sur 180 km. Les chutes, correspondant à la constitution géologique de la région (grès et schistes), sont nombreuses et appartiennent au type classique des chutes du Niagara. Les eaux du fleuve coulent au fond d'une véritable gorge, souvent profonde de plusieurs centaines de mètres et étroite au point de n'avoir plus que 400 m de largeur.

Les groupes importants de rapides de cette région sont les suivantes : Tomba-Mataka-Malomba, avec une différence de niveau de 12 m sur 4 km ; Pakabendi, avec 10 m sur 4 km ; Masese-Moua avec 12 m sur 4 km ; Lady Alice-Kinfumu avec 10 m sur 3 km, et Kitambo-Kalulu avec 24 m sur 20 km.

Les barrages prévus sont ceux de Bezo, Seto et Kalulu.

En résumé, on aurait sept barrages, dont l'établissement est possible à cause de la forme encaissée du lit du fleuve et de ses affluents. Leur construction devrait se faire sans détournement des eaux, par un procédé analogue à celui employé sur le Nil pour la construction du barrage d'Assouan, et dont le principe a été indiqué dans notre précédent résumé de la communication de M. van Deuren, mentionné au début de cette note. Les écluses doubles seraient construites à sec, dans des chenaux creusés dans la paroi rocheuse des rives.

2. Navigabilité. — Les barrages réalisant le relèvement du plan d'eau dans les biefs successifs, l'influence des rapides et chutes sera très atténuée, ce qui devra permettre la navigation.

Toutefois les effets de la modification sur l'écoulement des eaux ont été discutés et le ministre belge des colonies a nommé une commission pour l'examen de cette question. Tout en estimant que l'état actuel des connaissances sur le régime et les particularités du fleuve Congo ne permet pas de se prononcer avec une certitude suffisante, cette commission a conclu, dans le même sens que l'auteur du projet, à la grande probabilité d'une amélioration sensible de la navigation.

Une opinion définitive ne pourra être exprimée qu'après l'envoi sur place d'une mission hydrographique bien outillée, qui serait chargée de recueillir des renseignements précis sur les éléments essentiels du régime du fleuve.

3. Production et utilisation de l'énergie électrique. — Le problème de la navigabilité du fleuve se trouve étroitement lié à l'utilisation de l'énergie hydraulique pour la production

d'énergie électrique. Cette seconde partie du programme serait réalisée par la création d'usines génératrices utilisant la chute correspondant à la différence de niveau des eaux à chaque barrage, conception déjà adoptée pour l'aménagement de grands fleuves européens, notamment pour le Rhin.

Un premier examen des possibilités d'utilisation de l'énergie électrique conduit l'auteur du projet à envisager qu'une puissance de 250 000 ch pourrait être utilement installée dans un court délai. La clientèle à desservir comprendrait les chemins de fer, les industries déjà existantes comme les Ciments du Congo, les services publics tels que le port de Matadi, les installations de pompage pour irrigations de cultures et distributions d'eau, les industries de transformation des produits de la colonie, ainsi que les industries électrochimiques et électrométallurgiques (nitrate de chaux, cyanamide, ammoniaque synthétique, ciments alumineux, fer électrolytique, etc.).

Reprenant en détail les diverses utilisations, l'auteur du projet donne les évaluations suivantes :

La puissance nécessaire au chemin de fer du Bas-Congo, d'après les conclusions de la Commission d'Electrification qui en a étudié le projet, serait au minimum de 25 000 ch.

Les industries diverses existantes et le port de la ville de Matadi absorberaient 2 000 ch.

Les études de la Commission d'Electrification du chemin de fer du Bas-Congo, qui ont porté sur l'utilisation de l'excédent d'énergie que pourraient produire les usines construites pour la traction électrique, ont fait ressortir comme particulièrement intéressante la production de cyanamide. En effet, la consommation d'engrais nitrés en Afrique doit se développer rapidement et contribuer à stabiliser la population indigène qui actuellement se voit obligée, faute d'engrais, de changer l'emplacement de ses cultures tous les ans et celui de ses villages tous les dix ans. L'amélioration des transports fluviaux qui sont les moins chers doit contribuer à ce développement de l'emploi des engrais azotés non seulement dans la colonie belge du Congo, mais encore dans les colonies voisines comme l'Afrique équatoriale française et l'Angola; dans ces conditions, on pourrait tabler sur une production annuelle de 100 000 t de produits nitrés tant pour la consommation de la colonie que pour l'exportation.

Toutes ces évaluations conduisent à la puissance totale suivante :

Electrification du chemin de fer du Bas-Congo.	25 000 ch
Installations diverses	10 000
Fabrication de produits nitrés	120 000
Total	155 000 ch

En outre, il faut prévoir l'exploitation industrielle des terres alumineuses du Congo, pour laquelle un récent projet américain prévoit une usine capable de produire annuellement 20 000 t d'aluminium.

Il reste encore à envisager la production de fer électrolytique, l'exploitation des gisements de fer et de cuivre de Mayumbe, les industries de transformation (distillation du bois, fabrication de pâte à papier, etc). toutes industries dont la création et le développement ont été jusqu'ici impossibles faute de transports faciles et de force motrice; leurs besoins totalisés sont évalués à 100 000 ch, à ajouter aux évaluations qui précèdent, pour arriver au total de 250 000 ch déjà indiqué.

Enfin la réduction des minerais par voie électrolytique, application pour laquelle la Compagnie asturienne des Mines prévoit un captage de 120 000 ch pour ses propres besoins, est susceptible de créer une clientèle excessivement intéressante dont il n'a pas été tenu compte dans les chiffres cités.

4. Conclusion. — Malgré les difficultés actuelles de trafic et les lourdes charges du transport, la colonie belge du Congo a une production annuelle évaluée à 600 000 tonnes de produits, provenant à peu près uniquement des éléments de rapport qui sont les produits miniers (cuivre, diamant, or, etc.), avec une utilisation de seulement 3 pour 100 de la main-d'œuvre masculine disponible.

L'aménagement du fleuve Congo entre le Stanley-Pool et Matadi devant créer une voie d'eau continue sans manutention ni transbordement jusqu'à la mer, en même temps qu'il procurera l'énergie électrique nécessaire, il semble à peu près certain que des méthodes appropriées de mise en valeur conduiront à un développement considérable de la production de la colonie.

En admettant une utilisation de 50 pour 100 de la main-d'œuvre à des travaux agricoles ou industriels, il ne paraît pas exagéré de tabler sur un transport fluvial de 15 à 20 fois celui qu'on obtient actuellement, c'est-à-dire environ 10 millions de tonnes de produits bruts à transporter jusqu'au Bas-Congo pour être acheminés par mer vers la métropole belge, ou transformés dans les usines qui seraient créées dans le Bas-Congo à proximité de la voie fluviale et de la force motrice électrique.

Si l'on suit M. van Deuren dans ses conclusions, on voit donc que l'aménagement prévu du Bas-Congo doit être un facteur de prospérité et de richesse pour la colonie belge, en même temps qu'un moyen de développement de l'œuvre de civilisation entreprise.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Décrets concédant des distributions d'énergie électrique aux services publics dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais, dans les départements du Nord et de l'Aisne et dans le département du Nord. — Le « Journal officiel » du 26 juin 1927 publie, pages 6573-6590, le décret en date du 9 juin 1927, approuvant la convention en date du 15 novembre 1926 passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société d'Electricité et Gaz du Nord, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour la distribution de l'énergie électrique;

1° Aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers;

2° Aux services publics organisés en vue de l'alimentation en énergie des services publics énumérés au paragraphe précédent, au moyen d'ouvrages et de canalisations exécutés dans la zone s'étendant sur tout ou partie des départements du Nord et de l'Aisne.

La concession ne fait pas obstacle à ce que, dans la même zone, des permissions de voirie ou d'autres concessions soient accordées dans les conditions de la loi du 15 juin 1906.

L'énergie électrique sera produite dans les usines génératrices appartenant au concessionnaire et situées notamment à Jeumont, Maubeuge et Aulnoye, sous forme de courant alternatif triphasé, à la fréquence de 50 p : s.

Le concessionnaire se réserve le droit de recourir ultérieurement à d'autres alimentations par des usines lui appartenant ou non.

Il pourra également être alimenté par d'autres distributions aux services publics concédées par l'Etat.

L'Etat aura le droit, à toute époque, de faire mettre à la disposition du concessionnaire de l'énergie réservée aux bornes d'une usine hydraulique concédée.

Les usines génératrices ne font pas partie de la concession.

La tension du courant sera d'un des types 5500, 10000, 15000 ou 45 000 v ; la tension prévue pour chaque ligne étant indiquée sur le plan annexé au présent cahier des charges.

La tension inscrite dans le traité d'abonnement ne devra pas s'écarter de plus de 5 pour 100 en plus ou en moins de la tension type et la tolérance, par rapport au chiffre figurant dans le traité d'abonnement, sera en service normal de 7 pour 100 en plus ou en moins.

La fréquence du courant distribué en service normal est fixée à 50 p : s, avec une tolérance de 5 pour 100 en plus ou en moins.

La production d'énergie électrique en Allemagne en 1926. — L'Union des Producteurs d'Electricité allemands, qui groupe la presque totalité des usines productrices d'énergie, a tenu récemment son assemblée annuelle au cours de laquelle quelques chiffres ont été fournis sur l'extension de la production allemande d'énergie électrique.

La puissance totale des usines génératrices est passée de 5 millions de kilowatts à la fin de 1925 à 5,7 millions de kilowatts à fin 1926, soit une augmentation de 13,7 pour 100.

Ce résultat est jugé très satisfaisant, en raison du ralentissement de l'activité industrielle qui s'est manifesté en Allemagne au cours de l'année 1926. Il y a lieu de noter cependant une reprise très sensible de la consommation industrielle d'énergie électrique pendant les derniers mois de l'année.

D'autre part la consommation d'énergie électrique pour les usages domestiques a suivi une progression assez forte en 1926 pour atténuer dans de sensibles proportions les effets de la diminution de consommation industrielle, si bien que la consommation annuelle totale est passée de 11,7 milliards à 12,1 milliards de kilowatts-heures, soit une augmentation de 4 pour 100.

Mais, en définitive, la puissance de production ayant augmenté dans une plus forte proportion que la consommation, il en résulte un abaissement de 9 pour 100 du coefficient d'utilisation des usines génératrices.

Combustibles. — La production des houillères françaises pendant le mois de mai 1927. — Les houillères françaises ont réalisé, pendant le mois de mai 1927, une production de 4 377 424t pour 25 jours de travail, au lieu de 4 384 527 t en avril pour 25 jours de travail également (Voir *Bulletin R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 207 B.)

La production journalière moyenne et le personnel occupé marquent une certaine régression par rapport aux premiers mois de l'année :

	Production journalière moyenne, en tonnes.	Personnel occupé.
Année 1913..........	136 147	203 208
Janvier 1923.........	121 064	242 566
Janvier 1924.........	144 680	286 804
Janvier 1925.........	160 445	311 991
Janvier 1926.........	170 048	325 204
Janvier 1927.........	185 179	333 151
Mai 1927	175 096	327 427

Dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais, la production journalière de 109 338 t est en excédent de 18 041 t sur le niveau de 1913.

Dans le Centre et le Midi, la production de 47 830 t par jour de travail est en gain de 2 980 t sur le chiffre de 1913.

Ainsi, l'ensemble des mines situées dans les anciennes frontières a fourni, avec 157 168 t, une extraction journalière en progrès de 21 021 t, soit 15,4 pour 100, sur la situation d'avant-guerre.

Les houillères de Lorraine ont, en outre, apporté un contingent supplémentaire de 16 796 t par journée de travail.

La production de coke métallurgique dans les cokeries des houillères françaises s'est élevée, pendant le mois de mai, à 336 740 t, dépassant de plus de 91 000 t le chiffre moyen de 1913.

Enseignement. — Examen d'aptitude a l'emploi de radiotélégraphiste de bord. — Une session d'examen pour l'obtention du certificat d'aptitude à l'emploi de radiotélégraphiste de bord aura lieu :

Les 2 et 3 août 1927 à Bordeaux, à l'Ecole de Radiotélégraphie annexée à la Faculté des Sciences ;

Les 20, 21, 22 et 23 septembre, à Paris, à la Direction de la Télégraphie sans Fil, 5, rue Froidevaux, à Paris (14e).

Les dossiers des candidats, complets et réguliers, constitués conformément à l'article 10 de l'arrêté du 3 septembre 1925, devront parvenir au Service de la Télégraphie sans Fil, 5, rue Froidevaux, à Paris (14e), au moins dix jours avant la date fixée pour l'examen.

Passé ce délai, les déclarations de candidatures ne seront plus acceptées.

Les candidats qui se sont présentés aux examens antérieurs et dont les dossiers sont en instance au Service de la Télégraphie sans Fil transmettront simplement leurs demandes, dûment établies sur papier timbré à 3,60 fr, en rappelant que les autres pièces ont été adressées antérieurement et en indiquant à nouveau la classe du certificat auquel ils prétendent. Toutefois, les candidats dont l'extrait du casier judiciaire (Bulletin 3) aurait plus de deux mois de date devront renouveler cette pièce.

Si les candidats sont déjà titulaires d'un certificat de radiotélégraphiste de bord (2e classe A, 2e classe B, écouteur), mention devra en être faite également sur la demande.

Congrès. — Onzième Congrès international de l'Acétylène, de la Soudure autogène et des Industries qui s'y rattachent. — Ce Congrès vient de se tenir à Bruxelles.

A la séance d'ouverture, M. Caris, président du comité organisateur, a souhaité la bienvenue aux hôtes étrangers et a exposé dans ses grandes lignes le programme des travaux. Ceux-ci englobent toutes les questions relatives aux industries du carbure de calcium, de l'oxygène, de l'acétylène et de la soudure autogène. Puis M. Paul Erculisse, professeur à l'Université libre de Bruxelles et président d'honneur du Congrès, a félicité les congressistes d'avoir voulu associer l'enseignement universitaire à leurs travaux.

Parmi les nombreux rapports présentés et discutés dans les trois sections du congrès, signalons celui de M. R. Granjon, directeur de l'Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène, à Paris, sur « les recherches expérimentales sur le carbure de calcium industriel.

Syndicats. Groupements. — Conseil national économique. — La deuxième session de ce conseil s'est tenue les vendredi et samedi 8 et 9 juillet 1927.

A l'ordre du jour de cette session étaient inscrites les questions suivantes :

Résumé des travaux des commissions du Conseil national économique : élection des quatre vice-présidents ; élection de la commission permanente; l'outillage national économique ; compte rendu des travaux de la Conférence économique internationale de Genève: fixation des travaux de la prochaine session ; questions diverses.

Parmi les rapports qui y ont été présentés, nous relevons les suivants :

Les engrais et les recherches scientifiques dans leur application à l'agriculture, par M. Garcin ;

L'artisanat rural, par M. Roger Francq ;

L'aménagement des forces hydrauliques en vue de l'accroissement de la production agricole, par M. Vimeux ;

L'asservissement économique du froid, par M. P. Boucherot.

Dans le monde technique. — Décès. — Nous apprenons le décès de Mme Cordier, née Castanié, femme de M. Gabriel Cordier, président du Conseil d'administration de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, régent de la Banque de France, l'un des fondateurs de la « Revue générale de l'Électricité » et président honoraire de son Conseil d'administration. Ses obsèques ont eu lieu à Saint-Genis-Laval (Rhône), le 8 juillet.

Distinctions honorifiques. — Dans sa séance du 2 juin 1927, la Société des Ingénieurs civils de France a procédé à la distribution de ses prix pour l'année 1927. Parmi les lauréats, nous relevons les suivants :

M. Guerre, qui a reçu le prix Ancel pour sa communication sur « Les installations définitives des houillères sinistrées du Nord et du Pas-de-Calais ;

M. G. Darrieus, qui a été désigné comme lauréat du prix Gottschalk pour son « Initiation aux progrès récents de la mécanique des fluides et leur relation avec l'électrodynamique » ;

MM. Roszak et Véron, qui ont reçu le prix A. Mallet pour leur travail sur « La production industrielle de la vapeur d'eau à haute pression ».

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Augmentation de capital. — Etablissements Devilaine et Rougé. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 20 juin 1927, page 576, cette société dont le siège est à Paris, 4, rue Casimir-Delavigne, va procéder à l'émission de 10 000 actions de 100 fr, à souscrire en espèces au pair, avec versement immédiat du quart, le solde étant appelé suivant décision du conseil. Ces actions auront droit au dividende de l'exercice 1927-1928.

Cette émission portera le capital actuel de 6 millions à 7 millions de francs.

Compagnie de Signaux et d'Entreprises électriques. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 20 juin 1927, page 574, cette société dont le siège est à Paris, 6, rue Caroline, va porter son capital social de 15 millions à 18 millions de francs par la création de 30 000 actions dites A, de 100 fr chacune, à émettre à titre irréductible aux anciens actionnaires à raison de une action A par cinq actions anciennes.

Société bretonne d'Electricité. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 20 juin 1927, page 559, cette société dont le siège est à Paris, 156, rue de l'Université, va porter son capital de 5 millions de francs à 15 millions de francs par l'émission de 40 000 actions nouvelles, de 250 fr chacune, et d'émettre un emprunt de 10 millions de francs représenté par 20 000 obligations de 500 fr.

Ces obligations rapporteront un intérêt annuel de 7 pour 100 payable par semestre, net de tous impôts présents et futurs, à l'exception de la taxe annuelle de transmission sur les titres au porteur et des droits de transfert et de conversion.

Elles seront amortissables en trente ans, au maximum, à partir du 25 juin 1927, soit au pair par voie de tirages au sort annuels qui auront lieu conformément à un tableau d'amortissement inscrit au dos des titres, soit par voie de rachats en bourse au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon, en utilisant dans ce cas, chaque année, la totalité de la somme qu'exigerait le remboursement au pair du nombre de titres indiqué au tableau d'amortissement pour l'échéance envisagée.

Compagnie générale de Télégraphie sans Fil. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 20 juin 1927, page 566, cette société dont le siège est à Paris, 79, boulevard Haussmann, va porter son capital social de 62 500 000 fr à 68 750 000 fr par la création de 12 500 actions nouvelles, à droit de vote plural, de 500 fr chacune, dites actions A, les actions actuellement existantes devenant des actions B.

Elle a décidé, en outre, que les actions A auraient droit :

1° A l'intérêt statutaire de 5 pour 100 après que les actions B auront, par préférence, reçu elles-mêmes ledit intérêt ;

2° A une quotité des 75 pour 100 de l'excédent des bénéfices nets annuels qui seront à répartir proportionnellement aux actions A et B, sans aucune distinction entre elles ;

3° Au remboursement, lors de la liquidation de la société, de leur capital libéré et non amorti, après que les actions B auront, par préférence, été elles-mêmes remboursées ;

4° A une quotité des 75 pour 100 du boni de liquidation, qui seront à répartir proportionnellement aux actions A et B, sans aucune distinction entre elles.

Divers. — Eclairage et Force motrice par l'Electricité de Saint-Dié. — Un dividende de 85 fr net par action entièrement libérée et de 66,25 fr net par action libérée du quart, a été voté par l'assemblée du 8 juin 1927. Il a été mis en paiement le 20 juin, sous déduction des acomptes de 50 fr par action libérée et 31,25 fr par action libérée du quart versés le 20 décembre dernier.

Société meusienne d'Electricité. — Tenue le 28 mai 1927, l'assemblée ordinaire a approuvé les comptes de l'exercice 1926 se soldant par un bénéfice net de 279 332 fr, formant avec le reliquat antérieur un solde disponible de 399 427 fr. Le dividente net a été maintenu à 50 fr par action entièrement libérée et à 31,25 fr par action libérée du quart.

Energie électrique de Meuse et Marne. — Après avoir approuvé les comptes de l'exercice 1926, l'assemblée ordinaire, tenue le 27 mai 1927, a voté le maintien du dividende à 50 fr brut par action entièrement libérée et à 31,25 fr brut par action libérée du quart.

Électricité de la Province de Luxembourg. — Les comptes de l'exercice clos au 31 décembre 1926 se sont soldés par un bénéfice de 495 642 fr qui, comme les années précédentes, a été affecté aux amortissements.

Compagnie lorraine d'Electricité. — L'exercice 1926, dont les comptes viennent d'être approuvés par l'assemblée générale du 21 juin 1927 a été marqué par un nouvel et important accroissement de l'activité de la compagnie.

Les produits industriels, commerciaux et divers, après les dépréciations d'usage, se sont élevés à 18 488 511 fr, en augmentation de 3 379 210 fr sur l'an dernier.

Ces résultats ont permis de porter de 2 à 3 millions de

francs le versement au profit du « fonds d'amortissement » et de 1 million de francs à 1 500 000 fr l'affectation au « fonds de renouvellement. »

Déduction faite de ces prélèvements et de l'intérêt des obligations, les bénéfices nets ressortent à 10 107 924,05 fr, contre 7 686 402 fr en 1925.

L'assemblée a réparti cette somme de la façon suivante : réserve légale, 505 396,20 fr; dividende aux actions, 4 070 000 fr; tantièmes au conseil, 436 626,35 fr; fonds de prévoyance, 2 millions de francs; dividende aux parts, 2 133 333,35 fr; report à nouveau, 962 568,15 fr, formant, avec le reliquat de l'exercice précédent, un total reporté de 2 339 760,25 fr.

Le dividende est ainsi fixé à 14 fr par action entièrement libérée, à 9,25 fr par action libérée du quart et à 53,33 fr par part de fondateur.

Forces motrices du Vercors. — Les recettes brutes de l'exercice 1926 ayant atteint 10 510 798 fr accusent une augmentation de plus de 2 300 000 fr sur celles de 1925. De leur côté, les dépenses se sont élevées à 6 635 934,88 fr, en augmentation de 1 286 000 fr.

Grâce à la progression importante des recettes, il a pu être affecté 2 000 000 au fonds d'amortissement et de renouvellement, et il reste à répartir la somme de 2 685 872,16 fr représentant les bénéfices nets de l'exercice, report précédent compris.

Sur la proposition du conseil, l'assemblée du 31 mai 1927 a voté la répartition suivante :

Réserve légale, 103 693,72 fr; dividende aux actions, 1 440 000 fr; tantièmes au conseil, 125 018,05 fr; dividende aux parts, 312 545,15 fr; report à nouveau, 704 615,24 fr.

Le dividende, fixé comme l'an dernier, à 12 pour 100 par action, est payable à partir du 20 juin, à raison de 49,20 fr net au nominatif, et 43,12 fr net au porteur, coupon n° 11.

A la même date, les parts de fondateur recevront 51,22 fr net au nominatif et 49,45 fr net au porteur contre remise du coupon n° 14.

Société d'Energie Savoie et Dauphiné. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé le bilan de l'exercice 1926 qui ne comporte pas de compte de profits et pertes, la société étant encore en période d'installation.

Omnium régional d'Electricité. — L'assemblée ordinaire, tenue le 14 juin 1927, a approuvé les comptes de l'exercice 1926 se soldant par un bénéfice de 254 250 fr. Le dividende a été fixé à 8 pour 100 brut.

Société lyonnaise des Eaux et de l'Eclairage. — Les comptes de l'exercice 1926 se soldent par un bénéfice net de 30 944 742 fr contre 26 353 897 fr.

Société auxiliaire marseillaise d'Electricité. — Telle est la nouvelle dénomination adoptée par la Compagnie d'Electricité de Marseille, dont le siège est à Paris, 54, rue La Boétie.

Société hydroélectrique du Sud-Est. — Le siège de cette société est transféré du 94, rue Saint-Lazare, au 29, rue de Rome, à Paris.

Société bretonne d'Electricité. — Le produit brut de l'exercice 1926 s'élève à 2 466 441 fr. Après déduction des charges financières et d'une dotation aux réserves de 900 000 fr, le solde bénéficiaire du compte de profits et pertes s'élève à 401 546 fr. Le dividende sera de 6 pour 100, soit 15 fr par action net de l'impôt sur le revenu.

Société marocaine de Distribution d'Eau, de Gaz et d'Electricité. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926 se soldant par un bénéfice net de 7 577 332 fr.

Le dividende a été fixé à 25 fr par action sur lequel un acompte de 15 fr a déjà été versé. Une somme de 2 millions de francs a été affectée à la réserve pour éventualités diverses et une somme de 475 000 fr au fonds de réserve supplémentaire. Le report à nouveau s'élève à 2 026 123 fr.

Une assemblée extraordinaire tenue ensuite a autorisé le conseil à porter le capital de 25 à 30 millions par prélèvement de 5 millions sur les réserves. Il sera créé 20 000 actions nouvelles de 250 fr, à vote plural, qui seront distribuées gratuitement aux anciens actionnaires à raison de une action nouvelle pour cinq anciennes.

Compagnie d'Electricité de Varsovie. — Les comptes de l'exercice 1926, qui ont été soumis à l'assemblée ordinaire du 29 juin, se soldent par un bénéfice net de 12 375 469 fr, contre 15 421 815 fr en 1925.

Compania Hispano-Americana de Electricidad. — Le développement de l'usine électrique de Buenos-Ayres continue son mouvement ascendant. La consommation d'électricité pendant l'année 1926 a été de 450 735 961 kw-h, soit une augmentation de 7 pour 100 en comparaison de la consommation de 1925 et 81 pour 100 de celle de 1920.

En présence du développement continuel de la consommation d'énergie électrique à Buenos-Ayres, la société s'est vue obligée de préparer la construction d'une usine sur des terrains gagnés au fleuve. Les travaux de construction de cette usine sont poussés très activement. Sa capacité sera de 600 000 kw.

Le rapport indique les chiffres relatifs au développement des sociétés dans lesquelles la Compagnie est intéressée. A part ceux relatifs à la Compania argentina de Electricidad et de la Empresa de Luz y Fuerza de Mendoza, les chiffres de la Société internationale d'Energie hydroélectrique (Sidro), Société d'Electricité de la région de Malmédy (Serma) et de la Geselschaft fur Elektrische Unternehmungen (Gesfurel) sont très satisfaisants.

Les sociétés contrôlées par la Sidro ont produit en 1926 1 106 625 205 kw-h ; le nombre d'abonnés est de 400 000.

Le bilan totalise une somme de 636 356 942 78 pesetas. Les bénéfices d'exploitation se sont élevés à 95 479 014,65 pesetas. L'assemblée générale, sur la proposition du conseil, a accordé la répartition d'un dividende de 14 pour 100 or aux actions. La somme destinée au paiement du dividende est de 34 390 838,12 pesetas tandis que celle destinée aux amortissements et à la réserve s'élève à 45 017 674,54 pesetas.

Tramways électriques d'Oran. — Le produit brut de l'exercice 1926 s'élève à 502 431 fr. Après déduction d'une dotation à la réserve pour amortissement (160 000 fr), le solde bénéficiaire du compte de profits et pertes est de 375 928 fr. Le dividende sera de 6 pour 100, soit 24 fr par action, net de l'impôt sur le revenu.

Compagnie française de Tramways (Indo-Chine). — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926, qui se traduisent par un bénéfice de 5 107 458,53 fr, y compris le reliquat de l'exercice précédent et les bénéfices sur valeur. Le dividende a été fixé à 230 fr par action de capital et 200 fr par action de jouissance.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

624 032. — Linard (R.); Dispositif de sonnerie électrique pour tous systèmes d'horloges électriques, 3 novembre 1926.

624 034. — Perego (A.); Circuit pour radiocommunications, 3 novembre 1926.

624 035. — Sonnenfeld (H.); Câble à plusieurs conducteurs, 3 novembre 1926.

624 047. — Société industrielle des Téléphones (Constructions électriques, caoutchouc, cables); Perfectionnements à la fabrication des câbles électriques, 3 novembre 1926.

624 050. — Sakakura (Y.); Perfectionnements aux lampes électriques à incandescence, 3 novembre 1926.

624 057. — Chagnaud (F.-G.); Perfectionnements aux appareils de télégraphie et téléphonie sans fil et connexes, 4 novembre 1926.

624 062. — Société dite : Siemens und Halske Akt.; Disposition de synchronisation, 4 novembre 1926.

624 063. — Société dite : Siemens und Halske Akt.; Dispositif de réglage pour les roues de types d'appareils imprimeurs à distance, 4 novembre 1926.

624 076. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements aux systèmes pour bureaux centraux téléphoniques automatiques ou semi-automatiques, 4 novembre 1926.

624 077. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements aux systèmes amplificateurs pour ondes électriques à hautes fréquences, 4 novembre 1926.

624 079. — Société dite : Quarzlampen G. m. b. H.; Lampe pour microscope, 4 novembre 1926.

624 082. — Société dite : Siemens und Halske Akt; Disposition de synchronisation, 4 novembre 1926.

624 101. — Bance (E.-J.-H.); Procédé d'épuration chimique des eaux fortement calcaires et magnésiennes, 5 novembre 1926.

624 123. — Truckner (G.); Indicateur électrique de direction pour véhicules, 5 novembre 1926.

624 124. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements aux systèmes téléphoniques pour bureaux, 5 novembre 1926.

624 125. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements aux dispositifs de refroidissement pour appareils électriques, 5 novembre 1926.

624 162. — Mamias (L.-E.); Dispositif de commande électromagnétique et mécanique pour la sonnerie des cloches en volée, tintement ou carillon, 6 novembre 1926.

624 184. — Mc Donald (L.-R.); Capuchon anti microphonique perfectionné pour tubes à électrons, 6 novembre 1926.

624 207. — Maison Breguet; Dispositif pour l'allumage instantané des lampes à arc, 8 novembre 1926.

624 216. — Société dite : The English Electric Co Ltd; Perfectionnements dans le contrôle d'interrupteurs électriques, 8 novembre 1926.

624 235.* — Société anonyme dite : F. Legrand et Cie; Rosace de plafond pour lampe électrique à contrepoids à tirage central, 25 février 1926.

624 240*. — Meker (G.-A.); Perfectionnements apportés aux fours chauffés par résistances électriques; 26 février 1926.

624 250*. — Maury (E.-L.-F.); Dispositif d'entraînement pour démarreurs électriques de moteurs à explosion ou analogues, 27 février 1926.

624 256*. — Cibié (L.-L.); Support orientable de projecteur électrique pour voiture automobile, 1er mars 1926.

624 262*. — Société des Applications radiophoniques et M. Vinogradow (C.); Système de réglage pour appareils récepteurs de télégraphie ou téléphonie sans fil et autres applications, 1er mars 1926.

624 263*. — Société française de Lampes a incandescence « Luxor »; Cathode chaude pour valve thermoionique ou lampes de télégraphie sans fil, 2 mars 1926.

624 266*. — Scherer (B.); Disjoncteur à maximum, 2 mars 1926.

624 275*. — Holweck (F.); Procédé de radiodiffusion instantanée des images, 3 mars 1926.

624 279*. — Société dite : Blanchisserie et Teinturerie de Thaon; Dispositif pour perforer et découper les séparateurs pour plaques d'accumulateurs, 3 mars 1926.

624 280*. — Société d'Études et de Constructions métallurgiques et M. Grenet (G.); Procédé et dispositif de régulation pour courants alternatifs dans l'alimentation des fours électriques à arc et autres applications, 3 mars 1926.

624 308*. — Société Véda; Disposition pour permettre la rupture sans étincelles d'un circuit inductif, 6 mars 1926.

624 338. — Procter (H.-C.); Perfectionnements aux appareils d'éclairage électrique pour les véhicules automobiles, 30 septembre 1926.

624 343. — Société dite : Ateliers de Construction Oerlikon; Dispositif pour la marche avec freinage à récupération, en particulier de véhicules de chemins de fer électriques à courant continu, 15 octobre 1926.

624 360. — Bastien (E.-L.); Gaine protectrice et isolante pour pile sèche, principalement pour cycles et motocycles, 9 novembre 1926.

624 370. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements aux systèmes électriques de transmission de signaux par ondes porteuses, 9 novembre 1926.

624 378. — Société Baumgarten et Cie; Fiches de contact élastiques, 9 novembre 1926.

624 385. — Linard (R.); Nouveau mécanisme de sonnerie électrique pour horloges électriques, 9 novembre 1926.

624 391. — Touzot (A.); Nouveau redresseur de courant alternatif à organe vibrant, 9 novembre 1926.

624 395. — Schrack (E.); Dispositif pour l'alimentation de l'anode et du filament des tubes électroniques, en particulier par le courant alternatif du réseau, 9 novembre 1926.

624 404. — Weil (R.); Lampe électrique avec protecteur à douille suspendue, 10 novembre 1926.

624 414. — Société anonyme dite : Ing. V. Tedeschi et Co; Perfectionnements à la fabrication des câbles électriques à haute tension, isolés sous papier imprégné, 10 novembre 1926.

624 431. — Fromy (E.-M.-F.); Procédé pour synchroniser la vitesse d'un moteur électrique et ses applications, 10 novembre 1926.

624 437. — Société dite : Siemens und Halske Aktiengesellschaft; Disposition de couplage pour lignes pourvues d'amplificateurs, 10 novembre 1926.

624 447. — Balsera (M.); Lampe à trois électrodes, 10 novembre 1926.

624 448. — Smith (W.-S.), Garnett (H.-J.), Holden (J.-A.); Perfectionnements aux conducteurs électriques chargés, 10 novembre 1926.

624 455. — Société dite : Dubilier Condenser Co Ltd; Procédé d'obtention sur feuilles isolantes d'un revêtement adhérent, utilisable en particulier dans la fabrication des condensateurs électriques, 10 novembre 1926.

624 461. — Calmels (H.); Electrode pour accumulateur, 12 novembre 1926.

INDICES DE SALAIRES

Etablis par le Syndicat des Entrepreneurs de Réseaux et de Centrales électriques.

MOIS	RÉGIONS											
	1 Nord	2 Nord-Ouest	3 Région de Paris	4 Nord-Est	5 Orléanais	6 Jura	7 Sud-Ouest	8 Massif central	9 Alpes	10 Littoral méditerranéen viticole	11 Côte d'Azur	12 Indice général
Décembre......	132	127	164	146	132	150	128	139	149	152		
Janvier 1927...	138	133	166	144	140	150	132	141	149	150	169	148
Février........	132	133	164	147	141	150	127	137	144		171	
Mars..........	134	135	166	148	141	150	129	134	153	154		147
Avril..........	139	134	164	148	137	150	128	134	158	157		146
Mai............	141	132	167	147	140	151	128	137	162	157		147

COMPOSITION DES RÉGIONS

Région 1 (*Nord*) : Aisne, Nord, Oise, Pas-de-Calais, Somme.

Région 2 (*Nord-Ouest*) : Calvados, Côtes-du-Nord, Eure, Finistère, Ille-et-Vilaine, Indre-et-Loire, Loire-Inférieure, Maine-et-Loire, Manche, Mayenne, Morbihan, Orne, Sarthe, Seine-Inférieure, Vendée.

Région 3 (*Région de Paris*) : Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne.

Région 4 (*Nord-Est*) : Ardennes, Aube, Marne, Marne (Haute-), Meurthe-et-Moselle, Meuse, Moselle, Rhin (Bas-), Rhin (Haut-), Vosges.

Région 5 (*Orléanais*) : Cher, Eure-et-Loir, Indre, Loiret, Loir-et-Cher, Nièvre, Yonne.

Région 6 (*Jura*) : Belfort (Territoire de), Côte-d'Or, Doubs, Jura, Saône (Haute-), Saône-et-Loire.

Région 7 (*Sud-Ouest*) : Ariège, Charente, Charente-Inférieure, Creuse, Dordogne, Garonne (Haute-), Gers, Gironde, Landes, Lot-et-Garonne, Pyrénées (Basses-), Pyrénées (Hautes-), Sèvres (Deux-), Tarn-et-Garonne, Vienne, Vienne (Haute-).

Région 8 (*Massif central*) : Allier, Ardèche, Aveyron, Cantal, Corrèze, Loire, Loire (Haute-), Lot, Lozère, Puy-de-Dôme, Tarn.

Région 9 (*Alpes*) : Ain, Alpes (Basses-), Alpes (Hautes-), Drôme, Isère, Rhône, Savoie, Savoie (Haute-).

Région 10 (*Littoral méditerranéen viticole*) : Aude, Gard, Hérault, Pyrénées-Orientales.

Région 11 (*Côte-d'Azur*) : Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Var, Vaucluse.

Indice général 12 : Indice pour toute la France obtenu en faisant la moyenne des salaires payés sur les chantiers dans toute la France.

EXTRAITS DE LA SÉRIE DES PRIX

DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DES ARCHITECTES

Communiqués par le Syndicat général de la Construction électrique.

Coefficients à appliquer sur les prix de la série du 15 octobre 1924 pour les travaux exécutés à partir du	1er janvier 1926		1er avril 1926		15 mai 1926		1er août 1926	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Conducteurs électriques : Fils et câbles sous plomb :								
Lumière : 3e et 6e colonnes des nos 58 à 98 et 111 à 121......	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Sonnerie : nos 27(I) à 27(II) et 29(I) à 29(II)......	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Conducteurs électriques : Fils et câbles autres que sous plomb :								
Lumière et sonnerie......	1,38	1,46			1,50	1,60	1,66	1,79
Coefficient s'appliquant à l'ensemble des autres articles de la série.	1,28	1,27	1,23	1,30	1,25	1,33	1,33	1,42
Ouvrages ne comportant que de la main-d'œuvre......	1,19	1,26			1,27	1,35	1,27	1,35

Coefficients à appliquer sur les prix de la série 1926 pour les travaux exécutés à partir du :	15 oct. 1926	1er nov. 1926	1er déc. 1926	1er janv. 1927	1er fév. 1927	1er mars 1927
Conducteurs électriques autres que sous plomb......	1,10	1,02	1,02	1,02	0,85	0,79
Id. sous plomb :						
Lumière : nos 68 à 108 et 122 à 132 (3e et 6e colonnes)......	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Sonnerie : nos 29 et 30......	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Appareillage :						
Gros appareillage : nos 180 à 201 et 377 à 430......	1,27	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
Appareillage de branchement : nos 202 à 212 et 320 à 323......	1,31	1,41	1,41	1,34	1,26	1,26
Autres articles de la série......	1,21	1,23	1,20	1,20	1,15	1,15
Articles ne comportant que de la main-d'œuvre......	1,07	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17

Prix de l'heure à partir du :	1er janvier 1926		15 mai 1926			1er novembre 1926	
	élémentaires	de règlement	élémentaires	de règlement (1)	de règlement (2)	élémentaires	de règlement
Heure d'ouvrier téléphoniste, monteur et ajusteur......	4 fr	5,90 fr	4,25 fr	6,25 fr	6,60 fr	4,75 fr	7,40 fr
Id d'ouvrier électricien poseur......	3,75	5,50	4	5,90	6,25	4,25	6,60
Id d'aide électricien poseur......	3,25	4,80	3,50	5,15	5,45	3,75	5,85

(1) Les coefficients de la colonne (1) s'appliquent aux travaux traités avant le 1er janvier 1926.
(2) Les coefficients de la colonne (2) s'appliquent aux travaux traités après le 1er janvier 1926.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 2 juillet 1927	PRIX samedi 9 juillet 1927	PRIX différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	77 fr	77 fr	0
Id U id	100 kg	82	82	0
Cornières	100 kg	82	82	0
Larges plats	100 kg	99	99	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crèpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	16 3/4 d	16 1/2 d	— 1/4 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	550	555	+ 5
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	779	779	0
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 000	1 000	0
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	995	995	0
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 000	1 000	0
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 543	1 543	0
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 717	6 717	0
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	4 012	3 870	— 142
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	460	460	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	577,50	577,50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
{ pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { épaisseur 7/100 mm	le mètre	5	5	0
{ Id 10/100 mm	linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	337,50	330	— 7,50
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	13,35	13,35	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,95	11,95	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	340	333	— 7
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		220	220	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	397,25	395	— 2,25
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

NOTA. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 2 juillet 1927	samedi 9 juillet 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	163	163	0

COEFFICIENTS DE VARIATION DE PRIX

APPLICABLES A L'APPAREILLAGE ET AU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etablis par le Syndicat des Constructeurs d'Appareillage et de Matériel électrique.

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 6 juin 1926

1° Matériel pour haute tension	1,25
2° Gros appareillage pour basse tension	1,30
3° Petit appareillage pour basse tension { a) Appareils contenant plus de 50 pour 100 de cuivre	1,10
{ b) Appareils contenant moins de 50 pour 100 de cuivre	1,15

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 1er mars 1926

4° Matériel de branchement utilisé par la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité	1,30

RGE

OUVRAGES TECHNIQUES

En vente aux bureaux de la « R. G. E. ».

Extraits de la « R. G. E. »

Amet (Amiral). — Utilisation des marées. Une brochure, 29 cm × 22 cm, 48 pages, 9 fr.

Brinet (E.). — Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 144 pages, 9 fr.

Blaevoet (Ch.). — Contentieux des travaux publics. Une brochure 28 cm × 22 cm, 36 pages, 7,50 fr.

Blondel (A.). — Application de la méthode de deux réactions à l'étude des phénomènes oscillatoires des alternateurs couplés. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 64 pages, 15 fr.

Boès (J.). — La traction sur route par accumulateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 56 pages, 10 fr.

Bougault (P.) — Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique avec les modifications contenues dans les lois subséquentes. Une broch., 23 cm × 22 cm, 8 p., 2,50 fr.

Boutteville (R.). — La distribution de l'énergie électrique à l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes. Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Bruckeman (H.-W.-L.). — A propos des composés isolants dits « compounds ». Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 p. 2,50 fr.

Calame (J.) et Gaden (D.). — Calcul d'une chambre d'équilibre à grands épanouissements supérieur et inférieur à l'aide de « valeurs relatives ». Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 p., 3,50 fr.

Capdeville (P.) et Laroche (R.). — Méthodes de mesure des pertes diélectriques en courant triphasé et en courant monophasé à très haute tension. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Carjat (E.). — Influence des dimensions principales sur la commutation des machines et turbomachines à courant continu. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H.). — Prédétermination des moteurs synchrones nécessaires pour améliorer le facteur de puissance et pour régler la tension d'un réseau. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Carpentier (H.). — Notes sur le calcul des fondations des pylones supportant les lignes de transmissions d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H.). — Lignes de transmission d'énergie montées sur chaines d'isolateurs. Rupture de conducteurs dans une portée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Dagory. — Application de la métallisation par le procédé Schoop aux installations de transmission d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Defour (A.). — Sur l'utilisation de l'énergie des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 24 pages, 5,50 fr.

Duval (C.) et Bouskpoun (S.). — La ligne de transmission d'énergie à 120000 volts de la Basse Isère. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Ferrier (R.). — Les nouveaux axiomes de l'électronique. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 64 pages, 3,50 fr.

Féry (Ch.) et Chéneveau (Ch.). — Théorie complète du fonctionnement de l'accumulateur au plomb. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Fournier (F.). — La propagation des actions dans l'éther. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 40 pages, broché, 4,50 fr.

Gariel (M.). — Etude sur les maxima de surpression dans les coups de bélier. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 p., 5 fr.

Genkin (V.). — Protection de réseaux électriques contre les courts-circuits et les défauts d'isolements. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 48 pages, 9 fr.

Girault (P.). — Sur l'échauffement d'un organe de machine électrique soumis à des pertes dans le fer constantes et à des pertes par effets Joule. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 28 p. 6,50 fr.

Goissard (G.). — L'aménagement hydroélectrique de la vallée d'Aspe. L'usine génératrice d'Esquit. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Gouineau (M.). — Appareil automatique de sûreté et de contrôle des trains. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Guery (F.). — Contraction de Lorentz et relativité (cohésion gravitation, électromagnétisme). Une brochure, 22 cm × 14 cm, 80 pages, 6 figures, broché, 6 fr.

Janculesco (C.). — La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Latour (M.). — Note sur le montage en récupération du moteur shunt à collecteur. Une brochure, 28 cm, × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Lavanchy (Ch.). — Calcul mécanique des conducteurs de lignes électriques pour le cas où les supports sont à des niveaux différents. Une broch., 28 cm, × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Lefèvre (C.). — L'usine génératrice hydroélectrique du Bès près Saint-Chély-d'Apcher (Lozère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4 50 fr.

Lehmann (Th.). — Calcul de l'attraction magnétique dans les machines dynamo-électriques lorsque la loi de Maxwell devient insuffisante. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 pages, 5 fr.

Le Gallou (Y.). — L'utilisation des moteurs à huile lourde pour l'électrification des campagnes. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Louis (J.). — Règle pour le calcul des réseaux triphasés de distribution d'énergie électrique. 30 cm × 15 cm, avec note explicative, 14,50 fr.

Parteni (A.-C.). — Contribution à l'étude expérimentale et théorique de la commutation dans les machines à courant continu. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 60 pages, 12 fr.

Pellion. — Application du repérage par le son et à la mesure des vitesses initiales. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 20 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*, n° 90), 4 fr.

Pistoye (H. de). — Bobinages à courant alternatif à trous partiels. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Planteau (J.). — Le poste extérieur de transformation de Puiseux 60000/15000 volts à commande automatique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Racapé (A.). — Détermination des valeurs du facteur de puissance entre lesquelles il peut être plus ou moins avantageux d'utiliser l'une ou l'autre des formules susceptibles d'être employées pour servir de base à la tarification de l'énergie réactive. Etude comparative de l'erreur des compteurs à énergie réactive selon quelle est calculée par rapport à la fonction sinus ou par rapport à la fonction cosinus. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Reyval (J.). — L'usine hydroélectrique de l'Isle-Jourdain (Vienne). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Reyval (J.). — L'usine hydroélectrique du Drac-Romanche à Pont-de-Claix (Isère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 p. 5 fr.

Roth (E.). — Les alternateurs de 40000 kilowatts construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Electricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Sarolea (J.). — Problème de la protection sélective des lignes de transmission triphasées à très haute tension. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Sparre (de). — Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Szarvady (G.). — Energie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités des courants périodiques quelconques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Tegna (A.). — Essai de puissance réduite des alternateurs. Une brochure, 23 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Tumerelle (A.). — L'usine génératrice hydro-électrique de Chancy-Pougny. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Witz (Aimé). — Le nouvel essor de la machine à vapeur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 pages, 5 fr.

(Frais de port et d'emballage en plus.)

BULLETIN R.G.E.

NOUVELLES et ÉCHOS

L'exploitation des chemins de fer vicinaux belges en 1926. — Le rapport présenté par le Conseil d'administration de la Société nationale des Chemins de fer vicinaux sur les résultats du quarante-deuxième exercice social (année 1926) contient des indications fort détaillées tant sur la partie financière que sur la question exploitation des diverses lignes. Nous en avons extrait quelques renseignements particulièrement caractéristiques susceptibles d'intéresser nos lecteurs.

1. Statistique. — Les 170 lignes ou sections de lignes en exploitation ont un développement total de 4 472 km, réparties, au point de vue mode de traction, comme il suit :

Services à vapeur	3 925 km
Services électriques	429 km
Services mixtes à vapeur et électriques	118 km
Total	4 472 km

L'ensemble des lignes concédées comporte 5022,5 km dont la répartition par province, par 10000 habitants et par myriamètre carré, est donnée par le tableau I.

Tableau I. — *Répartition des lignes vicinales par province, par 10000 habitants, et par myriamètre carré.*

PROVINCES	POPULATION (au 31 décembre) 1925)	SUPERFICIE (hectares)	LONGUEUR DES LIGNES CONCÉDÉES en kilomètres		
			par province	par 10 000 habitants	par myriamètre carré
Anvers	1 101 454	283 176	571,91	5,19	20,19
Brabant	1 611 952	328 290	684,17	4,24	20,84
Flandre occidentale	865 006	323 484	673,92	7,79	20,83
Flandre orientale	1 119 591	300 017	472,16	4,22	15,73
Hainaut	1 258 358	372 166	866,36	6,88	23,01
Liége	949 301	388 514	529,08	5,57	13,61
Limbourg	330 656	241 187	349,69	10,58	14,50
Luxembourg	222 195	441 785	437,99	10,93	9,65
Namur	353 363	366 024	437,42	12,38	12,57
Sur territoire étranger	—	—	9,80	—	—
Totaux et moyennes	7 811 876	3 044 643	5 022,50	6,43	16,49

2. Electrification. — La traction électrique, considérée comme favorable aux intérêts de la population a été au premier plan des préoccupations de la Société nationale des Chemins de fer vicinaux qui a pu, au cours de 1926, inaugurer l'exploitation électrique sur diverses lignes ou tronçons de lignes représentant plus de 30 km.

Le matériel roulant a été augmenté de 30 automotrices électriques de grande capacité, à courant continu.

D'autres transformations de lignes où la traction s'effectue par locomotives à vapeur sont en cours d'exécution.

Une sous-station automate a été équipée avec des redresseurs à vapeur de mercure, à titre d'essai, sur la ligne de Bruxelles à Ninove; la mise en exploitation est trop récente pour permettre d'avoir une opinion sur la réduction des frais d'entretien et de surveillance qu'on en attend.

La question de l'équipement de tout le matériel roulant électrique avec des freins continus a été mise au point, et le choix de la Société nationale des Chemins de fer vicinaux s'est fixé sur un système belge.

Les voitures à voyageurs des lignes à vapeur sont actuellement prévues de façon à pouvoir être progressivement transformées en remorques pour la traction électrique. Un

certain nombre de ces voitures sont en service et donnent satisfaction.

3. Automotrices et autobus a pétrole. — Un essai d'automotrice légère à pétrole a été poursuivi pendant toute l'année 1926 sur la ligne de Marbehan à Florenville. La hausse énorme de l'essence survenue depuis la mise en marche en 1925, a été telle que toutes les prévisions de prix de revient ont été très fortement dépassées; dans l'état actuel, il faut conclure que ce mode de traction ne présente pas d'intérêt. Des essais doivent être cependant poursuivis avec des automotrices plus importantes sur les lignes de la banlieue de Mons.

Pour les autobus en exploitation sur certains trajets à faible trafic, les résultats techniques ont été bons, mais, au point de vue commercial, ce mode de transport paraît difficilement viable.

4. Tarifs. — Les tarifs généraux pour le transport des voyageurs ont subi diverses augmentations qui les ont portés en définitive, par kilomètre, à 0,22 francs belges en seconde classe et 0,28 francs en première classe. Les tarifs pour les marchandises, également majorés à diverses reprises, sont actuellement les suivants :

	Taxe fixe par tonne francs belges.	Taxe variable par tonne-kilomètre francs belges.
1re catégorie........	2,30	0,42
2e id.	2,00	0,35
3e id.	2,00	0,28
4e id.	2,00	0,21

5. Résultats d'exploitation. — Pour l'ensemble des voies ferrées exploitées, les recettes et les dépenses se répartissent comme il suit :

Recettes : voyageurs.......	114 314 925,98 francs belges
id. bagages.........	640 461,09
id. marchandises...	40 909 539,77
id. produits divers..	1 693 752,51
Total...........	157 558 679,35 francs
contre un total de dépense de :	149 413 665,12 francs

La répartition des recettes et des dépenses entre les deux genres de traction électrique et à vapeur est donnée par le tableau II, ainsi que la longueur de lignes exploitées et le nombre de kilomètres parcourus :

Tableau II. — *Recettes et dépenses des Chemins de fer vicinaux belges en 1926.*

Désignation des lignes	Longueur exploitée en kilomètres	Kilomètres parcourus	Recettes totales en francs belges	Dépenses en francs belges	Rapport de la dépense à la recette en centièmes
1° Lignes à traction électriques........	537,73	22 017 035	66 773 791,94	61 612 749,74	92,27
2° Lignes à traction à vapeur..........	3 958,22	17 871 995	91 119 498,89	88 091 191,04	96,68
3° Pour l'ensemble.....................	4 472*	39 889 030	157 893 290,83	149 703 940,78	94,81

(*) Ce chiffre ne correspond pas au total des deux précédents, en raison des lignes à exploitation mixte comptées deux fois comme lignes à traction électrique et à traction à vapeur.

Les recettes rapportées au kilomètre parcouru sont indiquées par le tableau III tant pour l'exploitation électrique que pour l'exploitation à vapeur et pour les deux réunies.

Tableau III. — *Recettes kilométriques des Chemins de fer vicinaux belges en 1926.*

Désignation des lignes	Pour voyageurs et bagages francs	Pour marchandises et divers francs	Total francs
1° Exploitat. électrique	120 486,15	3 691,02	124 177,17
2° Exploitation à vapeur	12 755,95	10 264,37	23 020,32
3° Ensemble des réseaux	25 640,82	9 478,18	35 119,—

INFORMATIONS

Industrie électrique. — La taxe municipale sur la consommation d'énergie électrique a Paris. — Le Conseil d'État, réuni en assemblée générale, a adopté, la semaine dernière, le projet de décret approuvant la délibération du Conseil municipal de Paris, du 30 juin 1927, qui a porté création d'une taxe municipale sur l'électricité.

Il y a lieu de remarquer que cette taxe, due par les usagers, qui s'élevait à 25 pour 100 dans le projet initial a été ramenée à 15 pour 100. Elle a, en outre, un caractère temporaire puisqu'elle ne doit jouer que du 1er juillet 1927 au 31 décembre 1930.

Utilisation en radiotélégraphie de l'appareil Baudot. — Une note du Secrétariat général des Postes, Télégraphes et Téléphones signale les résultats des essais qui ont été, sur un système de radiocommunications, imaginé en 1924 par M. Verdun, sous-ingénieur du service de la télégraphie sans fil, permettant l'utilisation en radiotélégraphie de l'appareil multiple Baudot.

Les premiers essais eurent lieu en 1925 entre Nice et Ajaccio; leurs résultats furent très satisfaisants. L'année suivante, de nouveaux essais furent faits entre la France et Madagascar et furent tout aussi probants. Récemment une liaison a été établie entre Paris et Alger : plusieurs centaines de télégrammes ont été expédiés journellement de Paris et reçus d'une façon parfaite à Alger malgré que les parasites atmosphériques soient nombreux et importants en cette saison; quand un poste d'émission sera édifié à Alger, la liaison pourra être établie en sens inverse, ce qui permettra de remédier à toute interruption du trafic par les câbles reliant la France à l'Algérie. On se propose de réaliser pro-

chainement par le même système des liaisons avec la Tunisie et le Maroc.

Décret approuvant le relèvement des tarifs maxima de vente pour force motrice de la concession de distribution d'énergie accordée a la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône. — Le « Journal officiel » du 26 juin 1927 publie, pages 6869-6870, le décret en date du 21 juin 1927 portant relèvement du tarif de base pour la vente de l'énergie électrique par la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône.

A ce décret est annexé l'arrêt suivant du ministre des Travaux publics :

La Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône est autorisée à percevoir, avec maximum de 0,50 fr par kilowatt-heure, les tarifs d'application donnés par la formule

$$T = B\left(r + \frac{50}{100} \times \frac{i - 220}{100}\right)$$

où B représente les nouveaux tarifs de base fixés par le décret susvisé et i l'index économique électrique pour la basse tension relatif au département du Rhône.

Combustibles. — **Réunion du Conseil d'administration de l'Office national des Combustibles liquides.** — Le Conseil d'administration de l'Office national des Combustibles liquides s'est réuni la semaine dernière sous la présidence de M. Loucheur, qui lui a rendu compte de sa déposition devant la Commission spéciale des Pétroles de la Chambre des Députés.

M. Pineau, directeur de l'Office, a exposé l'état des travaux, en cours d'achèvement, de la Commission interministérielle chargée d'élaborer le projet de loi spécial portant revision du tarif douanier des huiles minérales. Il a fait part également des conditions dans lesquelles la Société nationale de Recherches et d'Expériences techniques de Bellevue, vient de participer à l'organisation du concours militaire de camions à gazogènes.

Le Conseil a décidé l'envoi à la Martinique et à la Guadeloupe d'une mission de prospection géologique, qui sera confiée à M. Barrabé.

Il a voté une subvention destinée à permettre au laboratoire du professeur Lebeau, de la Faculté de Pharmacie de Paris, de poursuivre ses recherches sur les produits gazeux de la carbonisation de la houille, du lignite et sur la cellulose. Après avoir pris connaissance des travaux des professeurs Aubert, Emile André, H. Wels et Boisselet, sur les lubrifiants, il a décidé de constituer avec la collaboration du Ministère de l'Agriculture et du Ministère des Colonies, et sous la présidence de M. Ed. Barthe, une commission chargée d'étudier la culture du ricin en France et aux colonies en vue de la fabrication d'huiles de graissage.

Transports. Communications. — **Création d'un cable téléphonique de Paris a Bordeaux.** — A la fin de la dernière séance de la session parlementaire, le jeudi 14 juillet à 2 heures du matin, le Sénat a adopté un projet de loi relatif à la création d'un câble téléphonique de Paris à Bordeaux. Ainsi que l'a expliqué le ministre du Commerce l'urgence de cette adoption résultait de ce que la majeure partie des travaux sera faite au titre des prestations en nature et que les commandes doivent être passées avant le 1er septembre, l'exercice financier du plan Dawes prenant fin à cette date.

Voici le texte de la loi, qui ne comprend qu'un seul article :

Le ministre chargé des Postes, Télégraphes et Téléphones est autorisé à engager les dépenses nécessaires à l'exécution des travaux concernant l'établissement d'un câble téléphonique et télégraphique Paris-Bordeaux-Toulouse, avec embranchement Tours-Angers-Nantes.

Il sera pourvu à ces dépenses par l'inscription à la deuxième section du budget annexe des postes, télégraphes et téléphones, des annuités indiquées ci-après :

Exercice	1927	139 000 000 fr
id.	1928	85 000 000
id.	1929	72 000 000
id.	1930	53 000 000
id.	1931	6 000 000
		365 000 000 fr

Dans le cas où les dépenses d'un exercice seraient supérieures aux prévisions ci-dessus, l'excédent sera imputé par anticipation sur les crédits de l'exercice suivant, dans la limite du maximum fixé chaque année par la loi de finances.

Dans le cas où les dépenses seraient inférieures au montant de l'annuité d'un exercice déterminé, l'excédent de crédit employé sera reporté à l'exercice suivant, en addition aux crédits ouverts au titre de cet exercice.

Les marchés afférents à l'exécution des travaux visés aux paragraphes 1er et 2 ci-dessus, ne pourront être passés par le ministre chargé des Postes, Télégraphes et Téléphones, qu'à la suite de décisions contresignées par le ministre des Finances.

Economie industrielle et sociale. — **Conseil national économique.** — Un arrêté du président du Conseil des ministres, en date du 29 juin 1927 et publié au « Journal officiel » du 1er juillet, pages 6759 à 6761, donne la liste des personnes nommées membres du Conseil national économique pour une période de deux ans à compter du 19 juin 1927.

Dans cette longue liste, nous relevons les noms qui suivent :

Parmi les représentants du travail intellectuel et de l'enseignement se trouvent, comme membre titulaire, M. Emile Borel, délégué général suppléant de la Confédération des Travailleurs intellectuels, membre de l'Institut, ancien ministre, et, comme membre suppléant, M. Guiselin, délégué adjoint de la Confédération des Travailleurs intellectuels.

Parmi les représentants du travail de direction, la section des services publics comprend, comme membre titulaire, M. Henri Cahen, président du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, et, comme membres suppléants, M. Marlio, président du Syndicat des Forces hydrauliques, et M. Ulrich, vice-président de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Parmi les représentants du travail salarié, la section des techniciens comprend, comme membres titulaires, M. Roger Francq, président de l'Union syndicale des Techniciens de l'Industrie, du Commerce et de l'Agriculture, et M. P. Boucherot, président de l'Union des Syndicats d'Ingénieurs, et, comme membres suppléants, M. Fleurent, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, M. Bethenod, ingénieur électricien, M. Mathieu, ingénieur métallurgiste, et M. Dubois, secrétaire de l'Union des Syndicats d'Ingénieurs.

L'indice des prix de gros en France, en juin 1927. — — Depuis le mois de mars dernier, nous assistons à une chute continue de l'indice des prix de gros établi par la « Statistique générale de la France ». Il a rétrogradé déjà de 655 en mars à 650 en avril et à 642 en mai (voir Bulletin *R. G. E.*, 18 juin 1927, t. xxi, p. 199 B) : en juin il s'est établi à 636.

Le mouvement général des prix de gros présente, depuis déjà quelque temps, une caractéristique curieuse : l'indépendance absolue des deux indices partiels, denrées alimentaires et matières industrielles, qui évoluent chacun selon son rythme propre et souvent en sens contraire.

C'est ce qui s'est passé en juin. Les denrées alimentaires, en dépit ou plutôt à cause même de la stabilisation du franc, avaient poursuivi jusqu'en avril leur mouvement ascensionnel (632 en avril), mais en mai l'indice est descendu à 617 et en juin une nouvelle chute le ramenait à 598.

D'autre part les matières industrielles qui avaient interrompu leur hausse en avril et en mai, l'ont reprise en juin (669 en juin contre 664 en mai).

Il est à remarquer toutefois que le mouvement de hausse des matières industrielles est limité aux textiles, les autres produits continuant à faire preuve de faiblesse. En revanche, la baisse des denrées alimentaires est générale, aussi bien en juin qu'en mai et porte sur les trois catégories que distingue la « Statistique générale de la France ».

Le tableau suivant donne le détail des indices établis pour le mois de juin 1927, comparés à ceux des deux mois précédents, la base étant prise égale à 100 en juillet 1914 :

	Articles.	Fin juin provisoire	Fin mai	Fin avril
Indice général	(45)	636	642	650
Produits nationaux	(29)	623	639	648
Produits importés	(16)	659	646	653
Denrées alimentaires :				
Ensemble	(20)	598	617	632
Aliments végétaux	(8)	645	666	670
Aliments animaux	(8)	536	552	580
Sucre, café, cacao	(4)	632	653	666
Matières industrielles :				
Ensemble	(25)	669	664	666
Minéraux et métaux	(7)	638	643	654
Textiles	(6)	723	691	698
Divers	(12)	656	660	655

Quelle répercussion aurait pour l'industrie française une telle tendance des prix si elle s'accentuait ? Il est bien certain que toute baisse des produits agricoles, entraînant à plus ou moins longue échéance une diminution du coût de la vie, faciliterait la tâche de l'industrie. Mais, d'autre part, il ne faut pas oublier que si l'industrie française a supporté avec une aisance relative la hausse, puis la stabilisation du franc, cela tient en grande partie à ce que le marché intérieur, et en particulier la classe paysanne, avait conservé son pouvoir d'achat à peu près intact. Reste à savoir si une baisse des produits agricoles ne risquerait pas d'amener une sérieuse diminution de ce pouvoir d'achat.

L'indice des prix de détail a Paris, en juin 1927. — L'indice des prix de détail à Paris, en juin 1927, a terminé sa marche ascendante de mai. Il a, en effet, rétrogradé à 580. Voici d'ailleurs le rappel de ces indices depuis janvier 1927 :

Janvier 1927	592
Février	585
Mars	581
Avril	580
Mai	589
Juin	580

L'indice du cout de la vie a Paris et en France, au cours du deuxième trimestre 1927. — D'après les derniers travaux connus des commissions régionales d'études relatives au coût de la vie, nous donnons ci-après les indices d'ensemble et de détail pour ce qui concerne la dépense d'une famille ouvrière de quatre personnes.

Villes	Dates	Alimentation	Chauffage et éclairage	Logement	Habillement	Divers	Ensemble
Paris	2e trimestre 1927	559	530	260	565	590	525
Nancy	Avril 1927	585	552	250	595	486	529
Dijon	Juin	708	637	350	544	631	631
Marseille	Avril	688	620	348	632	566	626
Bordeaux	Mars	694	684	300	581	557	609
Rouen	janvier	384	703	260	529	618	553

La situation de l'industrie russe. — A l'occasion de la rupture des relations anglo-russes, le journal « The Times » examine, dans son numéro du 20 juin 1927, l'incidence de la nouvelle situation sur le mouvement du commerce britannique et exprime l'opinion que les Soviets se font beaucoup d'illusions s'ils croient que l'Angleterre se laissera aisément intimider par la menace de substituer le commerce allemand au commerce anglais dans les relations économiques de la Russie.

Examinant en particulier la situation de l'industrie russe, le journal anglais fait les observations suivantes :

On peut admettre que la production du pétrole a atteint et que la production du charbon a presque atteint à nouveau le niveau d'avant-guerre. Mais les autres industries restent bien en arrière. Il y a même eu régression dans les derniers temps et depuis l'automne dernier, diverses crises semblent dénoncer l'usure des anciennes installations que, faute de capital, le gouvernement soviétique est impuissant à remplacer. Les prix de revient par suite de l'impéritie de la bureaucratie soviétique restent les plus élevés du monde, aussi la campagne contre les prix élevés a lamentablement échoué et le tchervonetz continue à perdre lentement, mais progressivement, son pouvoir d'achat. Le chômage a augmenté de 30 pour 100 depuis l'année passée ; 1 400 000 ouvriers syndiqués étaient sans travail au 1er avril et il faut sans doute compter sur un nombre égal de chômeurs non syndiqués. C'est plus du cinquième d'une population d'environ 14 millions d'ouvriers. La crise des capitaux continue à sévir. Quoique la Banque d'État ait accru dans l'année sa réserve de devises étrangères, ce progrès n'a été possible que par la restriction obligatoire d'importations de première nécessité, dans l'idée de faire apparaître une balance commerciale positive. En fait, l'excédent d'exportations d'avril n'est plus que de 400 000 roubles (40 000 livres sterling) contre 16 900 000 roubles (1 700 000 livres sterling) en mars.

« The Times » continue en disant que la vie économique des Soviets se meut dans un cercle vicieux et qu'il ne sera

possible d'y échapper que par l'abandon des principes économiques sur lesquels le régime actuel est fondé.

Enseignement. — ECOLE D'ELECTRICITÉ ET DE MÉCANIQUE INDUSTRIELLES (ECOLE VIOLET). — Le « Journal officiel » du 13 juillet 1927 publie, p. 7 243, la liste, par ordre de mérite, des élèves ayant obtenu aux examens de sortie de l'année 1926-1927, le diplôme d'ingénieur-électricien. Voici cette liste :

1 à 10. — MM. Caillaux, Gibon, Mickailoff, Jardou, Mouchet, Ratomski, Greilleir, Barranger, Danlamian, Bouteille,

11 à 20. — Valencony, Drouet, Reumaux, Rouquette, Gontier, Blanchart (J.), Durel, Bosset, Dufourg, Szalay,

21 à 30. — Ganteron, Legendre, Bourdier, Neyman, Bergelin, Teste, Balvay, Billard, Carbonnier, Oudin,

31 à 40. — Marin, Faugeron, Collardeau, Babadjan, Labourot, Hovhannessian, Archambault, Sourdillat, Gambier, Saint Marcoux,

41 à 50. — Giovanni, Leroy, Stremez, Gauchard, Martin (L.), Leduc, Lefebvre, Penot, Steff, Lacoste,

51 à 60. — Censier, Tchirikoff, Renaud, Mathieu, Blanchard, Rabier, Blandin, Costo, Naim, Kabir,

61 à 70. — Petit, Lehmann, Desprey, Bezy, Ensuque, Zouckermann, Roger, Laine, Chassaing, Chazal,

71 à 80. — Baudouin, Safdar, Rouzies, Jamme, Paris, Juillet, Tournieroux, Lu, Buffenoir, Bouffaud,

81. — Barret.

ECOLE BREGUET. — D'après le « Journal officiel » du 12 juillet 1927, p. 7 209-7210, nous publions ci-dessous la liste des noms des élèves ayant obtenu le diplôme d'ingénieur électricien-mécanicien pour l'année scolaire 1926-1927.

Vétérans. 1 à 10. — MM. Baudelot (Paul), Bleinc (Robert), Seine (André), Rousseau (Robert), Teyssonnières (Lucien), Gérard (Georges), Chevreux (Lucien), Curto (Louis), Descornez (André), Pinel (Pierre).

11 à 16. — Jasset (André), Vittet (Lucien), Charrière (René), van den Hove (Georges), Monchablon (Jean), Albaret (Edgard).

Nouveaux. 1 à 10. — Orain (Alfred), Faucheur (Eugène), Ormancey (Marcel), Bry (René), Magnier (Georges), Olivier (Carl), Lancelle (Robert), Le Forestier (Charles), Besnard (Charles), Périn (Max).

11 à 20. — Barraud (Yves), Courgeot (Charles), Ponnier (Georges), Paintendre (Robert), Talon (René), Lemaire (Jean), Laterrère (Maurice), Rabeux (Fernand), Guilbert (Jacques), Koutchouk (Adolphe).

21 à 30. — Herou (René), Lavergne (Robert), Farges Emile), Briançon (Charles), Dubourgnoux (Edmond), Franchet (André), Le Bigot (Christian), Laurent (André), Gobet (Lucien), Meyer (Léon).

31 à 40. — Baudelot (Rodion), Brémond (Paul), Fauquembergue (Fernand), Moser (Maurice), Chanteau (Pierre), Cayron (Fernand), Granval (Lucien), Mathieu (Georges), Cottret (Lucien), Pagès (André).

41 à 43. — Lovichi (Antoine), Hochart (René), Gérard (Henri).

Syndicats. Groupements. — ASSOCIATION DES PRODUCTEURS DES ALPES FRANÇAISES. — L'assemblée générale de cette association s'est tenue la semaine dernière dans la salle des Fêtes de la Chambre de Commerce de Grenoble.

A la fin du banquet qui a suivi cette réunion, M. Aimé Bouchayer, président de l'Association, a prononcé un discours dans lequel il a examiné la situation des principales industries de la région. Parlant de l'industrie des forces hydrauliques, il dit : « L'aménagement de notre houille blanche se trouve aujourd'hui arrêté. Fait incontestable, et dont les causes sont : augmentation du coût des installations, élévation du taux de l'intérêt, répugnance des capitaux à s'immobiliser dans des placements à long terme, conséquence de l'instabilité monétaire. C'est enfin l'aggravation des charges fiscales, aggravation telle que, dans son rapport sur le projet de loi ayant pour objet l'aménagement des forces hydrauliques, M. Antoine Borrel l'évaluait environ au tiers du prix de revient ».

Après des considérations qui ont porté notamment sur la question douanière et sur les industries de la papeterie et de la ganterie, M. Bouchayer a formulé le cahier des revendications des industriels dauphinois. Elles peuvent se résumer ainsi :

« Que la stabilisation de fait devienne stabilisation légale, établie avec un soin judicieux, compatible avec les besoins de la production; abrogation de la réglementation relative à l'exportation des capitaux, gênante et inefficace; vote du projet rapporté par M. Antoine Borrel sur l'aménagement des forces hydrauliques; création de grands réseaux d'interconnexion, destinés à réaliser la compensation des énergies hydrauliques des Alpes, des Pyrénées et du Massif central, en vue de leur transport sur les points d'utilisation, et dont la construction pourrait être facilitée par l'utilisation des prestations en nature; relèvement des tarifs de vente de l'énergie électrique. »

Sur la demande de M. Lépine, président de la Chambre de Commerce de Grenoble, les convives ont émis le vœu que la copie intégrale du discours de M. Aimé Bouchayer soit envoyée au président du Conseil, au ministre du Commerce et de l'Industrie et à tous les parlementaires de la région des Alpes.

Dans le monde électrique. — PROMOTION ET NOMINATION DANS L'ORDRE NATIONAL DE LA LÉGION D'HONNEUR :

M. J.-L. ROUTIN, maître de conférences à l'Ecole supérieure d'Electricité, qui, en 1920, avait été nommé officier de la Légion d'honneur sur la proposition du ministre de la Marine, dans la promotion réservée aux inventeurs, vient d'être, sur la proposition du ministre de la Guerre, promu au grade de commandeur.

Rappelons qne M. J.-L. Routin, qui est ingénieur-conseil des Etablissements Schneider, a apporté de très intéressantes solutions aux problèmes que posent les études de la conduite du tir contre objectifs aériens et de la commande à distance des pièces de bord, problèmes d'une importance capitale pour la défense nationale.

— Par décret en date du 5 juillet 1927, rendu sur le rapport du ministre des Travaux publics et inséré au « Journal officiel » du 16 juillet, page 7351, a été nommé au grade de chevalier de la Légion d'honneur :

M. LÉVY (Lambert), directeur général de la Compagnie Est-Lumière; 38 ans de pratique professionnelle et de services militaires.

ATTRIBUTION A TITRE POSTHUME DE LA MÉDAILLE MILITAIRE. — Par décret du 8 juillet 1927, rendu sur la proposition du ministre de la Guerre et inséré au « Journal officiel » du 16 juillet, page 7363, la Médaille militaire a été conférée, à titre posthume, à la mémoire de :

M. HERR (Jean-Georges-Edouard-Henri), matricule 26266, sapeur au 8ᵉ régiment du génie : chargé d'assurer dans un poste de télégraphie sans fil de grande puissance un service d'exploitation et d'essais particulièrement délicats et parfois dangereux, est tombé à son poste le 17 juin 1927. Excellent

technicien qui rendait à la station les plus signalés services. A été cité.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE D'ÉLECTRICITÉ. — Cette société à responsabilité limitée nouvelle a pour objet la fabrication et la vente d'accumulateurs. Le siège est à Paris, 25, rue de Château-Landon. Le capital est de 600 000 fr et MM. Ballofet, à Paris, 69, rue de Chabrol, et Gaston de Tugny, à Paris, 15, rue de la Convention, ont été nommés gérants.

Augmentation de capital. — SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS E.-C. GRAMMONT ET ALEXANDRE GRAMMONT. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 27 juin 1927, page 611, cette société, dont le siège est à Paris, 10, rue d'Uzès, va procéder à l'émission de 50 000 obligations de 500 fr de valeur nominale, rapportant un intérêt annuel de 7 pour 100, soit 35 fr par obligation, payable par coupons semestriels les 1er juillet et 1er janvier de chaque année. Le montant des coupons sera net de tous impôts présents et futurs, à l'exception des droits de transmission, de transfert et de conversion, qui resteront à la charge des porteurs d'obligations.

Ces obligations nominatives ou au porteur seront émises au prix de 465 fr, jouissance 1er juillet 1927 et remboursables au pair en vingt années à partir du 1er juillet 1937, suivant tableau d'amortissement, par voie de tirages au sort ou de rachats en bourse, le premier remboursement devant avoir lieu le 1er janvier 1938.

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRICITÉ ET DE PRODUITS CHIMIQUES DE L'ALLIER. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 27 juin 1927, page 597, cette société, dont le siège est à Lyon, 26, cours Gambetta, va procéder à l'émission de 1 000 actions de 500 fr chacune.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE POUR L'EXPLOITATION INDUSTRIELLE DE LA HOUILLE BLEUE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires du 20 juin 1927, page 559, cette société dont le siège est à Paris, 23, rue Ballu, va procéder à l'émission de 100 000 actions de numéraire de 100 fr chacune, dites actions de la catégorie « B », faisant partie du capital de la société, à libérer entièrement à la souscription. Elles sont offertes par priorité et au prix de 100 fr l'une aux actionnaires et porteurs de parts de la société l'Azote français, société anonyme, au capital de 18 millions de francs, et dont le siège est à Paris, rue Volney, n° 6, dont les droits de souscription respectifs sont ainsi définis :

A titre irréductible : 2 actions « B » pour 5 actions Azote français.

14 actions « B » pour une part Azote français.

A titre réductible : au prorata des demandes à titre irréductible.

Toutes les actions « B » non souscrites par les actionnaires ou porteurs de parts de l'Azote français à titre réductible ou irréductible pourront être souscrites par le public, au prix de 120 fr l'une. Les demandes seront servies au prorata.

ÉLECTRICITÉ DE LA SEINE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 20 juin 1927, page 560, cette société dont le siège est à Paris, 75, boulevard Haussmann, va porter son capital de 60 millions à 100 millions de francs par l'émission de 10 000 actions ordinaires et de 150 000 actions de priorité d'une valeur nominale de 250 fr.

Les actions nouvelles seront créées jouissance du 1er janvier 1928. Conformément à l'article 9 des statuts, la souscription sera réservée :

Pour les actions ordinaires nouvelles, aux porteurs d'actions ordinaires anciennes ;

Pour les actions de priorité nouvelles, moitié aux porteurs d'actions de priorité anciennes et moitié aux porteurs de parts de fondateur.

Les actions anciennes ou parts conférant le droit de souscription à titre irréductible devront être présentées au moment de la souscription pour être estampillées.

Les actions seront payables comme il suit :

1° Le premier quart, soit 62,50 fr, en souscrivant ;

2° Les trois derniers quarts seront ensuite appelés par les soins du conseil d'administration.

Divers. — ÉTABLISSEMENTS DEVILAINE ET ROUGÉ. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice clos au 31 janvier 1927 se soldant par un bénéfice net de 837 833 fr.

Déduction faite d'une somme de 817 353 fr affectée à l'amortissement du solde débiteur de l'exercice précédent, le solde disponible, soit 20 479 fr a été reporté à nouveau.

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE METZ. — Les comptes de l'exercice 1926, approuvés par l'assemblée ordinaire du 23 juin 1927 se sont soldés par un bénéfice de 302 506 fr. Ce solde a reçu l'affectation suivante : amortissements, 281 108 fr ; réserve légale, 15 125 fr ; report à nouveau, 6 273 fr.

SOCIÉTÉ ALSACIENNE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ET APPLICATIONS. — Cette société anonyme, au capital de 1 million de francs, dont le siège est à Paris, 10, rue Rossini, vient d'être dissoute. La Société alsacienne de Produits chimiques est chargée de la liquidation.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

624 469. — COURTECUISSE (J.), COURTECUISSE (V.); Perfectionnements aux batteries de piles, 12 novembre 1926.

624 472. — SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES DE DIVES (ANCIENS ATELIERS PATRIX-MIOCQUE); Perfectionnements aux montages à basse fréquence utilisés en télégraphie sans fil, 12 novembre 1926.

624 473. — SOCIÉTÉ DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS SAUNIER-DUVAL-FRISQUET; Interrupteur automatique de courant électrique fonctionnant sous l'influence de la température, 12 novembre 1926.

624 480. — FERLIN (C.), LABLATINIÈRE (C.); Groupe électrogène à piles et accumulateur et piles utilisables en particulier dans ce groupe électrogène, 12 novembre 1926.

624 484. — GILL (E.-R.); Méthode pour construire des redresseurs et appareils pour redresser les courants alternatifs, 12 novembre 1926.

624 491. — GILLET (A.-A.); Écouteur microphonique, 12 novembre 1926.

624 495. — LABEILLE (T.); Raccord à angle variable pour tubes rigides renfermant les câbles souples tels que des conducteurs de courant électrique, 12 novembre 1926.

624 497. — Société dite : « GRAL », GES. FUR ELEKTRO-INDUSTRIE M. B. H.; Fabrication de lampes à incandescence électriques, 12 novembre 1926.

624 517. — Lavallée (L.); Dispositif de déclenchement électrique, 12 novembre 1926.

624 528. — Société dite : Siemens und Halske Aktiengesellschaft; Disposition pour appareils électriques comportant des arbres tournants à reprises, 13 novembre 1926.

624 560. — Grumbach (R.); Appareil de chauffage électrique de liquides, 15 novembre 1926.

624 574. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux moyens d'obtenir ou de maintenir un vide élevé, 15 novembre 1926.

624 576. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux tubes à décharge électronique, 15 novembre 1926.

624 583. — Buchli (J.); Dispositif de commande pour véhicules électriques à essieux commandés individuellement, 15 novembre 1926.

624 615. — Trarieux (A); Chauffe-plats électrique, 15 novembre 1926.

624 626. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux systèmes régulateurs, 16 novembre 1926.

624 627. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux dispositifs et tubes électriques à vapeur, 16 novembre 1926.

624 641. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Mécanisme de commutation et électroaimant non chauffant, 10 septembre 1926.

624 651. — Billaud (R.-G.-G.); Douille monobloc pour lampes électriques, 1er octobre 1926.

624 652. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements se rapportant aux systèmes téléphoniques, 4 octobre 1926.

624 656. — Masson (M.-G.); Pièce de jonction pour conducteurs électriques multiples, 12 octobre 1926.

624 663. — Déhut (A.-H.); Tapis de sûreté pour repassage au fer à repasser électrique, 21 octobre 1926.

624 686. — Société dite : Westinghouse Electric and Manufacturing Co; Perfectionnements aux systèmes de contrôle et de signalisation électriques, 13 novembre 1926.

624 738. — Lenormand (J.); Plot pour appareillage électrique, 17 novembre 1926.

624 756. — Gabelin (V.); Perfectionnements apportés aux raccords, coudes et accessoires semblables utilisés dans les installations électriques à canalisation sous tube, 17 novembre 1926.

624 774. — Société dite : Standard Underground Cable Co; Dispositif de protection pour les manchons isolants, 17 novembre 1926.

624 826. — Quilichini (D.-J.-P.-A.); Support de bobines de self-induction pour nids d'abeille non montés, 18 novembre 1926.

624 832. — Société dite : Compagnie française du Signum; Tableau de signalisation électrique de sécurité, 19 novembre 1926.

624 839. — Buchli (J.); Système de commande pour locomotives électriques, 19 novembre 1926.

624 849. — Labbille (T.); Lampe électrique notamment pour tablier de voiture automobile, 19 novembre 1926.

624 881. — Société dite : « Fipa », Elektrische Grubenlampen und Akkumulatoren g. m. b. h.; Accumulateur, 20 novembre 1926.

624 886. — Société dite : Igranic Electric Co Ltd; Perfectionnements aux circuits à valve thermoionique, 20 novembre 1926.

624 887. — Société dite : Igranic Electric Co Ltd; Perfectionnements se rapportant aux circuits à valve thermoionique, 20 novembre 1926.

32 097/607 714. — Lombard (H.-M.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 27 août 1925, pour appareil pour la conversion du courant électrique alternatif en courant continu ou inversement, 3 juin 1926.

32 100/601 004. — Orth (P.), Prébandier (P.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 8 juin 1925, pour interrupteur à bascule, 8 juin 1926.

32 101/594 385. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 1er cert. d'add. au brevet pris le 7 février 1925, pour casque de récepteur téléphonique, 10 juin 1926.

32 115/571 633. — Société dite : Compagnie de Signaux et d'Entreprises électriques; 1er cert. d'add. au brevet pris le 8 octobre 1923, pour crocodile de prise de courant pour voies ferrées, 29 juillet 1926.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine.

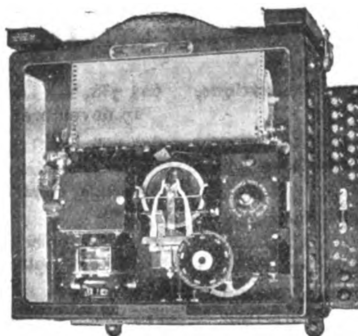
A L'ACQUITTE	1927		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	16 juillet	9 juillet	1926	1925	1914
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris.	1 330	1 330	1 760	1 060	230
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen	786,50	786,50	1 324	728	168
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen	786,50	786,50	1 324	728	168
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen	779	779	1 312	721,50	168
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris	3 832	3 870	5 754	2 933	406,50
Etain Billiton, liv. Havre					
Etain Détroits, liv. Havre	3 832	3 870	5 788	2 923	389
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris	3 683	3 726	5 578	2 830	383,75
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	331	330	650	396	57
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris	338,50	337	650,50	403	57,50
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris	379	375,75	708	387	58,75
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris	398,50	395	751,50	422	58,75

LABORATOIRE

(Intruments étalons)

Pile " WESTON ", Résistance, Inductance et Capacité :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres, Microfaradmètres, Mégohmvoltmètres, Pyromillivoltmètres, Galvanomètres, Potentiomètres, Transformateurs, Instruments pour mesures sous haute fréquence et pour mesures d'électrolyse.



Pyromètre-potentiomètre enregistreur " LEEDS et NORTHRUP "

CONTROLE

(Instruments de haute précision) :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres (mono et polyphasés, et pour bas facteur de puissance), Fréquencemètres, Phasemètres, Ponts de self inductance et de capacité, Ponts de résistance (Wheatstone, Thomson, Kelvin et Kohlrausch), Boites de résistance, Inductomètres et Condensateurs, Transformateurs.



Pont de Wheatstone " LEEDS et NORTHRUP "

INDUSTRIE

(Instruments de mesures portatifs et de tableau)

Fluxmètre, Perméamètre, Luxmètre, Salinomètre, Acidimètre, Photomètre, Interférencemètre, Oscillateur, Générateur de haute fréquence.

EQUIPEMENTS

pour la mesure de la conductibilité des Électrolytes, les essais magnétiques, la mesure de la résistance électrique des huiles, les essais des transformateurs, la recherche des défauts dans les câbles et la mesure des résistances d'isolement, la mesure du Ph, les essais à sec des câbles, l'étalonnage des couples thermo-électriques, le contrôle automatique de la combustion, l'enregistrement de la lumière du jour.

ENREGISTREURS

de mesures électriques, de CO et de CO^2, de pression et de vide, de température, de la hauteur des liquides, du niveau de l'eau, des chaudières, d'humidité, de mouvement et de temps, d'indication de mesures à longue distance.

MESURE DES TEMPÉRATURES

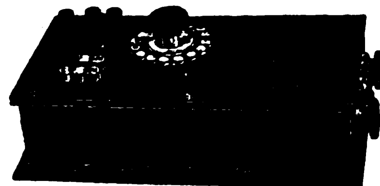
Pyromètres-potentiomètres indicateurs, (portatifs et de tableau) et enregistreurs jusqu'à 16 directions, Pyromètres à résistances, Pyromètres optiques, Pyromètre pour la mesure des températures des gaz, de l'échauffement des machines électriques, des transformateurs et des câbles.

FOURS ÉLECTRIQUES

(Fonte de métaux, Trempe, Cémentation, Revenu).

AUTRES APPAREILS

Transformateurs, Compte-tours, Tachymètres, Ohmmètres, Pont pour la mesure des terres, Compteurs électrolytiques.



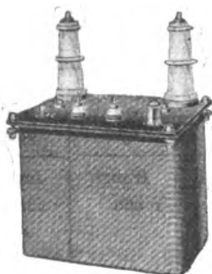
Potentiomètre à lecture directe en PH " LEEDS et NORTHRUP "



Étalon " WESTON " modèle 1



Wattmètre polyphasé " WESTON " modèle 329



Transformateur



Essayeur d'isolement à magnéto

Adresse télégraphique : **MECIVOCEM**

M.E.C.I.

Téléphone : **PROVENCE 24-01 — 24-02**

2, rue du Faubourg Poissonnière, PARIS (X^e^)

RÉPARATION DE TOUS INSTRUMENTS DE MESURES ÉLECTIQUES

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 9 juillet 1927	PRIX samedi 16 juillet 1927	PRIX différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	77 fr	77 fr	0
Id U id	100 kg	82	82	0
Cornières	100 kg	82	82	0
Larges plats	100 kg	99	99	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	16 1/2 d	16 3/4 d	+ 1/4 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	555	584	+ 29 fr
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	779	779	0
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 000	1 000	0
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	995	995	0
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 000	1 000	0
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 543	1 543	0
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 717	6 717	0
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 870	3 832	— 38
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	460	460	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	577,50	577,50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { épaisseur 7/100 mm	le mètre linéaire	5	5	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { Id 10/100 mm	le mètre linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	330	331	+ 1
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	13,35	13,35	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,95	11,95	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	333	manque	
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		220	220	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	395	398,50	+ 3,50
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

NOTA. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 9 juillet 1927	samedi 16 juillet 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	163	163	0

COEFFICIENTS DE VARIATION DE PRIX

APPLICABLES A L'APPAREILLAGE ET AU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etablis par le Syndicat des Constructeurs d'Appareillage et de Matériel électrique.

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 6 juin 1926

1° Matériel pour haute tension	1,25
2° Gros appareillage pour basse tension	1,30
3° Petit appareillage pour basse tension { a) Appareils contenant plus de 50 pour 100 de cuivre	1,10
3° Petit appareillage pour basse tension { b) Appareils contenant moins de 50 pour 100 de cuivre	1,15
Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 1er mars 1926	
4° Matériel de branchement utilisé par la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité	1,30

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Congrès international des Physiciens. — Nous donnons ci-dessous, classés par nationalité des auteurs, les titres des rapports qui seront présentés au Congrès international des Physiciens. Ce congrès, ainsi que nous l'avons déjà annoncé dans une autre partie du présent numéro, aura lieu du 11 au 16 septembre 1927, à la villa Olmo, à Côme.

ALLEMAGNE. — Relations entre l'électrodynamique de Maxwell et la théorie des quanta, par M. BORN, professeur de physique à l'Université de Göttingen.

Sur quelques questions de limite entre la chimie et la physique, par J. FRANK, professeur de physique à l'Université de Göttingen.

Sur le comportement magnétique des gaz et des vapeurs, par W. GERLACH, professeur de physique à l'Université de Tubingen.

Conductivité et conductibilité des métaux aux basses températures, par E. GRUNEISEN, professeur de physique à l'Université de Berlin.

Sur l'effet Döppler par émission de rayons Röntgen sur les atomes thermiques en mouvement, par M. LARRE, professeur de physique à l'Université de Berlin.

Recherches spectroscopiques sur les rayons lumineux, par F. PASCHEN, professeur de physique, président de la Physikalisch Technischen Reichsanstalt de Charlottenbourg.

Sur la différence de potentiel des solutions diluées, par M. PLANCK, professeur de physique à l'Université de Berlin.

Sur la diffraction des ondes électromagnétiques et des corpuscules électrisés, par A. SOMMERFELD, professeur de physique à l'Université de Monaco.

Recherches sur les rayons moléculaires, par O. STERN, professeur de chimie-physique, à l'Université de Hambourg.

Les filtres d'ondes électriques, par K.-W. WAGNER, professeur de physique, président de la telegraphen Technischen Reichsamts, de Berlin.

AUTRICHE. — Sur les lois physiques des matériaux macroscopiques, par F. EHRENHAFT, professeur de physique à l'Université de Vienne.

Sur la constitution électrique de cristaux, par A. SMEKAL, professeur à la Technische Hochschule de Vienne.

CANADA. — Les spectres de l'aurore, par J.-C. MAC LENNAN, professeur de physique à l'Université de Toronto.

DANEMARK. — Théorie fondamentale de la mécanique quantique, par W. HEISENBURG, professeur de physique théorique à l'Université de Copenhague.

ESPAGNE. — Contribution à l'histoire de la physique, par E. ALCOBÉ, professeur de physique à l'Université de Barcelone.

Le comportement magnétique des triodes du paladium et du plomb et la théorie du paramagnétisme, par B. CABRERA, professeur de physique à l'Université de Madrid.

ETATS-UNIS. — Propriétés électriques des cristaux métalliques par P.-W. BRIDGMAN, professeur de physique à l'Université Harvard de Cambridge.

L'action des radiations sur les électrons, par A.-H. COMPTON, professeur de physique à l'Université de Chicago.

Les caractéristiques de la « radiation générale », par W. DUANE, professeur de physique à l'Université Harvard de Boston.

La théorie de Volta sur l'effet Volta : une interprétation moderne, par E.-H. HALL, professeur de physique à l'Université Harvard de Cambridge.

Amortissement normal dans les réseaux électriques, par A.-E. KENNELLY, professeur d'électricité à l'Université Harvard de Cambridge.

Décharges électriques dans les gaz à basse pression, par I. LANGMUIR, docteur en chimie-physique à la General Electric Co.

Mesure de la vitesse de la lumière, par A.-A. MICHELSON, professeur de physique à l'Université de Chicago.

Les rayons cosmiques, par R.-A. MILLIKAN, professeur de physique à l'Université de Chicago.

Théorie de la compensation en duplex dans les câbles télégraphiques sous-marins, par M.-I. PUPIN, professeur de physique à l'Université de New-York.

La masse de la charge électrique dans les métaux, par R.-C. TOLMAN, professeur de chimie-physique à l'Institut technologique de Pasadena.

Oscillateur piézoélectrique, par R.-W. WOOD, professeur de physique à l'Université de Baltimore.

FRANCE. — Sur une question d'électricité atmosphérique, par M. BRILLOUIN, professeur de physique mathématique au Collège de France.

Sur l'absorption, par la matière, des rayons de courte longueur d'onde, par M. de Broglie, docteur ès sciences.

L'utilisation rationnelle de l'eau froide du fond des océans, par P. Boucherot.

Sur la production de champs magnétiques permanents, à la fois intenses et étendus, par A. Cotton, professeur de physique à l'Université de Paris.

Sur les tentatives infructueuses faites par un grand nombre d'inventeurs pour réaliser une machine à courant continu sans collecteur, par P. Janet, directeur de l'Ecole supérieure d'Electricité.

Sur une question d'électromagnétisme, par P. Langevin, professeur de physique au Collège de France.

L'électrisation des parois au contact des solutions, par J. Perrin, professeur de chimie-physique à l'Université de Paris.

Les moments atomiques, par P. Weiss, professeur à l'Université de Strasbourg.

Grande-Bretagne. — Récents travaux avec les spectrographes de masse, par F.-W. Aston, docteur ès sciences au Laboratoire Cavendish de Cambridge.

La diffraction des courtes ondes électromagnétiques par un cristal, par W.-L. Bragg, professeur de physique à l'Université de Manchester.

Conditions électriques dans l'intérieur des étoiles, par A.-S. Eddington, professeur d'astronomie à l'Université de Cambridge.

La conductivité électrique des diélectriques, par J.-A. Fleming, professeur d'électricité à l'Université de Londres.

Le spectre des molécules d'hydrogène, par O.-W. Richardson, professeur de physique à l'Université de Londres.

Les atomes nucléaires et leur transformation, par E. Rutherford, professeur de physique à l'Université de Cambridge.

Indes. — Recherches sur les spectres des éléments, par Megh Nad Saha, professeur de physique à l'Université de Allahabad.

Italie. — Recherches expérimentales en photoélectricité, par L. Amaduzzi, professeur de physique à l'Université de Parme.

Sur le problème de la radiation solaire, par A. Amerio, professeur de physique à l'Université de Pavie.

Contribution à l'étude sur le magnétisme, par M. Cantone, professeur de physique à l'Université de Naples.

La relation entre la statique et la mécanique nouvelle, par E. Fermi, professeur de physique à l'Université de Rome.

Discours commémoratif de Alessandro Volta, par A. Garbasso, professeur de physique à l'Université de Florence.

Sur la valeur physique de la théorie des quanta, par G. Gianfranceschi, professeur de physique de l'Université pontificale de Rome.

L'électrodynamique de W. Ritz et la théorie balistique des radiations, par G. Giorgi, professeur de physique-mathématique à l'Université de Cagliari.

Sur les invariants adiabatiques, par Lévi-Civita, professeur de mécanique rationnelle à l'Université de Rome.

Analogie électrique du phénomène de Zeeman, par A. Lo Surdo, professeur de physique à l'Université de Rome.

Téléphonie optique au moyen de la lumière ordinaire et de la lumière ultraviolette, par Q. Majorana, professeur de physique à l'Université de Bologne.

L'application du principe de la balistique dans la propagation de la lumière, par M. La Rosa, professeur de physique à l'Université de Palerme.

Sur l'effet Volta, par E. Perucca, professeur de physique à l'Ecole polytechnique de Turin.

La nouvelle mécanique ondulatoire en rapport avec les idées de Poincaré sur la théorie générale des quanta, par P. Straneo, professeur de physique-mathématique à l'Université de Genève.

Pays-Bas. — La diffusion de la lumière par la matière, par H.-A. Kramers, professeur de physique à l'Université d'Utrecht.

Quelques problèmes de la théorie des électrons, par H.-A. Lorentz, professeur de physique à l'Université de Leyde.

La radiation des atomes dans un champ magnétique, par P. Zeeman, professeur de physique à l'Université d'Amsterdam.

Russie. — Nouveaux développements de la théorie électronique des métaux, par J. Frenkel, professeur de physique à l'Institut polytechnique de Leningrad.

Sur la théorie photoélectrique de la vision, par P. Lasareff, directeur de l'Institut de physique de Moscou.

Suisse. — Les propriétés des diélectriques et la théorie quantique, par P. Debye, professeur de physique à la Technische Hochschule de Zurich.

Exportations et importations de matériel électrique de la Grande-Bretagne en avril 1927. — Au cours du mois d'avril 1927, les importations et les exportations de matériel électrique de la Grande-Bretagne ont décru par rapport au mois de mars 1927. Or nous avons déjà vu, d'après les nombres publiés dans le « Bulletin R. G. E. » du 28 mai 1927, que les valeurs des exportations en mars étaient déjà en décroissance par rapport à celles du mois de février.

La valeur de la diminution des exportations en avril, par rapport à celles du mois de mars, est de 128 304 livres sterling. Les diminutions ont porté plus particulièrement sur les articles suivants : câbles et conducteurs isolés, machines

	EXPORTATIONS livres sterling	IMPORTATIONS livres sterling	RÉEXPORTATIONS livres sterling
1. Marchandises et appareils électriques non dénommés	220 846	97 778	3 807
2. Câbles et conducteurs isolés	206 349	60 984	754
3. Lampes à incandescence	63 580	19 361	965
4. Lampes à arc et accessoires	1 032	2 240	110
5. Piles et accumulateurs	93 849	41 967	726
6. Compteurs et instruments de mesure	29 458	19 556	723
7. Charbons	2 081	8 975	147
8. Machines électriques (non énumérées)	288 996	147 415	9 881
9. Moteurs de traction	35 345		
10. Autres moteurs et générateurs	146 640		
11. Tableaux de distribution	4 963		
12. Câbles et fils télégraphiques et téléphoniques	65 465	4 472	2 110
13. Câbles télégraphiques et téléphoniques sous-marins	49 644		
14. Instruments et appareils télégraphiques et téléphoniques	200 839	28 238	3 748
Totaux	1 409 087	430 986	22 971

électriques, moteurs et générateurs. Comparées avec les exportations d'avril 1926, celles de 1927 sont cependant en accroissement de 209973 livres sterling. L'ensemble des quatre premiers mois est, malgré tout, assez favorable puisqu'il présente un accroissement de 583852 livres par rapport aux quatre premiers mois de l'année 1926.

Les importations sont en décroissance par rapport à celles du mois de mars 1927, pour une valeur de 35730 livres. Comparées à celles d'avril 1926, il y a un accroissement pour une valeur de 29976 livres sterling et le total pour les quatre premiers mois de 1927 est aussi supérieur de 188467 livres par rapport au total des quatre premiers mois de l'année 1926.

Les réexportations sont, pour avril 1927, en accroissement pour une valeur de 692 livres par rapport à mars de la même année.

Comparées aux réexportations d'avril 1926, il y a eu, en avril 1927, diminution pour une valeur de 2133 livres. L'ensemble des quatre premiers mois est aussi en diminution, pour une valeur de 12747 livres par rapport aux quatre premiers mois de l'année 1926.

Le tableau ci-dessus donne le détail, pour les diverses rubriques de marchandises, de la valeur des exportations importations et réexportations, pendant le mois d'avril 1927.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — DÉCRET APPROUVANT ET DÉCLARANT D'UTILITÉ PUBLIQUE LA CONCESSION D'UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE AUX SERVICES PUBLICS DANS LE DÉPARTEMENT DU CHER. — Le « Journal officiel » du 10 juillet 1927 publie, pages 7109-7114, le décret en date du 30 juin 1927, approuvant la convention en date du 30 octobre 1926 passée entre le préfet du département du Cher, d'une part, et la société le Centre électrique, dont le siège est à Limoges, 12 bis, rue Baudin, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour la construction et l'exploitation d'un réseau de distribution d'énergie :

1° Aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers ;

2° Aux services publics s'étendant sur le territoire des communes de Vierzon-Ville, Vierzon-Forges, Vierzon-Villages, Vierzon-Bourgneuf, Graçay, Saint-Outrille, Nohant-en-Graçay, Dampierre-en-Graçay, Genouilly, Saint-Georges-sur-la-Prée, Massay, Saint-Hilaire-de-Court, Trénieux, Lury-sur-Arnon, Méry-sur-Cher, Méreau, Foecy, Mehun, Sainte-Thorette, Villeneuve, Saint-Florent, Brinay, Gerbois, Quinoy, Vouzeron, Neuvy-sur-Barangeon, Nançay, Saint-Laurent, Charost, Civray, Lunéry, Mareuil-sur-Arnon, Poisieux, Primelles, Allouis, Saint-Amboix-sur-Arnon, Saugy, Lazenais, Limeux, Plou, la Celle, Bruère-Allichamps, Farges-Allichamps, Nozières, Orcenais, Saint-Pierre-les-Etieux, Lignères, la Celle-Condé, Chezal-Benoit, Ineuil, Montlouis, Saint-Baudel, Saint-Hilaire-en-Lignères, Villecelin, Chambon, Chéry, Preuilly, Vignoux-Barangeon, Bigny-Vallenais, Vanesmes, Lapan, Corquoy, Crésançay, Saint-Loup-des-Chaumes, Saint-Symphorien, Orval, Charenton, Châteauneuf, Saint-Amand-Montrond, Chavannes, organisées en vue de l'alimentation en énergie des services publics énumérés au paragraphe précédent, au moyen d'ouvrages et de canalisations s'étendant sur tout ou partie du département du Cher.

Cette concession ne fait pas obstacle à ce que, dans la même zône, des permissions de voirie ou d'autres concessions soient accordées dans les conditions de la loi du 15 juin 1906.

Ce réseau comprend :

1° Une ligne souterraine à 15000 v partant d'un poste de transformation situé à l'usine génératrice que la société possède à Vierzon-Forges, et aboutissant à Saint-Florent-sur-Cher, en passant par Foecy, Mehun-sur-Yèvre, Sainte-Thorette et Villeneuve.

Cette ligne avait été établie en vertu d'une permission de voirie accordée par le préfet du Cher à la société le Centre électrique le 28 juillet 1913.

Une ligne souterraine à 15000 v partant d'un poste de secours situé à l'usine à gaz de Mehun-sur-Yèvre, et aboutissant à un poste de transformation situé à l'usine génératrice que la société possède à Saint-Amand-Montrond en passant par Quincy, Preuilly, Saint-Florent, Lunery, Châteauneuf-sur-Cher et Bruère.

Le poste de transformation 5000/15000 v situé à l'usine génératrice de Vierzon-Forges, point de départ de la ligne souterraine, ainsi que le poste de transformation 15000/5000 v situé à l'usine génératrice de Saint-Amand-Montrond, point d'arrivée de ladite ligne ne sont pas considérés comme des postes centraux et ne font pas partie, par conséquent de la concession ;

2° Une ligne souterraine à 3000 v partant du poste de transformation situé à l'usine génératrice de Saint-Amand-Montrond et aboutissant à un poste de transformation situé à la tuilerie de Laugère, commune de Charenton-sur-Cher (Cher), cette ligne ayant été établie en vertu d'une permission de voirie délivrée par le préfet du Cher en date du 2 mai 1914 ;

3° Le réseau comprendra, en outre, toutes les lignes que le concessionnaire pourrait être amené à établir ultérieurement dans le périmètre de la zone concédée, conformément aux dispositions de l'article 1er du cahier des charges.

L'énergie sera produite sous forme de courant alternatif triphasé à la fréquence de 50 p : s et à la tension de 15000 ou 5000 v entre conducteurs.

L'Etat aura le droit, à toute époque, de faire mettre à la disposition du concessionnaire de l'énergie réservée aux bornes d'une usine hydraulique concédée.

L'énergie sera produite en premier lieu par les usines génératrices appartenant au concessionnaire.

Le concessionnaire se réserve la faculté de fournir l'énergie par tout autre procédé, soit en réunissant ses réseaux du département du Cher à ceux qu'il exploite dans le département de l'Indre, soit en aménageant de nouvelles usines, soit en l'achetant à des tiers.

PROJETS D'ÉTABLISSEMENT DE RÉSEAUX RURAUX. — Des conférences ont été tenues entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement de réseaux ruraux de distribution d'énergie électrique dans les communes suivantes :

Alpes (Hautes-). — Saint-Julien-en-Beauchêne.

Aube. — Cremey, Bouranton, Villechetif, Blaincourt, Espagne, Mathaux, Radonvilliers, Saint-Léger-sur-Brienne.

Aveyron. — Ségala-Centre.

Eure. — Bousquetot, Amfreville-sous-les-Monts, Flipou, Francheville.

Saône (Haute-). — Attricourt.

Vaucluse. — Loriol.

Vendée. — Aiguillon-sur-Mer.

Métallurgie. — LA PRODUCTION SIDÉRURGIQUE DE LA FRANCE EN JUIN 1927. — Durant le mois de juin, la production française de fonte s'est élevée à 746 644 t contre 794 175 t en mai (voir *Bulletin R. G. E.*, 9 juillet 1927, t. XXII, p. 12 B). Cette production se décompose comme il suit :

	Juin	Mai
Fonte d'affinage	22 812 t	25 048 t
Fonte de moulage	134 119	119 593
Fonte Bessemer	2 774	2 521
Fonte Thomas	566 981	621 237
Fontes spéciales	19 958	25 776
Total	746 644 t	794 175 t

La fabrication de l'acier a légèrement diminué. Elle passe de 711 874 t en mai à 671 907 t en juin.

	Juin	Mai
Convertisseur acide	6 018 t	5 951 t
Convertisseur basique	466 957	503 035
Four Martin	190 222	193 767
Four à creusets	746	839
Four électrique	7 964	8 282
Total	671 907 t	711 874 t

La production de mai comprend 700 241 t de lingots et 11 633 t de moulages, celle de juin 659 946 t de lingots et 11 961 t de moulages. En juin, 143 hauts fourneaux ont été en activité, 35 sont restés prêts à fonctionner et 39 sont en construction ou en réparation.

Economie industrielle et sociale. — MODIFICATION DE LA LIMITE D'AGE DES APPRENTIS. — Dans sa séance du 12 juillet 1927, la Chambre a adopté sans débats une proposition de loi modifiant l'article 10 de la loi du 30 juin 1923, en élevant de seize à dix-huit ans la limite de l'âge de l'apprenti. Le texte de l'article unique, précédemment remanié par le Sénat, est le suivant :

« Ne sont pas soumis à l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux et sont passibles de l'impôt sur les traitements et salaires institué par le titre III de la présente loi :

« 1° Les ouvriers travaillant chez eux, soit à la main, soit à l'aide de la force motrice, que leurs instruments de travail soient ou non leur propriété, lorsqu'ils opèrent exclusivement à façon pour le compte d'industriels ou de commerçants, avec des matières premières fournies par ces derniers, et lorsqu'ils n'utilisent pas d'autres concours que celui de leur femme, de leurs père et mère, de leurs enfants et petits-enfants habitant avec eux, d'un apprenti de moins de dix-huit ans avec lequel un contrat régulier d'apprentissage aura été passé dans les conditions prévues par les articles 1er, 2, 3, du livre 1er, du Code du Travail, et d'un compagnon. Tout ouvrier qui, pensionné en vertu de la loi du 31 mars 1919, ou en vertu de la loi du 9 avril 1898, aura été obligé de changer de profession en raison de l'incapacité de travail résultant de la guerre ou d'un accident pourra, quel que soit son âge, être employé comme apprenti pendant une année sans que cet emploi entraine contre l'employeur la déchéance du bénéfice du présent article ».

LE NOMBRE DES TRAVAILLEURS ÉTRANGERS ENTRÉS EN FRANCE ET SORTIS DE FRANCE DEPUIS LE RECENSEMENT DU 7 MARS 1926. — A une question posée par M. François Poncet, député, le ministre du Travail a fait la réponse suivante publiée, page 2561 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », annexés au « Journal officiel » du 12 juillet 1927.

« Les contrôles exercés aux frontières ont permis de constater l'entrée en France de 156 881 travailleurs depuis le 7 mars 1926, dont 140 003 pour la période comprise entre le 7 mars et le 31 décembre 1926 et 16 878 pour la période comprise entre le 1er janvier et le 18 juin 1927. Ces entrées se répartissent comme il suit : pour l'industrie, du 7 mars au 31 décembre 1926, 81 532 ouvriers; du 1er janvier au 18 juin 1927, 3 341 ouvriers; pour l'agriculture : du 7 mars au 31 décembre 1926, 58 471 ouvriers; du 1er janvier au 18 juin 1927, 13 537 ouvriers. Les contrôles exercés aux frontières pendant la même période ont permis de constater la sortie : du 1er mars au 31 décembre 1926, de 40 529 ouvriers étrangers; du 1er janvier au 18 juin 1927, de 47 406 ouvriers étrangers.

PROPOSITION DE LOI TENDANT A LA SUPPRESSION DES FUMÉES INDUSTRIELLES. — Dans sa deuxième séance du mercredi 13 juillet 1927, la Chambre des Députés a adopté à l'unanimité une proposition de loi présentée par MM. Paul Aubriot, Arthur Levasseur et Charles Leboucq.

Voici le texte de cette proposition :

Art. 1er. — Peuvent être interdites par arrêté préfectoral, après avis du conseil départemental d'hygiène, les émissions de fumées, suies, gaz, cendres et poussières produites par les foyers industriels et commerciaux pouvant nuire à la santé et à la sécurité publiques, à la bonne conservation des monuments ou à la beauté des sites.

Art. 2. — Les inspecteurs des établissements classés ou les inspecteurs du travail sont chargés de constater les infractions à la loi et au règlement prévu à l'article 4.

Art. 3. — Tous chefs, directeurs ou gérants d'établissements industriels et commerciaux qui auront contrevenu aux prescriptions ci-dessus formulées seront passibles des peines prévues par les articles 471, 482 et 483 du Code pénal.

L'article 463 du Code pénal est applicable aux pénalités prononcées en vertu de la présente loi.

Art. 4. — Un règlement d'administration publique pris dans les six mois de la promulgation de la loi en précisera les conditions d'application.

Art. 5. — La présente loi entrera en application un an après la publication du règlement d'administration visé à l'article 4.

Congrès. Conférences. — CONFÉRENCE INTERNATIONALE DU TRAVAIL (SESSION DE 1928). — Le Bureau international du Travail vient de communiquer aux gouvernements intéressés un certain nombre de renseignements sur la onzième session de la Conférence internationale du Travail qui se tiendra à Genève en 1928.

L'ordre du jour comprend deux questions : 1° méthode de fixation des salaires minima ; 2° prévention des accidents du travail, y compris les accidents d'attelage sur les voies ferrées.

La première question a déjà été discutée par la Conférence ; suivant la procédure adoptée par la Conférence, la seconde discussion portera sur un projet de convention ou de recommandation concernant la question.

En vue de l'établissement de ce projet, le Bureau international du Travail a adressé aux gouvernements un questionnaire comprenant quatorze questions.

L'objet de ce questionnaire est ainsi défini dans la première des questions : « Estimez-vous qu'il y ait lieu, pour la Conférence, d'adopter des propositions relatives aux méthodes de fixation des salaires minima dans les industries à domicile, dans les autres industries où il n'existe pas d'accords ou de réglementations efficaces relatifs aux salaires et dans celles où les salaires sont exceptionnellement bas ? » Les treize autres questions se rapportent aux multiples aspects de ce vaste problème.

Sur la base des réponses qu'enverront les gouvernements, le Bureau international du Travail établira un rapport contenant éventuellement un avant-projet de convention ou un projet de recommandation sur lesquels la Conférence aura à se prononcer dans sa session de 1928.

Syndicats. Groupements. — SOCIÉTÉ AMICALE DES INGÉNIEURS DE L'ECOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ (GROUPE DE PARIS). — Le lundi 25 juillet 1927, a eu lieu, à l'Hôtel des Sociétés savantes, sous la présidence de M. Paul Janet, membre de l'Institut, directeur de l'Ecole supérieure d'Electricité, le dîner donné à l'occasion de la sortie de la promotion 1926-1927.

M. Iglésis, président de la Société amicale, remercia en quelques mots les professeurs de l'Ecole qui avaient bien voulu se joindre à leur directeur pour recevoir la promotion sortante et engagea les jeunes camarades à adhérer à la Société amicale, en leur montrant tout l'intérêt qu'il y avait à s'unir.

Le délégué général de la XXXIIIe promotion répondit, en adressant ses remerciements et ceux de ses camarades aux organisateurs de ce dîner et profita de l'occasion pour faire les adieux au nom de tous les ingénieurs des trente-trois promotions aux bâtiments de la rue de Staël.

M. Janet, dans une allocution vivement applaudie, félicita la jeune promotion digne des précédentes et dit tout son espoir que le nouveau cadre grandiose de l'Ecole ouvre une ère de prospérité plus grande encore.

Dans le monde technique. — DÉCÈS DE PIERRE MAEDER. — La Société des Constructions électriques de Nancy vient de perdre son administrateur délégué, Pierre Maeder, décédé le 12 juillet 1927 dans sa 64e année. Ses obsèques ont eu lieu à Nancy, le 14 juillet.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Augmentation de capital. — SOCIÉTÉ DU GRAND DORON. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 25 juillet 1927, p. 699, cette société dont le siège est à Chambéry, 5, rue de la Poste, va procéder à l'émission au pair d'une première tranche de 26 400 obligations d'une valeur nominale de 500 fr chacune à 6 pour 100, représentant un capital de 13 200 000 fr.

Lesdites obligations, auxquelles n'est attachée aucune garantie spéciale, sont payables lors de leur souscription et produisent, à compter du 1er juillet 1927, un intérêt annuel de 6 pour 100 payable par semestres les 1er janvier et 1er juillet de chaque année, à partir du 1er janvier 1928. Elles sont remboursables au pair dans un délai de trente-cinq années, par voie de tirages au sort annuels, la première fois en 1932, suivant un tableau d'amortissements établi par le conseil.

La Société se réserve le droit de procéder à des remboursements anticipés, soit pour la totalité, soit pour partie des obligations, mais seulement à partir du 1er juillet 1932.

SOCIÉTÉ NANTAISE D'ECLAIRAGE ET DE FORCE PAR L'ELECTRICITÉ. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 20 juin 1927, page 577, cette société, dont le siège est à Paris, 54, rue La Boétie, va procéder à l'émission de 20 000 bons décennaux de 500 fr chacun. Ces bons rapporteront un intérêt annuel de 7 pour 100 et porteront jouissance du 15 septembre 1927.

Le montant des coupons sera net de tous impôts français présents et futurs, à l'exception de la taxe annuelle de transmission et des droits de transfert et de conversion.

Ces bons sont remboursables en 10 ans, au pair, au plus tôt à partir du 15 septembre 1930, et au plus tard le 15 septembre 1940. Entre ces deux dates, la société aura la faculté de rembourser les bons, en totalité ou en partie, soit au pair par voie de tirages au sort, moyennant un préavis de trois mois, soit par voie de rachats en bourse, ou de gré à gré. En cas de tirage au sort, la société fera coïncider les remboursements avec l'échéance d'un des coupons semestriels.

SOCIÉTÉ ANONYME RURALE DE DISTRIBUTION D'ELECTRICITÉ. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 20 juin 1927, page 576, cette société, dont le siège est à Paris, 10, rue de la Fidélité, va procéder à l'émission de 2 000 obligations de 500 fr chacune, aux conditions suivantes :

Ces obligations seront émises au taux de 475 fr et produiront un intérêt annuel de 7 pour 100 payable par semestre le 1er janvier et le 1er juillet de chaque année, net d'impôt, sauf en ce qui concerne l'impôt de transmission qui reste à la charge des obligataires.

Le coupon n° 1 portera la date du 1er janvier 1928 et les souscripteurs auront, en conséquence, à payer en sus du principal la portion d'intérêt à 7 pour 100, courue du 1er juillet 1927 au jour de leur versement.

Ces obligations seront remboursables au pair de 500 fr chacune, par voie de tirage au sort, dans un délai maximum de 25 ans, le premier remboursement ayant lieu le 1er juillet 1937 et se continuant d'année en année jusqu'au 1er juillet 1952, à raison de 130 obligations par année pour les 14 premières années, et 180 obligations pour la quinzième.

FORCE ET LUMIÈRE DU VELAY. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 27 juin 1927, page 595, cette société, dont le siège est à Le Puy (Haute-Loire), 24, place du Breuil, va procéder aux émissions suivantes :

1° Augmentation du capital social de 1 million de francs, par l'émission au pair de 2 000 actions nouvelles de 500 fr chacune payables un quart en souscrivant et le surplus suivant les appels des gérants.

Ces actions donneront droit à un intérêt ou premier dividende de 7,50 fr net sur les sommes dont elles seront libérées à compter du jour du versement jusqu'au 31 décembre 1927. A partir du 1er janvier 1928, elles seront assimilées aux actions représentant le capital social actuel et jouiront des mêmes droits.

2° Emission jusqu'à concurrence de 1 million de francs, d'obligations de 500 fr chacune, rapportant un intérêt annuel de 7,50 pour 100 net de tous impôts présents et futurs.

SOCIÉTÉ RURALE DE DISTRIBUTION D'ELECTRICITÉ DE LA BENAUGE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 27 juin 1927, page 596, cette société, dont le siège est à Cadillac-sur-Garonne (Gironde), va porter son capital de 1 million de francs à 1 500 000 fr par l'émission de 2 000 actions privilégiées, série B, de 250 fr chacune.

SOCIÉTÉ MÉRIDIONALE DE TRANSPORT DE FORCE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 27 juin 1927, page 610, cette société, dont le siège est à Carcassonne, 2, avenue Arthur-Mullot, va procéder à l'émission de 6 000 bons décennaux de 500 fr au taux d'intérêt de 7,50 pour 100 l'an, net d'impôts, sauf celui de transmission, payable par semestre les 30 juin et 31 décembre de chaque année.

Ces bons seront émis au prix de 460 fr.

Ils seront amortissables au plus tard à l'expiration de la dixième année, avec faculté pour la société d'en opérer à toute époque le remboursement au pair par voie de tirage. La société pourra aussi les racheter en bourse à son gré, à l'amiable ou autrement.

Ils sont garantis par tout l'actif de la société.

Divers. — MOTEURS DROUARD. VEUVE DROUARD ET GILLOT. — Conservant sa dénomination, cette société en nom collectif, dont le siège est à Paris, 252, rue Lecourbe, et qui a pour objet la fabrication et la vente de moteurs électriques, vient d'être transformée en société à responsabilité limitée. Le capital a été porté à 1 500 000 fr, représenté par 3 000 parts de 500 francs. Les gérants sont Mme veuve Drouard, à Boulogne-sur-Seine, rue du Château, 70, et M. Gillot, à Paris, rue Lecourbe, 252.

COMPAGNIE ÉLECTRIQUE DU NORD. — Les comptes et bilan de l'exercice 1926 font apparaître un bénéfice de 8 427 467 fr contre 6 307 783 fr. Le dividende a été fixé à 17 fr contre 15 fr.

Le rapport du conseil d'administration souligne que le réseau de grande distribution est achevé, passant de 548 à 602 km.

COMPAGNIE FASI D'ELECTRICITÉ. — L'assemblée ordinaire tenue le 30 juin 1927 a approuvé les comptes de l'exercice 1926 se soldant par un bénéfice net de 1 096 820 fr qui avec le report de l'exercice précédent donne un solde disponible de 1 166 965 fr.

Après affectation d'une somme de 500 000 fr au fonds de prévoyance, le dividende brut a été fixé à 45 fr par action et 15 fr par part.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ELECTRIFICATION RURALE. — L'assemblée ordinaire, tenue le 23 juin 1927, a approuvé les comptes du premier exercice social clos le 31 décembre 1926 se soldant par un bénéfice net de 74 814 fr.

L'assemblée a décidé d'affecter 65 000 fr à une réserve spéciale et de reporter le solde à nouveau.

CENTRALE ÉLECTRIQUE DE SAINT-MARD-SOUS-DAMMARTIN. L'assemblée ordinaire, tenue le 23 juin 1927, a approuvé les comptes de l'exercice 1926 qui se soldent par un bénéfice net de 67 103 fr. L'assemblée a voté la distribution d'un dividende de 30 fr net par action et décidé de reporter à nouveau la somme de 3 194 fr.

SOCIÉTÉ DE LA HAUTE-ISÈRE. — L'assemblée ordinaire tenue à Lyon, le 30 juin 1927, a approuvé le bilan de l'exercice 1926 se soldant par un bénéfice de 519 995 fr, affecté en totalité tant aux amortissements qu'au renouvellement du matériel.

COMPAGNIE BOURGUIGNONNE DE TRANSPORT D'ENERGIE. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926, premier exercice social, qui se solde par un bénéfice de 303 758 fr. Cette somme a été reportée à nouveau.

SOCIÉTÉ MÉRIDIONALE DE TRANSPORT DE FORCE. — L'assemblée ordinaire tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926 se soldant, après amortissements, par un bénéfice de 2 022 304 fr, contre 1 997 174 fr en 1925. Le dividende a été fixé à 50 fr brut par action de capital, 21,50 fr par action de jouissance et 54,727 fr par part de fondateur.

SOCIÉTÉ D'ELECTRICITÉ DU LITTORAL NORMAND. — L'assemblée ordinaire, tenue le 29 juin 1927, a approuvé les comptes de l'exercice 1926 qui se soldent par un bénéfice net de 42 501 fr. L'assemblée a décidé de reporter cette somme à nouveau.

COMPAGNIE D'ELECTRICITÉ ET DE TRACTION EN ESPAGNE. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926 se soldant par un bénéfice de 341 309 fr auquel vient s'ajouter le report de l'exercice antérieur soit 2 709 fr.

Le dividende a été fixé à 60 fr brut, sur lequel un acompte de 30 fr, a déjà été versé.

ENERGIE ÉLECTRIQUE DU CENTRE DE L'ESPAGNE. — Une assemblée extraordinaire, tenue le 5 juillet 1927, a prononcé la dissolution de la société et nommé liquidateurs MM. Adrien Palaz, ingénieur, 5, avenue du Coq, à Paris, et Pierre Thierry, ingénieur, 1, rue d'Arcachon, à Bordeaux.

Ajoutons qu'une première répartition de 1 150 fr par action (dont 250 fr, remboursement de capital, et 900 fr, acompte sur boni de liquidation) et de 375 fr par part de fondateur, est effectuée depuis le 20 juillet.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

624 899. — RAXHON (J.); Perfectionnements aux cartons chauffants électriques employés dans les presses à satiner les tissus et usages analogues, 20 novembre 1926.

624 900. — DOBRICK (V.); Dispositif pour la fabrication de treillis métalliques pour soudure électrique des croisements de fils, 20 novembre 1926.

624 907. — RUSS (E.-F.); Four à induction, 20 novembre 1926.

624 908. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Dispositif pour la commande électrique de machines à papier à moteurs multiples, 20 novembre 1926.

624 909. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Dispositif pour l'alimentation des fours à électrodes marchant à arc, 20 novembre 1926.

624 910. — Société dite : ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON; Réfrigérant à thermosiphon pour appareils électriques à bain d'huile, 20 novembre 1926.

624 930. — AURAN (E.); Rampe lumineuse métallique avec couvercle renfermant les douilles des lampes et les conducteurs électriques, 22 novembre 1926.

624 937. — DU MESNIL DU BUISSON (M.-A.-P.-H.); Lampe électrique à incandescence, 22 novembre 1926.

624 959. — Société dite : ALLGEMEINE ELEKTRICITATS GES.; Vase en fer pour redresseur, 22 novembre 1926.

624 960. — Société dite : EDWARD-G. BUDD MANUFACTURING Co; Perfectionnements aux machines à souder électriques, 22 novembre 1926.

624 968. — BLANCHARD (A.); Perfectionnements aux amplificateurs à résonance, 23 novembre 1926.

624 973. — SOCIÉTÉ FRANÇAISE GARDY; Coupe-circuit paratonnerre combiné, 23 novembre 1926.

624 983. — SOCIÉTÉ ANONYME LUMINO; Contacteur pour le contrôle des appareils de signalisation électrique, 23 novembre 1926.

624 990. — HEDLUND (M.); Perfectionnements aux fourneaux accumulateurs électriques, 23 novembre 1926.

625 007. — CONRADTY (O.), CONRADTY (E.); Pièce de charbon de frottement en graphite, 22 novembre 1926.

625 020. — Société dite : COMPAGNIE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE DU CYCLE ET DE L'AUTOMOBILE; Cornet avertisseur électrique, 22 novembre 1926.

625 023. — Forest (B.-M.); Dispositif de commande mécanique unique pour appareils de télégraphie et téléphonie sans fil, indépendant du schéma de montage, 23 novembre 1926.

625 026. — Société Electro-Cable; Câble électrique creux et tissé pouvant servir soit au transport de force, soit comme antenne, soit à tout autre usage, 23 novembre 1926.

625 029. — Société dite : L'Equipement électrique; Mât à développement rapide, 23 novembre 1926.

625 033. — Mailley (J.); Aiguille à roulement pour la pose des câbles dans les canalisations, 23 novembre 1926.

625 051. — Société dite : Siemens und Halske Akt Ges.; Disposition de couplage pour installations de postes auxiliaires avec dispositif d'appel en retour, 24 novembre 1926.

625 063. — Société dite : Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines a gaz; Protection différentielle directionnelle de plusieurs feeders en parallèle, 24 novembre 1926.

625 067. — Société dite : Allgemeine Elektricitats Ges.; Dispositif pour l'enregistrement de défauts d'isolement sur des conducteurs électriques isolés, 24 novembre 1926.

625 069. — Société dite : Sulzer frères (Société anonyme); Mât en métal en particulier pour les lignes aériennes des tramways et chemins de fer électriques et procédé pour sa fabrication, 24 novembre 1926.

625 076. — Szarvasy (I.); Procédé pour la production d'électrodes en charbon, 24 novembre 1926.

625 077. — Azaroff (L.); Lampe à incandescence à sept intensités, 24 novembre 1926.

625 120. — Rado (L.), Moderx (J.); Dispositif de contact pour installations de signaux électriques, 25 novembre 1926.

625 121. — Société dite : Edward G. Budd Manufacturing Co; Machines électriques à souder, 25 novembre 1926.

625 131. — Martin-Mayeur (G.-N.); Dispositif électromagnétique pouvant servir de relais, 26 novembre 1926.

625 138. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux radiateurs électriques, 26 novembre 1926.

625 151. — Société dite : Raytheon Manufacturing Co; Perfectionnements aux dispositifs à décharge électrique, 26 novembre 1926.

625 152. — Société dite : Raytheon Manufacturing Co; Perfectionnements aux dispositifs à décharge électrique, 26 novembre 1926.

625 153. — Société dite : Raytheon Manufacturing Co; Perfectionnements aux tubes à décharge électronique, 26 novembre 1926.

625 154. — Société dite : Raytheon Manufacturing Co; Perfectionnements aux tubes à décharge électronique, 26 novembre 1926.

625 155. — Pallet (F.-T.); Charge pour batteries d'accumulateurs électriques, 26 novembre 1926.

625 166. — Goemans (E.); Volant de direction chauffé à l'électricité, 26 novembre 1926.

625 167. — Société dite : Société d'Etudes pour Liaisons téléphoniques et télégraphiques a longue Distance; Dispositif pour la mesure rapide de la fréquence des courants électriques sinusoïdaux, 26 novembre 1926.

625 168. — Burk (K.) et Société dite : Schweiz Gluhlampenfabrik (A.-G.); Tube amplificateur pour la téléphonie sans fil, 26 novembre 1926.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc

Association amicale des anciens Elèves de l'Ecole d'Electricité industrielle de Paris (Ecole Charliat) :

Mardi 2 août 1927, à 20 h 45. Café Biard, 3, rue de la Chaussée-d'Antin. Paris (salle du 1er étage). — Réunion mensuelle.

EXTRAITS DE LA SÉRIE DES PRIX

DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DES ARCHITECTES

Communiqués par le Syndicat général de la Construction électrique.

Coefficients à appliquer sur les prix de la série du 15 octobre 1924 pour les travaux exécutés à partir du :	1er janvier 1926		1er avril 1926		15 mai 1926		1er août 1926	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Conducteurs électriques : Fils et câbles sous plomb :								
Lumière : 3e et 6e colonnes des nos 58 à 98 et 111 à 121......	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Sonnerie : nos 27(I) à 27(II) et 29(I) à 29(II)............	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Conducteurs électriques : Fils et câbles autres que sous plomb :								
Lumière et sonnerie..................	1,38	1,46			1,50	1,60	1,66	1,79
Coefficient s'appliquant à l'ensemble des autres articles de la série.	1,28	1,27	1,23	1,30	1,25	1,33	1,33	1,42
Ouvrages ne comportant que de la main-d'œuvre..............	1,19	1,26			1,27	1,35	1,27	1,35

Coefficients à appliquer sur les prix de la série 1926 pour les travaux exécutés à partir du :	15 oct. 1926	1er nov. 1926	1er déc. 1926	1er janv. 1927	1er fév. 1927	1er mars 1927
Conducteurs électriques autres que sous plomb..............	1,10	1,02	1,02	1,02	0,85	0,79
Id. sous plomb :						
Lumière : nos 68 à 108 et 122 à 132 (3e et 6e colonnes)........	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Sonnerie : nos 29 et 30..............	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Appareillage :						
Gros appareillage : nos 180 à 201 et 377 à 430..............	1,27	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
Appareillage de branchement : nos 202 à 212 et 320 à 323.....	1,31	1,41	1,41	1,34	1,26	1,26
Autres articles de la série..............	1,21	1,23	1,20	1,20	1,15	1,15
Articles ne comportant que de la main-d'œuvre..............	1,07	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17

Prix de l'heure à partir du :	1er janvier 1926		15 mai 1926			1er novembre 1926	
	élémentaires	de reglement	élémentaires	de reglement (1)	de reglement (2)	élémentaires	de reglement
Heure d'ouvrier téléphoniste, monteur et ajusteur..............	4 fr	5,90 fr	4,25 fr	6,25 fr	6,60 fr	4,75 fr	7,40 fr
Id d'ouvrier électricien poseur..............	3,75	5,50	4	5,90	6,25	4,25	6,60
Id d'aide électricien poseur..............	3,25	4,80	3,50	5,15	5,45	3,75	5,85

(1) Les coefficients de la colonne (1) s'appliquent aux travaux traités avant le 1er janvier 1926.
(2) Les coefficients de la colonne (2) s'appliquent aux travaux traités après le 1er janvier 1926.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 16 juillet 1927	samedi 23 juillet 1927	différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	77 fr	77 fr	0
Id U id	100 kg	82	82	0
Cornières	100 kg	82	82	0
Larges plats	100 kg	99	99	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	16 3/4 d	17 1/8 d	+ 3/8 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	584	605	+ 21 fr
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	779	788,50	+ 9,50
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 000	1 010	+ 10
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	995	1 005	+ 10
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 000	1 010	+ 10
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 543	1 553	+ 10
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 717	6 727	+ 10
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 832	3 910	+ 78
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	460	460	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	577,50	547,50	— 30
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { épaisseur 7/100 mm	le mètre	5	5	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { Id 10/100 mm	linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	331	350	+ 19
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	13,35	13,35	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,95	11,95	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	manque	325	
Tôle magnétique extra-sup. 4 10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		220	220	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	398,50	407	+ 8,50
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

NOTA. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 16 juillet 1927	samedi 23 juillet 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	163	163	0

COEFFICIENTS DE VARIATION DE PRIX

APPLICABLES A L'APPAREILLAGE ET AU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etablis par le Syndicat des Constructeurs d'Appareillage et de Matériel électrique.

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 6 juin 1926

1° Matériel pour haute tension	1,25
2° Gros appareillage pour basse tension	1,30
3° Petit appareillage pour basse tension { a) Appareils contenant plus de 50 pour 100 de cuivre	1,10
3° Petit appareillage pour basse tension { b) Appareils contenant moins de 50 pour 100 de cuivre	1,15

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 1er mars 1926

4° Matériel de branchement utilisé par la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité	1,30

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

L'aménagement du Rhin et l'usine de Kembs. — Le projet de loi, adopté par la Chambre des Députés dans sa séance du 24 mars 1927 et relatif à la concession à la Société des Forces motrices du Haut-Rhin des travaux d'aménagement de la chute de Kembs (Haut-Rhin), sur le Rhin, a été examiné par le Sénat dans sa séance du 11 juillet 1927.

M. Magnier, conseiller d'Etat, directeur de la Voirie routière, des Forces hydrauliques et des Distributions d'Energie électrique avait été désigné par décret pour assister, en qualité de commissaire du gouvernement, le ministre des Travaux publics dans la discussion de ce projet de loi.

Les objections faites ont été surtout d'ordre financier au sujet de la participation de l'Etat, qui assure la construction du barrage sur le Rhin destiné à l'alimentation du grand canal d'Alsace et des huit usines hydroélectriques correspondantes, dont Kembs est la première. Le mode de rémunération de ce concours de l'Etat était prévu sous forme de perception d'une redevance annuelle de 0,0035 fr par kilowatt-heure produit pour les 170 premiers millions de kilowatts-heures, et de 0,0015 fr pour le surplus ; cette redevance devait être à la charge du concessionnaire des travaux d'aménagement de l'usine de Kembs, seule partie du programme d'ensemble dont l'exécution est actuellement envisagée. Des redevances analogues seraient à imposer dans l'avenir aux concessionnaires des usines suivantes. En outre il a été demandé, conformément aux dispositions de la loi de 1919 sur l'utilisation de l'énergie hydraulique, que la contribution de l'Etat à l'aménagement soit rémunérée en obligations ou actions, et que la représentation de l'Etat au conseil d'administration soit fixée par le cahier des charges.

Dans le cas particulier, cette demande n'a cependant pas été retenue car le barrage intéresse non seulement la production d'énergie électrique, mais surtout la création du canal navigable à substituer au cours du Rhin. D'autre part, l'Etat est représenté au conseil d'administration par un commissaire du gouvernement dont les pouvoirs sont au moins égaux à ceux d'un administrateur.

Dans ces conditions, le projet de loi, après quelques amendements de détail, a été adopté par le Sénat.

Ce projet modifié a été discuté en seconde lecture à la Chambre des Députés au cours de sa séance du 12 juillet 1927 et adopté sans changement.

A l'heure actuelle, toutes les difficultés internationales et légales sont donc résolues, et nous verrons bientôt la réalisation du premier stade des travaux du grand canal d'Alsace et de l'utilisation des forces motrices du Rhin, sujet sur lequel nous publierons prochainement un article d'ensemble.

Exportations et importations de matériel électrique de la Grande-Bretagne en mai 1927. — Le commerce électrotechnique de la Grande-Bretagne, après être passé par une période de décroissance, ainsi que nous le signalions dans notre « Bulletin R.G.E. » du 30 juillet 1927, p. 34 B, présente en mai une balance favorable.

Les exportations se sont, en effet, accrues pour une valeur de 143644 livres sterling par rapport au mois d'avril 1927. Il est à noter que ce sont les trois rubriques que nous signalions comme déficitaires en avril qui, en mai, contribuent à redresser la balance commerciale. Ces articles sont les suivants : câbles et conducteurs isolés, machines électriques, moteurs et générateurs. Par rapport au mois de mai 1926, les exportations sont aussi en accroissement de 394495 livres sterling. Pour l'ensemble des cinq premiers mois de 1927 elles sont supérieures de 978347 livres par rapport aux cinq premiers mois de l'année 1926.

Les importations sont supérieures à celles du mois d'avril 1927 pour une valeur de 35354 livres sterling. Comparées à celles du mois de mai 1926, elles sont aussi supérieures, pour une valeur de 195686 livres, et pour l'ensemble des cinq premiers mois il y a plus-value de 384153 livres en 1927 par rapport à 1926.

Les réexportations en mai 1927 sont en diminution de 5181 livres par rapport à celles du mois d'avril. Comparées à celles de mai 1926, elles sont en augmentation de 6403 livres. Pour les cinq premiers mois, on constate, en 1927, une diminution de 6344 livres, par rapport à la même période de l'année 1926.

Le tableau suivant donne le détail, pour les diverses rubriques de marchandises, de la valeur des exportations, importations et réexportations, pendant le mois de mai 1927.



PÉRIODIQUES ET OUVRAGES

En vente aux bureaux de la « R. G. E. »

Périodiques

L'Éclairage électrique et La Lumière électrique (2[e] série), de 1896 à 1916; numéros dépareillés : le numéro, 3 fr.

Revue générale de l'Électricité : numéros dépareillés des 20 premiers tomes, le numéro, 5 fr. Abonnement : France, 100 fr; Etranger, 10 dollars ou 12 dollars suivant conditions postales.

Bulletin de la Société française des Électriciens : années 1920 à 1925, le volume, 100 fr, le numéro séparé, 12 fr.

Journal de Physique théorique et appliquée : de 1896 à 1919 (1915 et 1918 n'ont pas paru et 1919 est incomplète), prix du volume : 50 fr; numéros dépareillés, le numéro, 5 fr. Tables de 1872 à 1901 : 20 fr.

Le Journal de Physique et le Radium : 1920 (6 mois), le volume 50 fr; 1921 à 1925, le volume, 100 fr; numéros dépareillés, 15 fr. Abonnement : France, 150 fr; Etranger, 7 dollars ou 7,5 dollars, suivant conditions postales.

Publications du Ministère de l'Agriculture

I. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région des Alpes). — Compte rendu et résultats des études et travaux. — Tome VIII : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 664 pages avec une pochette de figures et planches, 160 fr; Tome IX : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 450 pages, avec 2 pochettes de figures et planches, 100 fr; Tome X : 1 pochette de figures et planches, 50 fr.

II. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région du Sud-Ouest). — Tome I à VII : Compte rendu et résultats des études et travaux.

Bassin de l'Adour; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 12 fr. — Bassin de la Garonne; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 24 fr.

Les résultats obtenus depuis 1911 par les opérations effectuées pour chaque bassin sont réunis en pochettes-fascicules qui se vendent chacune séparément : *A*, Bassins de la Nive, du Saison et du Gave d'Oloron (5 fascicules); *B*, Bassin de l'Adour (5 fascicules); *C*, Bassin de la Garonne (5 fascicules); *D*, Bassin du Salat (6 fascicules); *E*, Bassins de l'Ariège et de l'Aude (6 fascicules); *F*, Bassins de l'Agly, Têt-Tech, Signe (4 fascicules); *G*, Bassins de l'Hérault et de l'Orb (1 fascicule); *H*, Bassin du Tarn (3 fascicules). — Prix de la collection *A, B, C, D, E, F, G, H*, comprenant 2 volumes et 35 pochettes : 713 fr.

III. Liste des principales Usines hydrauliques en 1924; 1 volume broché, 26 cm × 17 cm, avec carte en couleur, 10 fr.

IV. Nivellements. — Tome I, fasc. A. Bassin de l'Adour 1 volume broché, 75 fr.

Publications du Comptoir central d'Achats industriels pour les Régions envahies

Le Réseau d'État. — Reconstitution des Réseaux de Transmission d'Energie électrique dans les régions envahies. Un volume, 27 cm × 18 cm, 336 pages, 231 figures, 36 fr.

Publication du Ministère des Travaux publics

Statistique de la Production et de la Distribution de l'Énergie électrique au 1[er] janvier 1925. — Une brochure, 21 cm × 13 cm. 64 pages, Prix, broché, 7,20 fr.

Publications du Comité électrotechnique français

Fascicule 10 : Règles françaises d'Unification du Matériel électrique. IV. Machines électriques (matériel de traction excepté), 3,50 fr.

Fascicule 11 : Statuts et règlement intérieur, 1,25 fr.

Fascicule 12 : Règles françaises d'unification du matériel électrique, V; Spécification des machines électriques, 1,25 fr.

Annuaires

Annuaire de 1926 de l'Union des Syndicats de l'Électricité. Un volume, 22 cm × 14 cm, 1500 pages, 45 fr.

Annuaire 1925 du Syndicat professionnel des Industries électriques. Un volume, 24 cm × 16 cm, 458 pages, 15 fr.

Annuaire 1926 du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique. Un volume, 28 cm × 22 cm, 360 pages, 51 cartes, 40 fr.

Annuaire 1926-1927 de la Houille blanche, par A. Pawlowski. Un volume, 28 cm × 22 cm, 155 pages, 15 cartes, broché, 25 fr.

Ouvrages divers

Alliévi (Lorenzo). — Théorie du coup de bélier, traduit par Daniel Gaden. Deux volumes brochés, 28 cm × 18 cm, 134 pages de texte, 64 figures et abaques, 7,20 fr.

Blondel (A.). — Abaque universel 1914 pour le calcul mécanique des lignes, 100 cm × 75 om, 9 fr.

Blondel (A.). — Abaque d'après les tables de Kennelly, 100 cm × 65 cm, en deux couleurs, 18 fr.

Blondel (A.). — Abaque Brown et Blondel, 65 cm × 60 cm, en deux couleurs, 18 fr.

Bougault (P.). — Cahier des charges pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 348 pages, 25 fr.

Bougault (P.). — Manuel des autorisations de voirie pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 480 pages, 25 fr.

Bougault (P.). — La législation nouvelle des chutes d'eau. Un volume, 26 cm × 17 cm, 266 pages, 25 fr.

Bougault (P.). — Manuel pratique de la contribution foncière. L'impôt foncier et la patente des distributions d'énergie électrique. Un vol., 25 cm × 16 cm, 316 pages, 25 fr.

Cambon (V.). — Les échanges franco-américains. Un volume, 22 cm × 14 cm, 44 pages, 1 fr.

Cambon (V.). — Vers l'expansion industrielle. Un volume, 22 cm × 14 cm, 56 pages, 1 fr.

Caminati (C.). — L'échauffement et la ventilation des machines électriques de grande puissance. Un vol., 22 cm × 14 cm, 40 pages, 3 fr.

Chevrier (G.). — Etude sur les résonances dans les réseaux distribution par courants alternatifs. Un vol., 22 cm × 14 cm, 76 pages, 5 fr.

Dalemont (J.). — L'usure anormale des turbines. Un volume, 22 cm × 14 cm, 61 pages avec planches, 5 fr.

Devaux-Charbonnel. — Le télégraphe et la traction monophasée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 7,50 fr.

Girault (P.). — Comment rétablir la sécurité et la prospérité en France et en Europe par la coopération internationale. Une brochure, 24 cm × 16 cm, 16 pages, 2 fr.

Joitel (A.). — Abaques pour le calcul mécanique des conducteurs de lignes aériennes, 64 cm × 46 cm. Le jeu de 6 abaques, 20 fr.

Korda. — La séparation électromagnétique et électrostatique des minerais. Un vol., 22 cm × 14 cm, 219 pages, 10 fr.

Lavanchy (Ch.). — Calcul électrique des lignes par l'emploi de diagrammes et d'abaques. Un volume 27 cm × 17 cm 80 pages, 14,40 fr.

Lavanchy (Ch.). — Abaques pour le calcul de la tension critique d'apparition d'effluve et pour le calcul de la réactance et de la susceptance par kilomètre pour les lignes aériennes. Deux feuilles, 52 cm × 35 cm et 40 cm × 30 cm. Le jeu de 2 abaques, 7,20 fr.

Mauv (P.). — Emission de signaux par les centrales électriques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 68 pages, 9,60 fr.

Mesnier (J.). — Abaque pour les calculs électriques en courant continu. Loi d'Ohm, calcul : des résistances de démarrage, de chute de tension, d'effet Joule, de puissance, etc. 105 cm × 75 cm, en noir, 12 fr.

Niethammer. — Moteurs à collecteurs à courants alternatifs. Un volume, 22 cm × 14 cm, 130 page, 7,50 fr.

Poincaré (H.). — Conférences sur la télégraphie sans fil, 1909. Un volume, 22 cm × 14 cm, 86 pages, 15 figures, 6 fr.

Valbreuze (R. de). — Notions sommaires d'Electrotechnique. Un volume, 22 cm × 14 cm, 178 pages, 7,20 fr.

(Frais de port et d'emballage en plus.)

	EXPORTATIONS livres sterling	IMPORTATIONS livres sterling	RÉEXPORTATIONS livres sterling
1. Marchandises et appareils électriques non dénommés......	186 433	96 579	4 224
2. Câbles et conducteurs isolés..........	257 913	58 866	334
3. Lampes à incandescence..........	54 211	21 438	1 485
4. Lampes à arc et accessoires..........	532	4 017	51
5. Piles et accumulateurs..........	99 828	42 593	718
6. Compteurs et instruments de mesure..........	30 283	29 246	253
7. Charbons..........	1 952	11 153	5
8. Machines électriques (non énumérées)..........	355 061	166 935	9 024
9. Moteurs de traction..........	63 303		
10. Autres moteurs et générateurs..........	189 178		
11. Tableaux de distribution..........	2 902	406	
12. Câbles et fils télégraphiques et téléphoniques..........	84 242	7 042	179
13. Câbles télégraphiques et téléphoniques sous-marins..........	33 422		
14. Instruments et appareils télégraphiques et téléphoniques..	193 471	27 065	1 517
Totaux..........	1 552 731	465 340	17 790

Les usines thermiques d'électricité en Russie. — L'organe officiel de l'industrie électrique en Russie, l'« Elektritchestvo », publie dans un récent numéro un tableau statistique des usines thermiques à la date du 1er décembre 1926.

On y constate que tous les combustibles sont utilisés : mazout, charbon, tourbe, lignite, et même le bois. L'ensemble comprend 63 usines de puissance supérieure à 500 kw. Elles représentent une puissance totale de 410 000 kw; une puissance de 300 000 kw est en cours d'installation dans ces mêmes usines. La centralisation de la production de l'énergie, difficilement applicable dans un pays de population très clairsemée, est assez peu accentuée. On trouve 23 usines de moins de 1 000 kw, et seulement 7 dont la puissance unitaire dépasse 10 000 kw. La majorité est établie pour brûler le mazout, soit seul, soit avec un autre combustible, 21 usines utilisent du mazout seul, 11 du charbon et 5 du bois. Les autres sont pourvues de chauffages mixtes divers.

Les tarifs de distribution sont au nombre de quatre : tarif général, lumière, force motrice et entreprises communales. Il existe de plus des tarifs locaux accordés en vue de cas spéciaux. Le tarif général est variable dans de larges limites, depuis 3,08 kopecks jusqu'à 42,5 kopecks par kilowatt-heure (un kopeck vaut 2,60 centimes-or). Les autres tarifs varient entre des limites analogues, sauf le tarif concédé aux entreprises communales. Celui-ci est quelquefois gratuit, et sa valeur maximum atteint 24,7 kopecks ; dans la plupart des cas, il oscille autour de 10 kopecks, alors que les autres sont le plus souvent entre 15 et 30 kopecks. La station qui livre l'énergie au meilleur compte est celle de Bakou. Les stations qui ont les prix les plus élevés sont celles de Blagoviétchensk, de 1 060 kw, avec chauffage au bois, et celle de Krasnodar, de 2 150 kw avec chauffage au mazout. Les grandes stations (Léningrad, Moscou, Kiev, Nijni-Novgorod) ont des tarifs modérés, de 10 à 15 kopecks. Dans les petites stations, il semble que les frais de transport du combustible sont un facteur prépondérant. Il y a lieu de remarquer, cependant qu'une petite station de 1 350 kw de l'Asie centrale, produira l'énergie à 4,8 kopecks par kilowatt-heure. On remarque encore qu'il existe peu de rapports entre les divers tarifs. Bakou, dont le tarif général est de 3,08 kopecks, pratique des tarifs de lumière et de force motrice de 12,8 et 26,4 kopecks. Au contraire la station asiatique précitée pratique les tarifs de 4, 8 ; 4, 7 et 4,5 kopecks. Nous reproduisons, dans le tableau ci-joint, les principales caractéristiques des plus puissantes des usines thermoélectriques soviétiques.

NOMS DES USINES	COMBUSTIBLES	PUISSANCE EN KILOWATTS		Nombre d'heures de fonctionnement annuel à la puissance maximum installée	Consommation de combustible à 7 000 cal.-kg. en kilogrammes par kilowatt-heure	RENDEMENT THERMIQUE EN CENTIÈMES	(TARIFS EN KOPECKS PAR KILOWATT-HEURE)			
		Installée	en cours d'installation				général	lumière	force motrice	communal
Bakou..........	mazout	89 750	70 600	7 050	0,850	13,7	3,08	12,8	26,4	1,3
Kiew (5 usines)..	mazout, charbon et bois	15 623	15 066	2 750	1,07	10,6	14,6	26,5	12,5	7,3
Léningrad.......	bons combustibles	100 430	71 070	3 950	1,02	11,4	9,28	20,3	6,04	4,5
Moscou..........	mazout, charbon, tourbe	148 300	139 300	4 575	0,97	11,8	8,83	20,1	1,9	3,9
Nijni-Novgorod...	mazout, tourbe	22 700	22 440		1,05	10,7	11,2	17,2	6,0	8,6
Odessa (2 usines).	mazout, charbon	16 850	11 250	4 300	1,04	11,4	13	28,8	7,8	6,1
Kharkov.........	mazout, charbon	11 100	5 650	4 250	1,21	9,5	16,4	29,1	13,4	4,2

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Décret autorisant et concédant les travaux d'aménagement des chutes du Bancairon, de la Courbaisse et de Saint-Etienne-Lacs, sur la Tinée (Alpes-Maritimes). — Le « Journal officiel » du 7 juillet 1927 publie, pages 7004-7011, le décret en date du 30 juin 1927, approuvant la convention en date du 5 juillet 1927 passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société Energie électrique du Littoral méditerranéen, dont le siège est à Paris, 5, avenue du Coq, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour l'établissement et l'exploitation des ouvrages hydrauliques et des usines génératrices destinés à l'utilisation des trois chutes suivantes faisant partie de l'aménagement général de la Tinée, situées entièrement dans le département des Alpes-Maritimes :

1° La chute du Bancairon, sur la Tinée, d'environ 335 mètres, entre la frontière franco-italienne sur la rive gauche, point situé à 350 mètres environ en aval du confluent du torrent de Molières, et un point situé à 150 mètres environ en amont du vallon de la Serre, affluent de la rive droite, communes de Saint-Sauveur-sur-Tinée, de Rimplas, Valdeblore, Marie, Clans, Roure, Ilonse et Bairols.

2° La chute de la Courbaisse, sur la Tinée, d'environ 134 mètres, entre un point situé à environ 150 mètres en amont du vallon de Serre, affluent de la rive droite, et un point situé à environ 450 mètres en amont du pont de la Batterie, communes de Bairols, Tournefort, Clans, la Tour et Utelle.

3° La chute de Saint-Etienne-Lacs, d'environ 1 185 mètres, sur les affluents de la rive gauche de la Tinée, entre le confluent des torrents de la Baumette et de Giaufredo, origine de la Tinée, dans le vallon de Bousieyas, et les points situés en contre-haut de la cote 2 100 m sur ses affluents de rive gauche jusqu'au torrent d'Assueros y compris, d'une part, et le confluent de la Tinée et du torrent d'Ardon, d'autre part, sur le territoire des communes de Saint-Etienne-de-Tinée et de Saint-Dalmas-de-Selvage. Cette chute est destinée à compenser, par l'utilisation des réserves d'eau accumulées dans divers lacs, les déficits de production des autres usines envisagées sur la Tinée, provenant des variations du débit de cette rivière.

En raison du caractère d'organe régulateur que présente la chute de Saint-Etienne-Lacs, la puissance maximum brute des chutes concédées est évaluée, pour l'ensemble des deux chutes du Bancairon et de la Courbaisse, à 65000 kw, ce qui correspond, compte tenu du rendement normal des appareils d'utilisation, à une puissance maximum disponible de 47 500 kw.

La puissance normale brute est évaluée à 48000 kw, compte tenu de l'appoint de régularisation procuré par la chute de Saint-Etienne-Lacs, ce qui correspond de même à une puissance normale disponible de 35000 kw.

L'entreprise a pour objet principal l'alimentation en énergie électrique des réseaux de transmission d'énergie électrique appartenant à la société Energie électrique du Littoral méditerranéen.

Caractéristique de la prise d'eau. — *Chute du Bancairon.* — Le barrage et la prise d'eau sur la Tinée sont placés à 500 mètres environ en aval du confluent du torrent de Molières, affluent de la rive gauche de la Tinée.

Le niveau normal de la retenue sera à la cote 659 m.

Le débit maximum emprunté sera de 15 m³ : s.

Le débit maintenu dans la rivière en aval de la prise d'eau ne devra pas être inférieur à 200 l : s.

Le barrage et la prise d'eau sur le torrent de Vionène seront placés en aval de la limite du territoire de la commune de Roubions.

Le niveau normal de la retenue sera à la cote 670 m.

Le débit maximum emprunté sera de 2 m³ : s.

Le débit maintenu dans le torrent, en aval de la prise d'eau, ne devra pas être inférieur à 80 l : s du 1er avril au 16 octobre ; à 10 l : s du 16 octobre au 31 mars.

Les eaux seront restituées à 150 mètres environ à l'amont du vallon de Serre, affluent de la rive droite.

Chute de la Courbaisse. — Le barrage est placé en amont de l'usine de Bancairon.

Le niveau normal de la retenue sera à la cote 329,50 m.

Le débit maximum emprunté sera de 20 m³ : s.

Le débit maintenu dans la rivière en aval de la prise d'eau ne devra pas être inférieur à 200 l : s.

Les eaux sont restituées à 450 mètres environ à l'amont du pont de la Batterie.

Chute de Saint-Etienne-Lacs. — Cette chute utilise la réserve saisonnière d'eau constituée dans les lacs de la région du Ténibre, dans les conditions précisées à l'article ci-après.

Ouvrages principaux. — *Chute du Bancairon.* — L'eau destinée à l'alimentation de l'usine du Bancairon sera prise dans la Tinée au moyen d'un barrage à vannes constitué par un seuil fixe arasé à la cote 655,75 m, niveau du fond du lit de la rivière et surmonté par une ou deux vannes de 3,25 m de hauteur et 16 m de largeur totale.

Le mur de prise est disposé immédiatement en amont du barrage, sur la rive gauche. Sa crête arasée à la cote 657 m est surmontée d'une grille.

La chambre d'eau communique directement avec le canal de dérivation dont le radier est à la cote 655 m à l'origine.

L'eau du vallon de Vionène, affluent de la rive droite de la Tinée, pourra être conduite dans le canal de dérivation par des ouvrages appropriés.

Le canal de dérivation situé sur la rive gauche de la Tinée a une longueur de 14 900 m environ. Il est presque entièrement souterrain.

Le canal est jonctionné à son extrémité aval aux conduites sous pression qui descendent directement sur l'usine.

L'usine située au lieudit le Bancairon, sur la rive gauche de la Tinée, a son plancher à la cote 629 m.

L'eau sera écoulée directement dans le canal de dérivation de l'usine de la Courbaisse ou rendue à la rivière.

Chute de la Courbaisse. — L'eau destinée à l'alimentation de l'usine de la Courbaisse sera prise, d'une part, dans le canal de fuite de l'usine du Bancairon et, d'autre part, dans la Tinée, en amont de l'usine du Bancairon au moyen d'un barrage constitué par un seuil fixe arasé à la cote 326,25 m, niveau du fond de la rivière, et surmonté par une ou deux vannes de 3,25 m de hauteur et 20 m de largeur totale.

Le mur de prise est disposé immédiatement en amont du barrage, sur la rive gauche. Sa crête arasée à la cote 328 m. est surmontée d'une grille.

La chambre d'eau communique avec le canal de fuite de l'usine du Bancairon et avec le canal de dérivation, dont le radier est à la cote 323 m à l'origine.

Le canal de dérivation a une longueur de 10 900 m, dont 10 500 m environ sont situés sur la rive droite de la Tinée. Il est presque entièrement souterrain.

Le canal est jonctionné à son extrémité aval à la conduite sous pression qui descend directement sur l'usine.

L'usine est située en aval du hameau de la Courbaisse près du ravin de la Balase, sur la rive gauche de la Tinée.

Quatre dispositifs de destruction seront établis par les soins et aux frais du concessionnaire, en des points que l'administration se réserve de déterminer lors de la présentation des projets d'exécution.

Chute de Saint-Étienne-Lacs. — Les installations créant l'organe régulateur constitué par la chute de Saint-Etienne-Lacs comprennent :

Les réservoirs d'accumulation avec les canaux et aménagements spéciaux qui servent à y amener les eaux ;

Les canaux de jonction des réservoirs d'accumulation avec le réservoir collecteur du Ténibre et ce réservoir collecteur ;

Le canal d'amenée en charge, les conduites sous pression et l'usine génératrice.

a) Réservoirs d'accumulation. — Les réservoirs d'accumulation sont constitués par les lacs de Vens, de Babarotte, Marie, du Val-Ténibre, Ferro et de Rabuons, dont les niveaux sont relevés ou abaissés dans la mesure nécessaire à leur utilisation.

Les niveaux des lacs pourront progressivement, pour chaque lac, être relevés jusqu'aux cotes d'altitude suivantes :

Lac supérieur de Vens, jusqu'à la cote 2 375 m.

Lac moyen de Vens, jusqu'à la cote 2 325 m.

Lac inférieur de Vens, jusqu'à la cote 2 305 m.

Lac de Babarotte, jusqu'à la cote 2 430 m.

Lac Marie, jusqu'à la cote 2 529 m.

Le premier lac du val Ténibre, jusqu'à la cote 2 590 m.

Le deuxième lac du val Ténibre, jusqu'à la cote 2 578 m.

Le lac Lagarottes dans le val Ténibre, jusqu'à la cote 2 350 m.

Le lac inférieur du val Ténibre, formant le réservoir collecteur, jusqu'à la cote 2 325 m.

Le lac Ferro, jusqu'à la cote 2 550 m.

Le lac de Rabuons, jusqu'à la cote 2 530 m.

Les niveaux des lacs pourront être abaissés en cours d'exploitation de toute la hauteur nécessaire à l'utilisation rationnelle de leur contenance.

Des canaux d'alimentation et des aménagements spéciaux comprenant des bassins collecteurs et des usines élévatoires pourront être établis progressivement pour augmenter le volume de la réserve saisonnière accumulée dans les lacs, au moyen des eaux provenant des parties du bassin versant de la Tinée et de ses affluents de la rive gauche situées en contre-haut de la cote d'altitude 2 100 environ, à partir de la rive droite du vallon de Bousieyas jusqu'au vallon d'Assueros, y compris.

b) Canaux de jonction et réservoir collecteur. — Les lacs de Vens et de Babarotte seront joints entre eux et reliés avec le réservoir collecteur du val Ténibre par un canal souterrain ayant une longueur de 3 700 m environ.

Les lacs Marie seront reliés à ce canal souterrain. Le radier du canal sera à l'origine à la cote 2 298 m. Sa pente sera de 1 m par kilomètre.

Le lac de Rabuons sera joint avec le réservoir collecteur du Ténibre par un canal souterrain ayant une longueur de 3000 m environ. Le lac Ferro sera relié avec ce canal souterrain. Le radier du canal sera à l'origine à la cote 2 468 m. La pente sera de 3 m par kilomètre. Ce canal souterrain pourra être prolongé par une conduite sous pression à ciel ouvert jusqu'au bord du réservoir collecteur, pour le relier avec les groupes générateurs et avec les groupes élévatoires qui y seront éventuellement installés.

Les lacs supérieurs du val Ténibre pourront aussi être reliés avec ces groupes générateurs et élévatoires par une conduite sous pression. Les canaux de jonction recevront un revêtement qui permette de les tenir en charge.

Le niveau maximum du réservoir collecteur créé sur l'emplacement du lac inférieur du val Ténibre est fixé à la cote 2 325 m.

Ce réservoir constitue la chambre de mise en charge de la chute de Saint-Etienne-Lacs. Il est muni d'un déversoir d'environ 20 m de longueur, arasé à la cote du niveau maximum précité.

Ce déversoir pourra être arasé provisoirement à une cote d'altitude inférieure.

c) Canal d'amenée en charge, conduites sous pression et usine génératrice. — Le canal d'amenée souterrain en charge part du réservoir collecteur sur la rive droite du vallon du Ténibre pour se jonctionner sur l'arête de Costa-Plana avec les conduites sous pression qui aboutissent à l'usine.

La longueur du canal d'amenée en charge est de 1 100 m environ ; son radier est à l'origine à la cote 2 290 m ; sa pente est de 3 m par kilomètre.

Les conduites sous pression ont une longueur de 2 700 m environ. Elles aboutissent aux turbines installées dans l'usine.

L'usine est située au bord de la Tinée, sur la rive droite, à l'amont du confluent du torrent de l'Ardon (commune de Saint-Etienne-de-Tinée).

L'eau utilisée sera rendue à la rivière à l'aval de l'usine ou écoulée directement dans la dérivation de la chute d'aval.

Un bassin de compensation pourra être créé par étapes successives correspondant aux augmentations de la réserve saisonnière.

Taxe municipale sur l'énergie électrique consommée dans Paris pour l'éclairage. — Un décret du ministre de l'Intérieur en date du 22 juillet 1927 et publié au « Journal officiel » du 28 juillet, page 7795, approuve la récente délibération du Conseil municipal de Paris ayant pour objet la création, à partir du 1er juillet 1927 et jusqu'au 31 décembre 1930, d'une taxe municipale sur l'énergie électrique consommée dans Paris pour l'éclairage, à l'exclusion de celle consommée pour tous autres usages. Rappelons que le taux de cette taxe est fixé à 15 pour 100 de la somme représentant sur la facture le prix de la fourniture d'énergie électrique (majoration établie par l'avenant du 19 août 1925 non comprise).

Projet de loi concernant l'insertion de clauses relatives au statut du personnel dans les cahiers des charges des concessions de gaz et d'électricité. — Nous avons déjà signalé dans la « R. G. E. », du 1er janvier 1927, t. XXI, p. 38, le rapport de la Commission du Travail de la Chambre des Députés sur ce projet de loi ; dans sa séance du 12 juillet 1927, la Chambre a adopté ce projet dont le texte est le suivant :

« Les cahiers des charges annexés aux actes de concessions de production ou de distribution de gaz et d'électricité doivent contenir des clauses fixant le statut du personnel.

» Sont exceptés de l'application desdites clauses les agents, employés d'une manière intermittente ou à titre temporaire, ainsi que ceux qui ne fournissent qu'un travail accessoire de leurs occupations quotidiennes.

» Dans le délai d'un an à dater de la promulgation de la présente loi, les cahiers des charges annexés aux actes de concession passés antérieurement, et qui ne contiendraient pas un statut du personnel, seront complétés en conséquence.

» Les dispositions des paragraphes 3 et 4 de l'article 10 de la loi du 5 avril 1910 sur les retraites ouvrières et paysannes sont étendues aux règlements de retraites établis ou à établir en faveur du personnel bénéficiaire de la présente loi ».

Télégraphie. Téléphonie. — La station radiotéléphonique de Lille. — Dans la soirée du lundi 25 juillet a été inaugurée, par M. Laskine, directeur du cabinet de M. Bokanowski, ministre du Commerce et de l'Industrie, la station radiotéléphonique du nord de la France, à Lille.

L'exploitation de cette station est assurée par l'Association radiotéléphonique du Nord de la France, dont le président est M. Franchomme ; c'est la première application du décret du 28 décembre 1926 où se trouve fixée la nouvelle réglementation de la radiotéléphonie en France.

Enseignement. — Institut polytechnique de l'Université de Grenoble. — A la suite des examens de la première session de 1927, les élèves ci-dessous désignés ont obtenu le diplôme d'ingénieur-électricien de l'Université de Grenoble, I. E. G., savoir :

Elèves sortants : 1 à 10. — MM. Abadjian, Achard, Aginski, Alexandravicius, Allard, Allègre, Anolikas, Aubard, Auclair, Bartman.

11 à 20. — Bertoli, Bessou, Bistesi, Blezard, Blanc (Henri), Buffet, Cabarat, Caillat, Cazeils, Chapart.

21 à 30. — Cifu, Cohen, Corduant, Delort, Delemme, Delorme, Diesperoff, Dolley, Duble, Dumont.

31 à 40. — Edel, Fastier, Ferry, Frappat, Gassmann, Graniowski, Grumbach, Guèze, Heurypierre, Hercz.

41 à 50. — Héou, Huhuléa, Husni-Zadé, Jacob, Jacquemont, Jeanpierre, Jirou-Najou, Jobard, Kaeuffer, Kohler.

51 à 60. — Kreinin, Labadie, Labrosse, Lachat, Lacoulouche, Lafaye, Laptchinsky, Lavigne. Leclère, Le Gall.

61 à 70. — Letourneur, Libman, Luginbuhl, Lyonnet, Mac Iverny, Malcuit, Marcantetti, Maroille, Martin (Marcel), Mathieu.

71 à 80. — Mersier, Mertz, Meslay, Midey, Montel, Moreau, Morel, Morin, Motte, Mugnier.

81 à 90. — Muller, Ouin, Pailleret, Pannecière, Pajanacci, Panoff, Pelissier, Penel, Petraitis, Pincemin.

91 à 100. — Polikow, Postaux, Poulizac, Proskournine, Quetel, Raffaelli, Rastueniak, Raygade, Refatt, Richez.

101 à 110. — Mlle Roig-Bourdeville (de), MM. Rosenfeld, Roulet, Roy, Rubinstein, Rudski, Rusinow, Salisch (de), Saur, Stasi.

111 à 121. — Stavroff, Strelkoff, Tabourin, Tahsin, Tamisey, Trequigeaux, Vernet, Verret, Vidal, Villard, Wittershein.

Elèves vétérans : 1 à 10. — MM. Audric, Berger, Besse, Blanchy, Boyadjoglou, Fricou, Ioffe, Lorenzon, Maurès, Merdy.

11 à 17. — Merenlender (Israël), Perkowski, Segal (M.), Thibal, Vermesch, Wassilieff-Kalenkoff, Widerszal.

Le certificat d'études électrotechniques a été décerné aux élèves dont les noms suivent :

Elèves sortants : 1 à 10. — MM. Ducassou, Erlihman, Graziosi, Hoff (Jean), Jastebrowski, Lipszyk, Mack, Medricki, Offner, Reymond, Voronowski, Oltkowski.

Elèves vétérans : Chimkovitch, Coste (René), Pereira de Gouvea.

Institut d'Electrotechnique et de Mécanique appliquée de l'Université de Nancy. — Les élèves dont les noms suivent ont obtenu le diplôme d'ingénieur-électricien à la suite des examens de sortie de juillet 1927.

1 à 10. — MM. Gérard, Laloff, Kaplan, Simonnel, Moingeard, Pernet, Zizak, Pâques, Cukier, Dolgouchine.

11 à 20. — Dheu, Gildwarg, Valentin, Canaud, Thomas, Matioukhine, Parczewski, Pavourdjeff, Baklanoff, Golikoff.

21 à 30. — Decarreaux, Zoubtchenko, Stcherbakoff, Duval, Grasser, Sontag, Lainé, Poliakoff, Berladsky, Ernst.

31 à 37. — Kostoff, Rouma, Hartemann, Savelieff, Wajsfater, Arianoff, Bourquin.

A partir de la rentrée de novembre 1927, l'admission en première année aura lieu à la suite d'un concours dont le programme est celui des classes de mathématiques spéciales préparatoires et de première année de préparation à l'Ecole centrale. Ce concours aura lieu le 27 septembre 1927 et les compositions écrites se feront à Nancy et à Paris.

Les inscriptions sont reçues par le directeur de l'Institut, jusqu'au 15 septembre 1927. Les élèves sortis des grandes écoles sont admis directement en troisième année.

Expositions. — Exposition d'Inventions et de Nouveautés industrielles de Saint-Etienne. — La dixième Exposition d'Inventions et de Nouveautés industrielles, organisée par l'Union des Inventeurs de la Loire, aura lieu du 25 septembre au 16 octobre 1927, place Carnot, à Saint-Etienne (Loire). Cette manifestation comprendra : 1° un concours d'inventions réservé aux inventions ou œuvres d'art personnelles ; 2° une exposition réservée aux produits industriels ou manufacturés.

Un certificat, délivré gratuitement, sur demande de l'inventeur, par le ministre du Commerce, garantit pendant un an les inventions présentées à cette exposition et qui ne seraient pas brevetées.

Le comité se charge de l'installation et de la présentation des objets ou plans appartenant aux inventeurs éloignés et qui ne pourraient pas se déplacer.

Les inscriptions et demandes de renseignements sont reçues par lettre adressée au siège de l'Union des Inventeurs de la Loire, 4, rue Michel-Rondet, à Saint-Etienne. La liste sera irrévocablement close le 22 septembre 1927.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — R. Dehay et Cie. — Cette société à responsabilité limitée vient d'être formée pour l'exploitation d'une fabrique d'appareils de téléphonie sans fil et accessoires. Le siège est à Charenton (Seine), 6, rue Nouvelle. Le capital est de 240 000 fr divisé en 240 parts de 1 000 fr.

Coopérative industrielle d'Appareillage électrique. — Récemment constituée à Bordeaux, 26, rue des Piliers-de-Tutelle, cette société à responsabilité limitée a pour objet l'exploitation d'un fonds de commerce et d'industrie d'appareillage électrique. Le capital est de 405 000 fr, divisé en 405 parts de 1 000 fr.

Entreprises électriques immobilières et industrielles. — Sous cette dénomination, vient d'être constituée une société anonyme ayant pour objet la réalisation de toutes installations électriques, immobilières et industrielles, notamment d'installations de force motrice à haute et à basse tension, d'éclairage électrique, de téléphonie et de sonneries et signaux électriques.

Le siège est à Paris, 122, avenue Philippe-Auguste. Le capital est de 600 000 fr. en actions de 500 fr, dont 1 000 catégorie A, souscrites en numéraire, et 200 catégorie B, attribuées en rémunération d'apports à la société Appareillage électrique Genteur, à Paris, 122, avenue Philippe-Auguste. Il a été créé, en outre, 3000 parts de fondateur, allouées à concurrence de 1 000 aux souscripteurs d'actions A et de 2 000 au fondateur de la société, M. Pierre Comte, à Paris, 10, rue du Commandant-Rivière.

Augmentation de capital. — Le Taxiphone. Compagnie pour l'Exploitation en France des Téléphones automatiques. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 4 juillet 1927, page 625,

cette société dont le siège est à Paris, 13, rue Friant, va procéder à l'émission de 11 000 actions nouvelles de 100 fr chacune, en représentation de l'augmentation de capital de 1 100 000 fr autorisée par ladite assemblée générale extraordinaire.

Les actions nouvelles seront entièrement assimilées aux anciennes. Elles auront droit ainsi à la première répartition des bénéfices qui sera faite, sous déduction des impôts avancés par la société ; elles recevront donc le même dividende net que les actions anciennes.

Compagnie d'Électricité de Brest et Extensions. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 20 juin 1927, page 577, cette société. dont le siège est à Paris, 54, rue La Boétie, va procéder à l'émission de 12 000 obligations de 500 fr chacune.

Ces obligations rapporteront un intérêt annuel de 6,5 p. 100, soit 32 50 fr, payable par semestre, net d'impôts présents et futurs, à l'exception de la taxe annuelle de transmission et des droits de transfert et de conversion.

Ces obligations seront amortissables dans un délai maximum de trente ans à partir de la première année, conformément au tableau d'amortissement qui sera inscrit au dos des titres, soit au pair par tirages au sort annuels, soit par rachat en bourse au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon.

La société se réserve la faculté d'amortissement anticipé à partir de la cinquième année.

Union électrique du Finistère. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 27 juin 1927, page 596, cette société, dont le siège est à Landerneau (Finistère), 35, rue de la Fontaine-Blanche, va procéder à l'émission au pair, de 4400 actions de 500 fr chacune, payables un quart à la souscription.

Société marocaine de Distribution d'Eau, de Gaz et d'Électricité. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 27 juin 1927, page 608, cette société, dont le siège est à Paris, 73, boulevard Haussmann, va porter son capital à 30 millions de francs par l'incorporation au capital et la transformation en actions d'une somme de 5 millions de francs à prélever sur les réserves, cette augmentation de capital devant être représentée par 20000 actions nouvelles de 250 fr chacune, entièrement libérées, jouissance au 1er janvier 1927, à distribuer gratuitement aux actionnaires à raison d'une action nouvelle pour 5 actions anciennes.

Divers. — **Electro-Exploitation.** — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926, qui se soldent par une perte de 177 252 fr, formant, avec le report déficitaire des exercices antérieurs, un solde débiteur total de 423 625 fr.

Compagnie générale d'Entreprises électriques. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldant par un bénéfice net de 1 087 000 fr.

Le dividende a été fixé à 60 fr par action ancienne, soit 49,20 fr net par action nominative et 431,76 fr net par action au porteur.

En outre, les actions nouvelles provenant de l'augmentation de capital réalisée en janvier 1927 toucheront, conformément aux conditions d'émission de ces actions, 5 pour 100 du capital nominal sur le dernier trimestre de l'exercice (1er janvier-31 mars 1927), soit 6,25 fr net aux actions nominatives et 5,82 fr net aux actions au porteur.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

625 175. — Société anonyme : Les Transformateurs Ferrix; Potentiomètre à grande résistance à prises multiples, 27 novembre 1926.

625 228. — Société dite : L'Éclairage général; Borne de serrage pour câbles ou fils électriques d'un diamètre quelconque, 29 novembre 1926.

625 233. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux émetteurs de radio-signaux, 29 novembre 1926.

625 239. — Colmart (R.); Support de lampe à trois électrodes, 29 novembre 1926.

625 259. — Serruys (M.-Y.-A.); Enroulement électrique et procédé pour sa réalisation, 29 novembre 1926.

625 271*. — Busignies (H.-G.); Appareil à lecture directe donnant la direction d'un champ électromagnétique alternatif, 20 février 1926.

625 274*. — Ramassot (M.); Récepteur téléphonique de grande sensibilité, 3 mars 1926.

625 277*. — Marichal (A.-J.-A.-G.); Perfectionnements dans les fours électriques à induction, 8 mars 1926.

625 279*. — Lépinay (G.); Perfectionnements apportés aux postes récepteurs radiotéléphoniques, 8 mars 1926.

625 283*. — Gess (F.); Pince pour suspension de ligne aérienne, 8 mars 1926.

625 284*. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements à la commutation des machines dynamoélectriques, 9 mars 1926.

625 292*. — Latour (M.); Perfectionnements dans la transmission des photographies ou des images à distance, 9 mars 1926.

625 293*. — Bethenod (J.); Dispositif d'antenne pour ondes courtes, 9 mars 1926.

625 303*. — Royer (C.-M.); Support de selfs-inductance interchangeables, à couplage micrométrique, 10 mars 1926.

625 307*. — Société française radioélectrique; Perfectionnements aux antennes spécialement destinées aux ondes courtes, 10 mars 1926.

625 308*. — Société dite : L'Action a Distance; Système de répétition d'ordres à distance sans fil pilote, 10 mars 1926.

625 316*. — Société alsacienne de Constructions mécaniques a Mulhouse; Procédé de contrôle pour moteurs électriques à courant continu à renversement de marche, 10 mars 1926.

625 321*. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux machines à courant continu, 12 mars 1926.

625 342*. — Bergier (H.); Installation d'éclairage électrique pour cycles, motocycles et analogues, 15 mars 1926.

625 346*. — Salomon (P.-E.); Commutateur-interrupteur électrique, 15 mars 1926.

625 348*. — Société dite : Compagnie générale de Télégraphie sans fil; Tube électronique à deux plaques et quelques-unes de ses applications, 17 mars 1926.

625 371*. — Barbier (H.-A.); Boîte de raccordement des conducteurs aéro-souterrains de lignes téléphoniques, 17 septembre 1926.

625 374. — Walter (E.); Perfectionnements aux éclateurs pour circuits oscillants à étincelles, 17 septembre 1926.

625 381. — Burger (P.); Élément galvanique avec électrode composée de manganèse et de noir de fumée d'acétylène, 21 septembre 1926.

625 392. — WORK (L.); Support de tube électronique et tube interchangeable, 12 novembre 1926.

625 400. — PICHE (A.-F.-D.); Détecteur minéral pour récepteur de télégraphie sans fil, 22 novembre 1926.

625 404. — SARAZIN (R.); Électrode pour soudure à l'arc, 23 novembre 1926.

625 408. — LANOY (R.), LANOY (F.); Appareil pour démarrer les moteurs monophasés sans phase auxiliaire, 24 novembre 1926.

625 411. — Société : AUTOMATIC ELECTRIC INC.; Perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques, 25 novembre 1926.

625 424. — BRIOT (P.-J.); Relais électrique signaleur à contacts et son application aux appareils signaleurs de vol à circuit à capacité variable agissant sur un triode, 27 novembre 1926.

625 427. — CROESE (D.); Perfectionnements dans la fabrication, au four électrique, de métaux et alliages, 29 novembre 1926.

625 445. — LORRY (H.); Appareil pour la réception de la téléphonie en haut-parleur, 18 octobre 1926.

625 448. — MACKINTOSH (E.-V.), FRENCH (C.); Perfectionnements dans et se rapportant aux membranes pour appareils téléphoniques, 21 octobre 1926.

625 472. — SOCIÉTÉ ANONYME NOVI; Perfectionnements aux magnétos, 30 novembre 1926.

625 473. — OLLERENSHAW (R.-E.); Perfectionnements aux moyens de contrôle pour dispositifs de circuit électrique multiple, 30 novembre 1926.

625 514. — JOUFFRAY (J.-F.); Combinateur différentiel antiparasite pour télégraphie sans fil, 1er décembre 1926.

625 519. — PRICE (S.L.); Perfectionnements relatifs aux dispositifs thermoioniques, 1er décembre 1926.

625 530. — Société dite : ÉTABLISSEMENTS FOURNIER ET VERNOIS; Perfectionnements apportés aux douilles-appliques pour ampoules électriques, 1er décembre 1926.

625 547. — Société dite : DET NORSKE AKTIESELSKAB FOR ELEKTROKEMISK INDUSTRI; Anneau à pistons de pression pour porte-électrodes, 1er décembre 1926.

625 552. — Firme E.-A. KRUGER ET FRIEDEBERG; Dispositif pour réaliser la protection de contact dans les douilles pour lampes-tubes, 1er décembre 1926.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Association des anciens Élèves de l'École spéciale de Mécanique et d'Électricité :

Vendredi 12 août 1927, 21 heures, Café Biard, 2, rue d'Amsterdam, à Paris. — Réunion mensuelle.

COURS DE LA LIVRE STERLING ET DU DOLLAR

en juillet 1927

DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR
	francs	francs		francs	francs		francs	francs		francs	francs
1	124,03	25,5425	11	124,02	25,5425	21	124,0225	25,54625	29	124,0325	24,545
4	124,0225	25,54	12	124,0225	25,54625	22	124,0225	25,54875			
5	124,02	25,54	13	124,025	25,5475	25	124,055	25,5575			
6	124,02	25,54	15	124,0225	25,54375	26	124,095	25,56375			
7	124,025	25,5475	19	124,0225	25,545	27	124,0975	25,55875			
8	124,02	25,54625	20	124,0225	25,54625	28	124,0975	25,5575			

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine.

A L'ACQUITTE	1927		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	30 juillet	23 juillet	1926	1925	1914
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris.	1 330	1 330	1 940	1 000	250
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre					159,75
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre					161
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen	809,25	796	1 464	733,50	166,75
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen	809,25	796	1 464	733,50	166,75
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen	801,75	788,50	1 452	727	166,75
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre					157,50
Etain Banka, liv. Havre ou Paris	3 935	3 910	6 552	2 963	396,00
Etain Billiton, liv. Havre					382,50
Etain Détroits, liv. Havre	3 927	3 905	6 514	2 954	384,00
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris	3 805	3 758	6 328	2 870	380,00
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	347	350	747	416	55,75
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris	354	357	757	421	55,25
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris	398,75	387,25	779	392,50	58,75
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris	418,50	407	827	428	63,75

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 23 juillet 1927	PRIX samedi 30 juillet 1927	PRIX différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	77 fr	76 fr	— 1
Id U id	100 kg	82	81	— 1
Cornières	100 kg	82	79	— 3
Larges plats	100 kg	99	97	— 2
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	17 1/8 d	manque	
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	605	597	— 8
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	788,50	801,75	+ 13,25
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 010	1 025	+ 15
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	1 005	1 020	+ 15
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 010	1 025	+ 15
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 553	1 568	+ 15
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 727	6 742	+ 15
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 910	3 935	+ 25
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	460	460	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	532,50(1)	532,50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { épaisseur 7/100 mm	le mètre	5	5	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { Id 10/100 mm	linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	350	347	— 3
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	13,35	12,25	— 1,10
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,95	11,25	— 0,70
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	325	325	0
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		220	220	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	407	418,50	+ 11,50
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

NOTA. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 23 juillet 1927	samedi 30 juillet 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	163	164	+ 1

(1) *Erratum :* le samedi 23 juillet, lire 532,50 fr. au lieu de 547,50 fr.

COEFFICIENTS DE VARIATION DE PRIX

APPLICABLES A L'APPAREILLAGE ET AU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etablis par le Syndicat des Constructeurs d'Appareillage et de Matériel électrique.

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 6 juin 1926	
1° Matériel pour haute tension	1,25
2° Gros appareillage pour basse tension	1,30
3° Petit appareillage pour basse tension { a) Appareils contenant plus de 50 pour 100 de cuivre	1,10
3° Petit appareillage pour basse tension { b) Appareils contenant moins de 50 pour 100 de cuivre	1,15
Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 1er mars 1926	
4° Matériel de branchement utilisé par la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité	1,30

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Les emprunts de l'industrie française à l'étranger. — Dans notre numéro du 15 août 1925, nous avons donné, page 53 B, la liste des sociétés françaises ayant émis des obligations à l'étranger en vertu de la loi du 27 mars 1920 et de l'arrêté du 11 septembre 1920 pour ce qui concerne les compagnies de chemins de fer, et en vertu de la loi du 31 décembre 1921 et de l'article 21 du décret du 14 mars 1922 pour ce qui concerne les autres sociétés.

Le « Journal officiel » des 15-16 juillet 1927 donne, en annexe, le relevé des obligations émises jusqu'au 1er juillet 1927 conformément à cette législation. Voici ce relevé, les dates indiquées entre parenthèses étant celles de la déclaration pour les compagnies de chemins de fer et de l'autorisation pour les autres sociétés.

I. Compagnies de chemins de fer.

Administration des Chemins de fer d'Alsace-Lorraine :

75 000 oblig., 7 p. 100, (10 nov. 1926), de... 1 000 fr suisses.

Administration des Chemins de fer de l'Etat :

60 000 oblig.,	7 p. 100	(23 août 1926), de....	1 000	fr suisses.
150 000	id	(21 janv. 1927), de....	1 000	id
25 000	id	(21 déc. 1926), de....	1 000	florins.
30 000	id	(15 sept. 1926), de....	1 000	id

Compagnie des Chemins de fer de l'Est :

2 000 oblig.,	7 p. 100	(16 févr. 1925), de....	500	dollars.
19 000	id	(12 avril 1926), de....	1 000	id

Compagnie des Chemins de fer du Midi :

500 oblig.,	6 p. 100	(15 avril 1922), de....	1 000	liv. sterl.
1 900	id	(15 avril 1922), de....	500	id
15 500	id	de....	100	id
50 000	id	(10 sept. 1924), de....	1 000	fr français.
100 000	id	(12 janv. 1925), de....	1 000	id
100 000	id	(6 nov. 1926), de....	1 000	id
100 000	id	(16 déc. 1926), de....	1 000	id

Compagnie du Chemin de fer du Nord :

2 000 oblig.,	6 p. 100	(14 avril 1922), de....	1 000	liv. sterl.
3 500	id	de....	500	id
12 500	id	de....	100	id
920 oblig.,	6,5 p. 100	(13 oct. 1924), de....	500	dollars.
14 540	id	id de....	1 000	id

Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée :

1 250 oblig.,	6 p. 100	(19 avril 1922), de....	1 000	liv. sterl.
2 500	id	de....	500	id
25 000	id	de....	100	id
19 000 oblig.,	7 p. 100	(17 sept. 1925), de....	1 000	dollars.
2 000	id	(17 sept. 1925), de....	500	id
38 000	6 p. 100	(14 déc. 1922), de....	1 000	id
4 000	id		500	id

Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans :

50 000 oblig.,	6 p. 100	(14 févr. 1921), de....	1 000	fr.
10 500	id	(11 avril 1922), de....	100	liv. sterl.
1 100	id	de....	500	id
400	id	de....	1 000	id

II. Autres sociétés :

Compagnie des Chemins de fer du Maroc, à Paris :

40 000 oblig., 7 p. 100 (27 nov. 1926), de.... 500 florins ou 1 040 fr suisses.

Compagnie française de Navigation à vapeur dite des « Chargeurs réunis », à Paris :

8 000 oblig.,	6,5 p. 100	(15 mai 1922), de....	100	liv. sterl.
400	id	de...	500	id

Compagnie française des Extraits tinctoriaux et tannants :

10 000 oblig., 8 p. 100 (29 juillet 1925), de.... 1 000 fr.

Compagnie générale transatlantique, à Paris :

1 409 oblig.,	6,5 p. 100	(16 mai 1922), de....	500	liv. sterl.
7 498	id	de....	100	id
914	id	de...	50	id

Société anonyme des Filatures de schappe, à Lyon :

5 000 oblig., 6 pour 100 (16 juin 1922), de.... 1 000 fr suisses.

Compagnie du Boléo, à Paris :

1 000 bons 8 pour 100 (10 juillet 1922), de.... 1 000 dollars.

Société minière et métallurgique de Penarroya, à Paris :

40 000 bons,	6 p. 100	(1er août 1922), de....	500	pesetas
120 000 oblig.,	6 p. 100	de....	500	id

40 000 de ces obligations sont destinées à être échangées avec les 40 000 bons émis et 80 000 ont été offertes en souscription publique.

Société de Manipulation des liquides, à Paris.

35 bons, 7 p. 100 (29 janv. 1923), de.... 1 000 florins.

Compagnie nationale de Matières colorantes et Manufactures de Produits chimiques du Nord réunies. Etablissements Kuhlmann, à Paris.

15 000 oblig., 7 p. 100 (10 déc. 1926), de.... 1 000 fr suisses.

Compagnie française des Mines du Laurium, à Paris.

3 000 oblig., 8 p. 100 (11 mai 1923), de.... 40 liv. sterl.

Compagnie générale du Lait, à Rumilly.

5 000 bons déc. 6 p. 100 (27 juin 1923), de.... 500 fr français.

Société des Services contractuels des Messageries maritimes, à Paris.

20 000 oblig., 7 p. 100 (2 déc. 1924), de.... 500 dollars.

Société anonyme immobilière et agricole de l'Harrach, à Alger.

250 oblig., 7 p. 100 (21 juin 1926), de.... 1 000 dollars.

Société civile immobilière de la Chambre de Commerce internationale, à Paris.

170 oblig., 3 p. 100 (6 juillet 1926),	de....	5	liv. sterl.
240 id	de....	10	id
105 id	de....	50	id
215 id	de....	100	id

Union d'Electricité, à Paris.

4 000 oblig., 6,5 p. 100 (28 déc. 1924), de.... 1 000 dollars.

L'Electricité de Strasbourg (Société), à Strasbourg.

5 000 oblig., 7 p. 100 (12 nov. 1926), de.... 1 000 fr suisses.

Hydroélectrique de la Cère (Société), à Paris.

6 000 oblig., 7 p. 100 (7 mars 1927), de.... 1 000 florins.

Energie électrique du Rouergue (Société L'), à Paris.

3 500 oblig., 7 p. 100 (12 mars 1927), de.... 1 000 florins.

Forces électriques de la Vallée de Gavarnie (Société des), à Paris.

3 300 oblig., 7 p. 100 (28 mars 1927), de.... 1 000 florins.

Energie électrique du Littoral méditerranéen (Société de l'), à Paris.

25 000 oblig., 7 p. 100 (4 mai 1927), de.... 1 000 fr suisses.

Energie industrielle (Société L'), à Paris.

1 000 oblig., 7,5 p. 100 (14 fév. 1927), de.... 1 000 dollars.

La comparaison de ce tableau avec celui que nous avons publié en 1925 donne lieu aux remarques suivantes :

L'Administration des Chemins de fer d'Alsace-Lorraine et la Compagnie des Chemins de fer de l'Est, qui ne figuraient pas dans le tableau de 1925, ont depuis contracté des emprunts à l'étranger. Aucun emprunt nouveau n'a été effectué par la Compagnie des Chemins de fer du Nord, ni par la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans. La Compagnie des Chemins de fer du Midi a fait deux nouveaux emprunts de chacun 100 millions de francs français et la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, quatre emprunts nouveaux s'élevant, au total, à 60 millions de dollars.

Le nombre des autres sociétés ayant eu recours à des emprunts étrangers est passé de 10 à 21. Sur les onze sociétés figurant au tableau de 1927, six sont des sociétés électriques, ce qui porte maintenant à sept le nombre des sociétés d'électricité ayant contracté des emprunts à l'étranger. Les indications concernant ces sept sociétés sont rassemblées à la fin du tableau; on voit que leurs emprunts sont de 5 millions de dollars, 5 millions de francs suisses et 12,8 millions de florins.

La Conférence économique internationale et l'opinion britannique. — Cette conférence qui a eu lieu à Genève du 4 mai au 23 mai 1927 et dont nous avons signalé dans notre numéro du 4 juin 1927, p. 182 D, la fin des travaux, est considérée en Angleterre comme très importante. La cause n'en est pas dans les résultats immédiats de la réunion des représentants de 47 pays différents, mais plutôt dans le fait que cette conférence paraît marquer un premier pas dans la voie de la restauration économique générale.

L'importance de cette dernière question pour la Grande-Bretagne est nettement indiquée dans l'exposé de leur thèse fait par les délégués anglais en réponse à l'invitation que M. Theunis avait adressée aux diverses délégations pour les prier de faire connaître leurs vues générales sur la situation et les problèmes à étudier. Réduit à ses idées essentielles, cet exposé peut se résumer en ceci : les exportations britanniques sont au-dessous de leur ancien niveau et, pour pour les y ramener, il est de l'intérêt de la Grande-Bretagne d'encourager autant que possible la restauration économique des autres pays; d'un autre côté, l'augmentation des exportations britanniques est une condition nécessaire de la prospérité du monde, car elle permettra à la Grande-Bretagne, qui tire ses approvisionnements pour un tiers environ du reste de l'Europe, d'acheter largement à l'extérieur.

Les faits ne sont pas en complet accord avec cette thèse hardie; en effet, l'Angleterre qui a évolué n'est plus un pays libre-échangiste comme au siècle dernier, et il faudrait s'attendre à une défense par les tarifs douaniers contre des importations croissantes. En outre le monopole industriel européen tend à lui échapper progressivement, tandis que la population a augmenté dans de notables proportions, rendant le pays de plus en plus tributaire des autres pour les matières premières et la subsistance des habitants. Enfin la politique financière, inspirée surtout par ce dernier fait, tend à faciliter les achats à l'étranger et à restreindre les exportations. Ces divers éléments contradictoires créent une situation très délicate, qui n'a pas été sans influencer l'opinion du monde des affaires sur les conclusions du rapport de la Conférence économique internationale.

L' « Economist », journal libre-échangiste, dont le rédacteur en chef fut un des délégués britanniques à la Conférence, estime que celle-ci est arrivée à des conclusions unanimes fournissant des directives précieuses pour la politique économique de l'avenir. Il ajoute que le rapport de la Conférence ne constitue pas une demande en faveur du libre-échange universel, mais en tout cas une demande impressionnante et autorisée en faveur d'une protection plus réduite. Commentant la déclaration du rapport qu'un budget établi sur des tarifs élevés repose sur une base peu solide, il mentionne que les pays tirant leur plus fort revenu des droits de douane sont principalement des pays à tarifs bas. La conclusion de ce journal est que l'on ne peut s'attendre à voir bientôt réduire les tarifs; toutefois, il est possible que les tarifs élevés soient ramenés à une base modérée à la suite de la Conférence de Genève, de même que les finances d'Etat ont été assainies à la suite de la Conférence de Bruxelles qui date de moins de sept ans. S'il en est ainsi, la Conférence de 1927 aura fait faire un pre-

mier pas très important vers la restauration de la prospérité et de la paix du monde.

Pour le « Times », organe à tendances protectionnistes, la Conférence de Genève est une expérience et il est donc assez naturel que les délégués n'aient pas cru à des possibilités immédiates. Comme l' « Economist », il est d'avis que la question des tarifs a été primordiale et que l'unanimité avec laquelle elle a été traitée a causé une véritable surprise. Ce journal ajoute que les vœux de la Conférence, surtout ceux relatifs aux tarifs douaniers et aux traités de commerce, sont adressés principalement aux gouvernements du continent européen. Enfin il conclut que l'œuvre même de la restauration sera nécessairement lente et que la Conférence doit être considérée comme une étape importante dans le mouvement continu de la collaboration internationale.

Le supplément commercial du « Times », qui est en réalité un organisme commercial spécial, considère la question d'un point de vue plus pratique. Tout d'abord l'unanimité au sujet des obstacles au commerce ne lui paraît être qu'une forme nouvelle donnée à cette vérité qu'un pays ne peut vivre sur lui-même. Mais il lui semble que les barrières mises aux échanges commerciaux peuvent avoir leur utilité, comme moyen d'abord de procurer des recettes aux gouvernements et ensuite comme aide aux manufacturiers nationaux et protection des industries jugées nécessaires. Pour ce journal, le véritable problème consiste à trouver le moyen d'en éliminer les éléments les plus nuisibles.

En ce qui concerne la « rationalisation » industrielle, désignation sous laquelle la Conférence englobe les méthodes techniques et d'organisation concourant à réduire au minimum le gaspillage d'efforts et de matériel, les opinions semblent assez partagées. En particulier l' « Iron and Coal Trades Review » fait remarquer que la rationalisation, comme tout arrangement industriel, fera souffrir certaines catégories de travailleurs; il ajoute que, d'autre part, les travailleurs manuels doivent obtenir leur juste part de l'augmentation de la production.

De toutes les opinions rapportées ci-dessus, il semble résulter que le sentiment général est, en principe, favorable à tout ce qui peut éliminer les obstacles au commerce pour aider à la reprise des affaires et rendre les capitaux disponibles plus abondants.

Pour le moment, la Conférence ayant accompli sa mission, il reste à attendre ce que feront, d'une part, la Société des Nations si elle adopte, comme on le croit en Angleterre, les conclusions du rapport et, d'autre part, les gouvernements et l'opinion publique des divers pays qui ont participé à la Conférence. Mais il semble cependant douteux que le gouvernement britannique, de tendances protectionnistes, se montre empressé à entrer dans une voie contraire à ses convictions et à la politique qu'il estime être le moyen de rendre à la Grande-Bretagne sa prospérité industrielle et commerciale, dont le retour annoncé chaque année, se trouve toujours différé.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — DÉCRET PROROGEANT LE DÉLAI D'EXPROPRIATION POUR L'EXÉCUTION DES TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT DE LA CHUTE DE ROCHE-LE-PEYROUX, SUR LA DIÈGE. — Le « Journal officiel » du 26 juillet 1927 publie p. 7727 le décret suivant en date du 20 juillet 1927.

ART. 1er. — Est reporté jusqu'au 15 janvier 1928 le terme du délai fixé par l'article 2 du décret du 15 janvier 1925 pour l'accomplissement des expropriations nécessaires à l'exécution des travaux d'aménagement de la chute de Roche-le-Peyroux, sur la Diège.

ART. 2. — Les travaux autorisés et déclarés d'utilité publique par le décret susvisé sont déclarés urgents.

DEMANDES DE CONCESSIONS POUR L'ÉTABLISSEMENT SOIT DE LIGNES DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE, SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE AUX SERVICES PUBLICS, SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION PUBLIQUE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — *Aube, Marne, Yonne.* — La Société d'Etudes des Chutes de la Cure et des Chemins de Fer électriques de l'Yonne a sollicité la concession avec déclaration d'utilité publique d'une ligne de transmission d'énergie électrique entre l'usine du Bois de Cure et le poste de Mardeuil (près Epernay) dans les départements de l'Aube, de la Marne et de l'Yonne.

Finistère. — La Compagnie d'Electricité de Brest et extensions a sollicité la concession avec déclaration d'utilité publique d'une distribution d'énergie électrique aux services publics s'étendant sur les arrondissements de Brest et de Chateaulin (Finistère).

Nord, Somme, Pas-de-Calais. — La Compagnie électrique du Nord, 22, rue de l'Abbaye-des-Prés, à Douai, a demandé la concession avec déclaration d'utilité publique d'une ligne de transmission d'énergie électrique allant de Vendin à Arsy en empruntant le territoire des départements du Pas-de-Calais, du Nord et de la Somme.

Pyrénées (Basses-). — La Société des Forces motrices de la Vallée d'Auge a demandé la concession avec déclaration d'utilité publique de lignes de transmission d'énergie électrique destinées à relier les sous-stations de traction des chemins de fer d'Oloron à Bedous et de Bedous à la frontière d'Espagne avec leurs usines de force motrice et leur réseau de transmission.

La Société hydroélectrique des Basses-Pyrénées a demandé la concession avec déclaration d'utilité publique d'une ligne de transmission d'énergie électrique allant de Mouguerre à Mousserolles en empruntant le territoire du département des Basses-Pyrénées.

Sarthe, Mayenne, Orne, Loir-et-Cher, Maine-et-Loire. — La Société l'Energie électrique Maine et Anjou a présenté une demande de concession en vue d'établir et d'exploiter une distribution d'énergie électrique aux services publics dans les départements de la Sarthe, de la Mayenne, de l'Orne, du Loir-et-Cher et de Maine-et-Loire.

Vienne, Haute-Vienne. — La Société des Forces motrices de la Vienne, 10, rue Vézelay, à Paris, a sollicité la concession, avec déclaration d'utilité publique, d'une ligne de transmission d'énergie électrique entre l'usine de Saint-Marc et l'Isle-Jourdain dans les départements de la Vienne et de la Haute-Vienne.

Combustibles. — PRIX DES CHARBONS POUR L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE POUR LE DEUXIÈME TRIMESTRE 1927. — Le prix du combustible servant de base pour le calcul des coefficients de l'index économique relatif à la tarification de l'énergie électrique pour le deuxième trimestre 1927 (1) a été fixé comme il est indiqué ci-après pour les différentes régions de la France.

(1) Les différentes publications des prix relatifs aux années 1921, 1922, 1923, 1924 1925 et 1926 ont été rappelées dans la note (1) de la page 159 B du « Bulletin R. G. E. » du 14 mai 1927. Les prix relatifs au premier trimestre 1927, ont été publiés dans ce même numéro et à la même page.

Prix des charbons pour l'industrie électrique, pour le deuxième trimestre 1927.

USINES	RAISON SOCIALE	DÉPARTEMENTS	PRIX HOMOLOGUÉS PAR TONNE
			Francs
Angers	Compagnie électrique d'Angers et Extensions	Maine-et-Loire	171,68
Beautor	Compagnie électrique du Nord	Aisne	149,38
Blois	Union électrique du Bassin moyen de la Loire	Loir-et-Cher	206,22
Brest	Compagnie d'Electricité de Brest	Finistère	195,40
Caen	Union électrique de l'Ouest	Calvados	159,33
Carmaux	Compagnie des Mines de Carmaux	Tarn	179.03
Chantenay	Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'Electricité	Loire-Inférieure	188,30
Cherbourg	Société « Gaz et Eaux »	Manche	157,66
Dijon	Société dijonnaise d'Electricité	Côte-d'Or	154.97
Epernay	Société anonyme des Usines à Gaz du Nord et de l'Est	Marne	186.36
Faymoreau	Energie électrique de l'Ouest de la France	Vendée	150.00
Garchizy	Compagnie continentale Edison	Nièvre	193.45
Havre-Yainville	Compagnie havraise d'Energie électrique	Seine-Inférieure	171,84
Hirson-Jeumont-Maubeuge	Electricité et Gaz du Nord	Nord	144,22
Limoges	Compagnie générale d'Eclairage et de Force par l'Electricité	Haute-Vienne	230,98
Lomme	Electricité et Gaz du Nord	Nord	133.52
Lorient	Société bretonne d'Electricité	Morbihan	183,28
Le Mans	Société lyonnaise des Eaux et de l'Eclairage	Sarthe	166.80
Marseille	Compagnie d'Electricité de Marseille	Bouches-du-Rhône	180,74
Mohon	Est-Electrique	Ardennes	192,75
Montluçon	Compagnie électrique de la Loire et du Centre	Allier	194,53
Mouche (La)	Compagnie du Gaz de Lyon	Rhône	193.39
Orléans	Société lyonnaise des Eaux et de l'Eclairage	Loiret	194.24
Penhoët-Saint-Nazaire	Energie électrique de la Basse-Loire	Loire-Inférieure	169,96
Rai-Couterne	Société de Distribution d'Electricité de l'Ouest	Orne	180,93
Rennes	Compagnie du Bourbonnais	Ille-et-Vilaine	170,18
Roanne	Compagnie électrique de la Loire et du Centre	Loire	169.26
Rouen-Quévilly	Compagnie centrale d'Energie électrique	Seine-Inférieure	137,50
Saint-Dizier	Energie électrique de Meuse et Marne	Haute-Marne	174,19
Saint-Etienne	Compagnie électrique de la Loire et du Centre	Loire	173,65
Sainte Tulle-Lingostière	Energie électrique du Littoral méditerranéen	Bouches-du-Rhône	193,90
Segré	Société de Distribution d'Electricité de l'Ouest	Maine-et-Loire	178,47
Troyes	Société lyonnaise des Eaux et de l'Eclairage	Aube	185,91
Tuillière-Floirac	Energie électrique du Sud-Ouest	Dordogne	156,27
Valenciennes	Société d'Electricité de la région de Valenciennes-Anzin	Nord	127.49
Vierzon	Le Centre électrique	Cher	204.38
Vincey-Nancy	Compagnie lorraine d'Electricité	Meurthe-et-Moselle	177,85
Région parisienne	....	Seine et Seine-et-Oise	186,25
		Seine-et-Marne	192.25
Creutzwald	Société des Mines de la Houve	Moselle	155,00
Markolsheim	Société alsacienne et lorraine d'Electricité	Bas-Rhin	186,35
Mulhouse	Forces motrices du Haut-Rhin	Haut-Rhin	200,23
Strasbourg	Société d'Electricité de Strasbourg	Bas-Rhin	176,32

Expositions. — EXPOSITION DE MOTOCULTURE (1er AU 6 OCTOBRE 1927). — Une exposition de motoculture, organisée par le Ministère de l'Agriculture (Comité central de Culture mécanique), aura lieu à Aubergenville (Seine-et-Oise), du 1er au 6 octobre prochain, en même temps que la Semaine de motoculture de la Chambre syndicale. Elle comprendra les sections suivantes : tracteurs et moteurs agricoles ayant pris part aux expériences de Grignon (arrêté du 13 avril 1927) ; camions militaires à gazogènes (Ministère de la Guerre) ; appareils mobiles pour la carbonisation du bois ; appareils d'abatage mécanique des bois ; appareils de labourage électrique ; appareils de drainage mécanique.

EXPOSITION COLONIALE INTERNATIONALE DE 1929, A PARIS. — Le « Journal officiel » du 29 juillet 1927 publie, pages 7872 à 7880, le règlement général de cette exposition.

La classification des produits et objets qui y seront exposés comprend dix-huit groupes dont l'un, le groupe V, est relatif à l' « Electricité dans la mise en valeur des colonies ».

Rappelons que l'idée de l'organisation d'une exposition coloniale à Paris remonte à plus de sept ans. Une loi, en date du 17 mars 1920, prévoyait, en effet, qu'une exposition coloniale à laquelle participeraient toutes les puissances interalliées, se tiendrait à Paris en 1925. Une autre loi, en date du 9 avril 1926, a transformé l'exposition interalliée en exposition internationale et fixa son ouverture à 1928 avec toutefois la faculté pour le gouvernement de la reporter à 1929 ou 1930.

Ajoutons que le commissaire général de l'exposition est le maréchal Lyautey et que la direction de l'exploitation technique a été confiée à M. Bourgeois, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. Il a été institué un conseil supérieur comprenant une commission permanente formée de quatre membres : M. Chapsal, sénateur, ancien ministre, président du Comité français des Expositions, président d'honneur de la section métropolitaine de l'exposition ; M. Laroze, gouverneur du Crédit foncier de France ; M. Mahieu, sénateur, président du Comité supérieur des Chemins de fer ; M. Regnault, ambassadeur de France, délégué du ministre des Affaires étrangères.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Augmentation de capital. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON. —

D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 18 juillet 1927, page 677, cette société dont le siège est à Paris, 173, boulevard Haussmann, va procéder à l'émission de 24 000 obligations nouvelles de 500 fr, portant les numéros 1 à 24 000, rapportant un intérêt de 6 pour 100 l'an net d'impôts sur le revenu. Cet intérêt sera payable par par coupons semestriels, les 15 juin et 15 décembre de chaque année, le premier coupon étant à l'échéance du 15 décembre 1927.

Lesdites obligations, nominatives ou au porteur, seront remboursables en onze années, à partir du 1er avril 1927, le premier remboursement ayant lieu le 1er avril 1928.

Il sera remboursé 2 181 obligations le 1er avril de chacune des dix premières années et 2 190 obligations le 1er avril 1938.

Ces remboursements s'opéreront, soit par voie de tirages au sort au pair, soit par rachats en bourse, au-dessous du pair.

Les tirages auront lieu en mars de chaque année, pour que le remboursement ait lieu le 1er avril suivant.

Les obligations sorties cesseront de porter intérêt à compter de la date fixée pour leur remboursement. La compagnie se réserve, d'autre part, le droit de procéder, en tous temps, à l'amortissement des obligations par rachats en bourse au-dessous du pair.

Ces obligations, comme les précédentes, sont garanties par l'actif de la société.

Compagnie de Constructions et d'Applications électromécaniques. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 11 juillet 1927, page 665, cette société dont le siège est à Pantin (Seine), rue Regnault, va procéder à l'émission, pour une somme de 600 000 fr de bons, remboursables à quatre ans, productifs d'un intérêt annuel de 6,50 pour 100, net d'impôts, payable par semestre et d'avance.

Ces bons, permettant de renouveler une partie de ceux remboursables le 20 juillet 1927, seront créés à cette date, en coupures de 500 fr et de 5 000 fr ; ils sont émis au pair.

Le prix de souscription, déduction faite du premier coupon payé d'avance, est de :

483,75 fr pour les bons de 500 fr.

4837,50 fr pour les bons de 5000 fr.

La souscription à ces bons pourra se faire soit par versements en espèces, soit par remise, en payement, de bons à quatre ans, remboursables le 20 juillet 1927.

Les bons seront porteurs de sept coupons de 16,25 fr pour les bons de 500 fr, de 162,50 fr pour les bons de 5 000 fr, payables les 20 janvier 1928, 20 juillet 1928, 20 janvier 1929, 20 juillet 1929, 20 janvier 1930, 20 juillet 1930, 20 janvier 1931.

Les bons seront remboursables, au pair, le 20 juillet 1931.

Tramways et Eclairage de Beyrouth. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 18 juillet 1927, page 676, cette société dont le siège est à Paris, 7, boulevard de la Madeleine, va procéder à l'émission de 4 115 obligations de 500 fr chacune.

Ces obligations donnent droit à un intérêt annuel de 35 fr, net de tous impôts existant au moment de l'émission, exception faite de la taxe de transmission qui reste à la charge des obligataires. Cet intérêt est payable par semestre les 1er janvier et 1er juillet de chaque année.

Elles sont amortissables, au pair, en trente-cinq années, par tirage au sort annuel, à partir du 1er janvier 1925, conformément au tableau d'amortissement inscrit au dos des titres, avec faculté pour la société d'accélérer le remboursement de l'emprunt dès le 1er janvier 1934, et même de le rembourser en totalité à tous moments à partir de cette époque.

Electro-Exploitations. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 11 juillet 1927, page 650, cette société dont le siège est à Paris, 60, rue de Provence, va porter son capital à 3 millions de francs par l'émission de 20000 actions de priorité semblables à celles précédemment créées, à souscrire en numéraire et émises au pair.

Société anonyme électrique de Voyenne. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 4 juillet 1927, page 636, cette société dont le siège est à Voyenne (Aisne), va procéder à l'émission de 2 000 bons, d'un montant nominal de 500 fr, rapportant 10 pour 100 d'intérêt, soit 50 fr bruts par an. Ces bons seront remboursables au pair de 500 fr, en dix ans, par voie de tirage au sort.

La société se réserve la faculté de rembourser par anticipation, tout ou partie de ces bons sans préavis. Dans ce cas, la date du remboursement devra coïncider avec la date d'échéance d'un coupon.

Jusqu'au remboursement intégral du présent emprunt d'un million de francs, la société émettrice s'interdit de conférer hypothèque sur les biens et droits immobiliers qu'elle peut ou pourra posséder, ou constituer un nantissement de son fonds de commerce, au profit d'autres créanciers sans que les présents bons soient appelés à profiter des mêmes garanties et au même rang.

Les porteurs de bons seront groupés en société civile pour l'exercice de leurs droits.

Société Force et Lumière des Pyrénées. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 11 juillet 1927, page 651, cette société dont le siège est à Paris, 14, rue Roquépine, va procéder à l'émission de 20000 actions dites privilégiées et de 40000 actions dites ordinaires.

Divers. — **Production, Transport et Distribution d'Energie.** — L'assemblée ordinaire, tenue le 10 juin 1927, a approuvé les comptes clos le 31 décembre 1926, d'une durée exceptionnelle de 18 mois. Cet exercice se solde par une perte de 105056 à laquelle vient s'ajouter le report déficitaire des exercices antérieurs, soit 311 573 fr.

Société d'Electricité de Guebwiller et environs. — L'assemblée générale du 9 juillet 1927 a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927, clos le 31 mars dernier. Ils se soldent par un bénéfice net de 1 365 614,70 fr, auquel s'ajoute le report antérieur de 892 302,15 fr. Comme pour l'exercice précédent, le dividende a été fixé à 9 pour 100, absorbant 900 000 fr; il est payable dès le 15 juillet, à raison de 45 fr net au nominatif et de 39 75 fr, net au porteur contre coupon n° 26. Après dotation de 145 000 fr au fonds d'assistance et de 250 000 fr à la réserve spéciale pour éventualités diverses, il a été reporté à nouveau 962 916,85 fr.

Le bénéfice ci-dessus indiqué s'entend après amortissement de 400000 fr, affectation de 100 000 fr au fonds de renouvellement et déduction des charges statutaires.

Toutes ces répartitions comprises, les divers fonds de réserves et d'amortissements s'élèvent au total de 5 940718 45 fr.

Le capital actions est de 10 000 000 fr et la somme restant à rembourser sur les trois emprunts obligataires de 1904, 1905 et 1908 est de 677 500 fr.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

625 652. — Société dite : SOCIÉTÉ ANONYME DES ATELIERS DE SÉCHERON ; Transformateur pour la transformation de courant biphasé en courant triphasé et inversement, 1er décembre 1926.

625 579. — Société dite : SIEMENS SCHUCKERT WERKE G. m. b. H. ; Mouffle électrique de recuisson à blanc, 2 décembre 1926.

625 580. — Société dite : SIEMENS SCHUCKERT WERKE G. m. b. H. ; Procédé d'utilisation de fours électriques de recuisson à blanc, 2 décembre 1926.

625 581. — Société dite : SIEMENS SCHUCKERT WERKE G. m. b. H. ; Dispositif d'étanchéité électrique pour fours de recuisson à blanc, 2 décembre 1926.

625 596. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); Perfectionnements aux dispositifs piézoélectriques, 2 décembre 1926.

625 597. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); Perfectionnements aux systèmes téléphoniques, 2 décembre 1926.

625 601. — ROMANIN (G.); Nouveau réchauffeur électrique pour eau et autres liquides, 2 décembre 1926.

625 622. — KUBIERSCHKY (M.), Société dite : A. G. MIX ET GENEST TELEPHON U TELEGRAPHEN WERKE ; Procédé de fabrication de conducteurs ou câbles électriques isolés, 2 décembre 1926.

625 631. — Société dite : SOCIÉTÉ ANONYME CALOR ; Perfectionnements aux éléments chauffants électriques de forme cylindrique ou analogue 3 décembre 1926.

625 638. — Société dite : SIEMENS SCHUCKERT WERKE G. m. b. H. Four électrique de recuisson à blanc, 3 décembre 1926.

625 656. — MUNTYAN (A.-B.); Redresseur électrolytique, 3 décembre 1926.

625 657. — MARINO (A.); Procédé de métallisation du bois, de la cellulose comprimée, du celluloïd, de l'ébonite et de toute autre matière similaire, application dudit procédé aux hélices d'aéroplanes et produits en résultant, 3 décembre 1926.

625 668. — Société dite : CHIARELLI ET Cie ; Perfectionnements aux lampes-valves de télégraphie sans fil, 3 décembre 1926.

625 669. — Société dite : CHIARELLI ET Cie ; Détecteur automatique à cristal, 3 décembre 1926.

INDEX ÉCONOMIQUE

RELATIF A LA TARIFICATION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE POUR LE DEUXIÈME TRIMESTRE 1927 (1)

Transmis par le Ministère des Travaux publics.

DÉPARTEMENTS	HAUTE TENSION fr	BASSE TENSION fr	DÉPARTEMENTS	HAUTE TENSION fr	BASSE TENSION fr	DÉPARTEMENTS	HAUTE TENSION fr	BASSE TENSION fr
Ain	266	369	Gard	260	363	Oise	241	343
Aisne	222	325	Garonne (Haute-)	252	354	Orne	254	356
Allier	268	370	Gers	252	354	Pas-de-Calais	208	310
Alpes (Basses-)	260	363	Gironde	225	328	Puy-de-Dôme	245	347
Alpes (Hautes-)	260	363	Hérault	260	363	Pyrénées (Basses-)	225	328
Alpes-Maritimes	260	363	Ille-et-Vilaine	246	348	Pyrénées (Hautes-)	252	354
Ardèche	260	363	Indre	277	380	Pyrénées-Orientales	260	363
Ardennes	266	368	Indre-et-Loire	251	353	Rhin (Bas-)	254	357
Ariège	252	354	Isère	266	369	Rhin (Haut-)	273	376
Aube	259	361	Jura	228	330	Rhône	266	369
Aude	260	363	Landes	225	328	Saône (Haute-)	260	363
Aveyron	252	354	Loir-et-Cher	273	376	Saône-et-Loire	228	330
Belfort (Territoire de)	260	363	Loire	245	347	Sarthe	240	342
Bouches-du-Rhône	260	363	Loire (Haute-)	245	347	Savoie	266	369
Calvados	232	335	Loire-Inférieure	246	349	Savoie (Haute-)	266	369
Cantal	245	347	Loiret	273	376	Seine	259	362
Charente	229	332	Lot	252	354	Seine-Inférieure	226	328
Charente-Inférieure	225	328	Lot-et-Garonne	229	332	Seine-et-Marne	265	368
Cher	277	380	Lozère	260	363	Seine-et-Oise	259	362
Corrèze	294	396	Maine-et-Loire	251	353	Sèvres (Deux-)	223	345
Corse	319	421	Manche	231	333	Somme	208	310
Côte-d'Or	228	330	Marne	259	362	Tarn	252	354
Côtes-du-Nord	252	355	Marne (Haute-)	247	350	Tarn-et-Garonne	252	354
Creuse	294	396	Mayenne	255	358	Var	260	363
Dordogne	229	332	Meurthe-et-Moselle	251	353	Vaucluse	260	363
Doubs	260	363	Meuse	251	353	Vendée	223	325
Drôme	260	363	Morbihan	252	355	Vienne	294	396
Eure	240	342	Moselle	228	330	Vienne (Haute-)	294	396
Eure-et-Loir	254	356	Nièvre	267	369	Vosges	251	353
Finistère	252	355	Nord	208	310	Yonne	267	369

(1) Les différentes publications relatives aux années 1921, 1922, 1923, 1924, 1925 et 1926 ont été rappelées respectivement dans les notes (1) du « Bulletin R. G. E. » des 11 mars 1922, t. XI, p. 84 B; 16 juin 1923, t. XIII, p. 195 B; 8 mars 1924, t. XV, p. 79 B; 6 juin 1925, t. XVII, p. 94 B; 12 juin 1926, t. XIX, p. 190 B et 14 mai 1927, t. XXI, p. 162 B. L'index relatif au premier trimestre 1927 a été publié dans ce dernier numéro, p. 162 B.

Rappelons que les prix des charbons servant de base pour le calcul des coefficients sont publiés à la rubrique « combustibles » des informations (voir dans ce numéro, p. 51 B) et que la manière d'utiliser ces nombres pour le calcul du prix maximum de vente de l'énergie électrique a été exposée en détail dans les circulaires du ministre des Travaux publics, du 24 novembre 1919, reproduites dans le numéro de la « Revue générale de l'Electricité » du 10 janvier 1920, t. VII, p. 70 et 71. Voir aussi les notes explicatives publiées dans les numéros de la « Revue générale de l'Electricité » des 2 juillet 1921, t. X, p. 2 et 11 avril 1925, t. XVII, p. 583.

625 674. — Société dite : The British Lighting and Ignition Co Ltd; Perfectionnements aux magnétos d'allumage pour moteurs à combustion interne, 3 décembre 1926.

625 680. — de Gialluly (M.); Montage perfectionné des postes récepteurs de télégraphie sans fil à lampes, 3 décembre 1926.

625 694. — Blathy (O.-T.); Dispositif de protection pour bobines plates de rotor, 4 décembre 1926.

625 696. — Mercier (L.), Borgne (V.); Dispositif électromécanique pour l'allumage automatique de lampes à une heure prédéterminée, 4 décembre 1926.

625 697. — Société dite : Siemens Elektrowarme g. m. b. h.; Four de recuisson à blanc, 4 décembre 1926.

625 739. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Transformateur d'intensité logé dans un isolateur de traversée pour haute tension, 9 décembre 1926.

625 745. — Société d'Entreprises électriques Baumgarten et Cie; Armatures d'éclairage avec interrupteur automatique, 6 décembre 1926.

625 748. — Beckmann (J.); Armature protectrice garantissant les lampes à incandescence électrique des dangers d' explosion, 6 décembre 1926.

625 753. — Société dite : The British Lighting and Ignition Co Ltd; Perfectionnements aux dispositifs interrupteurs pour circuits électriques, 6 décembre 1926.

625 765. — Martin (H.); Procédé pour obtenir le vide ou le remplissage en gaz inerte des ampoules de lampes électriques et appareils réalisant ledit procédé, 7 décembre 1926.

625 770. — Société dite : Compagnie pour la Fabrication de Compteurs et Matériel d'Usines a gaz; Dispositifs de protection différentielle des machines électriques et transformateurs, 7 décembre 1926.

625 772. — Société dite : Siemens Schuckert Werke g. m. b. h.; Interrupteur rapide, 7 décembre 1926.

625 776. — Société dite : Compagnie Electro-Thermique; Perfectionnements aux condensateurs pour haute tension, 7 décembre 1926.

625 783. — Favre-Bulle (M.-P.); Perfectionnements aux horloges électriques, 7 décembre 1926.

625 785. — Société dite : Thermo Path Co Ltd et M. van der Meersch (A.-E.-M.); Perfectionnements aux dispositifs de chauffage électrique, 7 décembre 1926.

32 128/617 411. — Mury (O.), Pelet (M.), Société d'Entreprises et d'Exploitations Ateliers d'Arlod; 1er cert. d'add. au brevet pris le 11 juin 1926, pour épurateur électrique, 9 août 1926.

32 129/595 909. — Société dite : Compagnie générale de Signalisation; 1er cert. d'add. au brevet pris le 28 mars 1925, pour perfectionnements dans les dispositifs redresseurs de courants, 9 août 1926.

32 130/614 980. — de Pistoye (H.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 23 avril 1926, pour perfectionnements apportés aux machines électriques à courant alternatif compensées, 9 août 1926.

32 131/601 738. — Joffé (A.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 7 août 1925, pour procédé d'utilisation du phénomène de polarisation sur les substances diélectriques lors du passage du courant, 10 août 1926.

31 141/616 379. — Société Edwin-L. Wiegand Co; 1er cert. d'add. au brevet pris le 19 mai 1926, pour perfectionnements aux dispositifs de chauffage électrique, 18 août 1926.

32 146/608 363. — Renaud (C.-A.); 2e cert. d'add. au brevet pris le 24 décembre 1925, pour appareil amplificateur pour réception, en téléphonie et télégraphie sans fil, par poste à galène, 24 août 1926.

32 160/610 883. — Société pour l'Exploitation des Brevets et Procédés Marcel Fichter; 1er cert. d'add. au brevet pris le 12 février 1926, pour dispositif d'obturation pour stroboscope portatif et en particulier pour stroboscope destiné à l'étalonnage des compteurs d'électricité, 20 juillet 1926.

EXTRAITS DE LA SÉRIE DES PRIX

DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DES ARCHITECTES

Communiqués par le Syndicat général de la Construction électrique.

Coefficients à appliquer sur les prix de la série du 15 octobre 1924 pour les travaux exécutés à partir du :	1er janvier 1926		1er avril 1926		15 mai 1926		1er août 1926	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Conducteurs électriques : Fils et câbles sous plomb :								
Lumière : 3e et 6e colonnes des nos 58 à 98 et 111 à 121	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Sonnerie : nos 27(1) à 27(11) et 29(1) à 29(11)	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Conducteurs électriques : Fils et câbles autres que sous plomb : Lumière et sonnerie	1,38	1,46			1,50	1,60	1,66	1,79
Coefficient s'appliquant à l'ensemble des autres articles de la série.	1,28	1,27	1,23	1,30	1,25	1,33	1,33	1,42
Ouvrages ne comportant que de la main-d'œuvre	1,19	1,26			1,27	1,35	1,27	1,35

Coefficients à appliquer sur les prix de la série 1926 pour les travaux exécutés à partir du :	15 oct. 1926	1er nov. 1926	1er déc. 1926	1er janv. 1927	1er fév. 1927	1er mars 1927
Conducteurs électriques autres que sous plomb	1,10	1,02	1,02	1,02	0,85	0,79
Id. sous plomb :						
Lumière : nos 68 à 108 et 122 à 132 (3e et 6e colonnes)	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Sonnerie : nos 29 et 30	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Appareillage :						
Gros appareillage : nos 180 à 201 et 377 à 430	1,27	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
Appareillage de branchement : nos 202 à 212 et 320 à 323	1,31	1,41	1,41	1,34	1,26	1,26
Autres articles de la série	1,21	1,23	1,20	1,20	1,15	1,15
Articles ne comportant que de la main-d'œuvre	1,07	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17

Prix de l'heure à partir du :	1er janvier 1926		15 mai 1926			1er novembre 1926	
	élémentaires	de règlement	élémentaires	de règlement (1)	de règlement (2)	élémentaires	de règlement
Heure d'ouvrier téléphoniste, monteur ajusteur	4 fr	5,90 fr	4,25 fr	6,25 fr	6,60 fr	4,75 fr	7,40 fr
Id d'ouvrier électricien poseur	3,75	5,50	4	5,90	6,25	4,25	6,60
Id d'aide électricien poseur	3,25	4,80	3,50	5,15	5,45	3,75	5,85

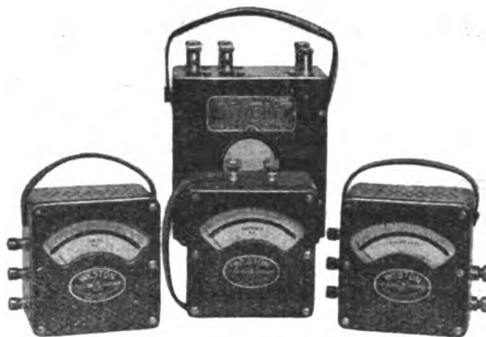
(1) Les coefficients de la colonne (1) s'appliquent aux travaux traités avant le 1er janvier 1926.
(2) Les coefficients de la colonne (2) s'appliquent aux travaux traités après le 1er janvier 1926.

LABORATOIRE

(Instruments étalons)

Pile " WESTON", Résistance, Inductance et Capacité :

Ampèremètres, Voltmètres, Watt mètres, Microfaradmètres, Mégohmvoltmètres, Pyromillivoltmètres, Galvanomètres, Potentiomètres, Transformateurs, Instruments pour mesures sous haute fréquence et pour mesures d'électrolyse.



Ampèremètre - Voltmètre - Wattmètre Transformateur " WESTON "

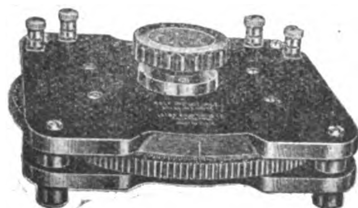
CONTROLE

(Instruments de haute précision) :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres (mono et polyphasés, et pour bas facteur de puissance), Fréquencemètres, Phasemètres, Ponts de self inductance et de capacité, Ponts de résistance (Wheatstone, Thomson, Kelvin et Kohlrausch), Boites de résistance, Inductomètres et Condensateurs, Transformateurs.



Acidimètre " LEEDS et NORTHRUP "



Inductomètre " LEEDS et NORTHRUP "



Galvanomètre " WESTON " modèle 440

INDUSTRIE

(Instruments de mesures portatifs et de tableau)

Fluxmètre, Perméamètre, Luxmètre, Salinomètre, Acidimètre, Photomètre, Interférencemètre, Oscillateur, Générateur de haute fréquence.

ÉQUIPEMENTS

pour la mesure de la conductibilité des électrolytes, les essais magnétiques, la mesure de la résistance électrique des huiles, les essais des transformateurs, la recherche des défauts dans les câbles, et la mesure des résistances d'isolement, la mesure du Ph, les essais à sec des câbles, l'étalonnage des couples thermoélectriques, le contrôle automatique de la combustion, l'enregistrement de la lumière du jour.

ENREGISTREURS

de mesures électriques, de CO et de CO^2, de pression et de vide, de température, de la hauteur des liquides, du niveau de l'eau des chaudières, d'humidité, de mouvement et de temps, d'indication de mesures à longue distance.

MESURE DES TEMPÉRATURES

Pyromètres-potentiomètres indicateurs, (portatifs et de tableau) et enregistreurs jusqu'à 16 directions, Pyromètres à résistances, Pyromètres optiques, Pyromètre pour la mesure des températures des gaz, de l'échauffement des machines électriques, des transformateurs et des câbles.

FOURS ELECTRIQUES

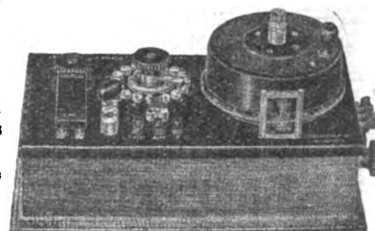
(Fonte de métaux, Trempe, Cémentation, Revenu).

AUTRES APPAREILS

Transformateurs, Compte-tours, Tachymètres, Ohmmètres, Pont pour la mesure des terres, Compteurs électrolytiques.



Testing Set " LEEDS et NORTHRUP "



Potentiomètre type K " LEEDS et NORTHRUP "



Wattmètre " WESTON " modèle 310

Adresse télégraphique : **MECIVOCEM**

M.E.C.I.

Téléphone : **PROVENCE 24-01 — 24-02**

2, rue du Faubourg Poissonnière, PARIS (Xe)

RÉPARATION DE TOUS INSTRUMENTS DE MESURES ÉLECTRIQUES

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 30 juillet 1927	PRIX samedi 6 août 1927	PRIX différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	76 fr	76 fr	0
Id U id	100 kg	81	81	0
Cornières	100 kg	79	79	0
Larges plats	100 kg	97	97	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	manque	17 3/8 d	
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	597	566	— 31
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	801,75	817,50	+ 15,75
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 025	1 041	+ 16
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	1 020	1 036	+ 16
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 025	1 041	+ 16
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 568	1 584	+ 16
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 742	6 758	+ 16
*Ébonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 935	4 040	+ 105
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	460	manque	
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	532,50	532,50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
{ pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { épaisseur 7/100 mm	le mètre	5	5	0
{ Id 10/100 mm	linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	347	343	— 4
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	325	325	0
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		220	220	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	418,50	412	— 6,50
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

NOTA. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 30 juillet 1927	samedi 6 août 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	164	164	0

COEFFICIENTS DE VARIATION DE PRIX

APPLICABLES A L'APPAREILLAGE ET AU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établis par le Syndicat des Constructeurs d'Appareillage et de Matériel électrique.

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 6 juin 1926

1° Matériel pour haute tension 1,25

2° Gros appareillage pour basse tension 1,30

3° Petit appareillage pour basse tension { a) Appareils contenant plus de 50 pour 100 de cuivre 1,10

{ b) Appareils contenant moins de 50 pour 100 de cuivre 1,15

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 1er mars 1926

4° Matériel de branchement utilisé par la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité 1,30

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Programme des séances de la Semaine de Discussions de la Société française des Electriciens. — Ainsi qu'il est indiqué dans une autre partie de ce numéro, la Société française des Electriciens tiendra, du 25 au 30 octobre 1927, une série de séances dans lesquelles seront discutées les principales questions qui ont déjà été étudiées et discutées par les sections techniques de la société. Voici le programme de ces séances, qui auront lieu dans la salle du rez-de-chaussée de l'hôtel de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 44, rue de Rennes, à Paris (6e).

Lundi 24 octobre (14 h 15 et 20 h 30). — Séance d'ouverture; allocution de M. Fabry, président de la Société française des Electriciens.

Discussion des rapports présentés à la 1re Section (*Production et utilisation mécanique de l'électricité*); président, M. P. Girault, ingénieur à la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.

L'échauffement des machines électriques : étude analytique, par M. E. Roth; étude technique, par M. P. Girault.

Etude sur les conditions de fonctionnement d'une génératrice asynchrone isolée de tout réseau d'alimentation et de toute génératrice synchrone, par M. Langlois.

La forme d'onde de la tension en charge dans les alternateurs, par M. Ricalens.

Mardi 25 octobre (14 h 15 et 20 h 30). — Fin de la discussion des rapports de la 1re Section.

Discussion des rapports présentés par la 2e Section (*Eclairage*); président : M. M. Leblanc, directeur de la Société anonyme Hewittic.

Le pouvoir réflecteur des divers matériaux, par M. Waguet.

Eventuellement, discussion sur les appareils de chauffage, par M. Sartre.

Mercredi 26 octobre (14 h 15 et 20 h 30). — Discussion des rapports présentés par la 3e Section (*Electrochimie, électrométallurgie, piles, accumulateurs*); président : M. Chaumat, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Les fours à induction, par M. Bunet.

L'arc électrique de soudure, le matériel électrique utilisé pour son alimentation et les applications de la soudure électrique à l'arc, par M. Brillie.

La soudure électrique, par M. Languepin.

Systèmes de réglage des fours électriques à résistance et à arcs, par M. Mathieu.

Jeudi 27 octobre (14 h 15 et 20 h 30). — Discussion des rapports présentés à la 4e Section (*Canalisation, distribution générale, traction*); président : M. Péridier, directeur de la Société des Transports en commun de la Région toulousaine.

Le problème de la sécurité dans les chemins de fer, par M. Lemonnier.

La signalisation et le contrôle automatique des trains sur les réseaux d'intérêt général et sur les métropolitains, par MM. Courel et Laloy.

La signalisation automatique sur les réseaux américains, par M. Tuja.

Les procédés modernes de récupération en traction électrique, par MM. Guéry, Della Riccia et Pestarini.

Comparaison du courant continu et du courant alternatif, par M. Mathivet.

Le calcul des pylônes, par M. Lavanchy.

Vendredi 28 octobre (14 h 15 et 20 h 30). — Discussion des rapports présentés par la 5e Section (*Télégraphie, téléphonie*); président : M. Bethenod, ingénieur-conseil.

L'état actuel des câbles téléphoniques à grande distance, par MM. Julia et Lange.

Les haut-parleurs, par M. Le Corbeillier.

Les horloges électriques, par M. Gosselin.

La téléphonie optique à grande vitesse (Expériences), par M. Fournier.

Samedi 29 octobre (14 h 15). — Discussion des rapports présentés par la 6e Section (*Recherches physiques, physiologie, appareils de mesure*); président : M. Liénard, sous-directeur de l'Ecole nationale supérieure des Mines.

Echauffements et essais de vieillissement des fils et câbles sous caoutchouc, par M. Lemenand.

Résumé des discussions de la Conférence des grands Réseaux électriques à haute Tension sur les câbles pour haute tension, par M. de la Gorce.

Erreurs introduites par les transformateurs de mesure dans la mesure d'une puissance (et d'une énergie), par M. Illiovici.

Exportations et importations de matériel électrique de la Grande-Bretagne en juin 1927. — De même qu'au cours du mois de mai, ainsi que nous l'avons

signalé dans notre « Bulletin R. G. E. » du 6 août 1927, p. 41 B, la balance commerciale concernant le matériel électrique en Grande-Bretagne est favorable; il y a eu, en effet, en valeur, augmentation des exportations et diminution des importations.

L'augmentation des exportations, d'un mois sur l'autre, s'élève à 32 777 livres sterling. Par rapport au mois de juin 1926, elles sont supérieures pour une valeur de 411 721 livres et pour les six premiers mois de l'année 1927, pour une valeur de 1 390 068 livres par rapport à la même période de l'année 1926.

Les importations sont en diminution de 13 422 livres sterling en juin 1927 par rapport à celles du mois de mai. Comparées à celles de juin 1926, leur valeur est supérieure, pour 15 854 livres et, pour l'ensemble des six premiers mois, il y a supériorité de 427 280 livres en 1927 par rapport à 1926.

Les réexportations sont en diminution en juin par rapport à mai, pour une valeur de 1 936 livres. D'une année sur l'autre, pour le même mois de juin, il y a augmentation en juin 1927, pour une valeur de 927 livres ; pour les six premiers mois, il y a une diminution de 5 417 livres en 1927 par rapport à 1926.

Le tableau ci-dessous donne le détail, pour les diverses rubriques de marchandises, de la valeur des exportations, importations et réexportations, pendant le mois de juin 1927,

	EXPORTATIONS livres sterling	IMPORTATIONS livres sterling	RÉEXPORTATIONS livres sterling
1. Marchandises et appareils électriques non dénommés......	202 622	93 020	2 475
2. Câbles et conducteurs isolés........	229 344	61 051	1 047
3. Lampes à incandescence........	64 510	23 912	206
4. Lampes à arc et accessoires........	1 435	2 418	173
5. Piles et accumulateurs........	111 474	46 623	260
6. Compteurs et instruments de mesure........	30 448	29 374	201
7. Charbons........	1 459	7 098	58
8. Machines électriques (non énumérées)........	291 988	139 823	8 058
9. Moteurs de traction........	36 706		
10. Autres moteurs et générateurs........	206 914		
11. Tableaux de distribution........	5 344	45	
12. Câbles et fils télégraphiques et téléphoniques........	108 555	12 561	32
13. Câbles télégraphiques et téléphoniques sous-marins........	16 266		
14. Instruments et appareils télégraphiques et téléphoniques...	278 443	35 993	3 444
Totaux........	1 585 508	451 918	15 854

INFORMATIONS

Industrie électrique. — ARRÊTÉ CONCERNANT LES PLAQUES DE SÉCURITÉ A APPOSER SUR LES OUVRAGES DE DISTRIBUTION OU DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — Dans notre numéro du 12 février 1927, nous signalions, p. 52 B, un décret, en date du 23 janvier 1927, prescrivant l'apposition d'affiches relatives aux secours à donner aux victimes d'un contact avec les conducteurs électriques.

Dans le même ordre d'idées, nous avons à signaler aujourd'hui un arrêté, en date du 30 juin 1927 et publié au « Journal officiel » du 28 juillet, p. 7802, ayant pour titre : « Arrêté fixant les caractéristiques générales des plaques de sécurité à apposer sur les supports des ouvrages de distribution ou de transport d'énergie électrique ».

Cet arrêté concerne les plaques visées aux articles 45 et 63 de l'arrêté interministériel du 30 avril 1927 (publié dans le « Journal officiel » du 23 juillet 1927, p. 7634 à 7652) ; il indique les dimensions de ces plaques. Nous renvoyons le lecteur au « Journal officiel » pour les détails.

AUTORISATIONS PROVISOIRES ACCORDÉES POUR L'ÉTABLISSEMENT DE LIGNES ÉLECTRIQUES. — *Cher, Indre.* — La Société Production, Transport et Distribution d'Energie a obtenu l'autorisation d'installer une ligne électrique à 10 000 v entre la sous-station du chemin de fer de Paris à Orléans à Villement, près d'Issoudun, et la ville de Lignières.

Gironde. — La Société Energie électrique du Sud-Ouest, 5, avenue du Coq, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir des dérivations à 13 000 v, destinées à alimenter le réseau de distribution publique d'énergie électrique de la commune du Teich.

Nord. — La Compagnie électrique du Nord, 22, rue de l'Abbaye-des-Prés, à Douai, a obtenu l'autorisation d'établir une ligne électrique aérienne à la tension de 15 000 v, de Pinon à Brancourt, destinée à l'alimentation du Syndicat de communes de Bassoles-Aulers.

Seine-et-Oise. — La Société Nord-Lumière (Le Triphasé), 4, rue de Vienne, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir :

1° Des canalisations souterraines à la tension de 5 500 v, courant triphasé, dans la commune de Montlignon ;

2° Une canalisation souterraine à la tension de 15 000 v, courant triphasé, destinée à l'alimentation des postes de transformation communaux de Blanc-Mesnil ;

3° Branchement souterrain à haute tension du poste Verdier (commune de Nanteuil) au poste Cornillon (commune de Melun).

La Compagnie Ouest-Lumière, 3, quai National, à Puteaux, a obtenu l'autorisation d'établir une canalisation aérienne d'énergie électrique à la tension de 15 000 v, à Gazeran.

Vienne (Haute-). — La Compagnie d'Electricité de Limoges a obtenu l'autorisation de construire une ligne à la tension de 20 000 v, de Charroux (commune de Bosmie) à Nexon.

ELECTRIFICATION DES TRAMWAYS URBAINS ET DES TRAMWAYS SUBURBAINS DE MULHOUSE. — Par une loi, en date du 24 juillet 1927 et publiée au « Journal officiel » du 30 juillet, sont déclarés d'utilité publique les travaux à exécuter : 1° pour l'électrification et la modification du réseau des tramways urbains de Mulhouse et des tramways de Mulhouse à Ensisheim et à Wittenheim ; 2° pour l'établissement des voies ferrées d'intérêt local ci-après : *a*) prolongement jusqu'à Ensisheim de la ligne de Mulhouse à Wittenheim ;

le Ferro se meurt!

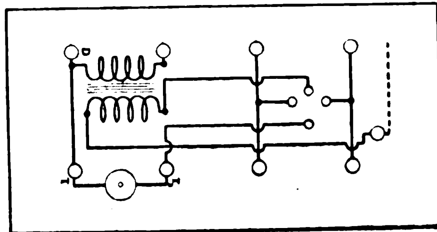
remplacé par

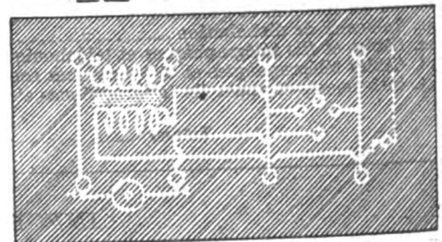
"l'Ozalid"

le nouveau papier **POSITIF** à traits marrons noirs sur fond blanc.

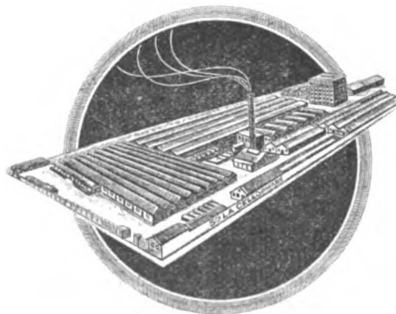
COMPAREZ

L'OZALID ...avec... LE FERRO





L'OZALID	LE FERRO
POSITIF	**NÉGATIF**
Sans lavage ni séchage (une simple exposition aux vapeurs d'ammoniaque)	Lavage... puis séchage! ...que de temps perdu!!!
pas de retrait	retrait, cotes fausses
image fidèle et précise de l'original	image fausse et floue de l'original
FIXITÉ ABSOLUE permet corrections, annotations et lavis	PASSE à la LUMIÈRE Lavis, annotations, corrections impossibles
dix minutes pour obtenir une épreuve parfaite	**une heure** de séchage pour obtenir une épreuve imparfaite



VENTE AU DÉTAIL
S^té LA CELLOPHANE
DÉPARTEMENT OZALID
58 bis, Rue de la Chaussée-d'Antin 58 bis
PARIS
TÉLÉPH. TRUDAINE 63-13

VENTE EN GROS
S^té LA CELLOPHANE
DÉPARTEMENT OZALID
BEZONS (S.-&-O.)
TÉLÉPH. WAGRAM 98.68

b) prolongement jusqu'à Lutterbach de la ligne de la gare de Mulhouse à Dornach ; *c*) prolongement jusqu'à Riedisheim de la ligne de la rue de Galfingen à la gare de Mulhouse ; *d*) prolongement jusqu'aux cimetières de Mulhouse de la ligne de la gare de Mulhouse à Brunstatt.

Pour l'exécution de ces travaux il est accordé par l'Etat une subvention de 4 829 000 fr, dont 3 275 000 fr pour les travaux d'électrification et 1 554 000 fr pour les travaux neufs.

A la suite de la loi sont publiés, pages 7 900 à 7 909, la convention passée le 26 avril 1926 entre le préfet du Haut-Rhin et l'administrateur-délégué de la Société des Tramways de Mulhouse, ainsi qu'un extrait du cahier des charges réglementant l'exécution des travaux et l'exploitation du réseau.

Combustibles. — LA PRODUCTION DES HOUILLÈRES FRANÇAISES PENDANT LE MOIS DE JUIN 1927. — Les houillères françaises ont réalisé, pendant le mois de juin 1927, une production de 4 317 426 t pour 25 jours de travail, au lieu de 4 377 424 t en mai, pour 25 jours de travail également (Voir *Bulletin R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 19 B).

La production journalière moyenne et le personnel occupé marquent une nouvelle régression par rapport aux premiers mois de l'année :

	Production journalière moyenne, en tonnes.	Personnel occupé.
Année 1913	136 147	203 298
Janvier 1923	121 064	242 566
Janvier 1924	144 680	286 804
Janvier 1925	160 445	311 991
Janvier 1926	170 048	315 204
Janvier 1927	185 179	333 151
Juin 1927	172 697	324 965

Dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais la production journalière moyenne de 108 648 t est en excédent de 17 351 t sur le niveau de 1913.

Dans le Centre et le Midi, la production de 46 505 t par jour de travail est en gain de 1 655 t sur le chiffre de 1913.

Ainsi l'ensemble des mines situées dans les anciennes frontières a fourni, avec 155 153 t, une extraction journalière en progrès de 19 006 t, soit 13,9 pour 100, sur la situation d'avant-guerre.

Les houillères lorraines ont, en outre, apporté un contingent supplémentaire de 17 544 t par journée de travail.

La production de coke métallurgique dans les cokeries des houillères françaises s'est élevée, pendant le mois de juin, à 336 029 t, dépassant de 90 000 t le chiffre moyen de 1913.

Métallurgie. — LA PRODUCTION D'ACIER EN ALLEMAGNE PENDANT LE PREMIER SEMESTRE DE 1926 ET LE PREMIER SEMESTRE DE 1927. — Cette production est indiquée dans le tableau suivant :

	1er semestre 1927 tonnes	1er semestre 1926 tonnes
Acier Thomas	3 348 619	2 357 796
Id. Bessemer	315	133
Id. Martin basique	4 288 569	2 766 350
Id. Martin acide	85 570	48 838
Id. au creuset et électrique	68 246	38 933
Id. soudé	21 795	9 841
Id. moulé basique	87 467	54 336
Id. moulé acide	45 929	29 301
Id. moulé au creuset	6 538	4 535
	7 953 048	5 300 063

L'augmentation pour le premier semestre de 1927 est donc d'environ 2 653 000 t, soit de 50 pour 100 de la production du 1er semestre de 1926.

Cet accroissement de la production paraît devoir se continuer, car la production de juin 1927 a atteint 1 327 976 t, alors qu'en juin 1926 elle n'était que de 976 095 t, dépassant par conséquent cette dernière d'environ 351 900 t.

Télégraphie. Téléphonie. — SUBVENTIONS DE L'ETAT TENDANT A DÉVELOPPER LA RADIODIFFUSION. — Le « Journal officiel » du 30 juillet 1927 publie, page 7899, une loi, en date du 27 juillet, dont le titre est : Loi tendant à faciliter par des subventions la création et le fonctionnement des postes émetteurs et récepteurs de radiodiffusion destinés à la vulgarisation des connaissances utiles à l'agriculture ou à la propagande agricole.

Le montant des subventions qui pourront être accordées chaque année par le ministre de l'Agriculture est fixé à 500 000 francs.

Economie industrielle et sociale. — MODIFICATION DE LA LOI DU 9 AVRIL 1898 SUR LES ACCIDENTS DU TRAVAIL. — Dès 1922, il est apparu que la loi sur les accidents du travail encore actuellement en vigueur, ne correspondait plus sur certains points aux nécessités actuelles ; c'est pourquoi divers projets de loi ont été déposés depuis cette époque pour apporter à la loi du 9 avril 1898 les modifications jugées indispensables.

La Chambre se trouve actuellement en présence de huit projets ou propositions de loi qui ont fait l'objet d'un rapport que nous avons déjà mentionné dans notre numéro du 18 décembre 1926, p. 195 B ainsi que dans celui du 12 février 1927, p. 54 B.

Dans sa séance du 12 juillet 1927, la Chambre a poursuivi la discussion générale de la question, dont la suite a être dû renvoyée à une prochaine séance.

Certains projets envisagent une refonte complète de la loi de 1898 ; d'autres se contentent de la modifier et de la compléter. Les questions principales qui donnent lieu à des protestations de la part des commerçants et industriels, parce qu'elles tendent à augmenter leurs charges, sont :

1° L'abandon partiel du forfait partageant par moitié la responsabilité entre le travailleur et l'employeur en cas d'incertitude sur la cause de l'accident ; les nouvelles dispositions augmenteraient la part de l'employeur, et dans certains cas, comme l'incapacité permanente absolue, ou une incapacité temporaire de plus de trois mois, la totalité de la réparation serait à la charge du patron.

2° La suppression du délai de carence de cinq jours pendant lequel il n'était payé aucune indemnité si l'incapacité n'avait pas une durée supérieure. Comme mesures de compensation, sont prévues la répression des abus de certains cabinets médicaux exploitant abusivement les accidents du travail, ainsi que des dispositions spéciales concernant les petits accidents qui se produisent la veille des jours fériés.

3° La participation de l'Etat à la réparation lorsque le taux de l'incapacité de travail dépasse 50 pour 100.

Outre ces dispositions, il y a lieu de noter l'extension du bénéfice de la loi à tous les travailleurs intellectuels, le règlement des frais médicaux et pharmaceutiques, le régime des jeunes ouvriers et apprentis.

En ce qui concerne l'augmentation du taux des primes que les compagnies d'assurances ne manqueront pas de demander, la Chambre semble attendre un effet modérateur de l'existence de nombreuses sociétés mutuelles et de la Caisse nationale d'assurance.

Les conflits du travail en Belgique en 1926. — Au cours de l'année 1926, on a enregistré en Belgique 137 grèves et 3 lock-out. Le nombre des entreprises atteintes par les grèves, non compris celles atteintes par la grève des dockers d'Anvers en juillet, s'est élevé à 494; celui des ouvriers atteints a été de 74 810, dont 69 912 grévistes et 4 898 chômeurs forcés. Les 3 lock-out ont atteint 442 entreprises et 7 456 ouvriers.

Sur les 137 grèves, 94 ont pour origine des revendications relatives aux salaires et ont englobé 58 819 grévistes, 16, des protestations contre le renvoi d'ouvriers, 12, l'organisation du travail.

41 grèves et 1 lock-out se sont terminés en faveur des ouvriers, 52 grèves en faveur des patrons, 43 grèves et 1 lock-out par une transaction. Si l'on tient compte du nombre des ouvriers on trouve que sur 1 000 grévistes, 194 ont été impliqués dans des grèves terminées en faveur des ouvriers; 166, dans des grèves terminées en faveur des patrons; 640, dans des grèves terminées par une transaction.

Enseignement. — **Conservatoire national des Arts et Métiers : enseignement préparatoire de mathématiques.** — L'enseignement préparatoire de mathématiques, créé cette année au Conservatoire national des Arts et Métiers, comporte 20 leçons et commencera le mardi 13 septembre 1927. Il aura lieu dans l'Amphithéâtre A, les mardis, jeudis et samedis, de 19 h 30 à 21 heures.

Cet enseignement est public et gratuit. Il est destiné à faciliter aux jeunes gens l'accès des cours du Conservatoire et comprend des interrogations et des exercices à traiter par écrit.

Un certificat sera délivré, à la suite d'un examen justifiant de connaissances suffisantes, aux élèves qui en feront la demande et qui se seront fait inscrire, à cet effet, avant le 13 septembre, à la Direction du Conservatoire.

Institut technique de Normandie. — A la suite des examens qui viennent de se terminer à la Faculté des Sciences de Caen, les 60 élèves dont les noms suivent ont obtenu le diplôme d'ingénieur-électromécanicien, diplôme de sortie de l'Institut technique de Normandie,

1 à 10. — MM. Piel, Berthaume, Nechcowitch, Dubaillay, Lecoq, Siniaver, Vincent, Dehtear, Aronovici, Englesos.

11 à 20. — MM. Fleury, Ilinski, Alexeeff (M.), Vilderman, Alexeeff (G.), Defranoux, Voronovsky, Goldberg, Weschler, Origer.

21 à 30. — MM. Potapoff, Thoeodoroff, Worner, Vallée, Rudov, Bielous, Oppenheim, Finkiel, Segalis, Treibici.

31 à 40. — MM. Becker (L.), Cuperman, Cimkin, Alistar, Gorkovoi, Riegel, Gorinstein, Stoicoff, Zboroski, Averbuh.

41 à 50. — MM. Kotujanski, Palets, Tuleff, Klimovitski, Madjarski, Selikson, Janijewski, Wassilieff, Shimkin, Perevoski.

51 à 60. — MM. Budechtski, Pintchouk, Stock, Marinesco, Baum, Tarassoff, Yardeny, Stoyanoff, Klingmanas, Grinblat.

Institut électrotechnique et de Mécanique appliquée de Toulouse. — Les élèves, dont les noms suivent, ont obtenu le diplôme d'ingénieur-électricien, de l'Institut électrotechnique de Toulouse, à la session de juillet 1927 :

1 à 10. — MM. Pérodeau, Remenieras, Braude, Piquemal, Schleyer, Lafore, Kouchelevitch, Tempel, Lysy, Féron.

11 à 20. — MM. Gouzy, Berlin, Kwasniewski, Cathala (P.), Lurie, Reglat, Faury, Midler, Tencer, Szrajer.

21 à 30. — MM. Arripe, Mickun, Cathala (G.), Poujol, Schnitzer, Ginane, Tinel, Blajmas, Bessière, Mejecaze.

31 à 40. — MM. Piorko, Strassner, Averous, Kartchewcki, Pupko, Moussie, Ducourneau, Louchard, Schwarz, Perkal.

41 à 50. — MM. Laroche, Salles, Chousterman, Gaillard, Teyssières, Marmor, Hontang, Bacaleinic, Birstein, Conte.

51 à 60. — MM. Bialostocki, Cavignac, Cartery, Binsztok, Camy, Parvan, Ramond, Bournery, Duffaut, Gruner.

61 à 70. — MM. Szarasz, Semoff, Vaunac, Ginieys, de Puymorin, Szmied, Kamieniecki, Curutchet, Grunfeld, Dusnickis.

71 à 80. — MM. Laval, Fainchtein, Repp, Birman, Lerner, Tejtelbaum, Chardak, Legrand, Taleikinski, Girard.

81 à 92. — Viallard, Szenic, Bégon, Alsaid, Lescure, Karuza, Martin, Pelta, Gelber, Dziatlik, Wajsberg, Dziwitecki.

Le diplôme d'ingénieur mécanicien pour la session de juin 1927 a été décerné aux élèves dont les noms suivent :

1 à 10. — MM. Wajnsztejn, Ksiazkiewicz, Stypulkowski, Czewinski, Zajaczkowski, Liberman, Adamowicz, Grabinski, Margolis, Karlsbad.

11 à 22. — MM. Krzyzanowski, Miednik, Kronenberg, Skrzetuski, Fortuna, Gajewski, Elpern, Lowki, Wolk Laniewski, Govedaritza, Broyek, Covassi.

Décret portant réorganisation du baccalauréat secondaire. — La réorganisation des études secondaires prescrite par le décret du 13 mai 1925 et l'arrêté du 3 juin 1925 entraînait des modifications dans le régime des épreuves du baccalauréat. Ces modifications sont l'objet d'un récent décret, en date du 7 août 1927 et publié au « Journal officiel » du 12 août, pages 8 651 à 8 654.

D'après le rapport qui précède le texte du décret, un des caractères de ces modifications est l'équilibre qu'elles réalisent entre les différentes séries de la première partie du baccalauréat. Toutes comportent quatre épreuves écrites; l'une est une composition française; la seconde est une version latine pour la série A et la série A' et une épreuve de langue vivante étrangère pour la série B; la troisième est une version grecque pour la série A et une épreuve de langue étrangère pour la série A' et la série B; la quatrième est une composition de mathématique et une composition de physique pour chacune des trois séries. Le nombre des épreuves orales est également le même, huit, pour les trois séries.

Pour les deux séries de la seconde partie, qui s'adressent à des candidats déjà spécialisés, on s'est inspiré du régime actuel du baccalauréat, on a laissé à la série philosophie son caractère littéraire sans sacrifier toutefois la formation scientifique et à la série mathématique son rôle prééminent de préparation aux études scientifiques.

Réunions. Congrès. — **Congrès international de Fonderie.** — Du 6 au 10 septembre 1926 se tiendra, à Paris, au Parc des Expositions, près la porte de Versailles, l'Exposition de Fonderie. A cette occasion, l'Association technique de Fonderie a organisé un congrès international dont la séance d'ouverture aura lieu le mercredi 7 septembre et la séance de clôture le samedi 10 septembre.

Les quatre matinées du 7 au 10 septembre seront consacrées aux discussions techniques; les après-midi, à des visites, notamment de l'Ecole de Fonderie, des laboratoires de cet établissement, des laboratoires de l'Ecole nationale d'Arts et Métiers de Paris. Après le congrès, du lundi 12 au mercredi 16 septembre, aura lieu un voyage dans le nord de la France, au cours duquel seront faites de nombreuses visites d'usines de la région.

Troisième Congrès international de la Presse technique. — En 1925 a eu lieu, à Paris, le premier Congrès international de la Presse technique; le second s'est tenu à Rome en septembre 1926; le troisième aura lieu à Berlin du 26 au 30 septembre 1927.

Cette réunion se tiendra sous la présidence d'honneur du ministre allemand de l'Economie nationale, Dr Curtius. Elle s'ouvrira par une réception des participants au congrès, allemands et étrangers, dans la maison de la Section de la presse du gouvernement de l'Empire.

Parmi les questions portées à l'ordre du jour du congrès, citons les suivantes :

La presse technique, la Société des Nations et la Conférence économique internationale; la création d'offices d'information des sections de la Fédération internationale de la Presse technique; le droit international d'auteur et d'éditeur de la presse technique.

Dans le monde technique. — **Promotions et nominations dans l'Ordre national de la Légion d'honneur.** — Par décret en date du 7 août 1927, rendu sur le rapport du ministre des Travaux publics et publié au « Journal officiel » du 19 août, pages 8 837 et 8 838, ont été promus ou nommés dans l'Ordre national de la Légion d'honneur :

A la dignité de grand officier :

M. Le Châtelier (Henry-Louis), inspecteur général des mines en retraite. Membre de l'Institut. Membre de la Commission des Recherches scientifiques et de la Commission des Chaux et Ciments au Ministère des Travaux publics. Commandeur du 12 juillet 1919.

Au grade de commandeur :

M. Brylinski (Théodore-Emile), délégué général du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. Officier du 1er novembre 1912.

Au grade d'officier :

M. Willemin (Paul-Théodule-Henry), inspecteur général des Ponts et Chaussées de 2e classe. Chevalier du 19 janvier 1914.

Au grade de chevalier :

MM. David (Charles-Romain), directeur adjoint du réseau des tramways de Marseille; 38 ans de pratique professionnelle et de services militaires.

Goetz (Charles), ingénieur en chef à la Société alsacienne de Constructions mécaniques à Mulhouse; 55 ans de pratique professionnelle.

Poitrinal (Socrate-Louis), directeur technique de la Société Electro-Câble; 30 ans de pratique professionnelle et de services militaires dont 4 ans de mobilisation.

Semat (Jean-Laurent), ingénieur-électricien; 41 ans de pratique professionnelle et de services militaires, dont 1 an et demi de mobilisation.

Suhr (Jean), directeur du service des recherches à la Compagnie de Produits chimiques d'Alais, Froges et Camargue; 36 ans de pratique professionnelle et de services militaires.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — **Secteur marocain d'Eclairage et de Force.** — Sous cette dénomination vient d'être constituée une société anonyme au capital de 1 250 000 fr. en actions de 100 fr, toutes souscrites en numéraire.

Elle a pour objet la construction, l'entretien et l'exploitation de toutes usines et de tous réseaux et lignes de transmission ayant pour but de produire, utiliser sur place, transmettre et distribuer l'énergie électrique dans la ville d'Oudjda et dans tout autre lieu, tant au Maroc qu'en Algérie. Le siège est à Paris, 49, rue de Provence.

Société des Etablissements Constable. — Récemment constituée, cette société anonyme a pour objet la fabrication, l'achat, la vente, la location de tous appareils électriques tels que : appareils de télégraphie avec ou sans fil, téléphonie, télévision, machines parlantes, etc. Le siège est à Paris, 69, rue de Monceau. Le capital est de 500 000 fr, divisé en 5 000 actions de 500 fr, dénommées actions A ; il pourra ultérieurement être porté à 2 500 000 fr au moyen de l'émission de 20 000 actions B.

Le Condensateur téléphonique. — L'objet de cette société nouvelle à responsabilité limitée est la mise en valeur d'un appareil radioélectrique. Le siège est à Paris, 21, rue Clauzel. Le capital est de 150 000 fr, en 300 parts de 500 fr. M. Joseph Lecompte, à Paris, 21, rue Clauzel, a été nommé gérant.

Le Crédit électrique. — Sous cette dénomination, vient d'être constituée une société anonyme dont le siège a été fixé 39, avenue de Friedland, à Paris.

Elle a pour objet l'achat et la vente, soit au comptant, soit à terme et par abonnements, de tous appareils utilisant ou produisant le courant électrique, ainsi que de tous matériel et approvisionnements destinés à la construction, l'entretien et l'exploitation de toutes chutes d'eau, usines, réseaux ou lignes de transmission d'énergie électrique.

Le capital est de 6 millions de francs, en actions de 500 fr chacune, sur lesquelles 1 000 ont été allouées à la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston, à Paris, 173, boulevard Haussmann, et 1 000 à la Société financière électrique, à Paris, 39, avenue de Friedland; les 10 000 actions restantes ont été souscrites en numéraire.

Caisse béarnaise auxiliaire d'Electrification. — Cette société anonyme, en formation a pour objet d'assurer la construction de réseaux de distribution d'énergie électrique dans diverses communes des Basses-Pyrénées.

Le siège social est à Pau. Le capital est de 10 280 000 fr en actions de 250 fr chacune.

Caisse centrale de la Radiophonie française. — Nouvellement constituée, cette société anonyme a pour objet de favoriser le développement et l'amélioration de la radiophonie en général et de la radiodiffusion en particulier; de promouvoir et de coordonner, à cet effet, l'effort des industriels et commerçants s'occupant de l'industrie radioélectrique, en leur donnant, comme intermédiaire, son concours le plus étendu, de même qu'aux groupements et sociétés de radiodiffusion.

Le siège a été fixé à Paris, provisoirement, 25, boulevard Malesherbes. Le capital est de 32 500 fr, en actions de 100 fr, toutes souscrites en numéraire.

Augmentation de capital. — **Société d'Electro-métallurgie de Dives.** — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 8 août 1927, page 725, cette société dont le siège est à Paris, 11 bis, rue Roquépine, va procéder à l'émission de 10 000 actions nouvelles de 500 fr chacune.

Société anonyme pour l'Equipement électrique des Véhicules. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 8 août 1927, page 736, cette société, dont le siège est à Issy (Seine), 26, rue Guynemer, va procéder à l'émission de 8000 bons à 7 pour 100, de 500 fr chacun, productifs d'un intérêt annuel de 35 fr, payable les 15 février et 15 août de chaque année, avec

jouissance du 15 août 1927. La Société prend à sa charge tous impôts français présents et futurs, établis ou retenus sur les coupons, sauf la taxe de transmission sur les titres au porteur. Ces bons sont remboursables au pair, au plus tard le 15 août 1937; la société se réserve le droit de les racheter à toute époque et, à partir du 15 août 1932, elle se réserve aussi le droit de les rembourser au pair, en totalité ou en partie, à chaque échéance de coupons, par voie de tirages au sort et moyennant un préavis de trois mois. La société s'oblige, pour toute la durée de cet emprunt, à ne pas consentir de garantie hypothécaire au profit de nouveaux créanciers sans en faire bénéficier pari passu les 8 000 bons susindiqués. Les porteurs de ces 8000 bons feront partie de plein droit d'une société civile dont les statuts sont déposés chez Me Jacques Baudrier, notaire à Paris. Un extrait des statuts figurera au dos des titres.

Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines a gaz. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 11 juillet 1927, page 655, cette société dont le siège est à Montrouge, 12, place des Etats-Unis, va augmenter son capital d'une somme de 10 millions de francs pour le porter à 60 millions de francs par l'émission au pair de 80000 actions nouvelles de 125 fr chacune, dont la souscription et la transmission seront soumises à l'agrément du conseil d'administration.

Les actions nouvelles dites actions P se distingueront des actions anciennes dites actions O par les différences suivantes :

1° Les actions de la catégorie P seront obligatoirement nominatives et ne pourront être cédées qu'avec l'agrément du conseil d'administration, dans les conditions prévues par l'article 15 des statuts, tel qu'il sera modifié ci-après, alors que les actions de la catégorie O continueront à pouvoir être au porteur ou nominatives, au choix de l'actionnaire et à se transmettre librement en forme ordinaire ;

2° Les actions P donneront droit, dans les assemblées générales, à 5 voix par action, alors que les actions de la catégorie O n'auront droit qu'à une voix par action ;

3° Chaque action P aura droit dans les bénéfices annuels à une part égale au cinquième de celle qui sera attribuée à chaque action de la catégorie O. De plus, en cas de liquidation de la société, l'actif net servira d'abord à rembourser à toutes les actions sans distinction de catégorie le capital dont elles seront libérées et non amorties, et le surplus sera réparti entre les actions P et les actions O, de manière que chaque action P reçoive, dans le partage de ce surplus de liquidation, un cinquième de l'attribution faite au même titre à chaque action de la catégorie O.

Divers. — L'Energie industrielle. — Une assemblée extraordinaire, tenue récemment, a approuvé définitivement les apports faits à titre de fusion par : l'Omnium français d'Electricité ; l'Energie électrique de la Manche ; la Société électrique de Broons ; la Société électrique de Louvigné-du-Désert : la Société électrique du Bain-de-Bretagne ; la Société électrique du Grand-Fougeray ; la Société électrique de Chailly-Barbizon.

Elle a, en outre, régularisé l'augmentation du capital en résultant. Celui-ci se trouve donc définitivement porté de 104 à 105 millions de francs.

Ateliers Da et Duthil. — Adoptant cette dénomination, la société en nom collectif Da et Duthil, qui a pour objet la fabrication et la vente de tous appareils de mesures électriques et de tous appareils se rattachant aux industries électriques, vient d'être transformée en société à responsabilité limitée. Le siège reste fixé à Paris, 81, rue Saint-Maur. Le capital est de 600000 fr, divisé en 600 parts de 1 000 fr chacune.

Etablissements H. Martiny et Cie. — Telle est la nouvelle dénomination adoptée par la société en nom collectif et en commandite simple, Le Matériel électrique de Marine, H. Martiny et Cie, à la suite de sa transformation en société à responsabilité limitée. Elle continue à avoir pour objet la construction et la vente du matériel électrique et plus spécialement de matériel électrique destiné à la marine. Le siège est à Marseille, 44, rue Lautard. Le capital est de 800000 fr divisé en 80 parts de 10000 fr.

Compagnie électrique de Franche-Comté. — Les bénéfices de l'exercice 1926 se sont élevés à 617890 fr contre 487980 fr pour l'exercice précédent. Le dividende a été fixé à 8 pour 100.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

625 786. — Cormick (F.); Perfectionnements à la télégraphie, 7 décembre 1926.

625 805. — Société dite : The British Lighting and Ignition Co Ltd ; Perfectionnements aux dispositifs de connexions à bornes pour câbles à haute tension, 7 décembre 1926.

625 806. — Société dite : Ganz'sche Electricitats Actien Ges.; Plaque chauffante électrique chauffée inductivement, 7 décembre 1926.

625 819. — Société R. Knoll et R. Marié; Système de réglage pour condensateurs variables, 8 décembre 1926.

625 820. — Société R. Knoll et R. Marié; Système de réglage à engrenages différentiels pour condensateurs rotatifs, 8 décembre 1926.

625 830. — Société dite : Siemens Schuckert Werke g. m. b. h.; Four de recuisson à commande électrique, 8 décembre 1926.

625 839. — Bétrix (H.); Système perfectionné de haut-parleur, 8 décembre 1926.

625 841. — Schrack (E.); Anode pour tubes électroniques, 8 décembre 1926.

625 855. — Bertin (G.); Antenne réduite à grande capacité, forme cadre, tambour, etc., pour appareil de télégraphie sans fil, 9 décembre 1926.

625 856. — Bertin (G.); Filtre épurateur d'ondes et éliminateur des parasites pour appareil de télégraphie sans fil, 9 décembre 1926.

625 858. — Maguieu (P.-M.-A.-H.); Rhéostat inverseur, 9 décembre 1926.

625 869. — Société Allmanna Svenska Elektriska Ak; Relais temporisé à induction, 9 décembre 1926.

625 880*. — Société alsacienne de Constructions mécaniques a Mulhouse; Nouvelle disposition de moteurs asynchrones synchronisés, 17 mars 1926.

625 891*. — Krahenbull (H.); Procédé et dispositifs pour la stabilisation de la vitesse et de la puissance dans les moteurs électriques et notamment dans les moteurs fonctionnant indifféremment sur courant continu et sur courant alternatif, 18 mars 1926.

625 892*. — Drin (L.); Dispositif de sécurité applicable aux cellules renfermant des appareils électriques à haute tension 19 mars 1926.

625 900*. — Société anonyme : ETABLISSEMENTS ED. JAEGER; Perfectionnements apportés dans l'établissement des appareils de mesure électrique, 19 mars 1926.

625 909*. — ROCHON (J.); Produit nouveau constitué par une torsade métallique pour toutes applications, et en particulier pour télégraphie sans fil, 20 mars 1926.

625 915*. — SEGUIN (L.), SEGUIN (A.); Procédé de transmission télégraphique des signaux par des méthodes stroboscopiques, 22 mars 1926.

625 919*. — SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES A MULHOUSE; Procédé d'allumage automatique des redresseurs à vapeur de mercure et appareils analogues, 23 mars 1926.

625 920*. — SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES A MULHOUSE; Perfectionnement applicable aux dispositifs d'allumage des redresseurs à vapeur de mercure et appareils analogues utilisant la déformation d'un organe par dilatation thermique, 23 mars 1926.

625 922*. — VINJU (H.), HANNIER (G.-P.); Appareil indicateur de la durée et du nombre de conversations téléphoniques, 23 mars 1926.

625 924*. — MONTGAILLARD (C.-V.); Perfectionnements apportés aux appareils redresseurs de courant alternatif, 23 mars 1926.

625 929*. — HAUZY (M.); Dispositif de commande électrique pour phonographes et autres applications, 23 mars 1926.

625 940*. — SIMÉON (M.); Procédé de montage des éléments constitutifs de lampes électriques à incandescence ou autres, 24 mars 1926.

625 943*. — SHAPEEROW (H.); Nouveau procédé de superréaction et ses applications à quelques montages, 24 mars 1926.

625 988. — SOCIÉTÉ S. D. A.; Disjoncteur destiné à la protection des moteurs à courant alternatif, 30 octobre 1926.

625 992. — PHILIPPE (L.-L.); Perfectionnements apportés aux dispositifs de manœuvre des appareils de télégraphie sans fil récepteurs à selfs-inductances inamovibles, 6 novembre 1926.

626 001. — MEYNARD (A.); Perfectionnements apportés à l'établissement des plaques vibrantes pour appareils reproducteurs de sons, tels que haut-parleurs de télégraphie sans fil, 22 novembre 1926.

626 013. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements apportés aux contacts électriques, 2 décembre 1926.

626 024. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux appareils régulateurs, 4 décembre 1926.

625 025. — GAILLARD (J.-A.); Pylône métallique démontable destiné à servir de support aux lignes électriques, 6 décembre 1926.

626 026. — Société dite : DUBILIER CONDENSER CO LTD; Perfectionnements aux appareils permettant l'utilisation des lignes principales de distribution d'énergie électrique pour le fonctionnement d'appareils récepteurs de télégraphie sans fil ou d'appareils similaires, 6 décembre 1926.

626 027. — COMPAGNIE DES LAMPES; Perfectionnements aux lampes électriques à incandescence, 7 décembre 1926.

626 051. — Société dite : AMERICAN MACHINE AND FOUNDRY CO; Perfectionnement aux conducteurs électriques, 9 décembre 1926.

626 057. — Société dite : ALLGEMEINE ELEKTRICITATS GES.; Dispositif pour la subdivision de réseaux en parties indépendantes relativement aux pertes à la terre, 9 décembre 1926.

626 083. — LENORMAND (J.); Dispositif monobloc destiné à l'éclairage électrique des bâtiments, 10 décembre 1926.

626 087. — HEIL (A.); Élément galvanique, 10 décembre 1926.

626 097. — MONEYRON (M.); Transformateur polyphasé-monophasé équilibré pour les applications thermiques de l'électricité, 10 décembre 1926.

626 101. — Société dite : SIEMENS SCHUCKERT WERKE G. M. B. H.; Isolateur en forme de tube ou de massue, 10 décembre 1926.

626 105. — Société dite : « OSA », PARTICIPATIONS INDUSTRIELLES; Lampe électrique à incandescence, en particulier pour la projection, 10 décembre 1926.

626 107. — Société dite : ALLGEMEINE ELEKTRICITATS GES.; Dispositif de refroidissement de machines électriques au moyen d'un agent de refroidissement gazeux, 10 décembre 1926.

626 113. — Société anonyme dite : ATELIERS OTIS-PIFRE; Appareil élévateur électrique, 9 avril 1926.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine.

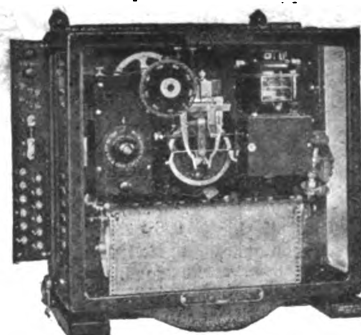
A L'ACQUITTE	1927		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	13 août	6 août	1926	1925	1914
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris.	1 330	1 330	1 850	1 060	210
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre					181,25
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre					183,75
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen	825	825	1 286	757,50	190,50
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen	825	825	1 286	757,50	190,50
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen	817,50	817,50	1 275	751	190,50
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre					180,75
Etain Banka, liv. Havre ou Paris	3 970	4 040	5 687	2 956	504,50
Etain Billiton, liv. Havre					502,50
Etain Détroits, liv. Havre	3 940	4 025	5 630	2 951	503,50
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris	3 848	3 891	5 468	2 835	497,50
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	333	343	642	422	61,25
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris	340	350	650	428,50	61,75
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris	382,50	392	676,50	403,50	59
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris	401,50	412	715,75	440	59

LABORATOIRE

(Intruments étalons)

Pile " WESTON ", Résistance, Inductance et Capacité :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres, Microfaradmètres, Mégohmvoltmètres, Pyromillivoltmètres, Galvanomètres, Potentiomètres, Transformateurs, Instruments pour mesures sous haute fréquence et pour mesures d'électrolyse.



Pyromètre-potentiomètre enregistreur
" LEEDS et NORTHRUP "

CONTROLE

(Instruments de haute précision) :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres (mono et polyphasés, et pour bas facteur de puissance), Fréquencemètres, Phasemètres, Ponts de self inductance et de capacité, Ponts de résistance (Wheatstone, Thomson, Kelvin et Kohlrausch), Boites de résistance, Inductomètres et Condensateurs, Transformateurs.



Pont de Wheatstone
" LEEDS et NORTHRUP "

INDUSTRIE

(Instruments de mesures portatifs et de tableau)

Fluxmètre, Perméamètre, Luxmètre, Salinomètre, Acidimètre, Photomètre, Interférencemètre, Oscillateur, Générateur de haute fréquence.

EQUIPEMENTS

pour la mesure de la conductibilité des Électrolytes, les essais magnétiques, la mesure de la résistance électrique des huiles, les essais des transformateurs, la recherche des défauts dans les câbles et la mesure des résistances d'isolement, la mesure du Ph, les essais à sec des câbles, l'étalonnage des couples thermo-électriques, le contrôle automatique de la combustion, l'enregistrement de la lumière du jour.

ENREGISTREURS

de mesures électriques, de CO et de CO^2, de pression et de vide, de température, de la hauteur des liquides, du niveau de l'eau, des chaudières, d'humidité, de mouvement et de temps, d'indication de mesures à longue distance.

MESURE DES TEMPÉRATURES

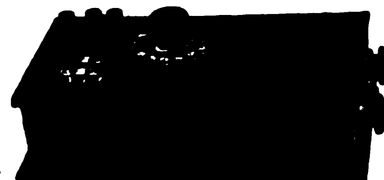
Pyromètres-potentiomètres indicateurs, (portatifs et de tableau) et enregistreurs jusqu'à 16 directions, Pyromètres à résistances, Pyromètres optiques, Pyromètre pour la mesure des températures des gaz, de l'échauffement des machines électriques, des transformateurs et des câbles.

FOURS ÉLECTRIQUES

(Fonte de métaux, Trempe, Cémentation, Revenu .

AUTRES APPAREILS

Transformateurs, Compte-tours, Tachymètres, Ohmmètres, Pont pour la mesure des terres, Compteurs électrolytiques.



Potentiomètre à lecture directe en PH
" LEEDS et NORTHRUP "



Étalon " WESTON "
modèle 1



Wattmètre polyphasé
" WESTON " modèle 329



Transformateur



Essayeur d'isolement
à magnéto

Adresse télégraphique :
MECIVOCEM

M.E.C.I.

Téléphone : **PROVENCE**
24-01 — 24-02

2, rue du Faubourg Poissonnière, PARIS (X^e^)

RÉPARATION DE TOUS INSTRUMENTS DE MESURES ÉLECTIQUES

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 13 août 1927	PRIX samedi 20 août 1927	PRIX différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	76 fr	76 fr	0
Id U id	100 kg	81	81	0
Cornières	100 kg	79	79	0
Larges plats	100 kg	97	97	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	17 3/4 d	17 3/8 d	— 3/8
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	manque	652	0
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	817,50	817,50	0
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 041	1 041	0
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	1 036	1 036	0
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 041	1 041	0
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 584	1 584	0
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 758	6 758	0
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 112	2 112	— 20
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 970	3 950	0
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	460	manque	
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	532,50	532,50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { épaisseur 7/100 mm	le mètre	5	5	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { Id 10/100 mm	linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	333	324	— 9
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	325	325	0
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		220	220	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	401,50	396,50	— 5
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

NOTA. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 13 août 1927	samedi 20 août 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	165	165	0

COEFFICIENTS DE VARIATION DE PRIX

APPLICABLES A L'APPAREILLAGE ET AU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etablis par le Syndicat des Constructeurs d'Appareillage et de Matériel électrique.

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 6 juin 1926

1° Matériel pour haute tension	1,25
2° Gros appareillage pour basse tension	1,30
3° Petit appareillage pour basse tension { a) Appareils contenant plus de 50 pour 100 de cuivre	1,10
3° Petit appareillage pour basse tension { b) Appareils contenant moins de 50 pour 100 de cuivre	1,15

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 1er mars 1926

4° Matériel de branchement utilisé par la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité	1,30

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

La dixième Conférence internationale du Travail (mai-juin 1927). — Cette conférence tenue à Genève du 25 mai au 16 juin de cette année, a été remarquable par le nombre de ses membres; sur 55 Etats membres de l'Organisation internationale du Travail, 43 y ont été représentés, groupant 145 délégués, soit, avec 186 délégués suppléants ou conseillers techniques, un total de 331 personnes.

Sur les trois semaines de la Session une semaine presque entière a été consacrée au rapport du directeur, dans la discussion duquel 54 orateurs sont intervenus.

Pour autant qu'on puisse dégager des indications générales d'une discussion aussi touffue, où la plupart des orateurs ont exposé des questions d'ordre purement national, l'activité du Bureau international du Travail semble devoir s'orienter de plus en plus vers les questions relatives aux conditions de travail dans les pays lointains, et vers les problèmes d'ordre à la fois économique et social évoqués à l'occasion de la récente Conférence économique internationale. Sur ce dernier point, M. Albert Thomas a même suggéré de créer, au sein du Conseil d'administration du Bureau international du Travail, un groupement capable de suivre les travaux économiques et sociaux qui pourront être entrepris en liaison avec la Société des Nations.

L'importante question des ratifications de conventions a été posée par M. Mertens, délégué ouvrier belge, indiquant que les 17 conventions votées de 1919 à 1921 devraient avoir donné lieu à 952 ratifications, alors qu'on en compte seulement 229; d'autre part certains gouvernements n'ont même pas signalé au Bureau international du Travail leurs intentions au sujet des ratifications. M. Albert Thomas a corrigé cet exposé pessimiste en rappelant que certaines conventions comme les conventions maritimes ne peuvent pas être ratifiées par des pays non maritimes et que, dans ces conditions, le chiffre total logiquement possible pour les ratifications devient notablement inférieur à celui cité ci-dessus; il y a cependant un effort à faire pour que le léger ralentissement constaté ne s'aggrave pas.

En particulier, la convention des huit heures voit sa ratification retardée dans certains pays par la crainte de difficultés d'application ; il semblerait désirable au directeur du Bureau international du Travail qu'un large débat soit ouvert sur ces difficultés, à la suite duquel on pourra juger de l'opportunité de procéder à une interprétation ou à une revision de certaines dispositions.

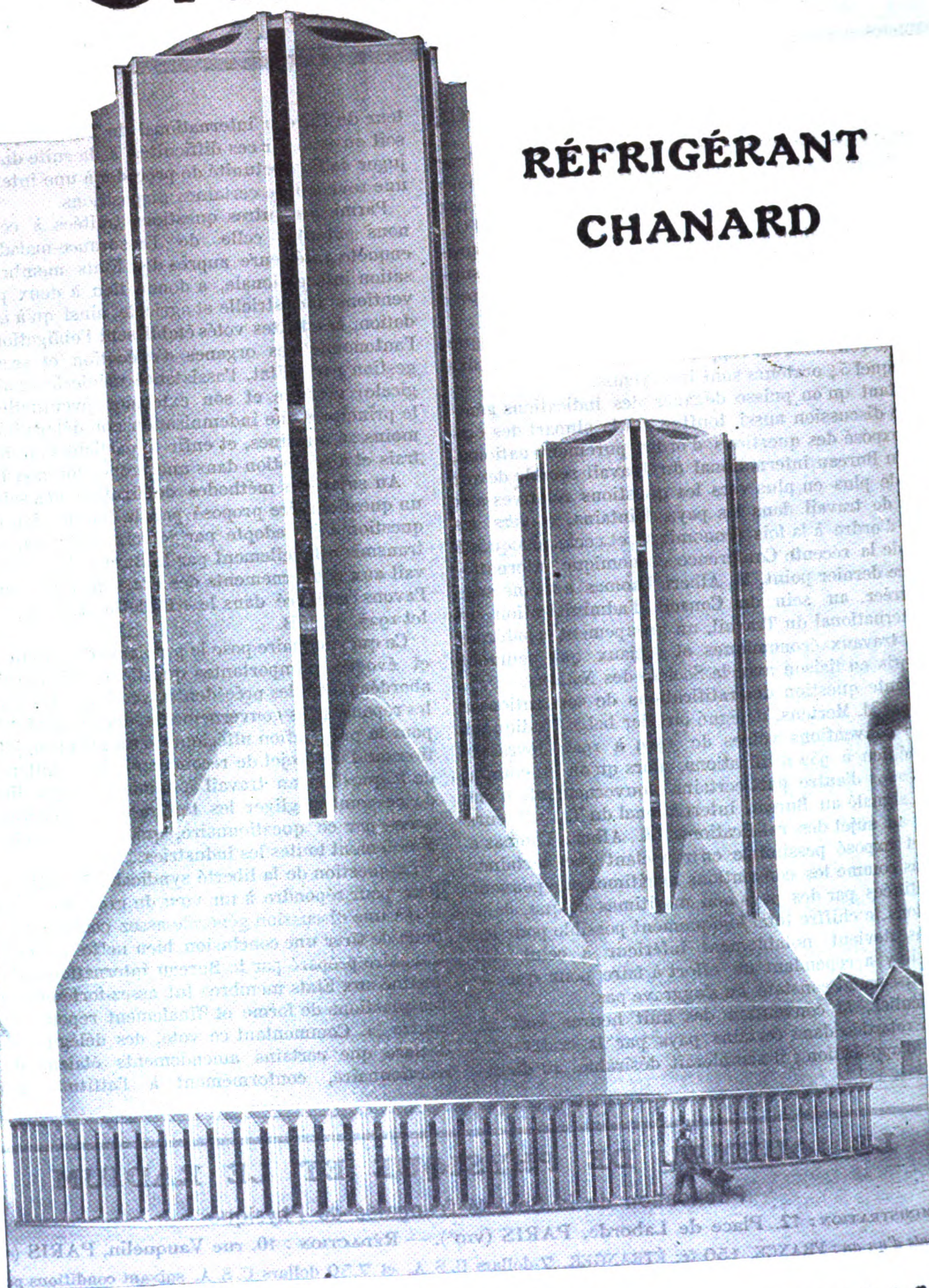
Parmi les autres questions traitées à cette conférence, nous citerons celle de l'assurance-maladie, qui, après enquête antérieure auprès des Etats membres de l'Organisation internationale, a donné lieu à deux projets de conventions industrielle et agricole, ainsi qu'à une recommandation. Les textes votés établissent l'obligation d'assurance, l'autonomie des organes d'exécution et accessoirement la gestion par l'Etat, l'assistance médicale (mais non chirurgicale) gratuite et son extension éventuelle à la famille, le principe d'une indemnisation non déterminée pendant au moins 26 semaines, et enfin la participation de l'assuré aux frais et à la gestion dans une proportion non fixée.

Au sujet des méthodes de fixation des salaires minima, un questionnaire proposé par la commission chargée de la question a été adopté par 89 voix contre 22, et vient d'être transmis officiellement par le Bureau international du Travail aux gouvernements des Etats membres, ainsi que nous l'avons annoncé dans le « Bulletin R. G. E. » du 30 juillet 1927, p. 36 B.

Ce questionnaire pose le problème dans toute son ampleur et évoque d'importantes questions qui n'avaient pas été abordées dans les précédentes sessions. Il est probable que les réponses des gouvernements, dont il faudra tenir compte pour la préparation ultérieure d'un avant-projet de convention ou d'un projet de recommandation, limiteront le champ de la question au travail à domicile. Il y a lieu cependant de ne point négliger les tendances de généralisation indiquées par ce questionnaire, qui intéresse plus ou moins directement toutes les industries.

La question de la liberté syndicale, inscrite à l'ordre du jour pour répondre à un vœu du groupe ouvrier, a donné lieu à une discussion générale assez confuse dont il est difficile de tirer une conclusion bien nette. Un projet de questionnaire préparé par le Bureau international du Travail et destiné aux Etats membres fut assez fortement discuté sur des questions de forme et finalement repoussé par 54 voix contre 42. Commentant ce vote, des délégués ouvriers ont déclaré que certains amendements étaient de caractère réactionnaire, conformément à l'attitude actuellement

CHANARD



Établissement A. CHANARD, Anciennement Pyrotechnie de Rueil

LA MALMAISON RUEIL (S.-et-O.)

adoptée sur la question par certains gouvernements, et que, dans ces conditions, l'intérêt du syndicalisme commandait de ne rédiger aucun questionnaire. Un dernier vote en séance plénière repoussa l'inscription de la question à l'ordre du jour de la prochaine conférence.

Enfin la Conférence a adopté diverses résolutions que lui présentaient certains de ses membres, et qui attirent l'attention du Conseil d'administration sur différentes questions, en vue, par exemple, de leur inscription éventuelle à l'ordre du jour de la Conférence :

Une résolution de M. Schurch, délégué ouvrier suisse, sur la durée du travail des employés ;

Une résolution de M. Mertens, délégué ouvrier belge, sur la conservation des droits à pension par les ouvriers passant d'un pays dans un autre ;

Une résolution de M. Fergusson, délégué gouvernemental irlandais, sur l'apprentissage ;

Deux résolutions de M. Giri, délégué ouvrier de l'Inde, sur la situation des travailleurs indigènes et leur représentation à la Conférence ;

Deux résolutions de M. de Michelis, délégué gouvernemental de l'Italie, invitant la Conférence à étudier dans une de ses prochaines sessions la question de la conciliation et de l'arbitrage, et celle du contrat de travail.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — APPROBATION D'UN COMPTEUR D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — Le « Journal officiel » du 21 août 1927 publie, page 6 908, un arrêté du ministre des Travaux publics aux termes duquel est approuvé, pour les calibres jusqu'à 75 A et 500 v, le compteur type A B 1 triphasé, non équilibré et diphasé 3, 4 et 5 fils, présenté à l'approbation ministérielle par la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz, 12, place des Etats-Unis, à Montrouge (Seine).

AUTORISATIONS PROVISOIRES ACCORDÉES POUR L'ÉTABLISSEMENT DE LIGNES ÉLECTRIQUES. — *Côte-d'Or*. — La Compagnie électrique de la Grosne a obtenu l'autorisation d'exécution et de mise en service de la ligne de distribution et de transmission d'énergie de Venarey à Montzeron.

Gironde. — La Compagnie du Gaz et de l'Electricité d'Arcachon et extensions a obtenu l'autorisation d'établir une dérivation aérienne à 3 200 v destinée à alimenter le secteur du quartier de Bordes qui fait partie de la commune de la Teste-de-Buch.

Gironde. — La Société Energie électrique du Sud-Ouest, 5, avenue du Coq, Paris, a obtenu l'autorisation d'établir :

1° Une ligne aérienne de transmission d'énergie électrique à 13000 v, destinée à alimenter le secteur de Capeyron, commune de Mérignac ;

2° Un branchement aérien à 13 000 v, destiné à alimenter le réseau de distribution publique d'énergie électrique concédé à la Compagnie générale des Travaux d'Eclairage et de Force par la commune de Saint-Selve ;

3° Une ligne aérienne de transmission d'énergie électrique à 13000 v destinée à alimenter le secteur du Quartier Lat-Charlin ;

4° Une ligne aérienne de transmission d'énergie électrique à 13 000 v destinée à alimenter les secteurs du Bourg, du Château, de Rambaud et de Port-Génissac ;

5° Une ligne aérienne de transmission d'énergie électrique à 13 000 v destinée à alimenter le secteur du lieudit « Pichet » (commune de Cenon).

Pas-de-Calais. — La Compagnie générale boulonnaise d'Electricité a obtenu l'autorisation de construire une ligne aérienne de transmission d'énergie électrique à 15 000 v, de Marquise à Wierre-Effroy et dérivation sur Offrethun, destinée à fournir l'énergie électrique aux réseaux des communes de Wierre-Effroy et Offrethun.

Rhin (*Bas*-). — La Société Electricité de Strasbourg a obtenu l'autorisation d'établir sur le territoire de la commune de Molsheim, deux lignes à la tension de 12000 v, entre la sous-station de Molsheim et la ligne double existante Molsheim-Achenheim et Wasselonne, d'une part, et le poste de transformation de l'usine Jaquel, d'autre part.

Rhin (*Bas*). — La Société alsacienne et lorraine d'Electricité a obtenu l'autorisation d'établir une ligne aérienne à la tension de 12000 v, allant de la ligne existante Châtenois-Filature n° 1 de Sélestat à un nouveau poste de transformation du réseau à basse tension de la ville de Sélestat.

Seine-et-Marne. — La Société Electricité du Nord-Est parisien, 7, cité du Paradis, à Paris, a obtenu l'autorisation d'exécuter le branchement à haute tension destiné à alimenter : 1° le poste communal du Plessis-l'Evêque ; 2° le poste communal de l'usine à gaz d'Esbly.

Seine-et-Marne, Loiret. — La Société l'Energie industrielle, 94, rue Saint-Lazare, à Paris, a obtenu l'autorisation de construire une ligne de transmission d'énergie électrique à haute tension de Bransles (Seine-et-Marne) à Préfontaine (Loiret).

Seine-et-Oise. — La Compagnie d'électricité Ouest-Lumière, 3, quai National, à Puteaux, a obtenu l'autorisation d'établir une canalisation à la tension de 15000 v de Maule à Aulnay-sur-Mauldre.

Seine-et-Oise. — La Société Nord-Lumière (Le Triphasé) 4, rue de Vienne, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir une canalisation souterraine à la tension de 15000 v, courant triphasé, destinée à alimenter un poste de transformation de quartier à Blanc-Mesnil.

Tarn. — La Société pyrénéenne d'Energie électrique, 12, rue Saint-Florentin, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir une ligne de distribution d'énergie électrique destinée à l'alimentation de la commune d'Alban.

Combustibles. — LA PRODUCTION MONDIALE DE CHARBON EN 1926. — D'après le rapport annuel du Reichskohlenverband, la production mondiale de charbon, en 1926, s'est maintenue à peu près à son niveau précédent : 1 184 100 000 t contre 1 187 800 000 t pour la houille et 178 800 000 t contre 177 500 000 t pour le lignite. La grève des mineurs a amené, en Grande-Bretagne, une diminution de 117 millions de tonnes, mais la carence de la Grande-Bretagne a stimulé la production de l'Europe continentale et de l'Amérique. L'Europe continentale, en effet, a produit 328 400 000 t contre 291 600 000 t ; elle a ainsi dépassé son précédent maximum : 314 800 000 t en 1913. Le total pour l'Amérique s'est élevé à 668 400 000 t contre 615 millions en 1925 ; il est donc supérieur également au maximum enregistré jusqu'alors : 611 800 000 t en 1923.

L'augmentation, relativement à 1925, est très variable selon les différents pays d'Europe : pour l'Allemagne entière, elle est de 3,3 pour 100 ; pour la Pologne, non compris la Silésie orientale, de 11,2 pour 100 ; pour la France, non compris l'Alsace, la Lorraine et la Sarre, de 15 pour 100 ; pour la Belgique, de 12 pour 100 ; pour la Tchécoslovaquie, de 1,4 pour 100 ; pour les Pays-Bas, de 352,6 pour 100. La

Haute-Silésie orientale accuse une diminution de 20.1 pour 100.

Le développement de la production charbonnière et de la production métallurgique en Allemagne. — Une note publiée par le groupement allemand « Aciéries réunies » montre qu'au cours du premier semestre 1927, la production de charbon, de coke, de fonte et d'acier de ce groupement s'est élevée aux quantités indiquées dans le tableau suivant, exprimées en tonnes métriques :

	3 derniers trimestres de 1926.	Premier semestre de 1927.
Charbon	18 587 546	12 764 233
Coke	5 126 875	4 117 435
Fonte	3 778 755	3 155 411
Acier pur	4 148 828	3 445 784
Fer laminé	10 432 285	2 475 336

Le nombre des ouvriers, de 173 426 au début, s'est élevé graduellement à 195 905;

Aux fonderies Auguste Thyssen, à Hamborn, la production en un an s'est développée de la manière suivante (en tonnes) :

	Avril 1926.	Mars 1927.
Fonte	62 639	124 852
Acier pur	81 062	172 728
Fer laminé	60 873	129 534

Le nombre des ouvriers a été respectivement de 11 474 et de 11 162.

Dans les douze premiers mois de leur existence, les « Aciéries réunies » ont eu un mouvement d'affaires d'environ 1250 millions de marks dont 480 à peu près pour l'exportation. Leur part moyenne dans l'exportation allemande du fer et de l'acier pendant la période susdite est de 42 pour 100.

Métallurgie. — La production sidérurgique de la France en juillet 1927. — Durant le mois de juillet, la production française de fonte s'est élevée à 769 095 t contre 746 644 t en juin (voir *Bulletin R. G. E.* du 30 juillet 1927, p. 36 B). Cette production se décompose comme il suit :

	Juillet	Juin
Fonte d'affinage	27 326 t	22 812 t
Fonte de moulage	130 309	134 119
Fonte Bessemer	3 205	2 774
Fonte Thomas	591 429	566 981
Fontes spéciales	16 826	19 958
Total	769 095 t	746 644 t

La fabrication de l'acier est restée sensiblement la même. Elle s'élève à 676 864 t en juillet contre 671 907 t en juin.

	Juillet	Juin
Convertisseur acide	5 984 t	6 018 t
Convertisseur basique	473 728	466 957
Four Martin	189 663	190 222
Four à creusets	734	746
Four électrique	6 755	7 964
Total	676 864 t	671 907 t

La production de juin comprend 659 946 t de lingots et 11 961 t de moulages, celle de juillet 665 024 t de lingots et 11 840 t de moulages. En juillet, 143 hauts fourneaux ont été en activité, 37 sont restés prêts à fonctionner et 38 sont en construction ou en réparation.

La production d'acier brut aux Etats-Unis pendant le premier semestre de 1927. — D'après la statistique établie par l'American Iron and Steel Institute, la production journalière d'acier, exprimée en « tons » de 1 016 kg, pendant chacun des six premiers mois de l'année 1927, a été :

Janvier	144 611 tons
Février	157 557
Mars	166 633
Avril	157 494
Mai	154 430
Juin	133 314

La production moyenne journalière pendant le premier semestre de 1927 se trouve ainsi être de 152 365 tons. Pendant la période correspondante de 1926, elle avait été un peu plus grande : 155 851 tons. De la moyenne journalière de juin 1927, il ressort que la production de ce mois a été de 3 466 164 tons.

Il convient de faire remarquer que ces nombres ne comprennent pas la production de l'acier au creuset et de l'acier électrique, l'American Iron and Steel Institute ayant décidé de ne plus faire figurer ces deux variétés d'acier dans ses statistiques en raison de l'impossibilité d'avoir mensuellement des renseignements concernant un nombre suffisant de producteurs.

Economie industrielle et sociale. — L'indice des prix de gros en France, en juillet 1927. — L'indice des prix de gros établi par la « Statistique générale de la France » pour la fin de juillet souligne les tendances qui s'inscrivaient déjà dans les derniers relevés mensuels, ainsi que nous l'avons signalé dans notre « Bulletin R. G. E. » du 23 juillet 1927, t. XXII, p. 27-28 B.

L'indice général (633) accuse un nouveau fléchissement de 3 points par rapport à juin, et cette baisse s'ajoute à celle de 6 points de mai à juin et de 8 points d'avril à mai, l'indice général ayant ainsi passé de 650 fin avril à 633.

La baisse a porté essentiellement et continue à porter sur les produits alimentaires, en réaction contre la hausse qui s'était manifestée à la fin de l'année 1926 et dans l'hiver.

L'indice des produits alimentaires en fin juillet devient en effet 585 contre 598 en fin juin, 617 fin mai, 632 fin avril. La baisse porte sur les produits végétaux (28 points) et les produits animaux (7 points), le groupe sucre, café, cacao montrant au contraire une hausse de 5 points.

En revanche, l'indice des matières industrielles accuse une hausse nouvelle, et s'inscrit à 677 contre 669 fin juin, 664 fin mai, 866 fin avril.

Cette hausse est imputable essentiellement aux produits textiles dont l'avance est de 34 points, contre 1 point seulement pour les métaux et un recul de 4 points aux produits divers.

D'une façon générale, il y a baisse sur les produits nationaux, conséquence notamment des perspectives favorables de l'année agricole et hausse sur les produits importés tels le coton.

Le tableau suivant donne le détail des indices établis pour le mois de juillet 1927, comparés à ceux des deux mois précédents, la base étant prise égale à 100 en juillet 1914.

	Articles.	Fin juil. provisoire	Fin juin	Fin mai
Indice général	(45)	633	636	642
Produits nationaux	(29)	611	623	639
Produits importés	(16)	674	659	646
Denrées alimentaires :				
Ensemble	(20)	585	598	617
Aliments végétaux	(8)	617	645	666
Aliments animaux	(8)	529	536	552
Sucre, café, cacao	(4)	637	632	652

	Articles.	Fin juil. provisoire	Fin juin	Fin mai
Matières industrielles :				
Ensemble	(25)	677	669	664
Minéraux et métaux	(7)	639	638	643
Textiles	(6)	757	723	691
Divers	(12)	652	656	660

L'INDICE DU COUT DE LA VIE A PARIS ET EN FRANCE, AU COURS DU DEUXIÈME TRIMESTRE 1927. — D'après les derniers travaux connus des commissions régionales d'études relatives au coût de la vie, nous donnons ci-après les indices d'ensemble pour ce qui concerne la dépense d'une famille ouvrière de quatre personnes.

Paris	2e trimestre 1927	525
Marseille	Avril 1927	646
Rouen	Juillet 1927	553
Bordeaux	Juin 1927	609
Dijon	Juin 1927	651
Nancy	Avril 1927	629

L'INDICE DES PRIX DE DÉTAIL A PARIS, EN JUILLET 1927. — L'indice des prix de détail à Paris, en juillet 1927, a fortement diminué par rapport au mois précédent. Il est en effet passé à 557 en juillet contre 580 en juin.

Voici le rappel de cet indice depuis janvier 1927.

Janvier 1927	592 points
Février —	585
Mars —	581
Avril —	580
Mai —	589
Juin —	580
Juillet —	557

Enseignement. — EXAMEN D'APTITUDE A L'EMPLOI DE RADIOTÉLÉGRAPHISTE DE BORD. — Une session d'examen aura lieu les 4 et 5 octobre 1927 à l'Ecole nationale de Navigation maritime, 13, rue des Convalescents, à Marseille, et les 24 et 25 octobre 1927 dans le nouvel Hôtel des Postes, au Havre.

L'examen commencera à 9 heures.

Les dossiers des candidats, complets et réguliers, constitués conformément à l'article 10 de l'arrêté du 3 septembre 1925, devront parvenir, au moins dix jours avant la date fixée pour l'examen, au Service de la télégraphie sans fil, 5, rue Froidevaux, Paris (14e). Passé ce délai, les déclarations de candidatures ne seront plus acceptées.

Les candidats qui se sont présentés aux examens antérieurs et dont les dossiers sont en instance au Service de la Télégraphie sans fil, transmettront simplement leurs demandes dûment établies sur papier timbré à 3,60 fr, en rappelant que les autres pièces ont été adressées antérieurement, et en indiquant à nouveau la classe du certificat à laquelle ils prétendent. Toutefois, les candidats dont l'extrait du casier judiciaire a plus de deux mois de date devront renouveler cette pièce.

Si les candidats sont déjà titulaires d'un certificat de radiotélégraphiste de bord (2e classe A, 2e classe B, écouteur) mention devra en être faite également sur la demande.

ECOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ. — Le jury d'examens de sortie, présidé par M. Jean Rey, président de la Commission administrative et du Conseil de perfectionnement de l'Ecole supérieure d'Electricité, administrateur-directeur des Anciens Etablissements Sautter-Harlé et Cie, a accordé, dans sa séance du 27 juillet 1927, le diplôme d'ingénieur-électricien aux élèves dont les noms suivent :

Officiers délégués par le Ministère de la Guerre. — MM. les capitaines du génie Hardy et Tamisier; le lieutenant du génie Brochet; le lieutenant de chars de combat Chalot; les lieutenants d'artillerie Bonneval et Lapeyre.

Officiers et ingénieurs délégués par le Ministère de la Marine. — MM. les lieutenants de vaisseau Fortin, Papillon et Réau; l'ingénieur de 1re classe de la Marine, Larrivé; les ingénieurs d'artillerie navale Le Héricy et Pierre.

Ingénieurs des Ponts et Chaussées délégués par le Ministère des Travaux publics. — MM. Durepaire, Matheron (Jean) et Schuhl.

Elèves-ingénieurs du Génie rural délégués par le Ministère de l'Agriculture. — MM. Bourdelle, Cosson, Gaucher, Hennart, Lévy, Marcillac, Michon.

Elèves-ingénieurs délégués par le Ministère des Postes et Télégraphes. — MM. Chambolle, Bramel, de Cléjoulx, Labrousse, Leprince, Ringuet, Letellier, Marlot.

Elèves réguliers. — De 1 à 10. — MM. Drouin, Fiora, Cornille, Mac Lellan Godoy, Longchamp, Arnaud, Loustau, Douhéret, Yolin, Védrinne.

De 11 à 20. — Le Goff, Moll, Matern, Lambert, Faure, Hernandez Suarez, Nouvion, Bastide, Laborde, Pagès (Robert).

De 21 à 30. — Bourrand, Sabbagh, Charlet, Kühner, Deneux, Martin (Lucien), Zimmern, Michaux, Penotet, Affre.

De 31 à 40. — Serbesco, Féval, Cachera, Boudier, Hubert, Leroy, Salaün, Lavayssé, Denime, Descours.

De 41 à 50. — Duhem, Pilverdier, Lourié, Bourdichon, Lesca, de Villeroché, Brocart, Boyer, Mlle Mauriès, M. Velluet.

De 51 à 60. — Manjineanu, Vallet, Mamier, Bailly (Robert), Filmont, Nicollet, Canneva, Devaux, Courtois, Tribier.

De 61 à 70. — Jeansolin, Christol, Lafitte, Armengaud, Cassan, Cuilhé, Bravais, Tilitcheeff, Lenoël, Riff.

De 71 à 80. — Polard, Barbé, Danière, Gatelet, Blum, Chalmey, Poisot, Lejeune, Parisot, Horlaville.

De 81 à 90. — Gairard, de Rosen, Beutter, Picard, Cazet, Etienne, Letheuil, Dard, Alperin, Bernard (Marcel).

De 91 à 100. — Maurizot, Martin (Raymond), Appert, Maguin, Roussin, Reversat, Julier, Berteaux, Drouault, Amieil.

De 101 à 110. — Dubut, Chenevier, Laisné, Schill, Guillaume (Paul), Siré, Thévenon, Dumas, Vadjaraganian, Rabel.

De 111 à 120. — Cariot, Viala, Marois, Lefèvre, Aubry, Bardin, Boone, Arnal, Guerrier (Lucien), Kahn.

De 121 à 130. — Septier, Conquet, Dupuy, Tauzin, Lefas, d'Orgeval, Baudouin, Opoczynski, Gaudard, Courqueux.

De 131 à 140. — Andraut, Prokhoroff, Blanc, Merles, Mathéron (André), Guérineau, Bordat, Bourlaud, Pagès (Jacques), Bonvallet.

De 141 à 150. — Fabre, Abadie, Chevet, Siramy, Ionesco (Emile), Gangnat, Theissen, Vagnair, Poussot, Legrand.

De 151 à 160. — De Saint-Pierre, Bouquet, Belin, Stavresco, Guerrier (Alexandre), Chaybany, Laudonze, Bünzli, Baubiac, Massoni.

De 161 à 164. — Cade, Gotchiguian, Guillaume (Edmond), Caïn.

Ancien élève. — M. Paravicini.

Vétérans. — MM. Dubois, Epron, Fréaut, Masson, Moriquand, Pongy, Roblin, Serbanesco, Zmieuranu.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — SOCIÉTÉ D'ETUDES POUR LE TRANSPORT DE L'ENERGIE ÉLECTRIQUE DANS LA RÉGION DU SUD-EST. —

De constitution récente, cette société anonyme est au capital de 200 000 fr, en actions de 500 fr, toutes souscrites en numéraire. Elle a pour objet d'effectuer toutes recherches et études concernant l'aménagement des moyens de transmission de l'énergie électrique dans la région du sud-est, notamment de celle produite dans le Massif central.

Le siège social a été fixé à Paris, 8, rue Lamennais.

Augmentation de capital. — UNION TECHNIQUE ET FINANCIÈRE D'ELECTRICITÉ. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 22 août 1927, page 786, cette société dont le siège est à Paris, 62, boulevard de Strasbourg, va procéder à l'émission de 500 obligations de 500 fr chacune, représentant un capital de 250 000 fr.

CENTRAL LUMIÈRE PROVINCE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 15 août 1927, page 758, cette société dont le siège est à Paris, 9, place de la Bourse, va procéder à l'émission de 10 000 actions de 100 fr chacune.

L'ELECTRIQUE DE SAINT-JULIEN. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 29 août 1927, page 795, cette société dont le siège est à Paris, 93, avenue Ledru-Rollin, va procéder à l'émission de 3 000 actions d'une valeur de 100 fr chacune.

SOCIÉTÉ D'ELECTRICITÉ DES LANDES. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 29 août 1927, page 796, cette société dont le siège est à Dax, 1, place Thiers, va procéder à l'émission de 3 000 actions B d'une valeur nominale de 250 fr, portant ainsi le capital social à 1 050 000 fr.

ENERGIE ÉLECTRIQUE DE LA GARONNE. — Telle est la nouvelle dénomination de la société anonyme Energie électrique de Taillebourg, qui vient de porter son capital de 300 000 fr à 5 millions de francs par l'émission au pair de 4 700 actions A et 14 100 actions B de 250 fr chacune.

ENERGIE ÉLECTRIQUE DU MAROC. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 15 août 1927, page 769, cette société dont le siège est à Paris, 280, boulevard Saint-Germain, va procéder à l'émission de 120 000 obligations de 500 fr de valeur nominale, rapportant un intérêt annuel de 7 pour 100, soit 35 fr, payable par moitié les 15 février et 15 août de chaque année.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

626 115. — TAYLOR (A.-M.); Perfectionnements au transport de puissance électrique, 16 juillet 1926.

626 121. — Société dite : ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON; Système d'engrenages principalement pour véhicules électriques à essieux commandés individuellement, 26 novembre 1926.

626 153. — DALL ANESE (S.); Mode d'accouplement d'éléments d'accumulateurs électriques, 11 décembre 1926.

626 154. — Société dite : COMPAGNIE DES LAMPES; Perfectionnements aux douilles pour lampes d'éclairage public en série, 11 décembre 1926.

626 180. — BOURSIN (A.); Appareil de branchement des organes de liaison d'un étage haute ou moyenne fréquence dans un poste de télégraphie sans fil, 13 décembre 1926.

626 192. — GRIFFITHS (M.-T.-P.); Perfectionnements aux commutateurs à plusieurs directions, 13 décembre 1926.

626 216. — PRINS (P.-L.-E.); Dispositif d'alimentation de tubes lumineux à gaz ou vapeur raréfiés, 14 décembre 1926.

626 222. — BROWN (G.-R.); Appareil utilisable pour la distribution de courant électrique, 14 décembre 1926.

626 223. — BROWN (G.-R.); Interrupteur électrique, 14 décembre 1926.

626 224. — BROWN (G.-R.); Dispositif pour la distribution de courant électrique, 14 décembre 1926.

626 226. — HORCASITAS (A.); Douille de sûreté pour lampes électriques, 14 décembre 1926.

626 244. — CLAUDEL (A.-C.); Transformateur électrique à double primaire, 15 décembre 1926.

626 247. — Société dite : ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON; Rhéostat électrique avec chemin de contact rapporté, 15 décembre 1926.

626 249. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Dispositif de protection contre les surintensités, notamment pour installations de transmission d'énergie sans personnel, 15 décembre 1926.

626 250. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Four électrique à chauffage par résistances, 15 décembre 1926.

626 251. — Société dite : FRITZ BRUNING ELEKTROFERNMELDE G. m. b. H.; Procédé de mesure à distance au moyen de courant continu interrompu, 15 décembre 1926.

626 255. — ELLIOTT (M.-E.); Perfectionnements aux bobines d'inductance, 15 décembre 1926.

626 260. — HAUSDORF (E.); Récepteur téléphonique, 15 décembre 1926.

626 272. — Société dite : LANCHESTER'S LABORATORIES LTD; Perfectionnements aux induits de moteurs et générateurs électriques, 15 décembre 1926.

626 288. — NAGEL (A.); Support de boite pour indicateur de direction de marche actionné électriquement, 15 septembre 1926.

626 290. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux systèmes transformant du courant continu en courant alternatif à l'aide de valves, 22 septembre 1926.

626 291. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux anodes pour tubes à décharges électriques, 22 septembre 1926.

626 292. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux tubes générateurs d'oscillations de fréquences très élevées, 22 septembre 1926.

626 297. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements apportés aux relais, 2 novembre 1926.

626 298. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux systèmes de réglage des machines électriques particulièrement applicables à l'éclairage du matériel roulant, 2 novembre 1926.

626 299. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux transformateurs et autres appareils électriques à bain d'huile, 2 novembre 1926.

626 304. — LECOURTAIZE (L.-G.), GAUDIN (F.); Rhéostat, 15 décembre 1926.

626 324. — Société dite : ALLGEMEINE ELEKTRICITATS GES.; Dispositif automatique de charge d'accumulateurs, 16 décembre 1926.

626 326. — DIDERIKSEN (C.-N.), POGGENSÉE (G.-C.); Condensateur variable à enroulement pour télégraphie sans fil, 16 décembre 1926.

626 341. — MUNTHESEN (N.); Interrupteur électrique étanche à l'eau, 16 décembre 1926.

626 345. — Société dite : H. TRAUT G. m. b. H.; Lampe à arc électrique pour tirages photographiques, 17 décembre 1926.

626 353. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux systèmes amplificateurs s'opposant à la production d'oscillations locales parasites, 17 décembre 1926.

626 354. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux appareils de protection électriques, 17 décembre 1926.

626 375. — TARDY (H.); Dispositif de commande permettant au moyen d'un seul bouton de manœuvre d'effectuer deux séries d'opérations et applicable en particulier aux appareils de réglage d'installations en télégraphie sans fil, d'installations électriques ou autres, 17 décembre 1926.

626 378. — PLANCQUAERT (P.-J.); Dispositif déclencheur automatique, 17 décembre 1926.

626 387. — Société dite : WESTINGHOUSE ELECTRIC AND MANUFACTURING Co; Perfectionnements aux systèmes de signalisation et de contrôle électriques, 17 décembre 1926.

626 396. — ANDERSON (A.-D.); Procédé de fabrication des électrodes employées dans la soudure par l'arc électrique et autres et produits obtenus par ledit procédé, 18 décembre 1926.

626 402. — Société dite : C. LORENZ AKT; Chaîne isolante pour haute tension, 18 décembre 1926.

626 403. — Société dite : C. LORENZ AKT; Dispositif pour la production d'oscillations électriques, 18 décembre 1926.

626 416. — BERNARD (A.-L.-R.); Perfectionnements apportés aux moyens pour court-circuiter le circuit primaire des magnétos d'allumage, 18 décembre 1926.

626 430*. — GERSTER (L.-S.); Groupe électrogène, 2 février 1926.

626 436*. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux ampèremètres différentiels, 26 mars 1926.

626 441*. — JARNO (J.-M.); Dispositif de refroidissement pour récipients à liquide, applicable notamment aux transformateurs, 26 mars 1926.

626 445*. — SOCIÉTÉ DE PURIFICATION INDUSTRIELLE; Dispositif d'électrodes émissives pour le traitement électrique des gaz, 26 mars 1926.

626 455*. — Société anonyme : ÉTABLISSEMENTS B. R. C.; Vibreur régulateur de tension pour dynamos, 27 mars 1926.

626 465*. — MISCAROL (C.-E.); Système de résistance électrique et procédé pour sa fabrication, 29 mars 1926.

626 469*. — GRANAT (E.) et COMPAGNIE DES FORGES ET ACIÉRIES DE LA MARINE ET D'HOMÉCOURT; Conjoncteur et disjoncteur automatique à servo-moteur, 29 mars 1926.

626 474*. — SERF (A.), SAINT-MARTIN (R.); Perfectionnement aux bobinages en « fond de panier » ou en « gabion », 30 mars 1926.

626 481*. — WEINTRAUB (E.); Nouvelle électrode pour soudure à l'arc, 31 mars 1926.

626 487*. — VITUS (F.); Perfectionnements aux hétérodynes employés en télégraphie sans fil, 31 mars 1926.

626 514. — GRAY (F.); Perfectionnements aux horloges électriques, 25 août 1926.

626 516. — SIGETTER (V.); Dispositif mural de fixation des fils électriques, câbles, isolateurs, boîtes et objets analogues, 25 septembre 1926.

626 533. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux appareils pour tailler des trous et des canaux dans les isolateurs, 20 novembre 1926.

626 537. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements apportés aux redresseurs à vapeur de mercure, 29 novembre 1926.

626 550. — SARAZIN (R.); Porte-électrodes pour soudure à l'arc avec dispositif entraîneur, 18 décembre 1926.

626 581. — Société dite : C. LORENZ AK; Montage de circuits pour écarter les ondes perturbatrices et secondaires dans les circuits de télégraphie sans fil, 20 décembre 1926.

626 604 — Société dite : SIEMENS BROTHERS AND Co LTD; Perfectionnements aux bobines d'inductance électriques, 21 décembre 1926.

626 626. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Dispositif pour l'entrée étanche des électrodes dans les fours de fusion électriques, 22 décembre 1926.

626 633. — MILLIKAN (R.-A.), SORENSEN (R.-W.); Interrupteurs électriques, 22 décembre 1926.

626 641. — LORRY (H.); Bobinage pour électroaimants fonctionnant sur courant alternatif, 22 décembre 1926.

626 646. — Société dite : ELEKTROTECHNISCHE FABRIK SCHMIDT UND Co GES.; Lampe électrique de poche pour signaux, 22 décembre 1926.

626 661. — VOGELWEID (V.); Nouvelle matière isolante pour la fabrication d'articles de l'industrie électrique, principalement de tableaux de distribution de compteurs électriques et d'autres articles isolants, 23 décembre 1926.

626 675. — HEZEZ (G.); Perfectionnements aux douilles à baïonnette pour lampes électriques, 23 décembre 1926.

626 678. — Société dite : MANNESMANN LICHT AKTIENGESELLSCHAFT; Perfectionnements apportés aux éléments galvaniques, 23 décembre 1926.

626 679. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); Perfectionnements aux dispositifs acoustiques, 23 décembre 1926.

COURS DE LA LIVRE STERLING ET DU DOLLAR

en août 1927

DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR
	francs	francs		francs	francs		francs	francs		francs	francs
1	124,025	25,54	9	124,04	25,515	18	124,0225	25,51125	26	124,02	25,50625
2	124,0225	25,54125	10	124,035	25,5175	19	124,02	25,5125	29	124,02	25,50875
3	124,02125	25,53625	11	124,0325	25,51875	22	124,0225	25,5075	30	124,02	25,5075
4	124,055	25,53375	12	124,025	25,5175	23	124,02	25,50875	31	124,02	25,51
5	124,0375	25,5275	16	124,02	25,50875	24	124,02	25,51125			
8	124,04	25,52625	17	124,025	25,51	25	124,02	25,50875			

INDICES DE SALAIRES

Etablis par le Syndicat des Entrepreneurs de Réseaux et de Centrales électriques.

MOIS	RÉGIONS											
	1 Nord	2 Nord-Ouest	3 Région de Paris	4 Nord-Est	5 Orléanais	6 Jura	7 Sud-Ouest	8 Massif central	9 Alpes	10 Littoral méditerranéen viticole	11 Côte d'Azur	12 Indice général
Janvier 1927...	138	133	166	144	140	150	132	141	149	150	169	148
Février........	132	133	164	147	141	150	127	137	144		171	
Mars	134	135	166	148	141	150	129	134	153	154		147
Avril..........	139	134	164	148	137	150	128	134	158	157		146
Mai...........	141	132	167	147	140	151	128	137	162	157		147
Juin...........	143	135	166	147	137	153	131	137	161	157		147

COMPOSITION DES RÉGIONS

Région 1 (*Nord*) : Aisne, Nord, Oise, Pas-de-Calais, Somme.

Région 2 (*Nord-Ouest*) : Calvados, Côtes-du-Nord, Eure, Finistère, Ille-et-Vilaine, Indre-et-Loire, Loire-Inférieure, Maine-et-Loire, Manche, Mayenne, Morbihan, Orne, Sarthe, Seine-Inférieure, Vendée.

Région 3 (*Région de Paris*) : Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne.

Région 4 (*Nord-Est*) : Ardennes, Aube, Marne, Marne (Haute-), Meurthe-et-Moselle, Meuse, Moselle, Rhin (Bas-), Rhin (Haut-), Vosges.

Région 5 (*Orléanais*) : Cher, Eure-et-Loir, Indre, Loiret, Loir-et-Cher, Nièvre, Yonne.

Région 6 (*Jura*) : Belfort (Territoire de), Côte-d'Or, Doubs, Jura, Saône (Haute-), Saône-et-Loire.

Région 7 (*Sud-Ouest*) : Ariège, Charente, Charente-Inférieure, Creuse, Dordogne, Garonne (Haute-), Gers, Gironde, Landes, Lot-et-Garonne, Pyrénées (Basses-), Pyrénées (Hautes-), Sèvres (Deux-), Tarn-et-Garonne, Vienne, Vienne (Haute-).

Région 8 (*Massif central*) : Allier, Ardèche, Aveyron, Cantal, Corrèze, Loire, Loire (Haute-), Lot, Lozère, Puy-de-Dôme, Tarn.

Région 9 (*Alpes*) : Ain, Alpes (Basses-), Alpes (Hautes-), Drôme, Isère, Rhône, Savoie, Savoie (Haute-).

Région 10 (*Littoral méditerranéen viticole*) : Aude, Gard, Hérault, Pyrénées-Orientales.

Région 11 (*Côte-d'Azur*) : Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Var, Vaucluse.

Indice général 12 : Indice pour toute la France obtenu en faisant la moyenne des salaires payés sur les chantiers dans toute la France.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine.

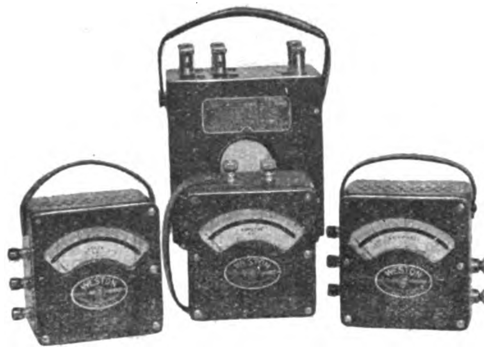
A L'ACQUITTE	1927		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	27 août	20 août	1926	1925	1913
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris.	1 330	1 330	1 850	1 105	210
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre........					180
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre........					182,50
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen.........	815,50	825	1 193	754	190,50
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen..............	815,50	825	1 193	754	190,50
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen..........	808	817,50	1 183	747,50	190,50
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre..........					179,50
Etain Banka, liv. Havre ou Paris..........	3 907	3 9 0	5 324	2 895	505
Etain Billiton, liv. Havre..........					497,50
Etain Détroits, liv. Havre..........	3 875	3 900	5 306	2 879	499
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris..........	3 746	3 795	5 195	2 794	492,50
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	316	324	619	435,50	59
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris.........	323,50	331	628	442	59,50
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris..........	372,50	377,50	636	406,75	59
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris..........	391,50	396,50	671	443,50	

LABORATOIRE

(Instruments étalons)

Pile " WESTON", Résistance, Inductance et Capacité :

Ampèremètres, Voltmètres, Watt mètres, Microfaradmètres, Mégohmvoltmètres, Pyromillivoltmètres, Galvanomètres, Potentiomètres, Transformateurs, Instruments pour mesures sous haute fréquence et pour mesures d'électrolyse.



Ampèremètre - Voltmètre - Wattmètre Transformateur " WESTON "

CONTROLE

(Instruments de haute précision) :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres (mono et polyphasés, et pour bas facteur de puissance), Fréquencemètres, Phasemètres, Ponts de self inductance et de capacité, Ponts de résistance (Wheatstone, Thomson, Kelvin et Kohlrausch), Boites de résistance, Inductomètres et Condensateurs, Transformateurs.



Acidimètre " LEEDS et NORTHRUP "

INDUSTRIE

(Instruments de mesures portatifs et de tableau)

Fluxmètre, Perméamètre, Luxmètre, Salinomètre, Acidimètre, Photomètre, Interférencemètre, Oscillateur, Générateur de haute fréquence.

ÉQUIPEMENTS

pour la mesure de la conductibilité des électrolytes, les essais magnétiques, la mesure de la résistance électrique des huiles, les essais des transformateurs, la recherche des défauts dans les câbles, et la mesure des résistances d'isolement, la mesure du Ph, les essais à sec des câbles, l'étalonnage des couples thermoélectriques, le contrôle automatique de la combustion, l'enregistrement de la lumière du jour.

ENREGISTREURS

de mesures électriques, de CO et de CO^2, de pression et de vide, de température, de la hauteur des liquides, du niveau de l'eau des chaudières, d'humidité, de mouvement et de temps, d'indication de mesures à longue distance.

MESURE DES TEMPÉRATURES

Pyromètres-potentiomètres indicateurs, (portatifs et de tableau) et enregistreurs jusqu'à 16 directions, Pyromètres à résistances, Pyromètres optiques, Pyromètre pour la mesure des températures des gaz, de l'échauffement des machines électriques, des transformateurs et des câbles.

FOURS ELECTRIQUES

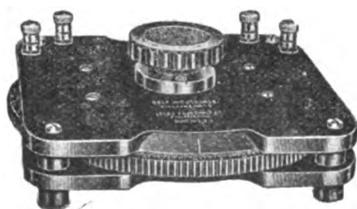
(Fonte de métaux, Trempe, Cémentation, Revenu).

AUTRES APPAREILS

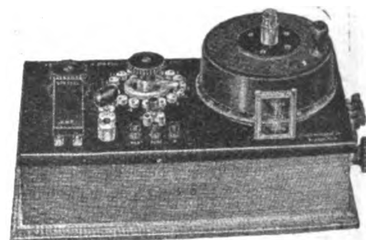
Transformateurs, Compte-tours, Tachymètres, Ohmmètres, Pont pour la mesure des terres, Compteurs électrolytiques.



Testing Set " LEEDS et NORTHRUP "



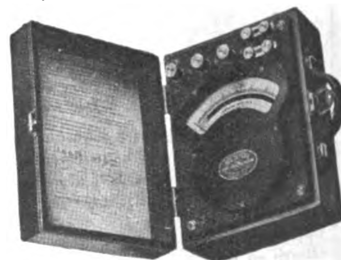
Inductomètre " LEEDS et NORTHRUP "



Potentiomètre type K " LEEDS et NORTHRUP "



Galvanomètre " WESTON " modèle 440



Wattmètre " WESTON " modèle 310

Adresse télégraphique : **MECIVOCEM**

M.E.C.I.

Téléphone : **PROVENCE 24-01 — 24-02**

2, rue du Faubourg Poissonnière, PARIS (X^e)

RÉPARATION DE TOUS INSTRUMENTS DE MESURES ÉLECTRIQUES

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 20 août 1927	samedi 27 août 1927	différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	76 fr	76 fr	0
Id U id	100 kg	81	81	0
Cornières	100 kg	79	79	0
Larges plats	100 kg	97	97	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crèpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	17 3/8 d	17 d	— 3/8 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	652	706	+ 54 fr
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	817,50	808	— 9 50
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 041	1 031	— 10
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	1 036	1 026	— 10
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 041	1 041	0
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 584	1 584	0
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 758	6 758	0
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen. liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle — blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle — noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 950	3 907	— 43
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	manque	460	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	532,50	532.50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine, — pour haute tension	100 kg	325	325	0
— pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm — épaisseur 7/100 mm	le mètre	5	5	0
— Id 10/100 mm	linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	3[illegible]4	316	— 8
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	325	320	— 5
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		220	220	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	396,50	391,50	— 5
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

NOTA. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 20 août 1927	samedi 27 août 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	165	166	+ 1

COEFFICIENTS DE VARIATION DE PRIX

APPLICABLES A L'APPAREILLAGE ET AU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etablis par le Syndicat des Constructeurs d'Appareillage et de Matériel électrique.

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 6 juin 1926	
1° Matériel pour haute tension	1,25
2° Gros appareillage pour basse tension	1,30
3° Petit appareillage pour basse tension — a) Appareils contenant plus de 50 pour 100 de cuivre	1,10
3° Petit appareillage pour basse tension — b) Appareils contenant moins de 50 pour 100 de cuivre	1,15
Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 1er mars 1926	
4° Matériel de branchement utilisé par la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité	1,30

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Congrès de Rome de l'Union internationale de Tramways, de Chemins de fer d'intérêt local et de Transports publics automobiles. — Ainsi qu'il est dit dans une autre partie de ce numéro, page 370, nous donnons ci-dessous les titres des rapports et communications devant être présentés à ce congrès qui se tiendra à Rome du 6 au 12 mai 1928.

I. RAPPORTS. — 1. Voiture à un seul agent, par M. Bacqueyrisse, directeur général de l'Exploitation et des Services techniques de la Société des Transports en commun de la Région parisienne, Paris.

2. Progrès réalisés dans le freinage des tramways, par *a)* M. Vente, ingénieur en chef des Tramways de Marseille, Marseille; *b)* M. Allard, ingénieur principal adjoint à la Société nationale des Chemins de fer vicinaux, Bruxelles; *c)* M. Giovanni Cuccoli, ingénieur des Tramvie elettriche urbane de Milan, Milan.

3. Automotrices sur rails à moteurs à combustion interne, par M. Mellini, ingénieur, membre du Conseil supérieur des Travaux publics, Rome et M. La Valle, inspecteur en chef de l'Inspection général des Chemins de fer, Tramways et Automobiles, Rome.

4. Perfectionnements apportés aux voies, par : *a)* M. van Noorbeeck, inspecteur général de la Société nationale des Chemins de fer vicinaux, Bruxelles; *b)* M. Jeancard, administrateur de la Compagnie des Chemins de fer économiques des Charentes, Paris.

5. Liaison des essieux avec le châssis; essieux fixes et radiants, par : *a)* M. Castaing, ingénieur en chef de la Traction et du Matériel à la Société des Transports en commun de la Région parisienne, Paris; *b)* M. Harmel, directeur des Tramways Est-Ouest de Liége et extensions, Liége.

6. Agent de force motrice pour les transports automobiles, par M. Guiffart, administrateur de la Compagnie générale française de Tramways, Paris.

7. Méthodes et appareils de contrôle utilisés pour améliorer la régularité du trafic des tramways, par M. de Barquin, ingénieur, adjoint à la Direction des Tramways bruxellois, Bruxelles.

8. Circulation des tramways sur siège propre dans la périphérie des villes, par M. Lenartowicz, ingénieur, vice-directeur des Tramways de Varsovie, Varsovie.

II. COMMUNICATIONS. — 1. Normalisation des moteurs de traction, par M. Péridier, directeur des Etudes et du Contrôle techniques à la Société des Transports en commun de la Région parisienne, Paris.

2. Usure ondulatoire, par M. Thonet, administrateur, vice-président de la Société anonyme d'Entreprise générale de Travaux, Bruxelles et M. Bacqueyrisse, directeur général de l'Exploitation et des Services techniques de la Société des Transports en commun de la Région parisienne, Paris.

La production et la distribution de l'énergie électrique au Maroc. — Dans son numéro du 5 août 1927, « La Journée industrielle » publie sur ce sujet la note suivante :

La première concession pour l'éclairage fut accordée en 1914. Une chute de 25 m sur l'oued Fès, devant fournir une puissance minimum de 150 kw, fut utilisée pour éclairer Fez. Depuis, pour satisfaire aux besoins de cette grande ville et lui fournir la force motrice nécessaire, cette puissance a été portée à 1 200 kw. Les concessions de distribution d'énergie électrique de Casablanca et de Rabat datent de 1915 et 1916. Ces concessions, installées en pleine guerre, utilisèrent souvent des groupes à vapeur usagés Ainsi, à Rabat, on tira parti d'anciennes chaudières de torpilleurs qui, avant d'être mises en service, subirent toutes sortes de péripéties. Le navire qui les transportait ne coula-t-il point et les chaudières ne firent-elles point un séjour d'un mois sous l'eau ? En 1920, ces engins ont été complétés par des groupes Diesel de 1 000 à 1 400 ch.

Depuis, le gouvernement a accordé la concession de distribution de l'énergie électrique dans les villes de Marrakech, Mazagan, Safi, Taza, Meknès, Kenitra, mais ce mouvement a été enrayé par la question charbon. Son prix trop élevé, ses arrivages irréguliers rendent l'énergie électrique trop coûteuse. On songea, dès 1921, à utiliser les ressources hydrauliques du pays.

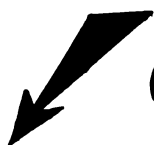
Le Maroc possède trois cours d'eau qui, tous trois, descendent du versant nord de l'Atlas. Après certains travaux d'aménagement, ils peuvent fournir une puissance considé-

le Ferro se meurt!

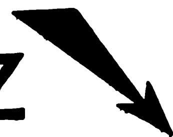
remplacé par

"l'Ozalid"

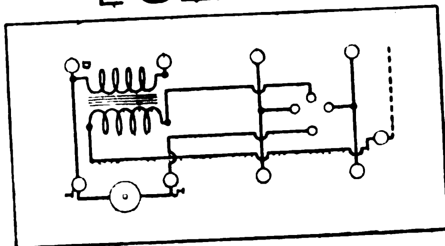
le nouveau papier **POSITIF** à traits marrons noirs sur fond blanc.

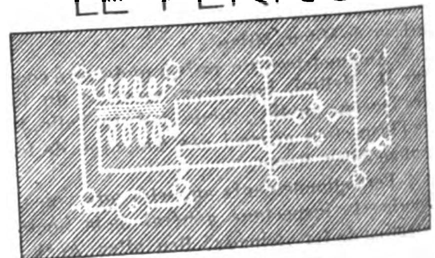


COMPAREZ



L'OZALID ...avec... LE FERRO





POSITIF

Sans lavage ni séchage

(une simple exposition aux vapeurs d'ammoniaque)

pas de retrait

image fidèle et précise de l'original

FIXITÉ ABSOLUE

permet

corrections, annotations et lavis

dix minutes

pour obtenir une épreuve parfaite

NÉGATIF

Lavage... puis séchage!

...que de temps perdu!!!

retrait, cotes fausses

image fausse et floue de l'original

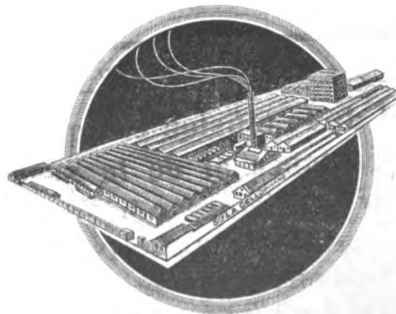
PASSE à la LUMIÈRE

Lavis,

annotations, corrections impossibles

une heure

de séchage pour obtenir une épreuve imparfaite



VENTE AU DÉTAIL

Sté LA CELLOPHANE

DÉPARTEMENT OZALID

58 bis, Rue de la Chaussée-d'Antin 58 bis

PARIS

TÉLÉPH. TRUDAINE 63-13

VENTE EN GROS

Sté LA CELLOPHANE

DÉPARTEMENT OZALID

BEZONS (S.-&-O.)

TÉLÉPH. WAGRAM 98-62

R C PARIS N° 112 863

rable. Ce sont : l'Oum er Rebia, le Sebou et la Moulouya. En 1923, le Protectorat concéda à l'Energie électrique du Maroc certaines usines de production et certaines lignes de transmission et de distribution d'énergie électrique à haute tension. Cette société, tout en ayant une gestion autonome, est sous le contrôle direct du gouvernement chérifien. Son but est de fournir du courant : aux chemins de fer, dont 500 km seront à traction électrique, aux mines de phosphates, aux villes (les différents concessionnaires des distributions d'énergie électrique conserveront leur concession, mais arrêteront leurs usines, ils ne les conserveront que comme usines de secours), aux centres de colonisation, non desservis jusque là.

Le programme de travaux en cours a été arrêté comme il suit :

Construction d'une usine thermique de 18 000 kw à Casablanca ; elle est en service depuis septembre 1924 ;

Construction d'un réseau de 650 km de lignes de transmission à 60 000 v, se décomposant de la façon suivante :

Casablanca-Rabat, 90 km, en service depuis avril 1925 ; Casablanca-Kourigha, 140 km en service depuis 1926 ; Casablanca-Sidi-Machou, 50 km, en service en 1927 ; Rabat-Kenitra, 40 km, elle sera terminée cette année ;

Casablanca-Marrakech, 190 km ; Sidi-Machou-Mazagan, 30 km ; Casablanca-Mazagan, 100 km, en cours d'études ou d'exécution ;

Construction d'une usine hydroélectrique à basse chute de 15 000 kw à Sidi-Machou, sur l'Oum er Rèbia. Les travaux ont commencé en 1926. L'usine sera mise en service en 1929 ; elle coûtera environ 60 millions de francs.

Actuellement, la distribution d'énergie électrique s'étend aux villes ou centres de Kenitra, de Settat, de Ber-Rechid, de Fedalah, à toute la zone maraîchère s'étendant entre Casablanca et Fedalah, ainsi qu'à la traction électrique du chemin de fer entre Casablanca et Rabat. Quand on songe que la plus modeste échoppe des souks de Fez est éclairée à l'électricité, qu'on y trouve en plein centre des marchands de cuirs travaillés ou de tapis, des boutiques d'électriciens très analogues à celles qu'on trouve dans une de nos petites villes de France, on se rend compte des possibilités d'absorption de ce marché, non seulement en ce qui concerne la transmission de la force motrice et de la lumière électrique, ou leur installation, mais encore en ce qui touche les accessoires de l'électricité, depuis la casserole électrique, qui servira à fabriquer le thé, jusqu'au brûle-parfum, qui répandra dans les demeures l'odeur de l'encens.

Les relations entre la politique douanière des Etats-Unis et la politique des placements à l'étranger. — On sait que la caractéristique de la politique douanière des Etats-Unis est l'exagération des droits de douane sur les marchandises importées ; d'autre part, l'énormité des capitaux dont disposent les banques américaines a amené celles-ci à faire des prêts importants aux gouvernements et aux industriels des pays étrangers. Dans un article publié dans le « Financial Times » du 23 juillet 1927, M. Snowden, ancien chancelier de l'Echiquier, montre que ces deux politiques sont incompatibles et que si les Etats-Unis ne modifient pas leur politique douanière ils devront bientôt renoncer à faire fructifier leurs placements à l'étranger ou même à en percevoir l'intérêt. Voici un extrait de cet article.

... Avant la guerre, les emprunts étrangers n'intéressaient que fort peu le capitaliste américain. Le montant global de ces emprunts, vers 1913, avoisinait 2 600 millions de dollars, dont un huitième seulement composé d'emprunts européens. Entre 1920 et 1926, le chiffre des prêts américains aux sociétés ou gouvernements étrangers a été de 12 millions de dollars, et la masse du public américain s'y est intéressée. Le nombre des valeurs étrangères cotées à la Bourse de Chicago était de 6 en 1913 ; il est passé à 128... Ces faits prouvent d'abord que l'Amérique a une grande confiance dans le relèvement de l'Europe. Un emprunt étranger n'a d'autre garantie que la promesse du pays emprunteur, et la promesse précède toujours, d'une génération ou deux, l'échéance. Or, l'Amérique a placé au dehors, des sommes aussi énormes parce qu'elle avait un surplus d'épargne qu'elle ne pouvait remployer intérieurement. Si la puissance de production des Etats-Unis continue à s'accroître, la difficulté d'absorber intérieurement la production croîtra de même. On a trouvé, aujourd'hui, deux débouchés nouveaux : les placements au dehors et le système des achats à tempérament. Ces deux méthodes créent probablement des embarras pour l'avenir. Nous ne considérerons pas, ici, la seconde, sauf pour dire que le système des ventes à crédit pourrait amener une dislocation économique affectant la position de créancier des Etats-Unis.

La Grande-Bretagne est, depuis des générations, une créancière du monde entier. Aujourd'hui encore, ses placements étrangers dépassent de beaucoup ceux des Etats-Unis. Mais elle s'est payée en marchandises des pays débiteurs. Sa balance commerciale accuse un large excédent d'importations visibles. Les Etats-Unis, eux, n'ont pas besoin d'importer, sauf certains produits tropicaux comme le caoutchouc. Leur balance commerciale se solde par un excédent d'exportations. Ils ne pourront, à la longue, accepter les intérêts de leurs placements étrangers que sous forme de marchandises. Mais leur tarif est justement destiné à éliminer les produits des pays auxquels ils ont prêté. Pendant quelque temps encore ils pourront éliminer la difficulté en replaçant les intérêts de leurs placements. Jusqu'ici, ce sont leurs achats prodigieux de caoutchouc qui ont empêché la politique des prêts de disloquer la vie économique. Mais il est probable que la capacité américaine de consommation de caoutchouc en est à son maximum et que, si les Etats-Unis continuent, pendant les six années à venir, à prêter comme ils l'ont fait depuis la guerre, ils seront forcés de modifier leur tarif ou d'abandonner les intérêts de leurs placements. Il n'est pas probable que l'Europe ait désormais autant besoin de capitaux américains que par le passé. Mais si les pays européens ne peuvent s'assurer un surplus d'exportations pour payer les intérêts de leurs emprunts extérieurs, les cours des changes recommenceront à plonger et les placements américains se déprécieront en principal et intérêts, tout à la fois.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Décret approuvant et déclarant d'utilité publique la concession d'une distribution d'énergie électrique aux services publics dans les départements de la Haute-Garonne et de l'Ariège. — Le « Journal officiel » du 10 août 1927 publie, page 8526-8531, le décret en date du 3 août 1927, approuvant la convention en date du 8 juin 1927 passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société Electricité et Gaz des Pyrénées, dont le siège est à Luchon, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière, pour la distribution de l'énergie électrique :

1° Aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers ;



2° Aux services publics organisés en vue de l'alimentation en énergie, des services publics énumérés au paragraphe précédent, au moyen d'ouvrages et de canalisations exécutés dans la zone s'étendant sur tout ou partie des départements de l'Ariège et de la Haute-Garonne.

La concession ne fait pas obstacle à ce que, dans la même zone, des permissions de voirie ou d'autres concessions soient accordées dans les conditions de la loi du 15 juin 1906.

Le courant distribué sera produit sous la forme de courant alternatif triphasé. Il proviendra des usines de la société concessionnaire situées à Salau (Ariège), Montréjeau (Haute-Garonne), et ultérieurement de celle de Lacourt (Ariège), dont la concession est accordée.

La société est d'ailleurs autorisée, le cas échéant, à produire l'énergie dans d'autres usines lui appartenant ou à l'acheter à des tiers.

L'Etat aura le droit, à toute époque, de faire mettre à la disposition du concessionnaire, de l'énergie réservée aux bornes d'une usine hydraulique concédée.

Il est spécifié que le poste de transformation 30 000/5 000 v de Montréjeau fait partie intégrante de la concession ainsi que le poste de jonction et de coupure établi à proximité du pont du Baup (Saint-Girons).

La tension du courant est fixée à 30 000 v.

La valeur de la tension fixée dans chaque contrat d'abonnement ne devra pas s'écarter de plus de 5 pour 100 en plus ou en moins de la valeur ci-dessus.

La tension mesurée aux points d'utilisation en service normal ne devra pas s'écarter de plus de 7 pour 100 en plus ou en moins de la valeur fixée au contrat d'abonnement.

La fréquence du courant distribué en service normal est fixée à 50 périodes par seconde, avec une tolérance de 5 pour 100 en plus ou en moins.

Décret autorisant et déclarant d'utilité publique les travaux d'aménagement de la chute de Mousquères, sur l'One (Haute-Garonne). — Le « Journal officiel » du 1er septembre 1927 publie, pages 9 293-9 300, le décret en date du 20 août 1927, approuvant la convention en date du 20 juin 1927, passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société Electricité et Gaz des Pyrénées, dont le siège est à Bagnères-de-Luchon, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour l'établissement et l'exploitation des ouvrages hydrauliques et de l'usine génératrice destinés à l'utilisation de la chute d'environ 119 m (en eaux moyennes) disponible entre le confluent de la Neste d'Oo et de la Neste d'Oueil, et l'usine de Luchon appartenant à la Compagnie d'Electricité industrielle, communes de Bagnères-de-Luchon, Cazaril, Trébons, Saint-Aventin, département de la Haute-Garonne.

La présente concession englobe la chute de la Picadère, appartenant à la société concessionnaire dont le barrage avait été autorisé par arrêté préfectoral du 2 mai 1901.

La puissance maximum brute de la chute concédée est évaluée à 3 500 kw dont 2 250 kw représentent la puissance autorisée de l'ancienne usine de la Picadère et 1 250 kw l'augmentation de puissance procurée par les travaux nouveaux, ce qui correspond, compte tenu du rendement normal des appareils d'utilisation, à une puissance disponible de 2 160 kw, dont 1 360 représentent la puissance autorisée de l'ancienne usine de la Picadère et 800 kw l'augmentation de puissance procurée par les travaux nouveaux.

La puissance normale brute est évaluée à 2 800 kw, sur lesquels 2 000 kw représentent la puissance autorisée de l'ancienne usine de la Picadère, et 800 kw l'augmentation de puissance réalisée par les travaux nouveaux, ce qui correspond de même à une puissance normale disponible de 1 745 kw dont 1 240 représentent la puissance autorisée et 505 l'augmentation de puissance procurée par les travaux nouveaux.

L'entreprise a pour objet principal l'alimentation en énergie des réseaux de distribution exploités par la société concessionnaire ainsi que la fourniture de l'énergie aux services publics et au public.

Le barrage sur l'One est placé immédiatement en aval du confluent de la Neste d'Oo et de la Neste d'Oueil. Le niveau normal de la retenue sera à la cote 762,22 m.

Le débit maximum emprunté sera de 2 800 l : s dont 2 400 l : s correspondent au débit autorisé de l'ancienne usine de la Picadère.

Le débit maintenu dans la rivière, en aval de la prise d'eau, ne devra pas être inférieur à 50 l : s.

Le barrage sur le Gourron sera placé à 350 m environ en amont de son confluent avec l'One. Le niveau normal de la retenue sera à la cote 761,70 m.

Le débit maximum emprunté sera de 200 l : s.

Le débit maintenu dans le Gourron en aval de la prise d'eau ne devra pas être inférieur à 10 l : s du 1er mai au 10 octobre.

Les eaux seront restituées dans l'One immédiatement en amont du débouché du canal de fuite de l'usine de Luchon.

Le barrage sur l'One, constitué par un massif de maçonnerie arasé à la cote 761,95 m sera relevé à la cote 762,22 m.

Les ouvrages de prise d'eau situés sur la rive droite seront conservés et améliorés.

Le canal d'amenée de l'ancienne usine de la Picadère, dont la longueur totale en souterrain est de 1 750 m environ, sera utilisé sans modifications; une vanne de tête et une grille de défeuillage seront disposées à l'origine de ce canal. L'ancienne chambre d'eau de l'usine de la Picadère sera transformée en ouvrage de sectionnement et de réglage. A partir de ce point, le canal d'amenée sera prolongé sur une longueur de 600 m environ en souterrain. Il traversera le ruisseau de Gourron au moyen d'un pont-canal.

Le captage du Gourron sera effectué au moyen d'un simple barrage à poutrelles. La prise d'eau commandera un canal de dérivation situé sur la rive droite, qui se déversera dans le canal d'amenée principal, à la tête rive droite du pont-canal.

La nouvelle chambre de mise en charge sera munie d'appareils de défeuillage, de réglage et de vidange permettant d'évacuer les eaux dans un petit ravin passant à proximité, convenablement aménagé.

La conduite forcée sera unique et en tôle d'acier de 1,15 m au moins de diamètre intérieur. Elle sera pourvue, en tête, d'un appareil de fermeture automatique en cas de rupture.

L'usine sera située entre la rive droite de l'One et la route thermale n° 1 ; elle sera équipée au moyen de trois groupes turboalternateurs de 1 425 kv-a chacun, dont le troisième pourra être ajourné jusqu'à ce qu'il soit reconnu nécessaire.

Les eaux seront restituées dans le canal de Mousquères, convenablement aménagé jusqu'à l'usine de la Compagnie d'Electricité industrielle, pour gagner le maximum de hauteur de chute encore utilisable sur ce canal.

Un déversoir de réglage sera établi pour permettre de déverser dans l'One les eaux de trop-plein qui ne pourraient être écoulées par ce canal.

Le barragiste continuera à être logé dans une maison construite à proximité du barrage.

Le chef d'usine sera logé à proximité de l'usine.

Projets d'établissement de réseaux ruraux. — Des conférences ont été tenues entre les ingénieurs en chef du

Contrôle des Distributions d'Energie électrique et les Ingénieurs du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans les communes suivantes :

Ardèche. — Vernosc-les-Annonay, Roiffieux.

Aveyron. — Livinhac-le-haut.

Calvados. — Saint-Germain-Langot, Martainville.

Rhône. — Tassin-la-Demi-Lune.

Saône (*Haute-*). — Bonhans-les-Lure.

Seine-et-Marne. — Chenou, Mondreville.

Vaucluse. — Sorgues, Saint-Saturnin, Joucas, Lioux, Murs, Villars.

Demandes de concessions pour l'établissement soit de lignes de transmission d'énergie, soit de lignes de distribution d'énergie aux services publics, soit de lignes de distribution publique d'énergie électrique. — *Isère.* — La Société des Forces motrices de la Haute-Romanche a demandé la concession, avec déclaration d'utilité publique, d'une ligne de transmission d'énergie électrique allant du Chambon à Brignoud en empruntant le territoire du département de l'Isère.

Pyrénées (*Basses-*), *Pyrénées* (*Hautes-*). — La Compagnie générale du Gaz pour la France et l'Etranger a présenté une demande de concession en vue d'établir et d'exploiter une distribution d'énergie électrique aux services publics entre Nay et Peyrouse (Basses-Pyrénées, Hautes-Pyrénées).

Rhin (*Haut-*), *Rhin* (*Bas-*), *Moselle.* — Les sociétés La Houve, l'Electricité de Strasbourg et, les Forces motrices du Haut-Rhin ont demandé la concession, avec déclaration d'utilité publique, d'une ligne de transmission d'énergie électrique allant de Creutzwald à Logelbach en empruntant le territoire des départements de la Moselle, du Haut-Rhin et du Bas-Rhin.

Economie industrielle et sociale. — **Le développement des sociétés coopératives immobilières en Grande-Bretagne.** — Au cours de l'année 1925, les sociétés coopératives d'habitation ont dépensé plus de 1 million de livres sterling en construction d'immeubles, création de routes, achat de terrains; cette somme est de 60 pour 100 supérieure à celle dépensée en 1924. Ces sociétés étaient au nombre de 255 et comptaient 16 876 membres (dont 5 000 locataires); leur capital-actions et leurs réserves s'élevaient à 8 729 713 livres; leurs bénéfices se sont élevés à 83 075 livres et des dividendes s'élevant à 30 164 livres (environ 4 pour 100 du capital) ont été distribués aux actionnaires.

Parmi ces sociétés, deux ont pour but de construire, dans le comté d'York, des maisons pour le personnel du London and North-Eastern Railway. L'employé qui fait l'acquisition d'une maison verse une certaine somme et s'acquitte du reste en vingt annuités. En mars 1926, la compagnie de chemins de fer avait avancé 250 000 livres aux sociétés coopératives, les prêts étant faits au taux de 4 pour 100.

La natalité et la mortalité en Grande-Bretagne. — D'après les statistiques officielles le taux de la natalité en 1926 n'a été que 17,8 pour 1 000; c'est le plus faible qu'on ait enregistré depuis l'établissement de l'état civil, en faisant toutefois abstraction de l'année 1918 pour lequelle le taux n'a été que de 17,7 pour 1 000. Pendant le premier semestre de 1927, la natalité a continué à décroître.

En signalant ces résultats statistiques, le « Bulletin quotidien » de la Société d'Etudes et d'Informations économiques fait observer que le taux de la natalité en Angleterre et dans le Pays de Galles est maintenant inférieur à ce qu'il est en France; il est le plus bas des taux des grands pays de l'Europe à l'exception de la Suède.

Le taux de la mortalité est de 11,6 pour 1 000; c'est aussi le plus bas qu'on ait encore enregistré; les cas de mortalité infantile (enfants de moins d'un an) ont été de 70 pour 1 000. Ces deux nombres sont assez bas si on les compare à ceux concernant les autres pays européens.

Les conflits du travail en Allemagne en 1926. — En 1926, il y eut 316 grèves (1 316 en 1925) englobant 84 759 ouvriers et 1 981 entreprises et faisant perdre 885 908 journées; 170 grèves ont été provoquées par des revendications relatives aux salaires; 68 ont eu un plein succès. Tous ces chiffres marquent une très grande amélioration de la paix industrielle par rapport à 1925. D'autre part, 40 lock-out (dont 37 pour des questions de salaires) ont affecté 718 exploitations et 45 813 ouvriers, faisant perdre 513 269 journées de travail.

Exposition. Congrès. — **Exposition d'applications modernes de l'Electricité et de Télégraphie sans Fil.** — A l'occasion du centenaire de Marcelin Berthelot, l'Exposition d'applications modernes de l'Electricité et de Télégraphie sans Fil comprendra cette année une importante section réservée à l'électrochimie et à la physique. Les groupes suivants sont prévus : matériel et accessoires pour l'industrie chimique et électrochimique; appareils de physique, matériel d'électricité médicale, de laboratoire, de photographie, de radiographie; instruments d'optique et de mesure de températures, machines électrostatiques, machines d'essais, appareils de contrôle, appareils producteurs d'ozone, de rayons ultraviolets, etc.; produits chimiques et électrochimiques, matières plastiques, isolants, produits d'électrolyse et de galvanoplastie, huiles pour transformateurs, cyanamide et engrais azotés.

Cette Exposition, qui aura lieu du 6 au 13 novembre 1927, à Saint-Etienne, est organisée par le Radio-Club forézien, la Chambre syndicale de l'Electricité et le Syndicat professionnel des Ingénieurs chimistes (section de Saint-Etienne).

Congrès du chauffage industriel. — La Revue « Chaleur et Industrie » dans son numéro de juillet 1927, annonce pour la première quinzaine de juin 1928 la prochaine session du Congrès du Chauffage industriel.

Cette importante manifestation, qui a eu lieu tous les cinq ans, présente un intérêt considérable pour l'influence qu'elle exerce sur la recherche scientifique, par la confrontation qu'elle permet des récents progrès de la science et de la technique, et par la somme de travaux et de résultats qu'elle réunit et laisse derrière elle à la disposition des ingénieurs.

Ainsi que de coutume, le Congrès sera réuni par la Commission interministérielle d'Utilisation du Combustible avec le concours de la Société de Physique industrielle qui sera appelée à jouer le rôle de commission permanente pendant les intersessions.

Le Congrès sera présidé, comme en 1923, par M. Henri Le Chatelier, président d'honneur, et par M. Walckenaer, inspecteur général des Mines, président, qui seront assistés de onze vice-présidents parmi lesquels MM. Charpy et Guillet, membres de l'Institut, et M. de Courville, président de la Société de Physique industrielle.

Le secrétariat sera dirigé par M. Pierre Appell, 5, rue Michel-Ange, à Paris (16e), et M. P. Couturaud, administrateur-délégué de « Chaleur et Industrie » sera chargé des publications.

Dans le monde technique. — NOMINATION DANS L'ORDRE NATIONAL DE LA LÉGION D'HONNEUR. — Par décret en date du 27 août 1927, rendu sur le rapport du ministre des Travaux publics et publié au « Journal officiel » du 19 août 1927, page 8 838, a été nommé au grade d'officier dans l'ordre national de la Légion d'honneur :

Pilon (Hector-Paul), industriel; 30 ans de pratique professionnelle et de services militaires, dont 3 mois de mobilisation.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions. — ETABLISSEMENTS LEMAIRE. — En voie de formation, cette société anonyme aura pour objet la construction, l'achat, la vente et la représentation de matériel téléphonique, radiotéléphonique et radioélectrique. Le siège sera établi à Grenoble, 27, rue Irvoy. Le capital sera fixé à 300 000 fr en actions de 500 fr sur lesquelles 400 sont à souscrire en numéraire. Les 200 actions restantes seront attribuées en rémunération à l'apporteur-fondateur.

ETABLISSEMENTS SARADIO. — L'objet de cette nouvelle société à responsabilité limitée est la fabrication et la vente d'appareils de réception et d'alimentation pour la radiophonie. Le siège est à Lille, 39, rue de Gand. Le capital est de 100 000 fr, représenté par 100 parts de 1 000 fr chacune.

Augmentation de capital. — SOCIÉTÉ ÉLECTRIQUE DU SAULCE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 5 septembre 1927, page 824, cette société, dont le siège est à Le Saulce, commune d'Escolives (Yonne), va procéder à l'émission de 1 000 obligations de 500 fr chacune, rapportant un intérêt annuel de 7 pour 100, remboursables en vingt-cinq années à partir du 31 juillet 1932.

LE TAXIPHONE. COMPAGNIE POUR L'EXPLOITATION EN FRANCE DES TÉLÉPHONES AUTOMATIQUES. — Une assemblée extraordinaire, tenue récemment, a régularisé l'augmentation du capital, porté de 2 400 000 fr à 3 500 000 fr par l'émission de 1 100 actions de 100 fr.

SOCIÉTÉ D'ELECTRICITÉ DES LANDES. — Cette société porte actuellement son capital de 250 000 fr à 1 050 000 fr, par la création de 80 actions A, de 500 fr, dont 50 à attribuer en rémunération d'apport, et de 3 040 actions B de 250 fr, à souscrire en numéraire.

Divers. — COMPAGNIE DE SIGNAUX ET D'ENTREPRISES ÉLECTRIQUES. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927, se soldant par un bénéfice net de 2 525 187 fr, auquel vient s'ajouter le report de l'exercice antérieur, soit 178 372 fr. Ce bénéfice a été réparti comme il suit : réserve légale de 5 pour 100, 126 259 fr; dividende de 5 pour 100 au capital versé, 750 000 fr; au conseil, 247 339 fr; dividende supplémentaire de 10 fr brut par action aux 150 000 actions, 1 500 000 fr; solde à reporter à nouveau, 79 961 fr.

NOTICES et CATALOGUES (1)

Grandes étapes des progrès réalisés dans le domaine des communications. — A l'occasion de l'Exposition internationale d'Electricité de Côme, l'International Standard Electric Corporation dont la Société Le Matériel téléphonique, 46, avenue de Breteuil, à Paris, détient la concession exclusive des brevets, vient de publier sous le titre précité, une brochure luxueusement éditée, de 41 pages, format 25 cm × 18 cm.

Le but de cette brochure est de rappeler brièvement, dans leurs grandes lignes, quelques-uns des progrès importants accomplis dans le domaine des communications électriques.

L'évolution de la téléphonie électrique est retracée depuis la réalisation pratique, en 1876, du premier appareil téléphonique par Graham Bell. Les perfectionnements qui suivirent immédiatement sont dus à Edison et à Hughes. C'est en effet en 1877 que Thomas Edison faisait breveter le premier transmetteur à charbon et en 1878 que Hughes inventait le microphone, deux inventions dont les conséquences contribuèrent à l'évolution rapide de la technique téléphonique.

En 1877, le premier bureau téléphonique était créé à Boston et depuis lors, les progrès se succédèrent parmi lesquels on peut citer l'invention du multiple et l'emploi de la batterie centrale.

L'importance prise par la téléphonie automatique dans les principales villes d'Europe, est soulignée dans cette brochure qui donne à ce sujet d'intéressants renseignements. Un chapitre important traite de l'évolution de la téléphonie à longue distance depuis les études d'Oliver Heaviside en 1877, sur la possibilité d'éliminer l'affaiblissement et la distorsion par suppression des effets de capacité. Cette conception fut, en 1899, réalisée par l'invention bien connue de Pupin dont l'International Western Electric Co, actuellement l'International Standard Electric Corporation, a été une des premières sociétés qui en tirèrent parti. A ce sujet, la brochure mentionne les plus longs câbles téléphoniques qui ont été installés dans les diverses parties du monde.

Les autres chapitres de la brochure sont relatifs à la télégraphie et à la téléphonie simultanées, à la téléphonie par ondes guidées, aux radiocommunications, aux haut-parleurs et aux applications du « dispatching system ».

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

BREVETS RÉCENTS

626 687. — WALTER (E.); Transformateur de mesure à faible réaction mécanique en cas de surintensités, 23 décembre 1926.

626 690. — SIRE (M.); Procédé et dispositif pour assurer le secret des communications radiotéléphoniques et radiotélégraphiques, 23 décembre 1926.

626 698. — Société dite : SIEMENS REINIGER VEIFA GES. FUR MEDIZINISCHE TECHNICK m. b. H.; Dispositif de réglage de tension, 23 décembre 1926.

626 724. — GRIESHABER (A.), GRIESHABER (B.); Fiche de prise de courant élastique pour usages électrotechniques, 24 décembre 1926.

626 738. — SOCIÉTÉ DU FER ÉLECTROLYTIQUE; Procédé de préparation électrolytique directe de fer non cassant, 24 décembre 1926.

626 741. — ELSENER (F.); Bobine de self-induction, 24 décembre 1926.

626 742. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements apportés aux enroulements des machines à courants alternatifs, 24 décembre 1926.

626 758. — Société dite : ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON; Couplage de moteurs série jumelés à courant continu, 27 décembre 1926.

626 763. — Société dite : SIEMENS UND HALSKE A. G.; Dispositif de connexion pour réduire les réflexions lors du raccordement de deux systèmes électriques, 27 décembre 1926.

626 769. — Mme GRAHAM, née M. PARSONS, GRAHAM (A.); Perfectionnements aux amplificateurs et diffuseurs acoustiques propres à être utilisés avec des récepteurs téléphoniques, haut-parleurs et d'autres appareils producteurs ou reproducteurs de sons, 27 décembre 1926.

626 780. — Dumont (R.); Dispositif indicateur de défauts pour canalisations électriques et autres applications, 27 décembre 1926.

626 794. — Société dite : I. G. Farbenindustrie Ak; Procédé pour recueillir les produits de réaction formés par réactions gazeuses dans l'arc voltaïque, 28 décembre 1926.

626 795. — Société dite : I. G. Farbenindustrie Ak; Procédé pour le traitement d'hydrocarbures à l'arc électrique, 28 décembre 1926.

626 803. — Société dite : Siemens und Halske A. G.; Disposition de connexion pour la commande de dispositifs de signaux, notamment dans les installations téléphoniques, 28 décembre 1926.

626 812. — Bigeard (P.); Pile électrique, 28 décembre 1926.

626 829. — Pailheret (F.); Dispositif d'arrêt automatique pour pompes à commande électrique ou autres, 28 décembre 1926.

626 836. — Société dite : Siemens Schuckert Werke g. m. b. h.; Procédé de fabrication de câbles téléphoniques avec inductivité à distribution continuelle, 29 décembre 1926.

626 867. — Société dite : Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines a gaz; Dispositif d'émission de courants de signalisation sur les réseaux de distribution d'énergie électrique, 30 décembre 1926.

626 872. — Beer (A.); Four électrique, 11 septembre 1926.

626 889. — Société dite : Evershed and Vignoles Ltd et M. Milworth (C.); Perfectionnements aux installations pour la répétition d'indications de mouvements à distance, 30 décembre 1926.

626 898. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Porte-électrode pour fours de fusion, 30 décembre 1926.

626 901. — Ryland (A.-W.); Porte abat-jour perfectionné pour lampes électriques à incandescence, 30 décembre 1926.

626 914. — Société dite : Allgemeine Elektricitats Ges.; Commutateur pour groupes de radiateurs électriques, en particulier pour wagons de chemins de fer, 30 décembre 1926.

626 915. — Estaugh (W.); Perfectionnements aux dispositifs pour transmettre les messages à l'aide de câbles sous-marins et de câbles analogues, 30 décembre 1926.

626 920. — Debonnière (J.); Cadran à démultiplication centrale pour condensateur variomètre, réaction ou appareils similaires utilisés en télégraphie sans fil, 30 décembre 1926.

626 921. — Costa (L.); Application du fil métallique utilisé en broderie à la transmission de l'électricité, 30 décembre 1926.

626 930. — Smith (W.-S.), Garnett (H.-J.), Holden (J.-A.); Perfectionnements aux alliages et leurs applications à la fabrication de conducteurs électriques, 30 décembre 1926.

626 938. — Broadfoot (J.-D.); Procédé et appareil pour recharger les batteries d'accumulateurs, 31 décembre 1926.

626 968*. — Société alsacienne de Constructions mécaniques; Procédé pour protéger les ampoules des appareils électriques à vapeur de mercure contre les chocs de mercure liquide qu'elles contiennent, 2 avril 1926.

626 985*. — Renner (M.); Horloge électromagnétique à sonnerie, 7 avril 1926.

626 987*. — Weber fils (P.); Cadran démultiplicateur applicable à la télégraphie sans fil, 7 avril 1926.

627 011. — Société de Constructions métalliques de Baccarat; Perfectionnements dans la construction des pylônes métalliques, 31 décembre 1926.

627 031. — Société dite : Anciens Etablissements Barbier, Bénard et Turenne; Dispositif pour modifier la coloration d'un feu ou signal, 3 janvier 1927.

627 044. — Société dite : N. V. Philips Gloeilampenfabrieken; Tube à décharge à jaillissement d'un arc en vase clos, 3 janvier 1927.

627 045. — Haas (P.-G.-R.-J. dit Rolle); Appareil de télégraphie sans fil pour la réception et pour l'émission, 3 janvier 1927.

627 047. — Dolouchanoff (M.); Moyens, procédés et dispositifs pour le réglage automatique du flux magnétique de machines et appareils électriques, 3 janvier 1927.

627 049. — Société anonyme « Troaté »; Procédé de production directe d'énergie électrique par voie thermochimique et appareils permettant de le réaliser, 3 janvier 1927.

627 054. — Firme J. Wilhelm Hofmann; Dispositif amortisseur d'oscillations pour canalisations aériennes, 4 janvier 1927.

627 055. — Firme J. Wilhelm Hofmann; Dispositif pour pinces de de tensions des câbles creux destinés à neutraliser les oscillations, 4 janvier 1927.

627 060. — Halftermeyer (R.); Perfectionnements aux condensateurs, 4 janvier 1927.

627 076. — Campos (G.); Dispositif de protection des installations électriques contre les surtensions, 4 janvier 1927.

627 084. — Bieri (C.); Appareil permettant de constater si une ligne électrique est sous tension, 4 janvier 1927.

627 085. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux oscillations électriques à fréquence commandée par cristal piézoélectrique, 4 janvier 1927.

627 095. — Compagnie Electro-Mécanique; Perfectionnements aux bacs à huile des transformateurs, 5 janvier 1927.

627 100. — Imhof (A.); Société dite : Micafil A. G. Werke fur Elektro-Isolation; Protection contre les effluves, 5 janvier 1927.

627 116. — Campos (G.); Procédé de transmission téléphonique indirecte, 5 janvier 1927.

627 118. — Société Charles Engelhard; Perfectionnements aux appareils électriques, 5 janvier 1927.

627 145. — Société anonyme réunie de Lampes a incandescence et d'Electricité; Tube à électrons, 6 janvier 1927.

627 148. — Compagnie continentale pour la Fabrication des Compteurs et autres Appareils; Relais sélectif pour commande à distance, 6 janvier 1927.

627 151. — Société dite : Westinghouse Electric and Manufacturing; Perfectionnements aux systèmes de signalisation et de contrôle électriques, 5 janvier 1926.

627 155. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Installation de réfrigération en cycle fermé pour l'eau servant au refroidissement de redresseurs à vapeurs de mercure de grandes dimensions, 7 janvier 1927.

627 157. — Société dite : The Benjamin Electric Ltd; Perfectionnements aux montures ou supports pour valves thermoioniques, 7 janvier 1927.

627 158. — Société dite : Siemens und Halske Ak. Ges.; Disposition de connexion pour installations téléphoniques dans lesquelles des communications de nature différentes sont établies par une même place de téléphoniste, 7 janvier 1927.

627 170. — Picchi (A.), Mme Vve Benedetti, Benedetti (A.), Mlle Benedetti (V.), Benedetti (G.), Mlle Benedetti (A.); Isolateur à suspension, 7 janvier 1927.

627 171. — Chapman (A.-E.), Cook (C.-R.); Attache de fil électrique, 7 janvier 1927.

627 183. — Société dite : Television Ltd and M. Baird (J.-L.); Perfectionnements apportés aux appareils de télévision, 7 janvier 1927.

627 186. — O'Keenan (C.-E.); Appareil destiné à convertir du courant à basse tension en courant à tension plus élevée, 1er avril 1926.

627 210. — Knowles (A.-E); Perfectionnements apportés aux appareils électrolytiques, 18 octobre 1926.

32 191/618 026. — Crépiat (H.-M.): 1er cert. d'add. au brevet pris le 22 juin 1926, pour dispositif de réglage à démultiplication pour condensateurs électriques et appareils analogues, 17 septembre 1926.

32 193/557 099. — Bonnat (M.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 25 janvier 1922, pour système d'avertisseur électrique de rupture de fils en déroulement ou en défilement, 18 septembre 1926.

32 206/623 438. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 1er cert. d'add. au brevet pris le 27 janvier 1926, pour perfectionnements aux transformateurs polymorphiques, 3 février 1926.

32 207/623 438. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 2e cert. d'add. au brevet pris le 27 janvier 1926, pour perfectionnements aux transformateurs polymorphiques, 22 février 1926.

32 213/623 438. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 3e cert. d'add. au brevet pris le 27 janvier 1926, pour perfectionnements aux transformateurs polymorphiques, 22 février 1926.

32 214/609 546. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 1er cert. d'add. au brevet pris le 20 janvier 1926, pour perfectionnements aux systèmes de transformation des courants électriques, 24 février 1926.

32 220/612 462. — Guérindon (G.), Ghio (A.-M.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 5 mars 1926, pour haut-parleur, 5 mai 1927.

32 228/613 555. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 1er cert. d'add. au brevet pris le 15 janvier 1926, pour perfectionnements aux générateurs thermoélectriques, 18 juin 1926.

32 234/612 333. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); 1er cert. d'add. au brevet pris le 5 mars 1926, pour perfectionnements aux dispositifs à décharge électronique, 17 juillet 1926.

32 235/613 556. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 1er cert. d'add. au brevet pris le 5 février 1926, pour système téléphonique à impulsions directes, 19 juillet 1926.

32 242/605 505. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 1er cert. d'add. au brevet pris le 22 septembre 1925, pour perfectionnements aux moyens de transformation de courants continus en courants alternatifs et inversement, 11 août 1926.

32 244/551 711. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 1er cert. d'add. à un brevet pris pour appareils photoélectriques générateurs de courants variables, 19 août 1926.

32 245/558 508. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 3e cert. d'add. au brevet pris le 10 novembre 1922, pour dispositif de mise hors circuit pour appareils polyphasés, 26 août 1926.

32 254/609 754. — Société anonyme dite : Constructions électriques Wageor; 1er cert. d'add. au brevet pris le 16 janvier 1926, pour perfectionnements aux marteaux à force centrifuge, 24 septembre 1926.

32 256/610 182. — Guéry (A.); 1er cert. d'add au brevet pris le 6 août 1926, pour coupleur plus particulièrement applicable à la télégraphie et à la téléphonie sans fil et permettant d'obtenir instantanément différents montages avec le même appareil, 25 septembre 1926.

32 258/613 767. — Granat (E.) et la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt; 1er cert. d'add. au brevet pris le 3 mars 1926, pour système d'asservissement électrique permettant par le déplacement d'un organe de manœuvre d'imprimer un mouvement synchrone à vitesse variable à un ensemble comprenant un nombre quelconque de postes transmetteurs et récepteurs, 28 septembre 1926.

EXTRAITS DE LA SÉRIE DES PRIX

DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DES ARCHITECTES

Communiqués par le Syndicat général de la Construction électrique.

Coefficients à appliquer sur les prix de la série du 15 octobre 1924 pour les travaux exécutés à partir du :	1er janvier 1926		1er avril 1926		15 mai 1926		1er août 1926	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Conducteurs électriques : Fils et câbles sous plomb :								
Lumière : 3e et 6e colonnes des nos 58 à 98 et 111 à 121......	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Sonnerie : nos 27(1) à 27(11) et 29(1) à 29(11)........	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Conducteurs électriques : Fils et câbles autres que sous plomb :								
Lumière et sonnerie..................	1,38	1,46			1,50	1,60	1,66	1,79
Coefficient s'appliquant à l'ensemble des autres articles de la série.	1,28	1,27	1,23	1,30	1,25	1,33	1,33	1,42
Ouvrages ne comportant que de la main-d'œuvre..............	1,19	1,26			1,27	1,35	1,27	1,35

Coefficients à appliquer sur les prix de la série 1926 pour les travaux exécutés à partir du :	15 oct. 1926	1er nov. 1926	1er déc. 1926	1er janv. 1927	1er fév. 1927	1er mars 1927
Conducteurs électriques autres que sous plomb..............	1,10	1,02	1,02	1,02	0,85	0,79
Id. sous plomb :						
Lumière : nos 68 à 108 et 122 à 132 (3e et 6e colonnes)........	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Sonnerie : nos 29 et 30..............	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Appareillage :						
Gros appareillage : nos 180 à 201 et 377 à 430..............	1,37	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
Appareillage de branchement : nos 202 à 212 et 320 à 323.....	1,31	1,41	1,41	1,34	1,26	1,26
Autres articles de la série..............	1,21	1,23	1,20	1,20	1,15	1,15
Articles ne comportant que de la main-d'œuvre..............	1,07	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17

Prix de l'heure à partir du :	1er janvier 1926		15 mai 1926			1er novembre 1926	
	élémentaires	de règlement	élémentaires	de règlement (1)	de règlement (2)	élémentaires	de règlement
Heure d'ouvrier téléphoniste, monteur et ajusteur..............	4 fr	5,90 fr	4,25 fr	6,25 fr	6,60 fr	4,75 fr	7,40 fr
Id d'ouvrier électricien poseur..............	3,75	5,50	4	5,90	6,25	4,25	6,60
Id d'aide électricien poseur..............	3,25	4,80	3,50	5,15	5,45	3,75	5,85

(1) Les coefficients de la colonne (1) s'appliquent aux travaux traités avant le 1er janvier 1926.
(2) Les coefficients de la colonne (2) s'appliquent aux travaux traités après le 1er janvier 1926.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 27 août 1927	PRIX samedi 3 sept. 1927	PRIX différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	76 fr	76 fr	0
Id U id	100 kg	81	81	0
Cornières	100 kg	79	79	0
Larges plats	100 kg	97	97	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	17 d	16 5/8 d	— 3/8 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	706	735	+ 29 fr
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	808	808	0
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 031	1 031	0
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	1 026	1 026	0
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 041	1 041	0
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 584	1 584	0
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 758	6 758	0
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 907	3 900	— 7
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	460	460	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	532,50	532,50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { épaisseur 7/100 mm	le mètre	5	5	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { Id 10/100 mm	linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	316	318	+ 2
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	320	320	0
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		220	200	— 20
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	391,50	389,50	— 2
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

NOTA. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 27 août 1927	samedi 3 sept. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	166	166	0

COEFFICIENTS DE VARIATION DE PRIX

APPLICABLES A L'APPAREILLAGE ET AU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etablis par le Syndicat des Constructeurs d'Appareillage et de Matériel électrique.

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 6 juin 1926	
1° Matériel pour haute tension	1,25
2° Gros appareillage pour basse tension	1,30
3° Petit appareillage pour basse tension { a) Appareils contenant plus de 50 pour 100 de cuivre	1,10
3° Petit appareillage pour basse tension { b) Appareils contenant moins de 50 pour 100 de cuivre	1,15
Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 1er mars 1926	
4° Matériel de branchement utilisé par la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité	1,30

BULLETIN R.G.E.

MACHINES et APPAREILS

La cheville Rawl. — Nous croyons intéressant de rappeler à l'attention de nos lecteurs les avantages que présente le mode de fixation constitué par la cheville Rawl qui remplace avantageusement le tampon en bois souvent utilisé pour assurer la fixation des vis. Le tamponnage en bois s'est révélé incommode, donne une résistance à l'arrachement beaucoup trop faible et conduit à pratiquer des trous de dimensions exagérées par rapport à celles de la vis à fixer. La figure 1 montre à ce sujet les dimensions comparatives des trous à pratiquer pour la fixation d'une vis de 4 mm dans le cas d'emploi d'un tampon en bois et d'une

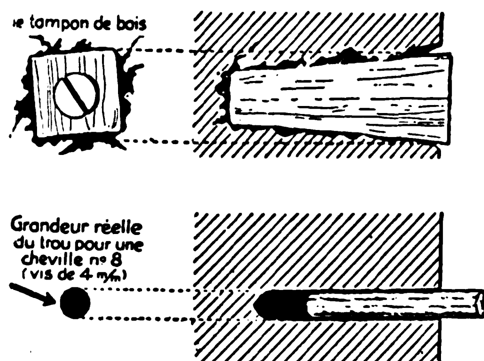


Fig. 1. — Figure montrant en vraie grandeur la comparaison entre les dimensions du trou à pratiquer pour la fixation d'une vis de 4 mm dans le cas d'un tampon en bois et d'une cheville Rawl.

cheville Rawl. Rappelons que cette cheville, construite en France et en vente à Paris, 35, rue Boissy-d'Anglas, consiste en une pièce cylindrique de fibre de jute très compressible et plastique, percée d'un trou central. Il suffit alors de pratiquer à l'endroit où on désire faire la fixation un trou d'un diamètre très légèrement supérieur à celui de la cheville et d'une profondeur un peu inférieure à la longueur de cette cheville. En vissant ensuite, la matière forme un bourrage uniforme entre les parois et la vis. Le guidage correct de cette dernière est assuré par le trou central de la cheville comme l'indique la figure 2.

La fixation obtenue est absolument ferme et l'opération s'effectue aisément et dans le minimum de temps.

La cheville Rawl a été utilisée surtout pour de petites fixations du fait que beaucoup de personnes ignorent qu'elle se fabrique en toutes dimensions. C'est ainsi qu'on peut l'utiliser pour la fixation des tire-fond pour traverses de voies ferrées. Des essais effectués à ce sujet et contrôlés par

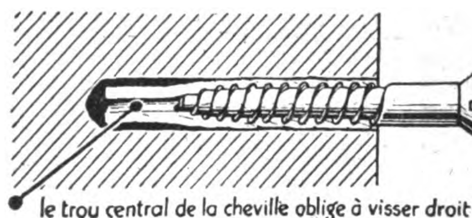


Fig. 2. — Guidage d'une vis de fixation dans une cheville Rawl

le Conservatoire national des Arts et Métiers ont montré qu'on pouvait obtenir, avec ces tire-fond fixés dans du ciment par l'intermédiaire de chevilles Rawl, une résistance à l'arrachement de 3 t.

Il apparait donc que l'emploi de ces chevilles peut être généralisé non seulement dans l'installation du petit appareillage mais encore des gros appareils, des tableaux, des machines, etc.

NOUVELLES et ÉCHOS

Statistique des accidents de personnes survenus pendant l'année 1925 sur les réseaux français de distribution d'énergie électrique. — D'après les statistiques annuelles fournies par chacun des services de contrôle départemental des distributions d'énergie électrique, le nombre des accidents de personnes survenus durant l'année 1925 sur les réseaux de distribution d'énergie électrique, s'élève à 144. Ces accidents, qui se sont produits dans 65 départements sur les 90 du territoire français, ont fait 157 victimes dont 117 tués.

Le tableau I, dans lequel ces accidents ont été classés suivant les trois catégories de tension envisagées par la circulaire ministérielle du 25 février 1924, en indique la répartition selon leur cause présumée et selon le lieu où ils se sont produits.

En 1924, le nombre des accidents a été de 144, survenus dans 62 départements, alors que dans les 28 autres aucun n'avait été enregistré. Le nombre des victimes a été de 152, dont 104 tués.

La comparaison de ces chiffres montre que d'une année à l'autre la situation d'ensemble a peu varié et, si l'on tient compte du développement des distributions, il est permis de penser qu'elle n'a pas empiré.

Le tableau I montre que sur les 157 victimes de l'année 1925, 74 appartiennent aux personnels des entreprises

Tableau I.

			I Distributions de 1re catégorie	II Distributions de 2e catégorie dont la tension n'atteint pas 30 000 V	III Distributions de 2e catégorie dont la tension est au moins égale à 30 000 V	Totaux
Nombre de victimes	Appartenant au personnel de l'entreprise	Tués	14	37	4	55
		Blessés	2	14	3	19
	Étrangères au personnel de l'entreprise	Tués	11	37	14	62
		Blessés	1	16	4	21
	Total.	Tués	25	74	18	117
		Blessés	3	30	7	40
Répartition des accidents selon le lieu où ils se sont produits.	Sur la voie publique		15	35	6	56
	Dans les postes de transformateurs		1	30	5	36
	En dehors de la voie publique et des postes de transformateurs		12	29	11	52
Répartition des accidents selon leur cause présumée.	Chute des conducteurs			5		5
	Escalade des supports		1	18	10	29
	Remises intempestives du courant sur la ligne			3	1	4
	Envahissement des conducteurs secondaires par le courant primaire		1			1
	Contact avec des conducteurs ou appareils sous tension	Primaire	1	51	10	62
		Secondaire	14	9		23
	Contact avec des pièces qui, normalement, ne devaient pas être sous tension		2	5		7
	Coups de foudre		1			1
	Autres causes d'origine électrique		2	2		4
	Accidents non causés par les courants électriques		6	1	1	8

et 83 y sont étrangères; ces deux nombres diffèrent peu, ce qui semble indiquer que, si l'éducation du public est encore loin de ce qu'elle devrait être, celle du personnel reste aussi à compléter.

Les accidents par contact avec des conducteurs ou appareils sous tension sont les plus fréquents : au nombre de 85, ils représentent plus de la moitié du total.

Comme il était à prévoir, ce sont les conducteurs à haute tension qui ont fait le plus de victimes, soit 62. Mais si le nombre des victimes d'accidents occasionnés par les réseaux à basse tension, lequel s'élève à 23, est sensiblement inférieur au précédent, il est loin d'être négligeable. Et ce fait tient sans doute, en partie, à ce qu'on continue à faire trop peu de cas, dans certains milieux, des dangers réels inhérents à la basse tension.

Les accidents par escalade des supports atteignent un nombre impressionnant, soit 29; l'enfance paie toujours là un large tribut.

On constate en outre que 5 accidents sont survenus à la suite de chute de conducteurs.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Unification de la fréquence dans la région parisienne. — D'après une information que nous transmet la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité, l'unification de la distribution de l'énergie électrique à la fréquence 50 p : s se poursuit avec toute la rapidité compatible avec de tels travaux. La fréquence 41 2/3 a été supprimée en banlieue le vendredi 26 août 1927.

Il n'y a plus maintenant, en Seine, Seine-et-Oise et Seine-et-Marne, de distribution publique à une fréquence autre que 50 p : s.

A l'intérieur de Paris, plus de la moitié des quartiers de la rive droite de la Seine sont alimentés avec du courant de fréquence 50 p : s.

Les travaux se continuent et ils commenceront dans les quartiers de la rive gauche de la Seine dès février 1928.

Décret autorisant et concédant les travaux d'aménagement de l'usine des forges d'Abel, sur le gave d'Aspe (Basses-Pyrénées). — Le « Journal officiel » du 3 septembre 1927 publie, pages 9412-9418, le décret en date du 20 août 1927, approuvant la convention en date du 28 février 1927 passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société des Forces motrices de la Vallée d'Aspe, dont le siège est à Paris, 10, rue Vezelay, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour l'aménagement et l'exploitation des chutes d'environ :

1° 161 m (en eaux moyennes) existant sur le gave d'Aspe, entre le barrage d'Anglus et le confluent avec le gave d'Espelunguère;

2° 191 m (en eaux moyennes) existant sur le gave d'Espelunguère, entre l'usine hydroélectrique d'Estaens et le confluent avec le gave d'Aspe;

3° 202 m (en eaux moyennes) existant sur le ruisseau du Coueoq, affluent rive gauche du gave d'Espelunguère, entre le point d'altitude 1 272,25 m et le confluent des gaves d'Aspe et d'Espelunguère, communes de Borce, Urdos, Cette-Eygun, département des Basses-Pyrénées.

La présente concession englobe les installations existantes édifiées antérieurement à la loi du 16 octobre 1919.

La puissance maximum brute de la chute concédée est évaluée à 4 700 kw sur lesquels 3 880 kw représentent la puissance supplémentaire procurée par les travaux nouveaux, ce qui correspond, compte tenu du rendement normal des appareils, à une puissance disponible de 2 510 kw dont 2 020 kw correspondent à l'augmentation de puissance.

La puissance normale brute est évaluée à 2 250 kw sur lesquels 1 430 kw représentent la puissance supplémentaire procurée par les travaux nouveaux, ce qui correspond, de même, à une puissance disponible de 1 360 kw dont 870 kw correspondent à l'augmentation de puissance.

L'entreprise a pour objet principal la fourniture de l'énergie électrique aux services publics et au public et, accessoirement, aux usines d'utilisation de la société concessionnaire.

Les barrages sur les gaves d'Aspe et d'Espelunguère seront maintenus sur leur emplacement actuel. Le barrage sur le ruisseau du Couecq sera placé à 400 m environ en amont du confluent du ruisseau avec le gave d'Espelunguère.

Le niveau normal de la retenue sera aux cotes suivantes : 1 231,50 m sur le gave d'Aspe ; 1 261,60 m sur le gave d'Espelunguère ; 1 272,25 m sur le ruisseau de Couecq.

Le débit maximum emprunté sera de 1 560 l : s sur le gave d'Aspe ; 750 l : s sur le gave d'Espelunguère ; 420 l : s sur le ruisseau de Couecq.

Le débit maintenu dans la rivière en aval de la prise d'eau sur le gave d'Espelunguère ne devra pas être inférieur à 10 l : s et ne sera pas maintenu sur les deux autres torrents.

Les eaux seront restituées au confluent des gaves d'Aspe et d'Espelunguère.

Le barrage d'Anglus, situé sur le gave d'Aspe, est constitué par un massif de maçonnerie de 13 m environ de hauteur maximum, en forme de voûte à axe vertical permettant de réaliser une retenue de 85 000 m³. La prise d'eau se fait sur la rive gauche au moyen d'une conduite établie au départ dans une galerie souterraine et commandée par une vanne de garde et une grille de défeuillage. Le diamètre de cette conduite en tôle d'acier est de 1,10 m.

Le barrage-déversoir sur le gave d'Espelunguère a 3 m de hauteur, il est muni d'une vanne de chasse à segment automatique.

La prise d'eau se fait sur la rive droite par l'intermédiaire d'un appareil de défeuillage en tôle perforée.

Une canalisation spéciale y amène directement les eaux du canal de fuite de l'usine d'Estaens sans que celles-ci soient déversées dans le lit du cours d'eau. Le diamètre de la conduite d'amenée en tôle d'acier est de 50 cm jusqu'au point de jonction avec le siphon du Couecq, et de 70 cm à partir de ce point jusqu'à la jonction avec la conduite d'amenée du gave d'Aspe.

Le barrage-déversoir sur le ruisseau du Couecq aura 3 m de hauteur. La prise d'eau sur la rive droite commandera une conduite d'amenée en tôle de 40 cm de diamètre sur le trajet de laquelle se trouvera établi un appareil de défeuillage et après lequel elle formera siphon pour se raccorder à la conduite d'Espelunguère.

Une cheminée d'équilibre est prévue au point de jonction des deux conduites d'amenée ; elle sera formée par une conduite en tôle placée le long du flanc de la montagne.

La conduite forcée actuelle de 0,60 m de diamètre sera doublée par une seconde de 0,85 m de diamètre.

Le bâtiment d'usine sera construit aux confluents des gaves d'Aspe et d'Espelunguère et abritera en plus des deux groupes de 480 kv-a existants, un troisième groupe de 2 000 kv-a.

Une maison d'habitation a été édifiée pour le personnel.

Combustibles. — La production des houillères françaises pendant le mois de juillet 1927. — Les houillères françaises ont réalisé, pendant le mois de juillet 1927, une production de 4 275 702 t pour 25 jours de travail, au lieu de 4 317 426 t en juin, pour 25 jours de travail également (Voir *Bulletin R. G. E.*, 27 août 1927, t. xxii, p. 59 B).

La régression de la production journalière moyenne et de l'effectif ouvrier enregistrée durant les mois précédents se poursuit, ainsi que l'on peut s'en rendre compte d'après les nombres qui suivent :

	Production journalière moyenne, en tonnes.	Personnel occupé.
Année 1913..........	136 147	203 208
Janvier 1923.........	121 064	242 566
Janvier 1924.........	144 680	286 804
Janvier 1925.........	160 445	311 991
Janvier 1926.........	170 048	315 204
Janvier 1927.........	185 179	333 151
Juin 1927	172 697	324 965
Juillet 1927..........	171 028	323 438

Dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais, la production journalière moyenne de 107 975 t est en excédent de 16 678 t sur le niveau de 1913.

Pour le Centre et le Midi, la production de 45 478 t par jour de travail est en gain de 628 t sur le chiffre de 1913.

Ainsi, l'ensemble des mines situées dans les anciennes frontières a fourni, avec 153 723 t, une extraction journalière en progrès de 17 576 t, soit 12,9 pour 100 sur la situation d'avant-guerre.

Les houillères lorraines ont, en outre, apporté un contingent supplémentaire de 17 305 t par journée de travail.

La production de coke métallurgique dans les cokeries des houillères françaises s'est élevée, pendant le mois de juillet, à 343 769 t, dépassant de près de 100 000 t le chiffre moyen de 1913.

Economie industrielle et sociale. — L'indice des prix de gros en France, en aout 1927. — Depuis avril dernier, nous assistons à une baisse régulière et continue de l'index général des prix de gros publié par la « Statistique générale de la France » (voir *Bulletin R. G. E.*, 3 septembre 1927, t. xxii, p. 67 B-68 B).

De 655 en mars 1927 (base 100 en juillet 1914), cet indice est tombé successivement à 650 en avril, à 642 en mai, à 636 en juin, à 633 en juillet et à 631 en août.

Cette baisse a affecté uniquement les produits nationaux, dont l'indice partiel a fléchi de 647 en mars à 611 en juillet et à 603 en août. Les produits importés n'ont pas été touchés par ce mouvement ; bien au contraire, leur indice partiel s'est élevé de 667 en mars à 674 en juillet et à 680 en août.

D'un autre point de vue, on note que ce recul n'affecte que les denrées alimentaires, tandis que les matières industrielles sont en hausse continue depuis déjà plusieurs mois. L'indice partiel des denrées alimentaires est tombé en effet de 629 en mars à 585 en juillet et à 573 en août ; celui des matières industrielles en revanche a passé de 665 en mai à 677 en juillet et à 682 en août.

Comment interpréter ces mouvements en sens divers ? Voici l'explication donnée par la Société d'Etudes et d'Informations économiques, dans son « Bulletin quotidien » du 12 septembre :

« Une constatation brutale s'impose à nous. S'il n'y a pas là à proprement parler une crise économique grave, la situation du marché du travail et celle des commandes ne paraît pas pour l'instant, autant qu'on puisse en juger, légitimer l'emploi d'un pareil terme, nous nous trouvons du moins en présence d'une gêne très sérieuse de toute notre production.

» Mais, dira-t-on, cette gêne paraît localisée. Seuls les prix des denrées agricoles baissent; l'indice des matières industrielles s'élève. Sans doute, mais un examen plus minutieux des faits et des chiffres ne paraît légitimer que peu d'optimisme.

» En premier lieu, il ne faut pas oublier que toute baisse des produits agricoles entraine inéluctablement une diminution du pouvoir d'achat de la classe paysanne, c'est-à-dire la fermeture partielle, pour l'industrie, du débouché intérieur. La régression du nombre des touristes étrangers vient encore restreindre ce débouché. Quels que soient les efforts tentés actuellement pour développer l'exportation, il est douteux que celle-ci puisse compenser de sitôt un pareil manque à gagner.

» D'autre part la hausse des matières industrielles est plus apparente que réelle. Mettons à part les produits intitulés « divers » dont l'indice partiel, tombé de 660 en mars à 652 en juillet est revenu à 660 en août. Les matières textiles sont en progrès marqué : 781 en août contre 757 en juillet et 691 en mai; mais il s'agit là de produits d'origine exotique. Sans doute la hausse de la matière première doit fatalement entrainer une reprise des achats; mais cette amélioration, d'origine tout extérieure, suffira-t-elle à galvaniser le marché intérieur? On peut en douter, d'autant que les minéraux et métaux, d'origine surtout nationale, ont encore accentué en août leur fléchissement, avec 619 contre 639 en juillet et 685 en mars ».

Nous donnons ci-dessous, comme de coutume, les indices détaillés des prix de gros.

	Articles.	Fin août	Fin juil.	Fin juin
Indice général........	(45)	631	633	636
Produits nationaux...	(29)	603	611	623
Produits importés.....	(16)	680	674	659
Denrées alimentaires :				
Ensemble	(20)	573	585	5[illegible]8
Aliments végétaux. ..	(8)	611	617	645
Aliments animaux....	(8)	517	529	536
Sucre, café, cacao	(4)	614	637	632
Matières industrielles :				
Ensemble.............	(25)	682	677	669
Minéraux et métaux..	(7)	619	639	638
Textiles.............	(6)	781	757	723
Divers	(12)	660	652	656

L'INDICE DES PRIX DE DÉTAIL A PARIS EN AOUT 1927. — Les prix de détail subissent une régression rapide. Leur indice est tombé à Paris de 580 en juin à 557 en juillet et à 539 en août. Rappelons qu'en mai dernier il s'élevait à 589. Une baisse aussi rapide est due sans aucun doute au recul des prix des denrées agricoles, qui s'était déclenché en avril. La rapidité avec laquelle les prix de détail s'adaptent actuellement aux prix de gros est d'ailleurs d'un heureux symptôme pour la solution des difficultés présentes.

Enseignement. — COURS DE MONTEUR-INSTALLATEUR DE POSTES RADIOTÉLÉPHONIQUES. — L'Ecole pratique de Radio-Électricité, 57, rue de Vanves, à Paris, XIVe, ouvrira le lundi 10 octobre prochain la 13e session de son cours du soir de monteur-installateur de postes radiotéléphoniques destiné à tous ceux qui désirent acquérir la pratique du montage, de l'installation et de la recherche des dérangements des postes radiotéléphoniques privés. Ce cours, d'une durée de deux mois et demi, est enseigné par des spécialistes et sanctionné par un diplôme.

Les inscriptions seront reçues jusqu'au lundi 3 octobre inclus.

ECOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS. — Les examens d'admission à l'Ecole spéciale des Travaux publics (2e session) commenceront le 26 septembre 1927. La rentrée de l'Ecole est fixée au 10 octobre 1927.

Dans le monde technique. — DÉCÈS DE M. HENRI VOGT. — Nous apprenons la mort d'un des membres du Comité de rédaction de la « Revue générale de l'Electricité », M. Henri Vogt, officier de l'Instruction publique, chevalier de la Légion d'honneur, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, directeur de l'Institut électrotechnique et de Mécanique appliquée de Nancy, membre du Conseil de l'Université de Nancy, membre de l'Académie de Stanislas, décédé le 28 août 1927 dans sa 64e année.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — COMPAGNIE D'ELECTRICITÉ LOIRE ET NIÈVRE. — Récemment constituée, cette société anonyme a pour objet d'effectuer toutes opérations ou entreprises se rattachant à l'électricité, à l'eau, à l'air, à tous les gaz liquéfiés, ainsi qu'à tous agents généralement quelconques de production, de distribution, de transformation ou d'utilisation de l'énergie, sous toutes ses formes, pour toutes espèces. Le siège est à Paris, 73, boulevard Haussmann. Le capital initial, fixé à 15 millions de francs, pourra être ultérieurement porté à 30 millions de francs; il est représenté par 48 000 actions de priorité (ayant droit à une voix dans les assemblées), et 12 000 actions ordinaires (ayant droit à 4 voix), de 250 fr de valeur nominale chacune. Sur ces actions, 1 600 ordinaires ont été attribuées en rémunération d'apports à la Compagnie française d'Entreprises, à Paris, 138, boulevard Malhesherbes, et à MM. Maldant à Paris, 81, boulevard de Courcelles et Jules Rainas, à Chatou (Seine-et-Oise), 20, avenue Maurice-Berteaux. Les 48 000 actions de priorité ont été attribuées à la Compagnie continentale Edison, à Paris, 73, boulevard Haussmann. Ces apports comprennent notamment diverses concessions de distribution d'énergie électrique, situées dans les départements de la Nièvre et du Cher.

SOCIÉTÉ D'ELECTRICITÉ DE CETTE ET FRONTIGNAN. — De constitution récente, cette société anonyme a pour objet la construction et l'exploitation d'une usine génératrice thermique d'énergie électrique dans la région de Cette; la distribution et la vente de l'énergie électrique.

Le siège est à Paris, 21, rue Saint-Guillaume. Le capital est de 600 000 fr, en actions de 500 fr, toutes souscrites en numéraire.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE POUR L'EXPLOITATION INDUSTRIELLE DE LA HOUILLE BLEUE. — La seconde assemblée constitutive de cette société s'est tenue le 6 septembre. Cette nouvelle société a pour objet le captage, l'exploitation et l'utilisation de l'énergie des marées, des vagues, de toute énergie fournie par la mer, les chutes d'eau et les cours d'eau; la transformation de l'énergie hydraulique en énergie électrique, etc.

Le capital initial a été fixé à 12 millions de francs, divisé

en actions de 100 fr, dont 20 000 de la catégorie A (ayant droit à cinq voix dans les assemblées) et 100 000 de la catégorie B (n'ayant droit qu'à 1 voix). Les statuts de la société autorisent le conseil à augmenter ultérieurement le capital jusqu'à 30 millions de francs.

Augmentation de capital. — COMPAGNIE UNIVERSELLE D'ACÉTYLÈNE ET D'ÉLECTROMÉTALLURGIE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 12 septembre 1927, page 839, cette société dont le siège est à Paris, 6, rue Pigalle, va procéder à l'émission, au pair, de 10 000 actions de 100 fr chacune, exclusivement réservées aux actionnaires.

L'ÉLECTRO-ENTREPRISE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 12 septembre 1927, page 834, cette société dont le siège est à Paris, 108, boulevard Haussmann, va procéder à l'émission de 8 000 actions ordinaires de 100 fr chacune.

COMPAGNIE CENTRALE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 12 septembre 1927, page 834, cette société dont le siège est à Paris, 3, rue Moncey, va porter le capital social à 45 millions de francs par l'émission de 20 000 actions nouvelles, au capital nominal de 500 fr.

Ces actions nouvelles seront émises contre espèces, au prix de 1 100 fr chacune, avec jouissance du 1er octobre 1927.

Le droit de souscription pour les actionnaires anciens s'exercera : à titre irréductible dans la proportion des titres possédés par eux et à raison de deux actions nouvelles pour sept actions anciennes; à titre réductible, au prorata des actions anciennes possédées et à concurrence des actions nouvelles restant disponibles.

La souscription donnera lieu au versement :

Du quart du montant nominal et de la totalité de la prime à la souscription;

Du solde dans les quinze jours qui suivront l'assemblée générale appelée à statuer sur la vérification de la sincérité de la déclaration de souscription et de versement.

Divers. — ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS DE E.-C. GRAMMONT ET DE ALEXANDRE GRAMMONT. — Les comptes de l'exercice, clos le 31 mars 1927, font apparaître un bénéfice net de 11 303 387 fr, contre 10 456 596 fr en 1925-1926, dont le conseil proposera la répartition suivante : 3 millions de francs aux amortissements sur immobilisations, 3 303 387 fr aux amortissements sur frais d'augmentation du capital et frais d'émission et 5 millions de francs à un compte général d'amortissement.

SOCIÉTÉ D'ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE MAGONDEAUX. — Telle est la nouvelle dénomination adoptée par la Société d'Études d'Appareillage électrique Magondeaux, dont le siège est à Paris, 83, boulevard Gouvion-Saint-Cyr. Le capital vient d'être porté de 1 million de francs à 8 500 000 fr, par la création de 15 000 actions de 500 fr; sur ces actions, 8 000 ont été allouées à la Société des Appareils Magondeaux, à Paris, 83, boulevard Gouvion-Saint-Cyr, et 300 à la Société anonyme des Usines Jean-Gallay, aux Eaux-Vives, Genève (Suisse). Les 6 700 actions restantes ont été souscrites en numéraire.

FORCES MOTRICES DU HAUT-RHIN. — Réunis le 7 septembre 1927 en assemblée ordinaire, les actionnaires ont approuvé les comptes de l'exercice clos au 31 mars 1927, se soldant par un bénéfice net de 8 667 286 fr, contre 7 835 606 fr, en 1925-1926. Compte tenu du reliquat antérieur, le solde disponible s'est élevé à 9 510 936 fr contre 8 754 812 fr pour l'exercice précédent. Le dividende a été maintenu à 9 pour 100 brut, payable le 1er octobre, à raison de 37,40 fr net au nominatif et de 32,15 fr net au porteur.

Une assemblée extraordinaire, tenue à l'issue de l'assemblée ordinaire, a ratifié l'augmentation du capital, qui se trouve ainsi porté de 75 millions à 107 500 000 fr.

VEREINIGTE ELEKTRO-WERKE (SOCIÉTÉ ANONYME DES APPAREILS ÉLECTRIQUES). — Les comptes de l'exercice clos au 31 mars 1927 se sont soldés par une perte de 724 518 fr, après affectation de 199 356 fr aux amortissements.

Le capital vient d'être réduit de 2 millions de francs à 400 000 fr, pour être porté ensuite à 1 million de francs.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE D'ÉNERGIE HYDROÉLECTRIQUE (SIDRO). — Le conseil proposera à l'assemblée ordinaire du 4 octobre 1927 la répartition d'un dividende brut de 50 fr aux actions privilégiées et ordinaires et de 182,80 fr aux parts de fondateur. L'an dernier il avait été réparti 37,50 fr brut aux deux catégories d'actions et 117,50 fr brut aux parts de fondateur.

OUVRAGES RÉCENTS

Les machines électriques industrielles, par René BARDIN. Un volume, format 22 cm × 14 cm, de 79 pages. Prix : broché, 8 fr.

Cours d'électricité, par GOUVION. Un volume, format 25 cm × 16 cm, de 120 pages. Prix : broché, 30 fr.

Conductibilité électrique des métaux et problèmes connexes, par SOLVAY. Un volume, format 25 cm × 16 cm, de 362 pages. Prix : broché, 50 fr.

Cours pratique d'électricité industrielle. Tome II. Courants alternatifs simples et polyphasés, par CHEVALLIER. Un volume, format 33 cm × 15 cm, de 424 pages. Prix : cartonné, 40 fr.

Pour éviter l'électrocution, par Maurice ROUSSEL. Un volume, format 18 cm × 12 cm, de 84 pages. Prix : broché, 4,50 fr.

Transport de l'énergie électrique. Tome III. Les équipements mécaniques et électriques des centrales, par KYSER. Un volume, format 25 cm × 16 cm, de 1 008 pages. Prix : cartonné, 130 fr.

Schémas et règles pratiques de bobinage des machines électriques, par F. TORICES et A. CURCHOD. Un volume, format 23 cm × 14 cm, de 166 pages. Prix : broché 13 fr.

De la lumière aux rayons X, par F. HOLWECK. Un volume, format 25 cm × 16 cm, de 144 pages. Prix : cartonné, 30 fr.

NOTICES et CATALOGUES (1)

Conduites forcées. — Sous ce titre, la Société dauphinoise d'Études et de Montages, dont le siège social est 159, cours Berriot, à Grenoble, vient d'éditer une intéressante brochure de 113 pages, format 27 cm × 18 cm.

Le but de cette brochure est d'exposer les conditions techniques d'établissement des conditions forcées et de fournir un ensemble de renseignements permettant l'établissement d'avant-projets s'écartant le moins possible des devis définitifs.

Le chapitre premier traite du calcul des épaisseurs que doit présenter une conduite forcée pour résister aux divers efforts auxquels elle est soumise; ces efforts sont dus à la pression intérieure, au vide intérieur, à la flexion latérale des parois, à la flexion longitudinale et aux variations de température. De nombreux tableaux et abaques facilitent ces calculs, en particulier pour la détermination des renforts destinés à combattre les effets du vide intérieur.

Le second chapitre est relatif à la construction des conduites

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

forcées et envisage la nature du métal, les types de tuyaux, la jonction des éléments entre eux, les coudes, supports, trous d'homme, ancrages et enfin les poids au mètre courant des types de tuyaux les plus employés. Ces derniers renseignements sont consignés sur une série de sept tableaux.

Le troisième chapitre décrit les opérations relatives à l'installation des conduites forcées. Enfin, le quatrième et dernier chapitre résume les principes essentiels relatifs à la mise en service et à l'exploitation des conduites.

En résumé, cette brochure sera lue avec intérêt par les ingénieurs hydrauliciens des bureaux d'étude et également par les ingénieurs chargés de l'exploitation des usines hydroélectriques.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

627 213. — Société dite : Wired Radio Inc.; Système de contrôle à cristal piézoélectrique, 22 octobre 1926.

627 223. — de Mchanetzky (W.); Perfectionnement au montage d'une lampe détectrice à réaction, 4 novembre 1926.

627 232. — Chauveau (L.-L.-E.); Système de téléphonie avec central automatique à relais à double direction, 13 novembre 1926.

627 233. — Chauveau (L.-L.-E.); Relais électrique particulièrement applicable aux montages téléphoniques, 13 novembre 1926.

627 280. — Société dite : Siemens und Halske Ak. Ges.; Dispositif de connexion pour la correction d'impulsions de courant dans les installations téléphoniques à fonctionnement par sélecteurs, 8 janvier 1927.

627 281. — Société dite : Siemens Schuckert Werke g. m. b. h.; Procédé de fabrication de câbles téléphoniques avec réduction de la diaphonie, 8 janvier 1927.

627 296. — Laporte (R.-P.-E.), Sentenach (L.); Perfectionnements apportés aux postes téléphoniques, notamment à ceux pour établissements publics, cafés, restaurants, etc., 8 janvier 1927.

627 308. — Fréjacques (J.-L.-M.); Dispositif automatique pour le remplissage des accumulateurs, 10 janvier 1927.

627 316. — Société dite : Siemens und Halske Ak. Ges.; Poste téléphonique, 10 janvier 1927.

627 329. — Ateliers de Constructions électriques de Rueil; Transformateur amovible pour postes de télégraphie sans fil, 10 janvier 1927.

627 347. — Société dite : N. V. Philips Gloeilampenfabrieken; Montage multivibrateur, 10 janvier 1927.

627 348. — Société anonyme dite : Société des Bougies A. C. Titan; Perfectionnements apportés aux articles (bornes, fiches, prises de courant, douilles de lampes électriques à incandescence, etc.) pour la fixation des fils électriques, notamment à ceux pour bougies d'allumage, 10 janvier 1927.

627 357. — Fromy (E.-M.-F.); Filtre électrique utilisant le courant de saturation d'une valve thermoionique et ses applications, 11 janvier 1927.

627 360. — Société dite : Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité; Crapaudine à billes pour compteurs et autres appareils (invention de M. O'Keenan), 11 janvier 1927.

627 362. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Four électrique pour porter des gaz à des températures élevées, 11 janvier 1927.

627 363. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Dispositif pour la commande de sûreté d'interrupteurs automatiques au moyen de dispositifs de contact à fonctionnement lent et progressif, 11 janvier 1927.

627 364. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Dispositif pour la répartition de la charge entre des redresseurs qui fonctionnent en parallèle et qui sont alimentés chacun par un enroulement secondaire d'un transformateur commun, 11 janvier 1927.

627 366. — Lehnert (N.), Paulus (A.); Interrupteur rapide à bouton de pression avec arrêt de fermeture du circuit, 11 janvier 1927.

627 367. — Raison sociale : Elektrotechnische Fabrik Schmidt und Co g. m. b. h.; Lampe électrique de poche avec réflecteur pouvant s'ajuster au foyer de l'ampoule, 11 janvier 1927.

627 370. — Société dite : Siemens und Halske Ak. Ges.; Capsule téléphonique ou microphonique, 11 janvier 1927.

627 376. — Société anonyme dite : Française Holophane; Rampe lumineuse notamment pour l'éclairage des vitrines d'étalage, 11 janvier 1927.

627 398. — Bouillon (L.-E.-G.); Perfectionnements aux bobines de self-induction à prises multiples, 4 novembre 1926.

627 407. — Nandillon (A.-E.-G.); Dispositif de mesure simultanée du rapport des intensités efficaces et de la différence de phase de deux courants électriques de même période, 9 décembre 1926.

627 416. — Czobor (E.); Dispositif servant en télégraphie sans fil d'organes de liaison, 18 décembre 1926.

627 422. — Vincent (A.-J.-F.-A.-M.); Machine automatique à souder par l'arc électrique, 23 décembre 1926.

627 445. — Liebreich (E.); Procédé pour la régénération des bains de chromage, 5 janvier 1927.

628 458. — Société dite : L'Électricité industrielle et domestique; Mode d'emploi des bobines à trembleurs et applications en résultant, 11 janvier 1927.

627 460. — Société Charles Schneider et Cie; Coupe-circuits à ponts, 11 janvier 1927.

627 462. — Rochling (H.), Rodenhauser (W.); Installation de fours électriques pour fours à grande production et mode d'utilisation de celle-ci, 11 janvier 1927.

627 463. — Rochling (H.), Rodenhauser (W.); Dispositif de fours électriques avec chargement par le haut, 11 janvier 1927.

627 481. — Société dite : Oesterreichische Siemens Schuckert Werke; Dispositif de suspension à serrage pour installations électriques et autres applications, 12 janvier 1927.

627 494. — Mancier (P.), Geslin (P.); Pavillon applicable aux machines parlantes de toute sorte : haut-parleurs de téléphonie sans fil, phonographes, mégaphones, etc., 12 janvier 1927.

627 495. — Société dite : N. V. Philips Gloeilampenfabrieken; Résistance électrique, 12 janvier 1927.

627 496. — Société dite : The Westinghouse Electric Manufacturing Co; Perfectionnements aux systèmes de protection de transmissions électriques, 12 janvier 1927.

627 498. — Strobel (H.), Detteborn (W.); Commutateur pour lignes d'éclairage électrique, 12 janvier 1927.

627 505. — August Fullgrabe et Cie; Dispositif de réglage précis destiné principalement aux organes d'accord employés en radiotechnique, 12 janvier 1927.

627 528. — Société dite : N. V. Philips Gloeilampenfabrieken; Tube à décharge à arc en vase clos, produite dans un gaz rare, 13 janvier 1927.

627 531. — Sturtz (E.); Barrette de connexion, 13 janvier 1927.

627 581. — Pasté (M.), Devergié (G.); Dispositif électrique avertisseur contre le vol, 15 janvier 1927.

627 582. — Société dite : Gebruder Siemens und Co; Lampe à arc à courant alternatif avec arc lumineux enclos, 15 janvier 1927.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine.

A L'ACQUITTE	1927		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	10 sept.	3 sept.	1926	1925	1913
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris.	1 330	1 330	1 850	1 105	210
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen	815,50	815,50	1 196	758	202,50
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen	815,50	815,50	1 196	758	202,50
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen	808	808	1 186	751,50	202,50
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris	3 930	3 900	5 678	2 953	520
Etain Billiton, liv. Havre					
Etain Détroits, liv. Havre	3 875	3 860	5 661	2 934	512
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris	3 768	3 766	5 421	2 833	502
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	308	318	605	430	56,75
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris	315	325	614	435	57,25
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris	371	371	636,50	414	60
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris	389,50	389,50	670,50	451,50	

INDICES DE SALAIRES

Etablis par le Syndicat des Entrepreneurs de Réseaux et de Centrales électriques.

MOIS	RÉGIONS											
	1 Nord	2 Nord-Ouest	3 Région de Paris	4 Nord-Est	5 Orléanais	6 Jura	7 Sud-Ouest	8 Massif central	9 Alpes	10 Littoral méditerranéen viticole	11 Côte d'Azur	12 Indice général
Février 1927	132	133	164	147	141	150	127	137	144		171	
Mars	134	135	166	148	141	150	129	134	153	154		147
Avril	139	134	164	148	137	150	128	134	158	157		146
Mai	141	132	167	147	140	151	128	137	162	157		147
Juin	143	135	166	147	137	153	131	137	161	157		147
Juillet 1927	149	132	173	147	141	159	136	142	161			152

COMPOSITION DES RÉGIONS

Région 1 (*Nord*) : Aisne, Nord, Oise, Pas-de-Calais, Somme.

Région 2 (*Nord-Ouest*) : Calvados, Côtes-du-Nord, Eure, Finistère, Ille-et-Vilaine, Indre-et-Loire, Loire-Inférieure, Maine-et-Loire, Manche, Mayenne, Morbihan, Orne, Sarthe, Seine-Inférieure, Vendée.

Région 3 (*Région de Paris*) : Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne.

Région 4 (*Nord-Est*) : Ardennes, Aube, Marne, Marne (Haute-), Meurthe-et-Moselle, Meuse, Moselle, Rhin (Bas-), Rhin (Haut-), Vosges.

Région 5 (*Orléanais*) : Cher, Eure-et-Loir, Indre, Loiret, Loir-et-Cher, Nièvre, Yonne.

Région 6 (*Jura*) : Belfort (Territoire de), Côte-d'Or, Doubs, Jura, Saône (Haute-), Saône-et-Loire.

Région 7 (*Sud-Ouest*) : Ariège, Charente, Charente-Inférieure, Creuse, Dordogne, Garonne (Haute-), Gers, Gironde, Landes, Lot-et-Garonne, Pyrénées (Basses-), Pyrénées (Hautes-), Sèvres (Deux-), Tarn-et-Garonne, Vienne, Vienne (Haute-).

Région 8 (*Massif central*) : Allier, Ardèche, Aveyron, Cantal, Corrèze, Loire, Loire (Haute-), Lot, Lozère, Puy-de-Dôme, Tarn.

Région 9 (*Alpes*) : Ain, Alpes (Basses-), Alpes (Hautes-), Drôme, Isère, Rhône, Savoie, Savoie (Haute-).

Région 10 (*Littoral méditerranéen viticole*) : Aude, Gard, Hérault, Pyrénées-Orientales.

Région 11 (*Côte-d'Azur*) : Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Var, Vaucluse.

Indice général 12 : Indice pour toute la France obtenu en faisant la moyenne des salaires payés sur les chantiers dans toute la France.

« Une constatation brutale s'impose à nous. S'il n'y a pas là à proprement parler une crise économique grave, la situation du marché du travail et celle des commandes ne paraît pas pour l'instant, autant qu'on puisse en juger, légitimer l'emploi d'un pareil terme, nous nous trouvons du moins en présence d'une gêne très sérieuse de toute notre production.

» Mais, dira-t-on, cette gêne paraît localisée. Seuls les prix des denrées agricoles baissent; l'indice des matières industrielles s'élève. Sans doute, mais un examen plus minutieux des faits et des chiffres ne paraît légitimer que peu d'optimisme.

» En premier lieu, il ne faut pas oublier que toute baisse des produits agricoles entraîne inéluctablement une diminution du pouvoir d'achat de la classe paysanne, c'est-à-dire la fermeture partielle, pour l'industrie, du débouché intérieur. La régression du nombre des touristes étrangers vient encore restreindre ce débouché. Quels que soient les efforts tentés actuellement pour développer l'exportation, il est douteux que celle-ci puisse compenser de sitôt un pareil manque à gagner.

» D'autre part la hausse des matières industrielles est plus apparente que réelle. Mettons à part les produits intitulés « divers » dont l'indice partiel, tombé de 660 en mars à 652 en juillet est revenu à 660 en août. Les matières textiles sont en progrès marqué : 781 en août contre 757 en juillet et 691 en mai; mais il s'agit là de produits d'origine exotique. Sans doute la hausse de la matière première doit fatalement entraîner une reprise des achats; mais cette amélioration, d'origine tout extérieure, suffira-t-elle à galvaniser le marché intérieur? On peut en douter, d'autant que les minéraux et métaux, d'origine surtout nationale, ont encore accentué en août leur fléchissement, avec 619 contre 639 en juillet et 685 en mars ».

Nous donnons ci-dessous, comme de coutume, les indices détaillés des prix de gros.

	Articles.	Fin août	Fin juil.	Fin juin
Indice général........	(45)	631	633	636
Produits nationaux...	(29)	603	611	623
Produits importés.....	(16)	680	674	659
Denrées alimentaires :				
Ensemble	(20)	573	585	5[illegible]8
Aliments végétaux. ..	(8)	611	617	645
Aliments animaux....	(8)	517	529	536
Sucre, café, cacao	(4)	614	637	632
Matières industrielles :				
Ensemble............	(25)	682	677	669
Minéraux et métaux..	(7)	619	639	638
Textiles..............	(6)	781	757	723
Divers	(12)	660	652	656

L'INDICE DES PRIX DE DÉTAIL A PARIS EN AOUT 1927. — Les prix de détail subissent une régression rapide. Leur indice est tombé à Paris de 580 en juin à 557 en juillet et à 539 en août. Rappelons qu'en mai dernier il s'élevait à 589. Une baisse aussi rapide est due sans aucun doute au recul des prix des denrées agricoles, qui s'était déclenché en avril. La rapidité avec laquelle les prix de détail s'adaptent actuellement aux prix de gros est d'ailleurs d'un heureux symptôme pour la solution des difficultés présentes.

Enseignement. — COURS DE MONTEUR-INSTALLATEUR DE POSTES RADIOTÉLÉPHONIQUES. — L'École pratique de Radio-Électricité, 57, rue de Vanves, à Paris, XIVe, ouvrira le lundi 10 octobre prochain la 13e session de son cours du soir de monteur-installateur de postes radiotéléphoniques destiné à tous ceux qui désirent acquérir la pratique du montage, de l'installation et de la recherche des dérangements des postes radiotéléphoniques privés. Ce cours, d'une durée de deux mois et demi, est enseigné par des spécialistes et sanctionné par un diplôme.

Les inscriptions seront reçues jusqu'au lundi 3 octobre inclus.

ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS. — Les examens d'admission à l'École spéciale des Travaux publics (2e session) commenceront le 26 septembre 1927. La rentrée de l'École est fixée au 10 octobre 1927.

Dans le monde technique. — DÉCÈS DE M. HENRI VOGT. — Nous apprenons la mort d'un des membres du Comité de rédaction de la « Revue générale de l'Électricité », M. Henri Vogt, officier de l'Instruction publique, chevalier de la Légion d'honneur, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, directeur de l'Institut électrotechnique et de Mécanique appliquée de Nancy, membre du Conseil de l'Université de Nancy, membre de l'Académie de Stanislas, décédé le 28 août 1927 dans sa 64e année.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — COMPAGNIE D'ÉLECTRICITÉ LOIRE ET NIÈVRE. — Récemment constituée, cette société anonyme a pour objet d'effectuer toutes opérations ou entreprises se rattachant à l'électricité, à l'eau, à l'air, à tous les gaz liquéfiés, ainsi qu'à tous agents généralement quelconques de production, de distribution, de transformation ou d'utilisation de l'énergie, sous toutes ses formes, pour toutes espèces. Le siège est à Paris, 73, boulevard Haussmann. Le capital initial, fixé à 15 millions de francs, pourra être ultérieurement porté à 30 millions de francs; il est représenté par 48 000 actions de priorité (ayant droit à une voix dans les assemblées), et 12 000 actions ordinaires (ayant droit à 4 voix), de 250 fr de valeur nominale chacune. Sur ces actions, 1 600 ordinaires ont été attribuées en rémunération d'apports à la Compagnie française d'Entreprises, à Paris, 138, boulevard Malhesherbes, et à MM. Maldant à Paris, 81, boulevard de Courcelles et Jules Rainas, à Chatou (Seine-et-Oise), 20, avenue Maurice-Berteaux. Les 48 000 actions de priorité ont été attribuées à la Compagnie continentale Edison, à Paris, 73, boulevard Haussmann. Ces apports comprennent notamment diverses concessions de distribution d'énergie électrique, situées dans les départements de la Nièvre et du Cher.

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRICITÉ DE CETTE ET FRONTIGNAN. — De constitution récente, cette société anonyme a pour objet la construction et l'exploitation d'une usine génératrice thermique d'énergie électrique dans la région de Cette; la distribution et la vente de l'énergie électrique.

Le siège est à Paris, 21, rue Saint-Guillaume. Le capital est de 600 000 fr, en actions de 500 fr, toutes souscrites en numéraire.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE POUR L'EXPLOITATION INDUSTRIELLE DE LA HOUILLE BLEUE. — La seconde assemblée constitutive de cette société s'est tenue le 6 septembre. Cette nouvelle société a pour objet le captage, l'exploitation et l'utilisation de l'énergie des marées, des vagues, de toute énergie fournie par la mer, les chutes d'eau et les cours d'eau; la transformation de l'énergie hydraulique en énergie électrique, etc.

Le capital initial a été fixé à 12 millions de francs, divisé

La présente concession englobe les installations existantes édifiées antérieurement à la loi du 16 octobre 1919.

La puissance maximum brute de la chute concédée est évaluée à 4 700 kw sur lesquels 3 880 kw représentent la puissance supplémentaire procurée par les travaux nouveaux, ce qui correspond, compte tenu du rendement normal des appareils, à une puissance disponible de 2 510 kw dont 2 020 kw correspondent à l'augmentation de puissance.

La puissance normale brute est évaluée à 2 250 kw sur lesquels 1 430 kw représentent la puissance supplémentaire procurée par les travaux nouveaux, ce qui correspond, de même, à une puissance disponible de 1 360 kw dont 870 kw correspondent à l'augmentation de puissance.

L'entreprise a pour objet principal la fourniture de l'énergie électrique aux services publics et au public et, accessoirement, aux usines d'utilisation de la société concessionnaire.

Les barrages sur les gaves d'Aspe et d'Espelunguère seront maintenus sur leur emplacement actuel. Le barrage sur le ruisseau du Couecq sera placé à 400 m environ en amont du confluent du ruisseau avec le gave d'Espelunguère.

Le niveau normal de la retenue sera aux cotes suivantes : 1 231,50 m sur le gave d'Aspe ; 1 261,60 m sur le gave d'Espelunguère ; 1 272,25 m sur le ruisseau de Couecq.

Le débit maximum emprunté sera de 1 560 l : s sur le gave d'Aspe ; 750 l : s sur le gave d'Espelunguère ; 420 l : s sur le ruisseau de Couecq.

Le débit maintenu dans la rivière en aval de la prise d'eau sur le gave d'Espelunguère ne devra pas être inférieur à 10 l : s et ne sera pas maintenu sur les deux autres torrents.

Les eaux seront restituées au confluent des gaves d'Aspe et d'Espelunguère.

Le barrage d'Anglus, situé sur le gave d'Aspe, est constitué par un massif de maçonnerie de 13 m environ de hauteur maximum, en forme de voûte à axe vertical permettant de réaliser une retenue de 85 000 m³. La prise d'eau se fait sur la rive gauche au moyen d'une conduite établie au départ dans une galerie souterraine et commandée par une vanne de garde et une grille de défeuillage. Le diamètre de cette conduite en tôle d'acier est de 1,10 m.

Le barrage-déversoir sur le gave d'Espelunguère a 3 m de hauteur, il est muni d'une vanne de chasse à segment automatique.

La prise d'eau se fait sur la rive droite par l'intermédiaire d'un appareil de défeuillage en tôle perforée.

Une canalisation spéciale y amène directement les eaux du canal de fuite de l'usine d'Estaens sans que celles-ci soient déversées dans le lit du cours d'eau. Le diamètre de la conduite d'amenée en tôle d'acier est de 50 cm jusqu'au point de jonction avec le siphon du Couecq, et de 70 cm à partir de ce point jusqu'à la jonction avec la conduite d'amenée du gave d'Aspe.

Le barrage-déversoir sur le ruisseau du Couecq aura 3 m de hauteur. La prise d'eau sur la rive droite commandera une conduite d'amenée en tôle de 40 cm de diamètre sur le trajet de laquelle se trouvera établi un appareil de défeuillage et après lequel elle formera siphon pour se raccorder à la conduite d'Espelunguère.

Une cheminée d'équilibre est prévue au point de jonction des deux conduites d'amenée ; elle sera formée par une conduite en tôle placée le long du flanc de la montagne.

La conduite forcée actuelle de 0,60 m de diamètre sera doublée par une seconde de 0,85 m de diamètre.

Le bâtiment d'usine sera construit aux confluents des gaves d'Aspe et d'Espelunguère et abritera en plus des deux groupes de 480 kv-A existants, un troisième groupe de 2 000 kv-A.

Une maison d'habitation a été édifiée pour le personnel.

Combustibles. — La production des houillères françaises pendant le mois de juillet 1927. — Les houillères françaises ont réalisé, pendant le mois de juillet 1927, une production de 4 275 702 t pour 25 jours de travail, au lieu de 4 317 426 t en juin, pour 25 jours de travail également (Voir *Bulletin R. G. E.*, 27 août 1927, t. XXII, p. 59 B).

La régression de la production journalière moyenne et de l'effectif ouvrier enregistrée durant les mois précédents se poursuit, ainsi que l'on peut s'en rendre compte d'après les nombres qui suivent :

	Production journalière moyenne, en tonnes.	Personnel occupé.
Année 1913..........	136 147	203 208
Janvier 1923..........	121 064	242 566
Janvier 1924..........	144 680	286 804
Janvier 1925..........	160 445	311 991
Janvier 1926..........	170 048	315 204
Janvier 1927..........	185 179	333 151
Juin 1927..........	172 697	324 965
Juillet 1927..........	171 028	323 438

Dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais, la production journalière moyenne de 107 975 t est en excédent de 16 678 t sur le niveau de 1913.

Pour le Centre et le Midi, la production de 45 478 t par jour de travail est en gain de 628 t sur le chiffre de 1913.

Ainsi, l'ensemble des mines situées dans les anciennes frontières a fourni, avec 153 723 t, une extraction journalière en progrès de 17 576 t, soit 12,9 pour 100 sur la situation d'avant-guerre.

Les houillères lorraines ont, en outre, apporté un contingent supplémentaire de 17 305 t par journée de travail.

La production de coke métallurgique dans les cokeries des houillères françaises s'est élevée, pendant le mois de juillet, à 343 769 t, dépassant de près de 100 000 t le chiffre moyen de 1913.

Economie industrielle et sociale. — L'indice des prix de gros en France, en août 1927. — Depuis avril dernier, nous assistons à une baisse régulière et continue de l'index général des prix de gros publié par la « Statistique générale de la France » (voir *Bulletin R. G. E.*, 3 septembre 1927, t. XXII, p. 67 B-68 B).

De 655 en mars 1927 (base 100 en juillet 1914), cet indice est tombé successivement à 650 en avril, à 642 en mai, à 636 en juin, à 633 en juillet et à 631 en août.

Cette baisse a affecté uniquement les produits nationaux, dont l'indice partiel a fléchi de 647 en mars à 611 en juillet et à 603 en août. Les produits importés n'ont pas été touchés par ce mouvement ; bien au contraire, leur indice partiel s'est élevé de 667 en mars à 674 en juillet et à 680 en août.

D'un autre point de vue, on note que ce recul n'affecte que les denrées alimentaires, tandis que les matières industrielles sont en hausse continue depuis déjà plusieurs mois. L'indice partiel des denrées alimentaires est tombé en effet de 629 en mars à 585 en juillet et à 573 en août ; celui des matières industrielles en revanche a passé de 665 en mai à 677 en juillet et à 682 en août.

Comment interpréter ces mouvements en sens divers ? Voici l'explication donnée par la Société d'Etudes et d'Informations économiques, dans son « Bulletin quotidien » du 12 septembre :

« Une constatation brutale s'impose à nous. S'il n'y a pas là à proprement parler une crise économique grave, la situation du marché du travail et celle des commandes ne paraît pas pour l'instant, autant qu'on puisse en juger, légitimer l'emploi d'un pareil terme, nous nous trouvons du moins en présence d'une gêne très sérieuse de toute notre production.

» Mais, dira-t-on, cette gêne paraît localisée. Seuls les prix des denrées agricoles baissent; l'indice des matières industrielles s'élève. Sans doute, mais un examen plus minutieux des faits et des chiffres ne paraît légitimer que peu d'optimisme.

» En premier lieu, il ne faut pas oublier que toute baisse des produits agricoles entraîne inéluctablement une diminution du pouvoir d'achat de la classe paysanne, c'est-à-dire la fermeture partielle, pour l'industrie, du débouché intérieur. La régression du nombre des touristes étrangers vient encore restreindre ce débouché. Quels que soient les efforts tentés actuellement pour développer l'exportation, il est douteux que celle-ci puisse compenser de sitôt un pareil manque à gagner.

» D'autre part la hausse des matières industrielles est plus apparente que réelle. Mettons à part les produits intitulés « divers » dont l'indice partiel, tombé de 660 en mars à 652 en juillet est revenu à 660 en août. Les matières textiles sont en progrès marqué : 781 en août contre 757 en juillet et 691 en mai; mais il s'agit là de produits d'origine exotique. Sans doute la hausse de la matière première doit fatalement entraîner une reprise des achats; mais cette amélioration, d'origine tout extérieure, suffira-t-elle à galvaniser le marché intérieur? On peut en douter, d'autant que les minéraux et métaux, d'origine surtout nationale, ont encore accentué en août leur fléchissement, avec 619 contre 639 en juillet et 685 en mars ».

Nous donnons ci-dessous, comme de coutume, les indices détaillés des prix de gros.

	Articles.	Fin août	Fin juil.	Fin juin
Indice général	(45)	631	633	636
Produits nationaux	(29)	603	611	623
Produits importés	(16)	680	674	659
Denrées alimentaires :				
Ensemble	(20)	573	585	5[illegible]8
Aliments végétaux	(8)	611	617	645
Aliments animaux	(8)	517	529	536
Sucre, café, cacao	(4)	614	637	632
Matières industrielles :				
Ensemble	(25)	682	677	669
Minéraux et métaux	(7)	619	639	638
Textiles	(6)	781	757	723
Divers	(12)	660	652	656

L'INDICE DES PRIX DE DÉTAIL A PARIS EN AOUT 1927. — Les prix de détail subissent une régression rapide. Leur indice est tombé à Paris de 580 en juin à 557 en juillet et à 539 en août. Rappelons qu'en mai dernier il s'élevait à 589. Une baisse aussi rapide est due sans aucun doute au recul des prix des denrées agricoles, qui s'était déclenché en avril. La rapidité avec laquelle les prix de détail s'adaptent actuellement aux prix de gros est d'ailleurs d'un heureux symptôme pour la solution des difficultés présentes.

Enseignement. — COURS DE MONTEUR-INSTALLATEUR DE POSTES RADIOTÉLÉPHONIQUES. — L'Ecole pratique de Radio-Électricité, 57, rue de Vanves, à Paris, XIV[e], ouvrira le lundi 10 octobre prochain la 13[e] session de son cours du soir de monteur-installateur de postes radiotéléphoniques destiné à tous ceux qui désirent acquérir la pratique du montage, de l'installation et de la recherche des dérangements des postes radiotéléphoniques privés. Ce cours, d'une durée de deux mois et demi, est enseigné par des spécialistes et sanctionné par un diplôme.

Les inscriptions seront reçues jusqu'au lundi 3 octobre inclus.

ECOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS. — Les examens d'admission à l'Ecole spéciale des Travaux publics (2[e] session) commenceront le 26 septembre 1927. La rentrée de l'Ecole est fixée au 10 octobre 1927.

Dans le monde technique. — DÉCÈS DE M. HENRI VOGT. — Nous apprenons la mort d'un des membres du Comité de rédaction de la « Revue générale de l'Électricité », M. Henri Vogt, officier de l'Instruction publique, chevalier de la Légion d'honneur, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, directeur de l'Institut électrotechnique et de Mécanique appliquée de Nancy, membre du Conseil de l'Université de Nancy, membre de l'Académie de Stanislas, décédé le 28 août 1927 dans sa 64[e] année.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — COMPAGNIE D'ÉLECTRICITÉ LOIRE ET NIÈVRE. — Récemment constituée, cette société anonyme a pour objet d'effectuer toutes opérations ou entreprises se rattachant à l'électricité, à l'eau, à l'air, à tous les gaz liquéfiés, ainsi qu'à tous agents généralement quelconques de production, de distribution, de transformation ou d'utilisation de l'énergie, sous toutes ses formes, pour toutes espèces. Le siège est à Paris, 73, boulevard Haussmann. Le capital initial, fixé à 15 millions de francs, pourra être ultérieurement porté à 30 millions de francs; il est représenté par 48 000 actions de priorité (ayant droit à une voix dans les assemblées), et 12 000 actions ordinaires (ayant droit à 4 voix), de 250 fr de valeur nominale chacune. Sur ces actions, 1 600 ordinaires ont été attribuées en rémunération d'apports à la Compagnie française d'Entreprises, à Paris, 138, boulevard Malhesherbes, et à MM. Maldant à Paris, 81, boulevard de Courcelles et Jules Rainas, à Chatou (Seine-et-Oise), 20, avenue Maurice-Berteaux. Les 48 000 actions de priorité ont été attribuées à la Compagnie continentale Edison, à Paris, 73, boulevard Haussmann. Ces apports comprennent notamment diverses concessions de distribution d'énergie électrique, situées dans les départements de la Nièvre et du Cher.

SOCIÉTÉ D'ELECTRICITÉ DE CETTE ET FRONTIGNAN. — De constitution récente, cette société anonyme a pour objet la construction et l'exploitation d'une usine génératrice thermique d'énergie électrique dans la région de Cette; la distribution et la vente de l'énergie électrique.

Le siège est à Paris, 21, rue Saint-Guillaume. Le capital est de 600 000 fr, en actions de 500 fr, toutes souscrites en numéraire.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE POUR L'EXPLOITATION INDUSTRIELLE DE LA HOUILLE BLEUE. — La seconde assemblée constitutive de cette société s'est tenue le 6 septembre. Cette nouvelle société a pour objet le captage, l'exploitation et l'utilisation de l'énergie des marées, des vagues, de toute énergie fournie par la mer, les chutes d'eau et les cours d'eau; la transformation de l'énergie hydraulique en énergie électrique, etc.

Le capital initial a été fixé à 12 millions de francs, divisé

en actions de 100 fr, dont 20 000 de la catégorie A (ayant droit à cinq voix dans les assemblées) et 100 000 de la catégorie B (n'ayant droit qu'à 1 voix). Les statuts de la société autorisent le conseil à augmenter ultérieurement le capital jusqu'à 30 millions de francs.

Augmentation de capital. — COMPAGNIE UNIVERSELLE D'ACÉTYLÈNE ET D'ÉLECTROMÉTALLURGIE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 12 septembre 1927, page 839, cette société dont le siège est à Paris, 6, rue Pigalle, va procéder à l'émission, au pair, de 10 000 actions de 100 fr chacune, exclusivement réservées aux actionnaires.

L'ELECTRO-ENTREPRISE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 12 septembre 1927, page 834, cette société dont le siège est à Paris, 108, boulevard Haussmann, va procéder à l'émission de 8 000 actions ordinaires de 100 fr chacune.

COMPAGNIE CENTRALE D'ENERGIE ÉLECTRIQUE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 12 septembre 1927, page 834, cette société dont le siège est à Paris, 3, rue Moncey, va porter le capital social à 45 millions de francs par l'émission de 20 000 actions nouvelles, au capital nominal de 500 fr.

Ces actions nouvelles seront émises contre espèces, au prix de 1 100 fr chacune, avec jouissance du 1er octobre 1927.

Le droit de souscription pour les actionnaires anciens s'exercera : à titre irréductible dans la proportion des titres possédés par eux et à raison de deux actions nouvelles pour sept actions anciennes; à titre réductible, au prorata des actions anciennes possédées et à concurrence des actions nouvelles restant disponibles.

La souscription donnera lieu au versement :

Du quart du montant nominal et de la totalité de la prime à la souscription;

Du solde dans les quinze jours qui suivront l'assemblée générale appelée à statuer sur la vérification de la sincérité de la déclaration de souscription et de versement.

Divers. — ETABLISSEMENTS INDUSTRIELS DE E.-C. GRAMMONT ET DE ALEXANDRE GRAMMONT. — Les comptes de l'exercice, clos le 31 mars 1927, font apparaître un bénéfice net de 11 303 387 fr, contre 10 456 596 fr en 1925-1926, dont le conseil proposera la répartition suivante : 3 millions de francs aux amortissements sur immobilisations, 3 303 387 fr aux amortissements sur frais d'augmentation du capital et frais d'émission et 5 millions de francs à un compte général d'amortissement.

SOCIÉTÉ D'EQUIPEMENT ÉLECTRIQUE MAGONDEAUX. — Telle est la nouvelle dénomination adoptée par la Société d'Etudes d'Appareillage électrique Magondeaux, dont le siège est à Paris, 83, boulevard Gouvion-Saint-Cyr. Le capital vient d'être porté de 1 million de francs à 8 500 000 fr, par la création de 15 000 actions de 500 fr; sur ces actions, 8 000 ont été allouées à la Société des Appareils Magondeaux, à Paris, 83, boulevard Gouvion-Saint-Cyr, et 300 à la Société anonyme des Usines Jean-Gallay, aux Eaux-Vives, Genève (Suisse). Les 6 700 actions restantes ont été souscrites en numéraire.

FORCES MOTRICES DU HAUT-RHIN. — Réunis le 7 septembre 1927 en assemblée ordinaire, les actionnaires ont approuvé les comptes de l'exercice clos au 31 mars 1927, se soldant par un bénéfice net de 8 667 286 fr, contre 7 835 606 fr, en 1925-1926. Compte tenu du reliquat antérieur, le solde disponible s'est élevé à 9 510 936 fr contre 8 754 812 fr pour l'exercice précédent. Le dividende a été maintenu à 9 pour 100 brut, payable le 1er octobre, à raison de 37,40 fr net au nominatif et de 32,15 fr net au porteur.

Une assemblée extraordinaire, tenue à l'issue de l'assemblée ordinaire, a ratifié l'augmentation du capital, qui se trouve ainsi porté de 75 millions à 107 500 000 fr.

VEREINIGTE ELEKTRO-WERKE (SOCIÉTÉ ANONYME DES APPAREILS ÉLECTRIQUES). — Les comptes de l'exercice clos au 31 mars 1927 se sont soldés par une perte de 724 518 fr, après affectation de 199 356 fr aux amortissements.

Le capital vient d'être réduit de 2 millions de francs à 400 000 fr, pour être porté ensuite à 1 million de francs.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE D'ENERGIE HYDROÉLECTRIQUE (SIDRO). — Le conseil proposera à l'assemblée ordinaire du 4 octobre 1927 la répartition d'un dividende brut de 50 fr aux actions privilégiées et ordinaires et de 182,80 fr aux parts de fondateur. L'an dernier il avait été réparti 37,50 fr brut aux deux catégories d'actions et 117,50 fr brut aux parts de fondateur.

OUVRAGES RÉCENTS

Les machines électriques industrielles, par René BARDIN. Un volume, format 22 cm × 14 cm, de 79 pages. Prix : broché, 8 fr.

Cours d'électricité, par GOUVION. Un volume, format 25 cm × 16 cm, de 120 pages. Prix : broché, 30 fr.

Conductibilité électrique des métaux et problèmes connexes, par SOLVAY. Un volume, format 25 cm × 16 cm, de 362 pages. Prix : broché, 50 fr.

Cours pratique d'électricité industrielle. Tome II. Courants alternatifs simples et polyphasés, par CHEVALLIER. Un volume, format 33 cm × 15 cm, de 424 pages. Prix : cartonné, 40 fr.

Pour éviter l'électrocution, par Maurice ROUSSEL. Un volume, format 18 cm × 12 cm, de 84 pages. Prix : broché, 4,50 fr.

Transport de l'énergie électrique. Tome III. Les équipements mécaniques et électriques des centrales, par KYSER. Un volume, format 25 cm × 16 cm, de 1 008 pages. Prix : cartonné, 130 fr.

Schémas et règles pratiques de bobinage des machines électriques, par F. TORICES et A. CURCHOD. Un volume, format 23 cm × 14 cm, de 166 pages. Prix : broché 13 fr.

De la lumière aux rayons X, par F. HOLWECK. Un volume, format 25 cm × 16 cm, de 144 pages. Prix : cartonné, 30 fr.

NOTICES et CATALOGUES (1)

Conduites forcées. — Sous ce titre, la Société dauphinoise d'Etudes et de Montages, dont le siège social est 159, cours Berriot, à Grenoble, vient d'éditer une intéressante brochure de 113 pages, format 27 cm × 18 cm.

Le but de cette brochure est d'exposer les conditions techniques d'établissement des conditions forcées et de fournir un ensemble de renseignements permettant l'établissement d'avant-projets s'écartant le moins possible des devis définitifs.

Le chapitre premier traite du calcul des épaisseurs que doit présenter une conduite forcée pour résister aux divers efforts auxquels elle est soumise; ces efforts sont dus à la pression intérieure, au vide intérieur, à la flexion latérale des parois, à la flexion longitudinale et aux variations de température. De nombreux tableaux et abaques facilitent ces calculs, en particulier pour la détermination des renforts destinés à combattre les effets du vide intérieur.

Le second chapitre est relatif à la construction des conduites

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

forcées et envisage la nature du métal, les types de tuyaux, la jonction des éléments entre eux, les coudes, supports, trous d'homme, ancrages et enfin les poids au mètre courant des types de tuyaux les plus employés. Ces derniers renseignements sont consignés sur une série de sept tableaux.

Le troisième chapitre décrit les opérations relatives à l'installation des conduites forcées. Enfin, le quatrième et dernier chapitre résume les principes essentiels relatifs à la mise en service et à l'exploitation des conduites.

En résumé, cette brochure sera lue avec intérêt par les ingénieurs hydrauliciens des bureaux d'étude et également par les ingénieurs chargés de l'exploitation des usines hydroélectriques.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

627 213. — Société dite : Wired Radio Inc.; Système de contrôle à cristal piézoélectrique, 22 octobre 1926.

627 223. — de Mchanetzky (W.); Perfectionnement au montage d'une lampe détectrice à réaction, 4 novembre 1926.

627 232. — Chauveau (L.-L.-E.); Système de téléphonie avec central automatique à relais à double direction, 13 novembre 1926.

627 233. — Chauveau (L.-L.-E.); Relais électrique particulièrement applicable aux montages téléphoniques, 13 novembre 1926.

627 280. — Société dite : Siemens und Halske Ak. Ges.; Dispositif de connexion pour la correction d'impulsions de courant dans les installations téléphoniques à fonctionnement par sélecteurs, 8 janvier 1927.

627 281. — Société dite : Siemens Schuckert Werke G. m. b. H.; Procédé de fabrication de câbles téléphoniques avec réduction de la diaphonie, 8 janvier 1927.

627 296. — Laporte (R.-P.-E.), Sentenach (L.); Perfectionnements apportés aux postes téléphoniques, notamment à ceux pour établissements publics, cafés, restaurants, etc., 8 janvier 1927.

627 305. — Fréjacques (J.-L.-M.); Dispositif automatique pour le remplissage des accumulateurs, 10 janvier 1927.

627 316. — Société dite : Siemens und Halske Ak. Ges.; Poste téléphonique, 10 janvier 1927.

627 329. — Ateliers de Constructions électriques de Rueil; Transformateur amovible pour postes de télégraphie sans fil, 10 janvier 1927.

627 347. — Société dite : N. V. Philips Gloeilampenfabrieken; Montage multivibrateur, 10 janvier 1927.

627 348. — Société anonyme dite : Société des Bougies A. C. Titan; Perfectionnements apportés aux articles (bornes, fiches, prises de courant, douilles de lampes électriques à incandescence, etc.) pour la fixation des fils électriques, notamment à ceux pour bougies d'allumage, 10 janvier 1927.

627 357. — Fromy (E.-M.-F.); Filtre électrique utilisant le courant de saturation d'une valve thermoionique et ses applications, 11 janvier 1927.

627 360. — Société dite : Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité; Crapaudine à billes pour compteurs et autres appareils (invention de M. O'Keenan), 11 janvier 1927.

627 362. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Four électrique pour porter des gaz à des températures élevées, 11 janvier 1927.

627 363. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Dispositif pour la commande de sûreté d'interrupteurs automatiques au moyen de dispositifs de contact à fonctionnement lent et progressif, 11 janvier 1927.

627 364. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Dispositif pour la répartition de la charge entre des redresseurs qui fonctionnent en parallèle et qui sont alimentés chacun par un enroulement secondaire d'un transformateur commun, 11 janvier 1927.

627 366. — Lehnert (N.), Paulus (A.); Interrupteur rapide à bouton de pression avec arrêt de fermeture du circuit, 11 janvier 1927.

627 367. — Raison sociale : Elektrotechnische Fabrik Schmidt und Co G. m. b. H.; Lampe électrique de poche avec réflecteur pouvant s'ajuster au foyer de l'ampoule, 11 janvier 1927.

627 370. — Société dite : Siemens und Halske Ak. Ges.; Capsule téléphonique ou microphonique, 11 janvier 1927.

627 376. — Société anonyme dite : Française Holophane; Rampe lumineuse notamment pour l'éclairage des vitrines d'étalage, 11 janvier 1927.

627 398. — Bouillon (L.-E.-G.); Perfectionnements aux bobines de self-induction à prises multiples, 4 novembre 1926.

627 407. — Nandillon (A.-E.-G.); Dispositif de mesure simultanée du rapport des intensités efficaces et de la différence de phase de deux courants électriques de même période, 9 décembre 1926.

627 416. — Czobor (E.); Dispositif servant en télégraphie sans fil d'organes de liaison, 18 décembre 1926.

627 422. — Vincent (A.-J.-F.-A.-M.); Machine automatique à souder par l'arc électrique, 23 décembre 1926.

627 445. — Liebreich (E.); Procédé pour la régénération des bains de chromage, 5 janvier 1927.

628 458. — Société dite : L'Électricité industrielle et domestique; Mode d'emploi des bobines à trembleurs et applications en résultant, 11 janvier 1927.

627 460. — Société Charles Schneider et Cie; Coupe-circuits à ponts, 11 janvier 1927.

627 462. — Rochling (H.), Rodenhauser (W.); Installation de fours électriques pour fours à grande production et mode d'utilisation de celle-ci, 11 janvier 1927.

627 463. — Rochling (H.), Rodenhauser (W.); Dispositif de fours électriques avec chargement par le haut, 11 janvier 1927.

627 481. — Société dite : Oesterreichische Siemens Schuckert Werke; Dispositif de suspension à serrage pour installations électriques et autres applications, 12 janvier 1927.

627 494. — Mancier (P.), Geslin (P.); Pavillon applicable aux machines parlantes de toute sorte : haut-parleurs de téléphonie sans fil, phonographes, mégaphones, etc., 12 janvier 1927.

627 495. — Société dite : N. V. Philips Gloeilampenfabrieken; Résistance électrique, 12 janvier 1927.

627 496. — Société dite : The Westinghouse Electric Manufacturing Co; Perfectionnements aux systèmes de protection de transmissions électriques, 12 janvier 1927.

627 498. — Strobel (H.), Dettborn (W.); Commutateur pour lignes d'éclairage électrique, 12 janvier 1927.

627 505. — August Fullgrabe et Cie; Dispositif de réglage précis destiné principalement aux organes d'accord employés en radiotechnique, 12 janvier 1927.

627 528. — Société dite : N. V. Philips Gloeilampenfabrieken; Tube à décharge à arc en vase clos, produite dans un gaz rare, 13 janvier 1927.

627 531. — Sturtz (E.); Barrette de connexion, 13 janvier 1927.

627 581. — Pasté (M.), Devergié (G.); Dispositif électrique avertisseur contre le vol, 15 janvier 1927.

627 582. — Société dite : Gebruder Siemens und Co; Lampe à arc à courant alternatif avec arc lumineux enclos, 15 janvier 1927.

274

MG5

COMPAGNIE

LORRAINE DE CHARBONS

LAMPES & APPAREILLAGES ELECTRIQUES

Sté Anme CAP: 4.000.000 F

56 Rue du FAUBOURG St HONORÉ

Tel : Elysées 29-49 et 28-96 PARIS 8e

BALAIS

R.C. Seine 88.294

LOCHARD

S.-A. WILLEM SMIT & Co

Fabrique de Transformateurs

NIMEGUE HOLLANDE

TRANSFORMATEURS

APPAREILS A FILTRER SOUS PRESSION

APPAREILS POUR L'ESSAI DE LA RIGIDITÉ DE L'HUILE

TRANSFORMATEURS DE SOUDURE

Transformateur de soudure

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine.

A L'ACQUITTE	1927		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	10 sept.	3 sept.	1926	1925	1913
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris.	1 330	1 330	1 850	1 105	210
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen	815,50	815,50	1 196	758	202,50
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen	815,50	815,50	1 196	758	202,50
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen	808	808	1 186	751,50	202,50
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris	3 930	3 900	5 678	2 953	520
Etain Billiton, liv. Havre					
Etain Détroits, liv. Havre	3 875	3 860	5 661	2 934	512
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris	3 768	3 766	5 421	2 833	502
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	308	318	605	430	56,75
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris	315	325	614	435	57,25
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris	371	371	636,50	414	60
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris	389,50	389,50	670,50	451,50	

INDICES DE SALAIRES

Etablis par le Syndicat des Entrepreneurs de Réseaux et de Centrales électriques.

MOIS	RÉGIONS											
	1 Nord	2 Nord-Ouest	3 Région de Paris	4 Nord-Est	5 Orléanais	6 Jura	7 Sud-Ouest	8 Massif central	9 Alpes	10 Littoral méditerranéen viticole	11 Côte d'Azur	12 Indice général
Février 1927	132	133	164	147	141	150	127	137	144		171	
Mars	134	135	166	148	141	150	129	134	153	154		147
Avril	139	134	164	148	137	150	128	134	158	157		146
Mai	141	132	167	147	140	151	128	137	162	157		147
Juin	143	135	166	147	137	153	131	137	161	157		147
Juillet 1927	149	132	173	147	141	159	136	142	161			152

COMPOSITION DES RÉGIONS

Région 1 (*Nord*) : Aisne, Nord, Oise, Pas-de-Calais, Somme.

Région 2 (*Nord-Ouest*) : Calvados, Côtes-du-Nord, Eure, Finistère, Ille-et-Vilaine, Indre-et-Loire, Loire-Inférieure, Maine-et-Loire, Manche, Mayenne, Morbihan, Orne, Sarthe, Seine-Inférieure, Vendée.

Région 3 (*Région de Paris*) : Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne.

Région 4 (*Nord-Est*) : Ardennes, Aube, Marne, Marne (Haute-), Meurthe-et-Moselle, Meuse, Moselle, Rhin (Bas-), Rhin (Haut-), Vosges.

Région 5 (*Orléanais*) : Cher, Eure-et-Loir, Indre, Loiret, Loir-et-Cher, Nièvre, Yonne.

Région 6 (*Jura*) : Belfort (Territoire de), Côte-d'Or, Doubs, Jura, Saône (Haute-), Saône-et-Loire.

Région 7 (*Sud-Ouest*) : Ariège, Charente, Charente-Inférieure, Creuse, Dordogne, Garonne (Haute-), Gers, Gironde, Landes, Lot-et-Garonne, Pyrénées (Basses-), Pyrénées (Hautes-), Sèvres (Deux-), Tarn-et-Garonne, Vienne, Vienne (Haute-).

Région 8 (*Massif central*) : Allier, Ardèche, Aveyron, Cantal, Corrèze, Loire, Loire (Haute-), Lot, Lozère, Puy-de-Dôme, Tarn.

Région 9 (*Alpes*) : Ain, Alpes (Basses-), Alpes (Hautes-), Drôme, Isère, Rhône, Savoie, Savoie (Haute-).

Région 10 (*Littoral méditerranéen viticole*) : Aude, Gard, Hérault, Pyrénées-Orientales.

Région 11 (*Côte-d'Azur*) : Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Var, Vaucluse.

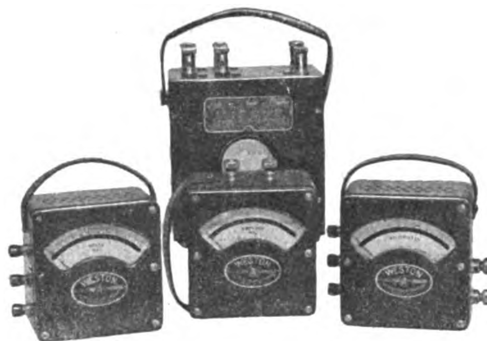
Indice général 12 : Indice pour toute la France obtenu en faisant la moyenne des salaires payés sur les chantiers dans toute la France.

LABORATOIRE

(Instruments étalons)

Pile " WESTON", Résistance, Inductance et Capacité :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres, Microfaradmètres, Mégohmvoltmètres, Pyromillivoltmètres, Galvanomètres, Potentiomètres, Transformateurs, Instruments pour mesures sous haute fréquence et pour mesures d'électrolyse.

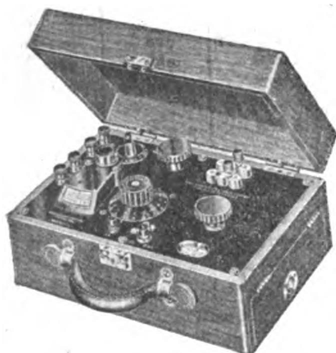


Ampèremètre - Voltmètre - Wattmètre
Transformateur " WESTON "

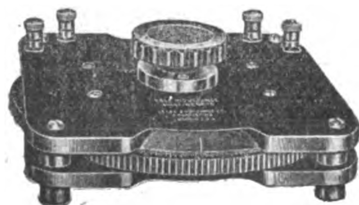
CONTROLE

(Instruments de haute précision) :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres (mono et polyphasés, et pour bas facteur de puissance), Fréquencemètres, Phasemètres, Ponts de self inductance et de capacité, Ponts de résistance (Wheatstone, Thomson, Kelvin et Kohlrausch), Boites de résistance, Inductomètres et Condensateurs, Transformateurs.



Acidimètre " LEEDS et NORTHRUP "



Inductomètre " LEEDS et NORTHRUP "



Galvanomètre " WESTON " modèle 440

INDUSTRIE

(Instruments de mesures portatifs et de tableau)

Fluxmètre, Perméamètre, Luxmètre, Salinomètre, Acidimètre, Photomètre, Interférencemètre, Oscillateur, Générateur de haute fréquence.

ÉQUIPEMENTS

pour la mesure de la conductibilité des électrolytes, les essais magnétiques, la mesure de la résistance électrique des huiles, les essais des transformateurs, la recherche des défauts dans les câbles, et la mesure des résistances d'isolement, la mesure du Ph, les essais à sec des câbles, l'étalonnage des couples thermoélectriques, le contrôle automatique de la combustion, l'enregistrement de la lumière du jour.

ENREGISTREURS

de mesures électriques, de CO et de CO^2, de pression et de vide, de température, de la hauteur des liquides, du niveau de l'eau des chaudières, d'humidité, de mouvement et de temps, d'indication de mesures à longue distance.

MESURE DES TEMPÉRATURES

Pyromètres-potentiomètres indicateurs, (portatifs et de tableau) et enregistreurs jusqu'à 16 directions, Pyromètres à résistances, Pyromètres optiques, Pyromètre pour la mesure des températures des gaz, de l'échauffement des machines électriques, des transformateurs et des câbles.

FOURS ELECTRIQUES

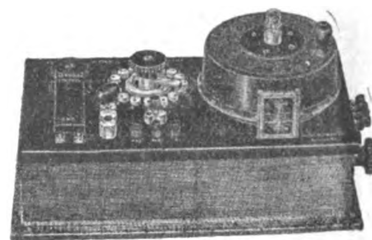
(Fonte de métaux, Trempe, Cémentation, Revenu).

AUTRES APPAREILS

Transformateurs, Compte-tours, Tachymètres, Ohmmètres, Pont pour la mesure des terres, Compteurs électrolytiques.



Testing Set " LEEDS et NORTHRUP "



Potentiomètre type K
" LEEDS et NORTHRUP "



Wattmètre " WESTON " modèle 310

Adresse télégraphique : **MECIVOCEM**

M.E.C.I.

Téléphone : **PROVENCE 24-01 — 24-02**

2, rue du Faubourg Poissonnière, PARIS (X^e)

RÉPARATION DE TOUS INSTRUMENTS DE MESURES ÉLECTRIQUES

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX		
		samedi 3 sept. 1927	samedi 10 sept. 1927	différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	76 fr	76 fr	0
Id U id	100 kg	81	81	0
Cornières	100 kg	79	79	0
Larges plats	100 kg	97	97	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	16 5/8 d	16 1/2 d	— 1/8 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	735	762	+ 27 fr
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	808	808	0
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 031	1 031	0
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	1 026	1 026	0
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 026	1 026	0
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 360	1 360	0
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 725	6 725	0
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle — blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle — noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 900	3 930	+ 30
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	460	manque	
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	532,50	532,50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine — pour haute tension	100 kg	325	325	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine — pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275		
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm — épaisseur 7/100 mm	le mètre	5	5	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm — Id 10/100 mm	linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	318	308	— 10
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	320	320	0
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		200	200	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	389,50	389,50	0
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

NOTA. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 3 sept. 1927	samedi 10 sept. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	166	165	1

COEFFICIENTS DE VARIATION DE PRIX

APPLICABLES A L'APPAREILLAGE ET AU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etablis par le Syndicat des Constructeurs d'Appareillage et de Matériel électrique.

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 6 juin 1926

1° Matériel pour haute tension	1,25
2° Gros appareillage pour basse tension	1,30
3° Petit appareillage pour basse tension — a) Appareils contenant plus de 50 pour 100 de cuivre	1,10
3° Petit appareillage pour basse tension — b) Appareils contenant moins de 50 pour 100 de cuivre	1,15

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 1er mars 1926

4° Matériel de branchement utilisé par la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité	1,30

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Exportations et importations de matériel électrique de la Grande-Bretagne en juillet 1927. — Au cours du mois de juillet 1927, les exportations de matériel électrique de la Grande-Bretagne ont dépassé, en valeur, de 975 213 livres sterling celles des importations. Cette balance commerciale est cependant moins favorable que celle pour le mois de juin signalée dans notre « Bulletin R. G. E. » du 27 août 1927, p. 57 B-58 B, car il y a eu diminution, tant pour l'exportation que pour l'importation, par rapport à cette période.

La diminution des exportations d'un mois sur l'autre a été de 163 995 livres. Elle a porté sur la plupart des articles; seules les rubriques piles et accumulateurs, compteurs et instruments de mesures, et câbles télégraphiques et téléphoniques sous-marins sont en légère progression. Par rapport au mois de juillet 1926, les exportations sont aussi en diminution pour une valeur de 198 931 livres. Il y a cependant lieu de noter que pour l'ensemble des sept premiers mois de l'année 1927 la valeur totale est supérieure de 1 191 137 livres par rapport à celle pour la même période de l'année 1926.

La valeur des importations a diminué de 5 618 livres par rapport à celles de juin 1927. Par rapport à juillet 1926, elle a augmenté de 53 173 livres et pour l'ensemble des sept premiers mois, il y a eu augmentation de 480 453 livres en 1927 par rapport à 1926.

Les réexportations sont en augmentation en juillet par rapport à juin 1927 pour une valeur de 1 980 livres. D'une année sur l'autre, pour le mois de juillet, il y a eu diminution de 7801 livres en 1927 et pour l'ensemble des sept premiers mois il y a diminution pour une valeur de 13 218 livres en 1927 par rapport à 1926.

Le tableau ci-dessous donne le détail, pour les diverses rubriques de marchandises, de la valeur des exportations, importations et réexportations, pendant le mois de juillet 1927.

	EXPORTATIONS livres sterling	IMPORTATIONS livres sterling	RÉEXPORTATIONS livres sterling
1. Marchandises et appareils électriques non dénommés	165 048	101 157	4 727
2. Câbles et conducteurs isolés	214 981	51 080	634
3. Lampes à incandescence	42 488	43 744	1 946
4. Lampes à arc et accessoires	1 093	3 962	4
5. Piles et accumulateurs	119 768	51 136	981
6. Compteurs et instruments de mesure	30 857	18 230	733
7. Charbons	996	11 884	62
8. Machines électriques (non énumérées)	343 981	134 738	5 632
9. Moteurs de traction	27 613		
10. Autres moteurs et générateurs	171 818		
11. Tableaux de distribution	3 976	29	3
12. Câbles et fils télégraphiques et téléphoniques	74 886	4 919	160
13. Câbles télégraphiques et téléphoniques sous-marins	33 137		
14. Instruments et appareils télégraphiques et téléphoniques	190 822	25 421	2 962
Totaux	1 421 513	446 300	17 834

Navires à propulsion électrique et chauffe au charbon pulvérisé dans la marine marchande des Etats-Unis. — Voici à ce sujet quelques renseignements publiés dans le « Bulletin quotidien » de la Société d'Etudes et d'Informations économiques, et que nous reproduisons ci-après.

Le Congrès a voté il y a quelques années un crédit de 25 millions de dollars que l'on croit généralement destiné exclusivement à la transformation de bateaux à vapeur parce qu'il n'a pas, jusqu'à présent, reçu d'autre affectation, mais qui en réalité devait dans l'esprit du législateur donner aux services techniques de la marine marchande américaine le moyen d'étudier les avantages des différents modes modernes de propulsion des navires.

Huit navires ont déjà été transformés avec des moteurs diesel; mais le Shipping Board poursuit d'autres recherches. C'est ainsi qu'il vient coup sur coup d'entreprendre deux séries d'expériences, l'une relative à la propulsion électrique, l'autre à la chauffe au charbon pulvérisé.

La propulsion électrique des navires est déjà assez répandue aux Etats-Unis comme on sait. Le Shipping Board veut en étudier les avantages par lui-même; aussi a-t-il décidé d'adopter à titre d'essai la propulsion électrique-Diesel à trois cargos de 11 773 t qui primitivement devaient simplement être pourvus de moteurs Diesel : le « Courageous », le « Defiance » et le « Triumph ».

Quant à la chauffe au charbon pulvérisé, elle a déjà fait l'objet d'expériences du Shipping Board, mais à terre, en laboratoire. Les résultats enregistrés ont été suffisamment satisfaisants pour justifier un essai plus vaste, que le Shipping Board va tenter prochainement sur le steamer « Mescer ». Les essais de laboratoire, effectués sur des chaudières de navire Scotch par le Shipping Board, de concert avec la marine de guerre et la Peabody Engineering Co ont montré que le charbon pulvérisé a un rendement technique supérieur de 15 pour 100 à celui du charbon ordinaire ; la combustion ressemble beaucoup à celle du mazout de sorte qu'un navire équipé pour brûler du charbon pulvérisé doit pouvoir, moyennant de très légères transformations, revenir à la chauffe au mazout et vice versa.

Comme il n'existe pas actuellement de charbon pulvérisé tout prêt dans les ports de charbonnage, il faut que le navire le prépare lui-même. Dans l'expérience tentée à terre, cette opération a été confiée à un broyeur composé d'un tambour à pivots contenant des morceaux d'acier; la poussière de charbon est chassée par des courants d'air chaud dans des réservoirs d'où elle est envoyée sous pression aux foyers.

La combustion s'effectue sans suie ni escarbilles, avec le minimum de résidus et permet d'utiliser des charbons de qualité inférieure. Les avantages de ce procédé sont tels qu'en les combinant avec l'emploi de la vapeur surchauffée et surpressée, l'on se demande s'ils ne seraient pas supérieurs à ceux du moteur Diesel.

On conçoit dès lors tout l'intérêt qui s'attache à l'expérience que va tenter le Shipping Board.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — DÉCRET APPROUVANT UN AVENANT AU CAHIER DES CHARGES ANNEXÉ AU DÉCRET DU 12 JANVIER 1921 AUTORISANT, DÉCLARANT D'UTILITÉ PUBLIQUE ET CONCÉDANT LES TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT DE LA CHUTE DE PIZANÇON, SUR L'ISÈRE (DROME). — Le « Journal officiel » du 2 septembre 1927 publie, pages 9 357-9 358, le décret en date du 20 août 1927, approuvant la convention additionnelle à celle du 12 janvier 1921, passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société Energie électrique Isère-Vercors, dont le siège est à Valence, d'autre part.

D'après cette convention, l'article 4 du cahier des charges annexé à la convention du 12 janvier 1921 est rédigé ainsi qu'il suit :

Caractéristique de la prise d'eau. — Le niveau légal de la retenue est fixé à 8,15 m en contre-haut du repère n° 47 du nivellement général de la France, placé contre le mur de la propriété, rive droite, à environ 440 m en aval de l'axe du barrage, point pris pour repère provisoire, lequel repère se trouve à l'altitude cotée 141,10 m d'après le nivellement général de la France.

Les vannes du barrage seront en outre manœuvrées suivant les débits, de façon à ce qu'en aucun cas, sauf toutes vannes levées, le niveau des eaux aux Fauries ne dépasse une hauteur de 0,97 m en contre-bas du repère placé sur la culée rive droite du pont des Fauries, lequel repère se trouve à l'altitude cotée 150,27 m d'après le nivellement général de la France.

Pour régler cette manœuvre, il sera installé au pont des Fauries un poste d'annonce des hauteurs d'eau, muni d'appareils enregistreurs du niveau des eaux. Ce poste, gardienné nuit et jour, sera relié à l'usine-barrage par une ligne téléphonique spéciale, solidement établie, qui fera partie de la concession et dont les dispositions et l'exécution seront approuvées dans les formes prescrites par les articles 8 et 9 suivants.

Il sera en outre relié au réseau téléphonique général, ainsi que l'usine, de façon à disposer d'une liaison de secours pour l'usage de laquelle le concessionnaire demandera la priorité et de telle façon que la communication puissse être assurée de façon permanente de nuit et de jour.

L'article 5 du cahier des charges est modifié comme il suit :

Ouvrages principaux. — Le barrage de retenue sera construit normalement à la rivière et à environ 800 m à l'amont du château de Pizançon. Il aura un débouché linéaire net d'au moins 90 m réparti entre 6 travées ayant chacune au moins 15 m d'ouverture nette.

Les travées seront fermées par des vannes ayant environ 13,15 m de hauteur disposées de manière à être commodément manœuvrées au moyen de treuils électriques circulant sur une passerelle supérieure et au moyen d'appareils de secours à main.

Lorsque les vannes seront complètement baissées, leur tranche supérieure sera rigoureusement dans le plan de la retenue; lorsqu'elles seront complètement relevées, leur tranche inférieure sera au moins à 1 m au-dessus du niveau légal de la retenue.

Il sera établi sur les culées du barrage un pont-route qui sera ouvert au public. Ce pont aura 5 m de largeur.

L'usine sera établie immédiatement dans le prolongement du barrage. Le bassin de mise en charge sera séparé de la rivière par un seuil maçonné. Ce seuil sera arasé à 7,40 m en contre-bas du niveau légal de la retenue et sera surmonté d'une grille destinée à arrêter les corps flottants. Il comportera une passerelle de service située à 1 m au moins au-dessus du niveau légal de la retenue. Sur la rive droite de la rivière sera aménagé l'emplacement d'une écluse ayant au moins 12 m de largeur entre les bajoyers.

Combustibles. — LE PROGRAMME DE LA PRODUCTION DE PÉTROLE EN RUSSIE. — Dans son « Bulletin quotidien » du 12 septembre 1927, la Société d'Etudes et d'Informations économiques publie les renseignements qui suivent :

La production russe du pétrole pour l'année 1927-1928 est établie sur la base de 11 774 500 t, au lieu de 10 292 000 en 1926-1927. L'augmentation est de 14 pour 100 environ. La fabrication des produits dérivés doit porter sur 8 333 000 t de matières brutes.

Les travaux d'exploitation et les nouveaux bâtiments sont prévus pour 196 millions de roubles.

La production de naphte est prévue pour l'Azneft (région de Bakou) à 7 825 500 t ; la raffinerie pour 5 147 800 t.

La nouvelle usine de cracking de l'Azneft doit être maintenant en exploitation. C'est le consortium Vickers qui en a assuré la mise en marche; c'est également lui qui doit former les ingénieurs et ouvriers russes. Les frais d'installation se sont élevés à 400 000 roubles. La capacité mensuelle de production est de 450 000 pouds pour le mazout et 150 000 pouds pour l'essence.

La crise houillère dans les Asturies. — A propos de la crise très grave que traverse l'industrie houillère dans les Asturies où 4 000 mineurs sont sans travail et où les autres ne travaillent que quatre jours par semaine, la « Epoca » remarque que, dans ses pourparlers avec le gouvernement, le leader des mineurs, M. Llaneza, paraît s'être préoccupé uniquement du problème ouvrier ; mais ce n'est là qu'un aspect de la question. Aussi les deux solutions qu'il préconise (construction de travaux publics et secours obligatoires de l'Etat pour chômage forcé) ne sont-elles que transitoires et superficielles. «... La vérité est que, par suite de conditions naturelles, les mines en Espagne sont d'une exploitation plus difficile qu'en Angleterre ou en Allemagne, par exemple. Ceci, joint à un moindre rendement de la main-d'œuvre, est cause du renchérissement du coût de production; on ne pourra l'éviter que par une politique charbonnière intégrale et non par des mesures isolées. Réduction de la consommation de charbon végétal, abaissement du prix des transports, développement des industries chimiques dérivées de la houille, tout cela peut et doit être fait. Mais ne devrait-on pas aussi prolonger jusqu'à huit heures la journée de travail dans les mines, pour que le charbon soit moins cher grâce à un meilleur rendement de la main-d'œuvre? Quand on se trouve en période de crise, le sacrifice doit être consenti par tous. Autre chose constituerait une iniquité ».

Economie industrielle et sociale. — Le rendement général des impots et les recouvrements opérés pour le compte de la caisse autonome pendant le mois d'aout 1927. — Le « Journal officiel » du 14 septembre 1927, vient de publier pages 9769 à 9783 la situation des recouvrements budgétaires opérés pour le compte de l'Etat au cours du mois d'août 1927.

Les recouvrements opérés pendant le mois d'août 1927, au titre du budget général, se sont élevés à la somme globale de 3 286 244 600 fr. Cette somme ne contient ni les recettes de l'administration des postes, rattachées au budget annexe, ni les recettes affectées à la Caisse d'amortissement, c'est-à-dire le produit brut du monopole des tabacs, le produit de la taxe de 7 pour 100 sur la première mutation, le produit des droits de mutation par décès et de la taxe successorale.

Dans ce total de 3 286 244 600 fr, les ressources exceptionnelles, les recettes d'ordre et les produits divers entrent pour 81 170 000 fr, dont 53 119 300 fr pour la contribution extraordinaire sur les bénéfices de guerre.

Les recettes normales et permanentes ont ainsi atteint en août 1927 la somme de 3 205 074 600 fr au lieu de 4 670 013 400 fr en juillet, de 2 883 634 300 fr en juin, de 3 147 207 700 fr en mai, de 3 658 874 700 fr en avril, de 2 530 705 500 fr en mars, de 2 427 582 100 fr en février, de 3 293 944 100 fr en janvier, de 3 860 735 100 fr en décembre 1926, de 4 175 322 800 fr en novembre et de 5 016 100 800 fr en octobre.

Par rapport aux recouvrements d'août 1926 (déduction faite du produit brut des tabacs et des droits de succession qui sont affectés désormais à la caisse autonome d'amortissement), on constate, le mois dernier, dans le produit des impôts normaux et permanents, une augmentation de 506 616 000 fr.

Cette augmentation provient presque uniquement de la mise en recouvrement plus rapide, cette année, de l'impôt sur le revenu, ce qui se traduit en août, pour les contributions directes, par un accroissement de recettes de 491 millions 582 900 fr d'une année à l'autre. Pour les impôts indirects, l'élévation des recouvrements en août 1927 par rapport à août 1926 est au contraire insignifiante (un peu plus de 15 millions de francs).

Enseignement. — Cours publics et gratuits du Conservatoire national des Arts et Métiers. — Les cours publics et gratuits du Conservatoire national des Arts et Métiers pour l'année 1927-1928 commenceront le jeudi 3 novembre 1927. Voici le programme de ceux de ces cours intéressant nos lecteurs.

Machines. — M. E. Sauvage, professeur, lundis et jeudis à 21 h 15; ouverture jeudi 3 novembre 1927. — *Moteurs à combustion interne.* Combustibles gazeux; liquides. Description des moteurs. Application aux voitures automobiles. — *Machines frigorifiques.* Machines à air; à liquides. Appareils à affinité. Applications : transport et conservation des denrées alimentaires; fabrication de la glace; emplois industriels divers. — *Air comprimé.* Ventilateurs, machines soufflantes, compresseurs. Emplois de l'air comprimé. — *Appareils de levage* (éventuellement).

Physique générale dans ses rapports avec l'industrie. — M. Lemoine, professeur, mardis et vendredis à 20 heures; ouverture vendredi 4 novembre 1927. — *Electricité.* Phénomènes fondamentaux du magnétisme. Phénomènes fondamentaux de l'électrostatique. Manifestations du courant électrique : Lois d'Ohm-Pouillet, de Joule, de Faraday. Champ magnétique des courants. Magnétisme du fer. Electro-aimant. Courant d'induction. Lois générales. Applications. Production, par induction, du courant continu et des courant alternatifs. Décharge électrique dans les gaz raréfiés. Rayons cathodiques. Rayons X. Ions et électrons. Lampe à 3 électrodes. Cellules photoélectriques. Courants de haute fréquence. Propagation des ondes. Télégraphie et Téléphonie sans fil. Le radium et les corps radioactifs.

Electricité industrielle. — M. Chaumat, professeur, lundis et jeudis, à 20 heures ; ouverture jeudi 3 novembre 1927. — Les courants alternatifs. Représentations graphiques. Valeurs efficaces. Etablissement d'un courant alternatif dans un circuit inductif. Différence de phase. Impédance. Puissance. Facteur de puissance. Wattmètre. Les condensateurs en courants alternatifs. Composition des courants et des différences de potentiels. Diagrammes. Résonance. La bobine de self-induction. Transformateurs à courants alternatifs. Alternateurs monophasés. Moteurs synchrones. Courants alternatifs diphasés et triphasés. Champs tournants. Moteurs asynchrones. Groupes convertisseurs. Commutatrices. Soupapes électrochimiques. Lampes à vide. Les grands transports à courants alternatifs. Organisation des usines génératrices. L'appareillage. Les appareils de protection. Les principales applications mécaniques de l'électricité. Eclairage électrique. Electrochimie et électrométallurgie. Industries principales. Accumulateurs électriques. Décharges oscillantes. Applications.

Métallurgie et travail des métaux. — M. Léon Guillet, membre de l'Institut, professeur, mercredis et samedis à 20 heures ; ouverture samedi 5 novembre 1927. — 1° *Métallurgie générale.* — Les diverses opérations métallurgiques.

Les appareils employés. Relations avec les théories physico-chimiques. Construction et chauffage des fours. Récupération de la chaleur. Laitiers et scories. Utilisation des gaz et des poussières. — 2° *Métallurgie du fer*. Situation économique. Minerais. Fabrication de la fonte. Puddlage. Transformation de la fonte en acier ; procédés du convertisseur, du four Martin, du creuset. Electrosidérurgie. Fer électrolytique. Aluminothermie. — 3° *Métallurgies autres que celles du fer*. Métallurgies du cuivre, du plomb, du zinc, de l'étain, de l'antimoine, du nickel, de l'aluminium, du magnésium, des métaux précieux : situation économique. Minerais. Obtention du métal. Affinage.

Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie. — M. Job, professeur, lundis et jeudis à 21 h 15 ; ouverture jeudi 3 novembre 1927. — *Chimie organique*. — Caractères généraux des composés du carbone. Analyse organique. Définition expérimentale de quelques fonctions simples. Signification des formules.

Etude particulière des principaux groupes de composés organiques avec description détaillée des espèces les plus importantes pour la pratique industrielle (carbures, alcools, corps gras, hydrates de carbone, matières colorantes, parfums, etc.).

Economie industrielle et statistique. — M. André Liesse, membre de l'Institut, professeur, mardis et vendredis à 21 h 15; ouverture vendredi 4 novembre 1927. — Circulation des richesses. 1° *L'échange et ses moyens économiques*. Les prix : prix de revient ; prix de vente ; leur formation ; leurs variations. La monnaie : historique. Les métaux précieux : production et usages. Systèmes monétaires. Crises monétaires : succédanés et expédients. Le change. Les changes pendant et depuis la guerre. Les réformes monétaires de ces dernières années dans les principaux pays d'Europe. 2° *Le crédit et les banques*. Le crédit : ses modes divers. Classification des banques. Banques de dépôts et de commerce : leurs opérations. Banques d'émission des principaux pays. L'inflation fiduciaire et ses conséquences. Concentration des banques : les grandes sociétés de crédit. Banques de placement et de spéculation : leur rôle. Banques foncières. — *Statistique*. Son utilité. Méthodes et procédés. Sources et moyens d'information. Groupement des chiffres. Grands nombres ; moyennes. Rôle de la statistique dans les grandes entreprises industrielles et financières.

Droit commercial. — M. Percerou, professeur, mercredis et samedis, à 20 heures ; ouverture samedi 5 novembre 1927. — *Les effets de commerce*. Généralités. Le change, histoire, mécanisme. Autres fonctions, l'effet de commerce instrument de crédit. La lettre de change, création, transmission, garanties, perte ou vol, régime fiscal. Le billet à ordre. Le warrant, les Magasins généraux. — *Les opérations de banque*. Généralités, diverses sortes de banques, la Banque de France. Opérations de banque. Les dépôts de fonds et les chèques, étude du chèque. Autres opérations de banque, compte courant. — *Les faillites, liquidations judiciaires et banqueroutes*. Caractères généraux de ces procédures, caractère collectif. Conditions d'ouverture. Effets. Solutions. Faillites et liquidations judiciaires de sociétés.

Géographie commerciale et industrielle. — M. H. Hauser, professeur, mercredis et samedis, à 20 h 15 ; ouverture samedi 5 novembre 1927. — Géographie de la production : répartition des principales matières premières et industries. Métaux précieux et usuels. Les sources d'énergie. Les substances alimentaires. Les engrais. Les textiles. Bois, oléagineux, caoutchouc.

Cours d'Enseignement pratique du Conservatoire national des Arts et Métiers. — Les Travaux pratiques du Conservatoire national des Arts et Métiers commenceront le samedi 15 octobre 1927. Les inscriptions sont reçues au Conservatoire (292, rue Saint-Martin).

Physique industrielle. — M. Lemoine, professeur. Les jeudis à 14 heures ; ouverture jeudi 20 octobre 1927. — *Electricité*. — Electroscope ; électromètre à quadrants ; mesure de la résistance d'un isolant. Potentiels explosifs ; électromètre-balance. Lois d'Ohm, de Joule et de Faraday. Conductibilité des conducteurs solides et des électrolytes. Etude d'une pile ; détermination de la force motrice, de la résistance intérieure et de la courbe caractéristique. Etude d'un accumulateur. Etude d'un galvanomètre ; détermination de sa résistance intérieure et de sa courbe d'étalonnage. Electroaimants ; hystérésis. Courants d'induction. Fluxmètre. Galvanomètre balistique. Détermination des capacités. Etude d'un détecteur à cristaux : caractéristique. Etude du phénomène thermoionique. Détermination de la caractéristique d'une lampe amplificatrice. Etude des rayons X. Radioactivité ; détermination de l'activité d'un minerai ; étude de l'absorption des rayonnements radioactifs.

Métallurgie et travail des métaux. — M. Léon Guillet, membre de l'Institut, professeur, vendredis 13 h 45 pour la première année et 15 h 45 pour la deuxième année ; ouverture vendredi 21 octobre 1927. — *Les méthodes d'étude des produits métallurgiques*. (1re année). — Essais physiques. Analyse thermique : Les diagrammes d'équilibre ; méthodes de détermination des diagrammes ; exemples d'application ; intérêt industriel. Variation de volume. Densité et dilatation. Résistance électrique. Thermoélectricité. Force électromotrice de dissolution. Magnétisme. Méthodes secondaires : Chaleur spécifique, conductibilité thermique, propriétés optiques, examens aux rayons X. — Essais physico-chimiques. Métallographie microscopique. Technique : prélèvement, polissage, attaque, examen, photographie ; relation entre la microstructure et le diagramme ; applications ; étude micrographique des principaux alliages industriels ; aciers ordinaires et spéciaux, fontes, bronzes et laitons ordinaires et spéciaux, alliages légers, antifrictions, etc. Macrographie. Technique et applications ; hétérogénéité mécanique et chimique ; étude des défauts des pièces et du mode de fabrication : Chaleur de formation. — Essais chimiques. (Analyse chimique. Etude générale ; résultats. Corrosion.) — Essais mécaniques. (Traction. Etude théorique ; méthodes de mesure ; résultats. Viscosité. Choc. Etude théorique ; méthodes opératoires ; résultats. Dureté. Etude théorique ; méthodes de détermination ; résultats. Autres essais mécaniques. Compression, flexion, cisaillage, emboutissage, pliage, torsion, usure ; efforts répétés.) — Conclusions générales. (Organisation, fonctionnement, utilité. Les cahiers des charges : Rédaction ; unifications de la Commission permanente de Standardisation.)

Les traitements thermiques, chimiques et mécaniques des produits métallurgiques (2e année). — Traitements thermiques (trempe, revenu, recuit, l'atelier de traitements thermiques). — Traitements chimiques (cémentation des produits sidérurgiques, généralisation de la cémentation). — Traitements mécaniques (forgeage, autres traitements mécaniques).

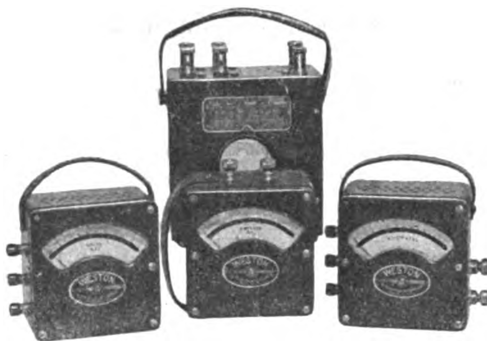
Mécanique. — M. Got, professeur adjoint, samedis à 14 heures ; ouverture samedi 15 octobre 1927. — Analyse des efforts supportés par les diverses parties d'une construction ou d'une machine : efforts statiques, efforts dynamiques,

LABORATOIRE

(Instruments étalons)

Pile " WESTON", Résistance, Inductance et Capacité :

Ampèremètres, Voltmètres, Watt mètres, Microfaradmètres, Mégohm-voltmètres, Pyromillivoltmètres, Galvanomètres, Potentiomètres, Transformateurs, Instruments pour mesures sous haute fréquence et pour mesures d'électrolyse.



Ampèremètre - Voltmètre - Wattmètre
Transformateur " WESTON "

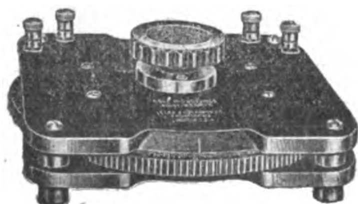
CONTROLE

(Instruments de haute précision) :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres (mono et polyphasés, et pour bas facteur de puissance), Fréquencemètres, Phasemètres, Ponts de self inductance et de capacité, Ponts de résistance (Wheatstone, Thomson, Kelvin et Kohlrausch), Boites de résistance, Inductomètres et Condensateurs, Transformateurs.



Acidimètre " LEEDS et NORTHRUP "



Inductomètre " LEEDS et NORTHRUP "



Galvanomètre " WESTON " modèle 440

INDUSTRIE

(Instruments de mesures portatifs et de tableau)

Fluxmètre, Perméamètre, Luxmètre, Salinomètre, Acidimètre, Photomètre, Interférencemètre, Oscillateur, Générateur de haute fréquence.

ÉQUIPEMENTS

pour la mesure de la conductibilité des électrolytes, les essais magnétiques, la mesure de la résistance électrique des huiles, les essais des transformateurs, la recherche des défauts dans les câbles, et la mesure des résistances d'isolement, la mesure du Ph, les essais à sec des câbles, l'étalonnage des couples thermoélectriques, le contrôle automatique de la combustion, l'enregistrement de la lumière du jour.

ENREGISTREURS

de mesures électriques, de CO et de CO^2, de pression et de vide, de température, de la hauteur des liquides, du niveau de l'eau des chaudières, d'humidité, de mouvement et de temps, d'indication de mesures à longue distance.

MESURE DES TEMPÉRATURES

Pyromètres-potentiomètres indicateurs, (portatifs et de tableau) et enregistreurs jusqu'à 16 directions, Pyromètres à résistances, Pyromètres optiques, Pyromètre pour la mesure des températures des gaz, de l'échauffement des machines électriques, des transformateurs et des câbles.

FOURS ELECTRIQUES

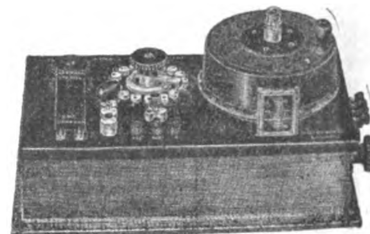
(Fonte de métaux, Trempe, Cémentation, Revenu).

AUTRES APPAREILS

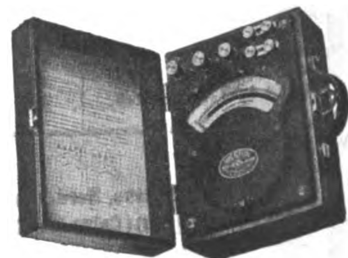
Transformateurs, Compte-tours, Tachymètres, Ohmmètres, Pont pour la mesure des terres, Compteurs électrolytiques.



Testing Set " LEEDS et NORTHRUP "



Potentiomètre type K
" LEEDS et NORTHRUP "



Wattmètre " WESTON " modèle 310

Adresse télégraphique : MECIVOCEM

Téléphone : PROVENCE 24-01 — 24-02

M.E.C.I.

2, rue du Faubourg Poissonnière, PARIS (X^e^)

RÉPARATION DE TOUS INSTRUMENTS DE MESURES ÉLECTRIQUES

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 3 sept. 1927	samedi 10 sept. 1927	différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	76 fr	76 fr	0
Id U id	100 kg	81	81	0
Cornières	100 kg	79	79	0
Larges plats	100 kg	97	97	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	16 5/8 d	16 1/2 d	— 1/8 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	735	762	+ 27 fr
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	808	808	0
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 031	1 031	0
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	1 026	1 026	0
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 026	1 026	0
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 360	1 360	0
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 725	6 725	0
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 900	3 930	+ 30
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	460	manque	
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	532,50	532,50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
{ pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275		
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { épaisseur 7/100 mm	le mètre	5	5	0
{ Id 10/100 mm	linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	318	308	— 10
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	320	320	0
Tôle magnétique extra-sup. 4 10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		200	200	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	389,50	389,50	0
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

NOTA. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication,

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 3 sept. 1927	samedi 10 sept. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	166	165	1

COEFFICIENTS DE VARIATION DE PRIX

APPLICABLES A L'APPAREILLAGE ET AU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etablis par le Syndicat des Constructeurs d'Appareillage et de Matériel électrique.

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 6 juin 1926

1° **Matériel pour haute tension** 1,25

2° **Gros appareillage** pour basse tension 1,30

3° **Petit appareillage pour basse tension** { a) Appareils contenant plus de 50 pour 100 de cuivre 1,10

{ b) Appareils contenant moins de 50 pour 100 de cuivre 1,15

Coefficients à appliquer aux prix en vigueur le 1er mars 1926

4° **Matériel de branchement utilisé par la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité** 1,30

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Exportations et importations de matériel électrique de la Grande-Bretagne en juillet 1927. — Au cours du mois de juillet 1927, les exportations de matériel électrique de la Grande-Bretagne ont dépassé, en valeur, de 975 213 livres sterling celles des importations. Cette balance commerciale est cependant moins favorable que celle pour le mois de juin signalée dans notre « Bulletin R. G. E. » du 27 août 1927, p. 57 B-58 B, car il y a eu diminution, tant pour l'exportation que pour l'importation, par rapport à cette période.

La diminution des exportations d'un mois sur l'autre a été de 163 995 livres. Elle a porté sur la plupart des articles; seules les rubriques piles et accumulateurs, compteurs et instruments de mesures, et câbles télégraphiques et téléphoniques sous-marins sont en légère progression. Par rapport au mois de juillet 1926, les exportations sont aussi en diminution pour une valeur de 198 931 livres. Il y a cependant lieu de noter que pour l'ensemble des sept premiers mois de l'année 1927 la valeur totale est supérieure de 1 191 137 livres par rapport à celle pour la même période de l'année 1926.

La valeur des importations a diminué de 5 618 livres par rapport à celles de juin 1927. Par rapport à juillet 1926, elle a augmenté de 53 173 livres et pour l'ensemble des sept premiers mois, il y a eu augmentation de 480 453 livres en 1927 par rapport à 1926.

Les réexportations sont en augmentation en juillet par rapport à juin 1927 pour une valeur de 1 980 livres. D'une année sur l'autre, pour le mois de juillet, il y a eu diminution de 7801 livres en 1927 et pour l'ensemble des sept premiers mois il y a diminution pour une valeur de 13 218 livres en 1927 par rapport à 1926.

Le tableau ci-dessous donne le détail, pour les diverses rubriques de marchandises, de la valeur des exportations, importations et réexportations, pendant le mois de juillet 1927.

	EXPORTATIONS livres sterling	IMPORTATIONS livres sterling	RÉEXPORTATIONS livres sterling
1. Marchandises et appareils électriques non dénommés	165 048	101 157	4 727
2. Câbles et conducteurs isolés	214 981	51 080	624
3. Lampes à incandescence	42 488	43 744	1 946
4. Lampes à arc et accessoires	1 092	3 962	4
5. Piles et accumulateurs	119 768	51 136	981
6. Compteurs et instruments de mesure	30 857	18 230	733
7. Charbons	996	11 884	62
8. Machines électriques (non énumérées)	3,3 981	134 738	5 632
9. Moteurs de traction	27 613		
10. Autres moteurs et générateurs	171 818		
11. Tableaux de distribution	3 976	29	3
12. Câbles et fils télégraphiques et téléphoniques	74 886	4 919	160
13. Câbles télégraphiques et téléphoniques sous-marins	33 137		
14. Instruments et appareils télégraphiques et téléphoniques	190 822	25 421	2 962
Totaux	1 421 513	446 300	17 834

Navires à propulsion électrique et chauffe au charbon pulvérisé dans la marine marchande des Etats-Unis. — Voici à ce sujet quelques renseignements publiés dans le « Bulletin quotidien » de la Société d'Etudes et d'Informations économiques, et que nous reproduisons ci-après.

le Ferro se meurt!

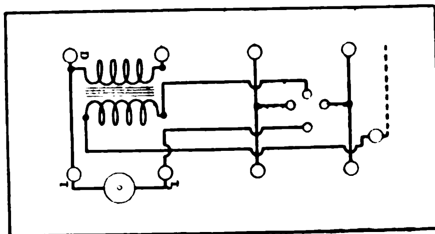
remplacé par

"l'Ozalid"

le nouveau papier **POSITIF** à traits marrons noirs sur fond blanc.

COMPAREZ

L'OZALID ...avec... LE FERRO



POSITIF

Sans lavage ni séchage

(une simple exposition aux vapeurs d'ammoniaque)

pas de retrait

image fidèle et précise de l'original

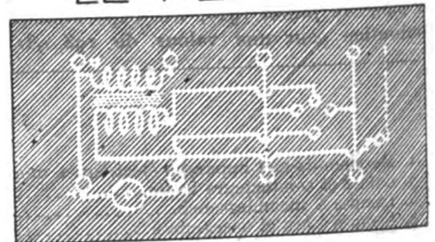
FIXITÉ ABSOLUE

permet

corrections, annotations et lavis

dix minutes

pour obtenir une épreuve parfaite



NÉGATIF

Lavage... puis séchage!

...que de temps perdu!!!

retrait, cotes fausses

image fausse et floue de l'original

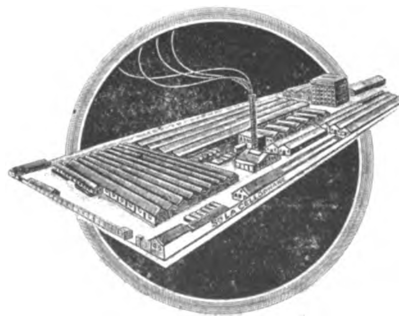
PASSE à la LUMIÈRE

Lavis,

annotations, corrections impossibles

une heure

de séchage pour obtenir une épreuve imparfaite



VENTE AU DÉTAIL

Sté LA CELLOPHANE

DÉPARTEMENT OZALID

58 bis, Rue de la Chaussée-d'Antin 58 bis

PARIS

TÉLÉPH. TRUDAINE 63-13

R C PARIS N° 112 863

VENTE EN GROS

Sté LA CELLOPHANE

DÉPARTEMENT OZALID

BEZONS (S.-&-O.)

TÉLÉPH. WAGRAM 98.62

Le Congrès a voté il y a quelques années un crédit de 25 millions de dollars que l'on croit généralement destiné exclusivement à la transformation de bateaux à vapeur parce qu'il n'a pas, jusqu'à présent, reçu d'autre affectation, mais qui en réalité devait dans l'esprit du législateur donner aux services techniques de la marine marchande américaine le moyen d'étudier les avantages des différents modes modernes de propulsion des navires.

Huit navires ont déjà été transformés avec des moteurs diesel; mais le Shipping Board poursuit d'autres recherches. C'est ainsi qu'il vient coup sur coup d'entreprendre deux séries d'expériences, l'une relative à la propulsion électrique, l'autre à la chauffe au charbon pulvérisé.

La propulsion électrique des navires est déjà assez répandue aux Etats-Unis comme on sait. Le Shipping Board veut en étudier les avantages par lui-même; aussi a-t-il décidé d'adopter à titre d'essai la propulsion électrique-Diesel à trois cargos de 11 773 t qui primitivement devaient simplement être pourvus de moteurs Diesel : le « Courageous », le « Defiance » et le « Triumph ».

Quant à la chauffe au charbon pulvérisé, elle a déjà fait l'objet d'expériences du Shipping Board, mais à terre, en laboratoire. Les résultats enregistrés ont été suffisamment satisfaisants pour justifier un essai plus vaste, que le Shipping Board va tenter prochainement sur le steamer « Mescer ». Les essais de laboratoire, effectués sur des chaudières de navire Scotch par le Shipping Board, de concert avec la marine de guerre et la Peabody Engineering Co ont montré que le charbon pulvérisé a un rendement technique supérieur de 15 pour 100 à celui du charbon ordinaire; la combustion ressemble beaucoup à celle du mazout de sorte qu'un navire équipé pour brûler du charbon pulvérisé doit pouvoir, moyennant de très légères transformations, revenir à la chauffe au mazout et vice versa.

Comme il n'existe pas actuellement de charbon pulvérisé tout prêt dans les ports de charbonnage, il faut que le navire le prépare lui-même. Dans l'expérience tentée à terre, cette opération a été confiée à un broyeur composé d'un tambour à pivots contenant des morceaux d'acier; la poussière de charbon est chassée par des courants d'air chaud dans des réservoirs d'où elle est envoyée sous pression aux foyers.

La combustion s'effectue sans suie ni escarbilles, avec le minimum de résidus et permet d'utiliser des charbons de qualité inférieure. Les avantages de ce procédé sont tels qu'en les combinant avec l'emploi de la vapeur surchauffée et surpressée, l'on se demande s'ils ne seraient pas supérieurs à ceux du moteur Diesel.

On conçoit dès lors tout l'intérêt qui s'attache à l'expérience que va tenter le Shipping Board.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — DÉCRET APPROUVANT UN AVENANT AU CAHIER DES CHARGES ANNEXÉ AU DÉCRET DU 12 JANVIER 1921 AUTORISANT, DÉCLARANT D'UTILITÉ PUBLIQUE ET CONCÉDANT LES TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT DE LA CHUTE DE PIZANÇON, SUR L'ISÈRE (DROME). — Le « Journal officiel » du 2 septembre 1927 publie, pages 9 357-9 358, le décret en date du 20 août 1927, approuvant la convention additionnelle à celle du 12 janvier 1921, passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société Energie électrique Isère-Vercors, dont le siège est à Valence, d'autre part.

D'après cette convention, l'article 4 du cahier des charges annexé à la convention du 12 janvier 1921 est rédigé ainsi qu'il suit :

Caractéristique de la prise d'eau. — Le niveau légal de la retenue est fixé à 8,15 m en contre-haut du repère n° 47 du nivellement général de la France, placé contre le mur de la propriété, rive droite, à environ 440 m en aval de l'axe du barrage, point pris pour repère provisoire, lequel repère se trouve à l'altitude cotée 141,10 m d'après le nivellement général de la France.

Les vannes du barrage seront en outre manœuvrées suivant les débits, de façon à ce qu'en aucun cas, sauf toutes vannes levées, le niveau des eaux aux Fauries ne dépasse une hauteur de 0,97 m en contre-bas du repère placé sur la culée rive droite du pont des Fauries, lequel repère se trouve à l'altitude cotée 150,27 m d'après le nivellement général de la France.

Pour régler cette manœuvre, il sera installé au pont des Fauries un poste d'annonce des hauteurs d'eau, muni d'appareils enregistreurs du niveau des eaux. Ce poste, gardienné nuit et jour, sera relié à l'usine-barrage par une ligne téléphonique spéciale, solidement établie, qui fera partie de la concession et dont les dispositions et l'exécution seront approuvées dans les formes prescrites par les articles 8 et 9 suivants.

Il sera en outre relié au réseau téléphonique général, ainsi que l'usine, de façon à disposer d'une liaison de secours pour l'usage de laquelle le concessionnaire demandera la priorité et de telle façon que la communication puissse être assurée de façon permanente de nuit et de jour.

L'article 5 du cahier des charges est modifié comme il suit :

Ouvrages principaux. — Le barrage de retenue sera construit normalement à la rivière et à environ 800 m à l'amont du château de Pizançon. Il aura un débouché linéaire net d'au moins 90 m réparti entre 6 travées ayant chacune au moins 15 m d'ouverture nette.

Les travées seront fermées par des vannes ayant environ 13,15 m de hauteur disposées de manière à être commodément manœuvrées au moyen de treuils électriques circulant sur une passerelle supérieure et au moyen d'appareils de secours à main.

Lorsque les vannes seront complètement baissées, leur tranche supérieure sera rigoureusement dans le plan de la retenue; lorsqu'elles seront complètement relevées, leur tranche inférieure sera au moins à 1 m au-dessus du niveau légal de la retenue.

Il sera établi sur les culées du barrage un pont-route qui sera ouvert au public. Ce pont aura 5 m de largeur.

L'usine sera établie immédiatement dans le prolongement du barrage. Le bassin de mise en charge sera séparé de la rivière par un seuil maçonné. Ce seuil sera arasé à 7,40 m en contre-bas du niveau légal de la retenue et sera surmonté d'une grille destinée à arrêter les corps flottants. Il comportera une passerelle de service située à 1 m au moins au-dessus du niveau légal de la retenue. Sur la rive droite de la rivière sera aménagé l'emplacement d'une écluse ayant au moins 12 m de largeur entre les bajoyers.

Combustibles. — LE PROGRAMME DE LA PRODUCTION DE PÉTROLE EN RUSSIE. — Dans son « Bulletin quotidien » du 12 septembre 1927, la Société d'Etudes et d'Informations économiques publie les renseignements qui suivent :

La production russe du pétrole pour l'année 1927-1928 est établie sur la base de 11 774 300 t, au lieu de 10 292 000 en 1926-1927. L'augmentation est de 14 pour 100 environ. La fabrication des produits dérivés doit porter sur 8 333 000 t de matières brutes.

Les travaux d'exploitation et les nouveaux bâtiments sont prévus pour 196 millions de roubles.

La production de naphte est prévue pour l'Azneft (région de Bakou) à 7 825 500 t ; la raffinerie pour 5 147 800 t.

La nouvelle usine de cracking de l'Azneft doit être maintenant en exploitation. C'est le consortium Vickers qui en a assuré la mise en marche; c'est également lui qui doit former les ingénieurs et ouvriers russes. Les frais d'installation se sont élevés à 400 000 roubles. La capacité mensuelle de production est de 450 000 pouds pour le mazout et 150 000 pouds pour l'essence.

La crise houillère dans les Asturies. — A propos de la crise très grave que traverse l'industrie houillère dans les Asturies où 4 000 mineurs sont sans travail et où les autres ne travaillent que quatre jours par semaine, la « Epoca » remarque que, dans ses pourparlers avec le gouvernement, le leader des mineurs, M. Llaneza, paraît s'être préoccupé uniquement du problème ouvrier ; mais ce n'est là qu'un aspect de la question. Aussi les deux solutions qu'il préconise (construction de travaux publics et secours obligatoires de l'Etat pour chômage forcé) ne sont-elles que transitoires et superficielles. «... La vérité est que, par suite de conditions naturelles, les mines en Espagne sont d'une exploitation plus difficile qu'en Angleterre ou en Allemagne, par exemple. Ceci, joint à un moindre rendement de la main-d'œuvre, est cause du renchérissement du coût de production; on ne pourra l'éviter que par une politique charbonnière intégrale et non par des mesures isolées. Réduction de la consommation de charbon végétal, abaissement du prix des transports, développement des industries chimiques dérivées de la houille, tout cela peut et doit être fait. Mais ne devrait-on pas aussi prolonger jusqu'à huit heures la journée de travail dans les mines, pour que le charbon soit moins cher grâce à un meilleur rendement de la main-d'œuvre? Quand on se trouve en période de crise, le sacrifice doit être consenti par tous. Autre chose constituerait une iniquité ».

Economie industrielle et sociale. — Le rendement général des impots et les recouvrements opérés pour le compte de la caisse autonome pendant le mois d'aout 1927. — Le « Journal officiel » du 14 septembre 1927, vient de publier pages 9769 à 9783 la situation des recouvrements budgétaires opérés pour le compte de l'Etat au cours du mois d'août 1927.

Les recouvrements opérés pendant le mois d'août 1927, au titre du budget général, se sont élevés à la somme globale de 3 286 244 600 fr. Cette somme ne contient ni les recettes de l'administration des postes, rattachées au budget annexe, ni les recettes affectées à la Caisse d'amortissement, c'est-à-dire le produit brut du monopole des tabacs, le produit de la taxe de 7 pour 100 sur la première mutation, le produit des droits de mutation par décès et de la taxe successorale.

Dans ce total de 3 286 244 600 fr, les ressources exceptionnelles, les recettes d'ordre et les produits divers entrent pour 81 170 000 fr, dont 53 119 300 fr pour la contribution extraordinaire sur les bénéfices de guerre.

Les recettes normales et permanentes ont ainsi atteint en août 1927 la somme de 3 205 074 600 fr au lieu de 4 670 013 400 fr en juillet, de 2 883 634 300 fr en juin, de 3 147 207 700 fr en mai, de 3 658 874 700 fr en avril, de 2 530 705 500 fr en mars, de 2 427 582 100 fr en février, de 3 293 944 100 fr en janvier, de 3 860 735 100 fr en décembre 1926, de 4 175 322 800 fr en novembre et de 5 016 100 800 fr en octobre.

Par rapport aux recouvrements d'août 1926 (déduction faite du produit brut des tabacs et des droits de succession qui sont affectés désormais à la caisse autonome d'amortissement), on constate, le mois dernier, dans le produit des impôts normaux et permanents, une augmentation de 506 616 000 fr.

Cette augmentation provient presque uniquement de la mise en recouvrement plus rapide, cette année, de l'impôt sur le revenu, ce qui se traduit en août, pour les contributions directes, par un accroissement de recettes de 491 millions 582 900 fr d'une année à l'autre. Pour les impôts indirects, l'élévation des recouvrements en août 1927 par rapport à août 1926 est au contraire insignifiante (un peu plus de 15 millions de francs).

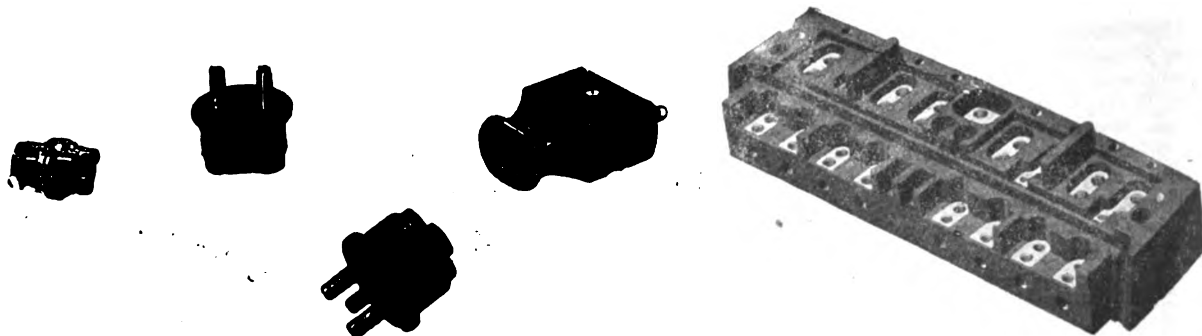
Enseignement. — Cours publics et gratuits du Conservatoire national des Arts et Métiers. — Les cours publics et gratuits du Conservatoire national des Arts et Métiers pour l'année 1927-1928 commenceront le jeudi 3 novembre 1927. Voici le programme de ceux de ces cours intéressant nos lecteurs.

Machines. — M. E. Sauvage, professeur, lundis et jeudis à 21 h 15; ouverture jeudi 3 novembre 1927. — *Moteurs à combustion interne.* Combustibles gazeux; liquides. Description des moteurs. Application aux voitures automobiles. — *Machines frigorifiques.* Machines à air; à liquides. Appareils à affinité. Applications : transport et conservation des denrées alimentaires; fabrication de la glace; emplois industriels divers. — *Air comprimé.* Ventilateurs, machines soufflantes, compresseurs. Emplois de l'air comprimé. — *Appareils de levage* (éventuellement).

Physique générale dans ses rapports avec l'industrie. — M. Lemoine, professeur, mardis et vendredis à 20 heures; ouverture vendredi 4 novembre 1927. — *Electricité.* Phénomènes fondamentaux du magnétisme. Phénomènes fondamentaux de l'électrostatique. Manifestations du courant électrique : Lois d'Ohm-Pouillet, de Joule, de Faraday. Champ magnétique des courants. Magnétisme du fer. Electro-aimant. Courant d'induction. Lois générales. Applications. Production, par induction, du courant continu et des courant alternatifs. Décharge électrique dans les gaz raréfiés. Rayons cathodiques. Rayons X. Ions et électrons. Lampe à 3 électrodes. Cellules photoélectriques. Courants de haute fréquence. Propagation des ondes. Télégraphie et Téléphonie sans fil. Le radium et les corps radioactifs.

Electricité industrielle. — M. Chaumat, professeur, lundis et jeudis, à 20 heures ; ouverture jeudi 3 novembre 1927. — Les courants alternatifs. Représentations graphiques. Valeurs efficaces. Etablissement d'un courant alternatif dans un circuit inductif. Différence de phase. Impédance. Puissance. Facteur de puissance. Wattmètre. Les condensateurs en courants alternatifs. Composition des courants et des différences de potentiels. Diagrammes. Résonance. La bobine de self-induction. Transformateurs à courants alternatifs. Alternateurs monophasés. Moteurs synchrones. Courants alternatifs diphasés et triphasés. Champs tournants. Moteurs asynchrones. Groupes convertisseurs. Commutatrices. Soupapes électrochimiques. Lampes à vide. Les grands transports à courants alternatifs. Organisation des usines génératrices. L'appareillage. Les appareils de protection. Les principales applications mécaniques de l'électricité. Eclairage électrique. Electrochimie et électrométallurgie. Industries principales. Accumulateurs électriques. Décharges oscillantes. Applications.

Métallurgie et travail des métaux. — M. Léon Guillet, membre de l'Institut, professeur, mercredis et samedis à 20 heures ; ouverture samedi 5 novembre 1927. — 1° *Métallurgie générale.* — Les diverses opérations métallurgiques.



Les appareils employés. Relations avec les théories physico-chimiques. Construction et chauffage des fours. Récupération de la chaleur. Laitiers et scories. Utilisation des gaz et des poussières. — 2° *Métallurgie du fer.* Situation économique. Minerais. Fabrication de la fonte. Puddlage. Transformation de la fonte en acier ; procédés du convertisseur, du four Martin, du creuset. Electrosidérurgie. Fer électrolytique. Aluminothermie. — 3° *Métallurgies autres que celles du fer.* Métallurgies du cuivre, du plomb, du zinc, de l'étain, de l'antimoine, du nickel, de l'aluminium, du magnésium, des métaux précieux : situation économique. Minerais. Obtention du métal. Affinage.

CHIMIE GÉNÉRALE DANS SES RAPPORTS AVEC L'INDUSTRIE. — M. JOB, professeur, lundis et jeudis à 21 h 15 ; ouverture jeudi 3 novembre 1927. — *Chimie organique.* — Caractères généraux des composés du carbone. Analyse organique. Définition expérimentale de quelques fonctions simples. Signification des formules.

Etude particulière des principaux groupes de composés organiques avec description détaillée des espèces les plus importantes pour la pratique industrielle (carbures, alcools, corps gras, hydrates de carbone, matières colorantes, parfums, etc.).

ECONOMIE INDUSTRIELLE ET STATISTIQUE. — M. André LIESSE, membre de l'Institut, professeur, mardis et vendredis à 21 h 15; ouverture vendredi 4 novembre 1927. — Circulation des richesses. 1° *L'échange et ses moyens économiques.* Les prix : prix de revient ; prix de vente; leur formation ; leurs variations. La monnaie : historique. Les métaux précieux : production et usages. Systèmes monétaires. Crises monétaires : succédanés et expédients. Le change. Les changes pendant et depuis la guerre. Les réformes monétaires de ces dernières années dans les principaux pays d'Europe. 2° *Le crédit et les banques.* Le crédit : ses modes divers. Classification des banques. Banques de dépôts et de commerce : leurs opérations. Banques d'émission des principaux pays. L'inflation fiduciaire et ses conséquences. Concentration des banques : les grandes sociétés de crédit. Banques de placement et de spéculation : leur rôle. Banques foncières. — *Statistique.* Son utilité. Méthodes et procédés. Sources et moyens d'information. Groupement des chiffres. Grands nombres; moyennes. Rôle de la statistique dans les grandes entreprises industrielles et financières.

DROIT COMMERCIAL. — M. PERCEROU, professeur, mercredis et samedis, à 20 heures; ouverture samedi 5 novembre 1927. — *Les effets de commerce.* Généralités. Le change, histoire, mécanisme. Autres fonctions, l'effet de commerce instrument de crédit. La lettre de change, création, transmission, garanties, perte ou vol, régime fiscal. Le billet à ordre. Le warrant, les Magasins généraux. — *Les opérations de banque.* Généralités, diverses sortes de banques, la Banque de France. Opérations de banque. Les dépôts de fonds et les chèques, étude du chèque. Autres opérations de banque, compte courant. — *Les faillites, liquidations judiciaires et banqueroutes.* Caractères généraux de ces procédures, caractère collectif. Conditions d'ouverture. Effets. Solutions. Faillites et liquidations judiciaires de sociétés.

GÉOGRAPHIE COMMERCIALE ET INDUSTRIELLE. — M. H HAUSER, professeur, mercredis et samedis, à 20 h 15; ouverture samedi 5 novembre 1927. — Géographie de la production : répartition des principales matières premières et industries. Métaux précieux et usuels. Les sources d'énergie. Les substances alimentaires. Les engrais. Les textiles. Bois, oléagineux, caoutchouc.

COURS D'ENSEIGNEMENT PRATIQUE DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS. — Les Travaux pratiques du Conservatoire national des Arts et Métiers commenceront le samedi 15 octobre 1927. Les inscriptions sont reçues au Conservatoire (292, rue Saint-Martin).

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — M. LEMOINE, professeur. Les jeudis à 14 heures; ouverture jeudi 20 octobre 1927. — *Electricité.* — Electroscope; électromètre à quadrants; mesure de la résistance d'un isolant. Potentiels explosifs; électromètre-balance. Lois d'Ohm, de Joule et de Faraday. Conductibilité des conducteurs solides et des électrolytes. Etude d'une pile ; détermination de la force motrice, de la résistance intérieure et de la courbe caractéristique. Etude d'un accumulateur. Etude d'un galvanomètre; détermination de sa résistance intérieure et de sa courbe d'étalonnage. Electroaimants; hystérésis. Courants d'induction. Fluxmètre. Galvanomètre balistique. Détermination des capacités. Etude d'un détecteur à cristaux: caractéristique. Etude du phénomène thermoionique. Détermination de la caractéristique d'une lampe amplificatrice. Etude des rayons X. Radioactivité; détermination de l'activité d'un minerai; étude de l'absorption des rayonnements radioactifs.

MÉTALLURGIE ET TRAVAIL DES MÉTAUX. — M. Léon GUILLET, membre de l'Institut, professeur, vendredis 13 h 45 pour la première année et 15 h 45 pour la deuxième année ; ouverture vendredi 21 octobre 1927. — *Les méthodes d'étude des produits métallurgiques.* (1re année). — Essais physiques. Analyse thermique : Les diagrammes d'équilibre ; méthodes de détermination des diagrammes ; exemples d'application ; intérêt industriel. Variation de volume. Densité et dilatation. Résistance électrique. Thermoélectricité. Force électromotrice de dissolution. Magnétisme. Méthodes secondaires : Chaleur spécifique, conductibilité thermique, propriétés optiques, examens aux rayons X. — Essais physico-chimiques. Métallographie microscopique. Technique : prélèvement, polissage, attaque, examen, photographie; relation entre la microstructure et le diagramme; applications; étude micrographique des principaux alliages industriels; aciers ordinaires et spéciaux, fontes, bronzes et laitons ordinaires et spéciaux, alliages légers, antifrictions, etc. Macrographie. Technique et applications ; hétérogénéité mécanique et chimique ; étude des défauts des pièces et du mode de fabrication : Chaleur de formation. — Essais chimiques. (Analyse chimique. Etude générale; résultats. Corrosion.) — Essais mécaniques. (Traction. Etude théorique; méthodes de mesure; résultats. Viscosité. Choc. Etude théorique; méthodes opératoires; résultats. Dureté. Etude théorique; méthodes de détermination; résultats. Autres essais mécaniques. Compression, flexion, cisaillage, emboutissage, pliage, torsion, usure: efforts répétés.) — Conclusions générales. (Organisation, fonctionnement, utilité. Les cahiers des charges : Rédaction; unifications de la Commission permanente de Standardisation.)

Les traitements thermiques, chimiques et mécaniques des produits métallurgiques (2e année). — Traitements thermiques (trempe, revenu, recuit, l'atelier de traitements thermiques). — Traitements chimiques (cémentation des produits sidérurgiques, généralisation de la cémentation). — Traitements mécaniques (forgeage, autres traitements mécaniques).

MÉCANIQUE. — M. GOT, professeur adjoint, samedis à 14 heures; ouverture samedi 15 octobre 1927. — Analyse des efforts supportés par les diverses parties d'une construction ou d'une machine : efforts statiques, efforts dynamiques.

forces d'inertie, efforts répétés, vibrations, chocs, frottements, dilatations. Principes de statique graphique et de résistance des matériaux. Coefficients de sécurité. Solides d'égale résistance. Calcul et tracé des pièces élémentaires : rivures, boulons, clavetages, axes, paliers, bielles, engrenages, cames, ressorts, courroies, câbles, tuyaux, poutres, enveloppes. Compléments de cinématique : cinématique graphique. Compléments de dynamique. Forces d'inertie. Théorie et applications des gyrostats. Petits mouvements; stabilité de l'équilibre. Frottement. Rendement des machines. Régularisation du mouvement. Volants, régulateurs, asservissement.

Electricité industrielle. — M. Guilbert, professeur adjoint, samedis à 14 heures ; ouverture samedi 22 octobre 1927. — *Première année.* — Le galvanomètre à cadre mobile et la méthode du miroir et de l'échelle divisée. La boîte à pont. Mesure des résistances au pont. Ampèremètres et voltmètres industriels. Boîtes de contrôle. Détermination des résistances par la mesure de l'intensité et de la différence de potentiel aux extrémités d'un conducteur, méthode de comparaison. Détermination d'une résistivité. Résistances d'isolement. Méthodes de mesures industrielles. Vérificateurs d'isolement. Etude d'une pile ; polarisation. Comparaison de deux forces électromotrices ou différences de potentiel. Méthodes potentiométriques. Mesure des capacités. Association des condensateurs. Etalonnage des appareils industriels en général. Etude des machines dynamos à courant continu. Enroulements d'induit. Différents modes d'excitation : excitation séparée, en dérivation, en série, composée. Relevé des caractéristiques des génératrices à courant continu suivant le mode d'excitation. Etude des moteurs à courant continu. Sens de rotation. Divers modes d'emploi. Relevé des caractéristiques des moteurs à courant continu suivant leur mode d'excitation et leur mode d'alimentation. Essais de durée des machines génératrices et moteurs. Elévation de leur surélévation de température. Détermination du rendement des génératrices et des moteurs par les méthodes industrielles. Méthode des pertes séparées, méthodes à récupération d'énergie. Emploi des freins. Essais de réception des dynamos et moteurs. Essais des groupes électrogènes.

Deuxième année. — Mesures en courant alternatif. Intensité efficace. Différence de potentiel efficace. Diagrammes du courant et de la différence de potentiel dans des circuits inductifs plus ou moins complexes. Détermination graphique de la différence de phase entre une tension et un courant par le seul emploi des ampèremètres. Mesure d'une puissance en courant monophasé. Wattmètre. Facteur de correction. Cas d'un circuit très inductif ; méthode simple et pratique pour une mesure correcte. Mesure d'une perméabilité. Mesure de l'énergie absorbée par l'hystérésis : emploi des hystérésimètres ; emploi du wattmètre. Mesure des puissances dans les circuits triphasés. Méthode des deux wattmètres. Utilisation des lectures. Cas d'un circuit très inductif. Mesure de l'énergie. Compteurs. Etalonnage d'un compteur. Etude des machines à courants alternatifs. Essais des transformateurs, diagramme de fonctionnement. Relevé des caractéristiques diverses des alternateurs sur résistances sans induction et sur circuits inductifs. Méthodes classiques de prédétermination des caractéristiques en charge. Essais des moteurs synchrones, courbe de Mordey. Essais des moteurs asynchrones ; diagramme du cercle. Groupes convertisseurs rotatifs, commutatrices. Moteurs à courants alternatifs à collecteur. Redresseurs de courant ; redresseurs rotatifs, soupapes, lampes à vide, etc. Essais de durée et de température des machines à courants alternatifs. Essais de rendement par les méthodes industrielles courantes. Essais de réception. Essais des groupes électrogènes à courants alternatifs. Essais de l'appareillage des tableaux et des lignes.

Foires. Expositions. — Semaine internationale de Culture mécanique. — La Semaine internationale de Culture mécanique organisée par le Ministère de l'Agriculture (Comité central de Culture mécanique), en collaboration avec la Chambre syndicale de la Motoculture de France aura lieu cette année, à Elisabethville, par Aubergenville, sur le domaine de la Garenne, du 1er au 6 octobre inclus.

Elle comprendra, outre la manifestation animée organisée par la Chambre syndicale de la Motoculture de France, les sections suivantes :

1° Tracteurs agricoles et moteurs agricoles fixes, munis de gazogènes, ayant pris part aux expériences prévues par l'arrêté ministériel du 13 avril 1927, qui auront lieu à l'Ecole d'Agriculture de Grignon ;

2° Appareils spéciaux pour la vigne et pour la culture maraîchère;

3° Camions militaires à gazogènes, présentés par le Ministère de la Guerre;

4° Appareils mobiles pour la carbonisation du bois en forêts, présentés en état de fonctionnement ;

5° Appareils d'abatage mécanique des bois, présentés en état de fonctionnement, si possible ;

6° Appareils de labourage électrique, présentés en état de fonctionnement ;

7° Appareils de drainage mécanique, en état de fonctionnement, si possible.

Il sera procédé également à des démonstrations d'arrachage de betteraves, de broyage et de distribution mécaniques d'amendements calcaires à doses massives (2 000 à 3 000 kg).

Le terrain d'exposition et de démonstration est situé à proximité de la gare d'Aubergenville sur la ligne de Paris à Mantes, par Poissy (réseau de l'Etat, gare Saint-Lazare).

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — Société d'Appareillages électriques de Gennevilliers. — Sous cette dénomination, vient d'être constituée une société anonyme dont le siège a été fixé à Gennevilliers (Seine), rue du Moulin-de-la-Tour.

Elle a pour objet d'effectuer toutes entreprises et opérations concernant l'électricité et la mécanique et, plus spécialement, la fabrication, la vente, l'achat, la revente, l'échange, la location, la réparation, la transformation et l'installation de tous appareils, dispositifs et appareillages électriques, notamment de ceux pouvant concerner la locomotion automobile, l'aviation et l'aéronautique.

Le capital est de 600 000 fr en actions de 100 fr, toutes souscrites en numéraire ; il pourra être porté à 1 600 000 fr. Il a été créé, en outre, 1 000 parts bénéficiaires sur lesquelles 400 ont été attribuées à la Société anonyme des anciens Etablissements Chenard et Walcker, à Gennevilliers, rue du Moulin-de-la-Tour.

G. Le Marchand et E. Talbot. — Récemment formée entre MM. Gustave Le Marchand, au Havre, rue Frédérick-Lemaître, 48 et Emilien Talbot, au Havre, rue Frédérick-Lemaître, 25, cette société à responsabilité limitée a pour objet l'exploitation et l'administration d'un fonds de commerce d'électricité ou de toutes entreprises similaires.

Le siège est au Havre, rue Frédérick-Lemaître, 48. Le capital est de 100 000 fr.

Augmentation de capital. — SOCIÉTÉ DES TÉLÉPHONES GRAMMONT. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 19 septembre 1927, page 865, cette société dont le siège est à Paris, 10, rue d'Uzès, va procéder à l'émission, au prix de 457,50 fr l'un, de 20 000 bons décennaux de 500 fr de valeur nominale, représentant un capital de 10 millions de francs. Les dits bons décennaux sont payables en souscrivant. Ils produisent un intérêt annuel de 6,5 pour 100 payable par semestre, les 15 mars et 15 septembre de chaque année, le premier coupon étant celui du 15 mars 1928. Ils sont remboursables dans un délai de huit années à compter du 15 mars 1930, soit au pair par voie de tirages au sort, si le cours en bourse est égal ou supérieur au nominal, soit par rachats en bourse ou à l'amiable, si le cours est inférieur au pair, ou encore par ces deux modes combinés. Le premier remboursement aura lieu le 15 mars 1930 et les autres remboursements le 15 mars de chacune des années suivantes, selon un tableau d'amortissement et dans les conditions établies dans ladite délibération.

Les tirages seront effectués, s'il y a lieu, le 15 février de chaque année et pour la première fois le 15 février 1930.

La société se réserve le droit de procéder à partir de la fin de l'année 1930 à des remboursements anticipés, pour la totalité ou pour partie des dits bons, soit au pair, lors de chaque échéance de coupons, par voie de tirages au sort supplémentaires et moyennant un préavis de trois mois, soit à toute époque, par rachats en bourse au-dessous du pair compte tenu de la fraction courue du coupon.

Divers. — COMPAGNIE FRANÇAISE DES TRAMWAYS DU DONAI. — L'exercice 1926 se solde par un bénéfice de 144 736 fr, qui permettra de proposer à l'assemblée du 29 septembre 1927 un dividende de 5,5 pour 100.

ELECTRICITÉ ET TRAMWAYS DE SMYRNE. — Convoquée pour le 28 septembre 1927, l'assemblée ordinaire examinera les comptes de l'exercice clos au 31 mai 1927. Ceux-ci laissent apparaître, déduction faite des frais généraux et compte tenu du reliquat antérieur, un solde bénéficiaire net de 563 750 fr, contre 161 704 fr pour l'exercice 1925-1926. Le conseil proposera de prélever sur ce bénéfice une somme de 539 369 fr en faveur des amortissements, le solde de 24 381 fr devant être reporté à nouveau.

NOTICES et CATALOGUES [1]

Pyrométrie. — Les Ateliers J. Carpentier, 20, rue Delambre à Paris, viennent de faire paraître la troisième édition de leur fascicule PY relatif aux appareils de mesure de température.

Cette notice, de 40 pages, format 20 cm × 13 cm, comprend en premier lieu des généralités sur la mesure des températures afin de permettre un choix judicieux des appareils à adopter dans chaque cas particulier. Ces appareils sont divisés en deux groupes :

Le premier groupe concerne la mesure des températures comprises entre — 190°C et 1600°C et que réalisent les thermomètres à résistance et les couples thermoélectriques.

Le second groupe est relatif aux mesures des températures depuis 1000°C jusqu'à 3000°C, au moyen des pyromètres optiques et à radiation.

Parmi les appareils décrits dans cette notice, nous mentionnerons plus particulièrement les pyrographes et thermographes multicourbes; les tableaux pyrométriques et cryoscopiques; le potentiomètre pyrométrique indicateur qui permet la mesure de la résistance intérieure d'un couple rare en service et la mesure de la température exacte d'un couple thermoélectrique; le pyromètre de contact à indications rapides destiné aux mesures rapides de température dans les fabrications où s'impose un contrôle thermique des surfaces tournantes.

La notice se termine par une brève description des applications les plus usuelles de la mesure des températures.

[1] Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

627 583. — Société dite : LANDIS ET GYR S. A.; Dispositif modifiant le coefficient de température des compteurs d'électricité basés sur le principe d'induction, 15 janvier 1927.

627 586. — AMES (B.); Perfectionnements aux lampes, 15 janvier 1927.

627 590. — STEVENSON (E.-R.); Perfectionnements aux condensateurs variables, 15 janvier 1927.

627 602. — SOCIÉTÉ ANONYME SCINTILLA; Cosse pour câbles, 15 janvier 1927.

627 614. — DUGIT-GROS (P.-M.-F.); Dispositif indicateur à repères équidistants pour appareils de mesure tels que voltmètres, ampèremètres, tachymètres, etc., 17 janvier 1927.

627 628. — KAMISHIMA (Y.); Alliage à forte résistance électrique spécifique inoxydable aux températures élevées, 17 janvier 1927.

627 629. — KAMISHIMA (Y.); Alliage non magnétique à forte résistance électrique, 17 janvier 1927.

627 642. — HIGHFIELD (F.-W.) et la Société dite : THE HIGHFIELD ELECTRICAL Co LTD; Perfectionnements aux appareils électriques pour l'essai des moteurs à combustion interne et autres, 17 janvier 1927.

627 644. — Société dite : N. V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN; Dispositif pour alimenter les cathodes à incandescence d'un ou plusieurs tubes à décharge à l'aide d'une source de courant alternatif, 17 janvier 1927.

627 645. — POULET (G.); Perfectionnements apportés à l'établissement des conducteurs électriques aériens, notamment de ceux à haute tension, 17 janvier 1927.

627 666. — Société dite : SIEMENS UND HALSKE AK. GES.; Dispositif de couplage pour connecter entre elles des lignes à quatre conducteurs, 18 janvier 1927.

627 678. — HIGHFIELD (F.-W.) et la Société dite : THE HIGHFIELD ELECTRICAL Co LTD; Perfectionnements aux appareils électriques pour l'essai des moteurs à combustion interne et autres, 18 janvier 1927.

627 687. — Société dite : N. V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN; Montage récepteur, 18 janvier 1927.

627 697*. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); Perfectionnements dans les systèmes téléphoniques, 13 septembre 1926.

627 703*. — TAYLOR (A.-M.-M.-L.-E.-E.); Moyens pour la production d'énergie électrique et mode de transmission de celle-ci, 6 septembre 1926.

627 706*. — JAMMET (J.-L.-J.); Système de communications électriques secrètes, 27 septembre 1926.

627 713. — JAMMET (J.-L.-J.), LWOFF (S.-P.); Perfectionnements aux systèmes de signalisation sans fil, 12 novembre 1926.

627 718. — LEPOURIEL (E.-J.); Relais amplificateur à contact microphonique, 18 novembre 1926.

627 740. — Société dite : NEUE GLUHLAMPEN G. M. B. H.; Procédé de fabrication de corps incandescents en fil ou filament cristallin et corps incandescents fabriqués d'après ce procédé, 29 décembre 1926.

627 746. — Société dite : MAGNET WERKE G. m. b. H., EISENACH, SPEZIALFABRIK FUR ELEKTROMAGNET APPARATE; Trieur électromagnétique, 10 janvier 1927.

627 777. — VINCENTI (F.-A.-A.); Dispositif électromagnétique perfectionné, 19 janvier 1927.

627 836. — JOUCLA (L.); Support de cadre de télégraphie sans fil orientable sur carte géographique, 20 janvier 1927.

627 853. — LIBERMANN (D.): Nouveau procédé de fabrication des cadres émetteurs et récepteurs de télégraphie sans fil et appareils réalisant ledit procédé, 21 janvier 1927.

627 866. — Société dite : SOCIÉTÉ ANONYME DES ATELIERS DE SÉCHERON; Transformateur de soudage à arc, de puissance absorbée réduite, 21 janvier 1927.

627 883. — Société dite : SAND SPUN PATENTS CORPORATION; Perfectionnements aux procédés et machines à arc, de machines pour le couplage centrifuge, 21 janvier 1927.

627 899. — Société dite : N. V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN; Procédé de fabrication de filaments hélicoïdaux en métal très réfractaire enroulés en hélice et ne s'affaissant presque pas, 22 janvier 1927.

627 922. — PEARSON (C.-F.); Pièce d'attache pour fiche électrique, 24 janvier 1927.

627 948. — TRÈVE (M.); Dispositif d'attache d'extrémité de chaine d'isolateurs à conduits intérieurs, 24 janvier 1927.

627 949. — TRÈVE (M.); Dispositif de jumelage de deux systèmes de liaison de brides en fil métallique pour isolateurs à conduits intérieurs, 24 janvier 1927.

627 951. — GROS (A.-G.); Combinateur de circuits électriques, 24 janvier 1927.

627 954. — SOCIÉTÉ ANONYME DES AÉROPLANES G. VOISIN; Support d'ampoule électrique, 24 janvier 1927.

627 955. — SOCIÉTÉ ANONYME DES AÉROPLANES G. VOISIN; Dispositif assurant le chargement rationnel des accumulateurs, notamment dans les véhicules automobiles, 24 janvier 1927.

32 277/548 314. — DELLA RICCIA (A.); 5e cert. d'add. au brevet pris le 16 décembre 1920, pour machine à flux total subdivisé de manière variable dans une ou plusieurs armatures, 11 mars 1926.

32 287/567 587. — BELLINI (E.); 3e cert. d'add. au brevet pris le 11 juin 1923, pour perfectionnements aux radiogoniomètres, 4 mars 1926.

32 288/615 329. — BOIVIN (G.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 23 septembre 1925, pour dispositif pour la production simultanée de très hautes températures et pressions, 4 mars 1926.

32 292/623 438. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; 4e cert. d'add. au brevet pris le 27 janvier 1926, pour perfectionnements aux transformateurs polymorphiques, 12 mars 1926.

32 304/613 508. — RUPALLEY (G.-J.-C.-M.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 23 juillet 1925, pour dispositif pour signaler l'augmentation d'intensité du courant dans un circuit, 28 mars 1926.

32 311/623 438. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; 5e cert. d'add. au brevet pris le 27 janvier 1926, pour perfectionnements aux transformateurs polymorphiques, 30 mars 1926.

32 321/599 919. — ECLANCHER (V.); 2e cert. d'add. au brevet pris le 1er mai 1925, pour perfectionnements aux machines asynchrones synchronisées, 9 avril 1926.

32 328/612 988. — PERRIÈRE (P.), KUHMEN (P.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 20 mars 1926, pour dispositif de signalisation électrique pour voitures automobiles, 7 juin 1926.

32 344 592 918. — SAWFORD (H.-S.): 1er cert. d'add. au brevet

EXTRAITS DE LA SÉRIE DES PRIX

DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DES ARCHITECTES

Communiqués par le Syndicat général de la Construction électrique.

Coefficients à appliquer sur les prix de la série du 15 octobre 1924 pour les travaux exécutés à partir du :	1er janvier 1926		1er avril 1926		15 mai 1926		1er août 1926	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Conducteurs électriques : Fils et câbles sous plomb :								
Lumière : 3e et 6e colonnes des nos 58 à 98 et 111 à 121	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Sonnerie : nos 27(I) à 27(II) et 29(I) à 29(II)	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Conducteurs électriques : Fils et câbles autres que sous plomb :								
Lumière et sonnerie	1,38	1,46			1,50	1,60	1,66	1,79
Coefficient s'appliquant à l'ensemble des autres articles de la série.	1,28	1,27	1,23	1,30	1,25	1,33	1,33	1,42
Ouvrages ne comportant que de la main-d'œuvre	1,19	1,26			1,27	1,35	1,27	1,35

Coefficients à appliquer sur les prix de la série 1926 pour les travaux exécutés à partir du :	15 oct. 1926	1er nov. 1926	1er déc. 1926	1er janv. 1927	1er fév. 1927	1er mars 1927
Conducteurs électriques autres que sous plomb	1,10	1,02	1,02	1,02	0,85	0,79
Id. sous plomb :						
Lumière : nos 68 à 108 et 122 à 132 (3e et 6e colonnes)	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Sonnerie : nos 29 et 30	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Appareillage :						
Gros appareillage : nos 180 à 201 et 377 à 430	1,27	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
Appareillage de branchement : nos 202 à 212 et 320 à 323	1,31	1,41	1,41	1,34	1,26	1,26
Autres articles de la série	1,21	1,23	1,30	1,20	1,15	1,15
Articles ne comportant que de la main-d'œuvre	1,07	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17

Prix de l'heure à partir du :	1er janvier 1926		15 mai 1926			1er novembre 1926	
	élémentaires	de règlement	élémentaires	de règlement (1)	de règlement (2)	élémentaires	de règlement
Heure d'ouvrier téléphoniste, monteur et ajusteur	4 fr	5,90 fr	4,25 fr	6,25 fr	6,60 fr	4,75 fr	7,40 fr
Id d'ouvrier électricien poseur	3,75	5,50	4	5,90	6,25	4,25	6,60
Id d'aide électricien poseur	3,25	4,80	3,50	5,15	5,45	3,75	5,85

(1) **Les coefficients** de la colonne (1) s'appliquent aux travaux traités avant le 1er janvier 1926.
(2) **Les coefficients** de la colonne (2) s'appliquent aux travaux traités après le 1er janvier 1926.

pris le 24 janvier 1925, pour perfectionnements dans les écrous pour la réduction de radiation secondaire de rayons X, 16 juillet 1926.

32 350/600 994. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 2e cert. d'add. au brevet pris le 18 mai 1925, pour système téléphonique automatique, 4 août 1926.

32 351/600 994. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 3e cert. d'add. au brevet pris le 18 mai 1925, pour système téléphonique automatique, 5 août 1926.

32 352/612 551. — Société des Relais a arc; 2e cert. d'add. au brevet pris le 3 juillet 1925, pour éclateur destiné au redressement et à l'amplification des courants électriques, 7 août 1926.

32 353/574 189. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 3e cert. d'add. au brevet pris le 20 novembre 1923, pour perfectionnements aux tubes à décharge électrique, 9 août 1926.

32 374/599 861. — Granat (E.) et la Société dite : Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt; 2e cert. d'add. au brevet pris le 20 septembre 1924, pour télécommande électrique asservie à courant polyphasé permettant la transmission différentielle, 28 septembre 1926.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 10 sept. 1927	samedi 17 sept. 1927	différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	76 fr	76 fr	0
Id U id	100 kg	81	81	0
Cornières	100 kg	79	79	0
Larges plats	100 kg	97	97	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	16 1/2 d	16 1/8 d	— 3/8 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	762	711	— 51 fr
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	808	808	0
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 031	1 031	0
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	1 026	1 026	0
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 026	1 026	0
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 360	1 360	0
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 725	6 725	0
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 930	3 888	— 42
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	manque	manque	
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	532,50	532,50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
{ pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { épaisseur 7/100 mm	le mètre	5	5	0
{ Id 10/100 mm	linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	308	314	+ 6
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	320	320	0
Tôle magnétique extra-sup. 4 10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		200	200	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	389,50	393,75	+ 4,25
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

Nota. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 10 sept. 1927	samedi 17 sept. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	165	165	0

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

La situation et les travaux de l'Office national de la Propriété industrielle, au cours de l'année 1926. — Sous ce titre a paru au « Journal officiel » du 20 août 1927 (annexe-documents administratifs) le rapport annuel que M. S. Tirman, conseiller d'État, président du Conseil d'administration de l'Office national de la Propriété industrielle, a présenté au ministre du Commerce et de l'Industrie, sur les résultats obtenus par cet office au cours de l'année 1926.

La nomenclature des travaux, accompagnée de tableaux statistiques met en relief les nombres suivants qui donnent une idée de l'activité de l'Office.

I. Brevets d'invention. — Le nombre des demandes de brevets d'invention et de certificats d'addition déposés en 1926 a été de 20942. Celui des brevets et additions délivrés a été de 18000.

Ce nombre a été supérieur de 1046 à celui de 1925 et de 1982 à celui de 1924. C'est la valeur la plus élevée qui ait été atteinte en France; il a dépassé même celui des années 1920 et 1921, dans lequel figuraient un grand nombre de brevets déposés dans leur pays d'origine pendant la guerre et qui ont bénéficié de la prolongation des délais de priorité réalisée par les traités et arrangements internationaux.

Il est donc permis de dire qu'un premier relèvement du taux des annuités résultant de la loi du 31 décembre 1921 et de la loi du 22 mars 1924 — perception du double décime — puis un second relèvement réalisé tout à fait à la fin de l'année par le décret du 6 décembre 1926, rendu par application de la loi du 3 août 1926, n'ont exercé aucune influence défavorable sur le développement normal du nombre des dépôts de demandes de brevets.

Le nombre de demandes de brevets et de certificats d'addition déposés avec réquisition d'ajournement de la délivrance à un an a été de 3419 en 1926 sur 19289 demandes, soit une proportion de 17,72 pour 100. Il avait été en 1925 de 3500 sur 10896 demandes, en 1924 de 3057 sur 18960 demandes et en 1923 de 2837 sur 17491 demandes.

Certificats de garantie dans les expositions. — Au cours de 1926, 13 expositions ont été admises à bénéficier du régime du certificat de garantie organisé par la loi du 13 avril 1908 sur la protection temporaire de la propriété industrielle dans les expositions.

Il a été délivré, à l'occasion de 9 de ces expositions, 363 certificats de garantie contre 337 en 1925 et 266 en 1924. La plupart de ces certificats concernent des inventions brevetables.

Produit des taxes. — Le produit de la taxe des brevets d'invention suit une progression ascendante assez sensible. En raison de l'accroissement du nombre des brevets et des diverses majorations des taxes (loi du 22 mars 1924, et décret du 6 décembre 1926), le produit total des taxes est passé de 12933899 fr en 1925 à 14369060 fr en 1926.

L'Office a perçu en 1926, au titre de la taxe de délivrance des brevets et certificats d'addition, une somme de 197170 fr et, au titre des diverses taxes spéciales instituées à son profit, la somme de 101432,30 fr.

Il convient de rappeler que le service spécial de reproduction photographique qui a commencé à fonctionner dans le courant de l'année 1925, et à l'installation duquel l'Association française des Ingénieurs-Conseils en matière de propriété industrielle a tenu à contribuer par une subvention extraordinaire, permet à l'Office national de fournir au public des reproductions authentiques de divers documents conservés dans ses archives, spécialement en ce qui concerne les brevets d'invention.

II. Marques de fabrique et de commerce. — Le nombre total de marques de fabrique et de commerce déposées en France en 1926 est de 18618. Dans ce nombre figurent 3479 marques déposées au Bureau international de la Propriété industrielle de Berne.

Le total est en diminution sensible sur les années précédentes (20631 en 1925, et 20785 en 1924). Le maximum a été atteint en 1920 avec 25391 marques déposées.

Le produit de la taxe de 50 fr par marque enregistrée internationalement, perçue par l'État en vertu du décret du 25 octobre 1925, a été de 68245 fr en 1926 contre 45270 fr en 1925. La nouvelle taxe de 10 fr instituée d'autre part, au profit de l'Office national de la Propriété industrielle par le même décret, a donné en 1926 une recette nette de 14339,50 fr.

Le montant des recettes effectuées par l'Office, du chef de la taxe par dénomination et par classe qu'il est autorisé à percevoir pour les recherches effectuées pour le compte du public dans le répertoire central des marques, s'est élevé en 1926 à 44941,45 fr au lieu de 44917 fr en 1925.

La délivrance des certificats d'identité des marques a produit en l'année 1926 une somme de 20 118 fr contre 18 395 fr en 1925.

Nous rappelons que ces taxes sont fixées respectivement à 12 fr pour les recherches et à 10 fr pour les certificats, en vertu d'une décision ministérielle du 20 décembre 1924.

III. Enregistrement des cessions et concessions de droits sur les brevets et les marques, vente et nantissement de fonds de commerce. — Pendant l'année 1926, il a été effectué 656 inscriptions sur le registre spécial des brevets et 914 inscriptions sur le registre spécial des marques.

Le montant des taxes perçues par l'Office s'est élevé en 1926 à 17 475,40 fr, au lieu de 15 292,15 fr en 1925.

En ce qui concerne les inscriptions au registre des marques, l'Office a encaissé pour le compte de l'Etat et versé à l'enregistrement une somme de 39 792 fr contre 54 680 fr en 1925.

Il a, d'autre part, perçu pour son compte, en 1926, au titre des droits d'inscription, de copies et de certificats, une somme de 26 854,70 fr au lieu de 31 557,50 fr en 1925. Dans ce nombre est compris le montant des taxes perçues à l'occasion des opérations sur la vente et le nantissement des fonds de commerce (154 en 1926, contre 209 en 1925).

IV. Dessins et modèles. — Le nombre des dessins et modèles déposés au secrétariat des Conseils de prud'hommes et, à défaut, aux greffes des tribunaux de commerce ou des tribunaux civils, s'est élevé à 38 721 en 1926.

Le nombre des registres visés et estampillés a été de 24 en 1926, contre 19 en 1925; celui des enveloppes doubles enregistrées de 629 en 1926, contre 763 en 1925.

La recette perçue à ce titre par l'Office, a atteint 3 768,85 fr en 1926, contre 4 225,25 fr en 1925.

V. Registre du commerce. — Le registre du commerce, institué par la loi du 18 mars 1919, complétée par celles du 26 juin 1920 et du 1er juin 1923, fonctionne régulièrement.

Sur 180 180 immatriculations effectuées en 1926, 38 165, soit 21,18 pour 100 ont été reçues au greffe du Tribunal de Commerce de la Seine.

Au 31 décembre 1926, il avait été enregistré au registre central du commerce environ 2 365 000 extraits d'immatriculation et le répertoire comprenait environ 2 349 400 fiches classées.

L'industrie électrique dans les différents pays et la concurrence étrangère du point de vue de la Grande-Bretagne. — D'après une information publiée dans la « Journée industrielle » du 3 septembre 1927, la British electrical and allied Manufacturers Association a élaboré une très longue étude sur le marché international pour ce qui concerne l'industrie électrique.

Dans cette étude, l'auteur fait ressortir que, dans la plupart des grands pays étrangers, l'industrie électrique tend à former des cartels ou des trusts débordant de leur marché naturel sur celui des pays voisins, au détriment de l'exportation britannique.

Voici, en résumé, l'opinion de l'auteur pour les différents pays.

En Allemagne, trois groupes dominent le marché, qui sont suffisamment reliés entre eux pour que l'on puisse prévoir l'apparition d'un trust aussi puissant que le trust des produits chimiques.

En France, l'évolution de l'industrie présente les mêmes caractéristiques, moins marquées pourtant, car il existe actuellement quatre groupes, divisés en deux camps, qui se font une concurrence directe.

En Belgique, les intérêts français et américains sont prédominants. En Suisse, l'influence des banques a servi à grouper tous les manufacturiers en un syndicat pour l'exportation et à supprimer, autant que faire se peut, la concurrence étrangère.

En Italie, les subsidiaires des groupes américains, suisses ou allemands fournissent une grande part de la production nationale.

En matière d'équipements télégraphique et téléphonique, une puissante compagnie américaine en consolidant ses intérêts en Allemagne, en France, en Belgique et en Italie, tend évidemment à former un trust international recevant ses mots d'ordre des Etats-Unis. La finance américaine, par sa pénétration constante en Italie, au Canada et au Japon, s'est assuré sur ces marchés le contrôle de la fabrication des articles d'appareillage électrique, au détriment de la Grande-Bretagne.

En Allemagne, en France, en Italie, en Belgique et en Suisse (au Canada et au Japon aussi, à un moindre degré), presque toute la production est gouvernée, directement ou indirectement, par des groupes manufacturiers associés à des groupes financiers. La coopération des banques en matière de développement électrique et d'expansion commerciale est devenue un facteur d'extrême importance, notamment en Allemagne, en France, en Belgique, en Italie, en Suisse et aux Etats-Unis, et la politique bancaire de la Grande-Bretagne était de nature à encourager ce système.

« Les groupes allemands, dit l'auteur, peuvent octroyer des crédits à long terme à de grandes sociétés d'électricité exploitant dans les pays étrangers, car ils savent qu'il est facile d'émettre un emprunt à Londres, ou même à New-York, pour le compte de celles-ci, et de faire payer au capitaliste britannique ou américain le prix des importants contrats qu'ils se sont assurés. »

Le porte-parole de l'association britannique cherche à dégager de tout ceci des conclusions pour l'avenir. Il suggère surtout :

1° De constituer en Grande-Bretagne des groupements plus vastes de manufacturiers, qui seraient soutenus par le moyen d'une association centrale avec d'autres producteurs : cette association aurait, par suite, des pouvoirs plus étendus que l'association actuelle;

2° De créer un cartel international des industries électriques manufacturières, qui gouvernerait les prix et réglementerait la concurrence;

3° De développer sur une échelle beaucoup plus vaste qu'auparavant le principe de l'industrie électrique à base de groupement financier;

4° D'examiner les moyens par lesquels l'industrie électrique, comme grande industrie d'exportation, pourrait effectuer ses propres opérations de finance et de crédit et, ainsi, neutraliser les pires effets de la politique suivie par les banques et par l'Etat.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Décret autorisant, déclarant d'utilité publique et concédant les travaux d'aménagement de l'usine de Lescure sur le Jaoul (Aveyron). — Le « Journal officiel » du 17 juin 1927 publie le décret en date du 9 juin 1927, approuvant la convention en date du 22 février 1927 passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société d'Electrification rurale de Lescure-Jaoul, dont le siège est à Rodez, 2, boulevard de Guizard, d'autre part, ainsi que le cahier des

charges imposé à cette dernière pour l'établissement et l'exploitation des ouvrages hydrauliques et de l'usine génératrice destinés à l'utilisation de la chute d'environ 90 m (en eaux moyennes) existant entre le pont Neuf du chemin intercommunal n° 71, de Lescure à Cadoulette à l'amont, et le ravin de Cadoule à l'aval, sur le ruisseau du Jaoul, affluent de rive droite du Viaur, et de la chute d'environ 15 m existant entre Cassan et le Jaoul sur le ruisseau de Marsal, affluent de rive droite du Jaoul, commune de Lescure, département de l'Aveyron.

La puissance maximum brute de la chute concédée est évaluée à 710 kw, ce qui correspond, compte tenu du rendement normal des appareils d'utilisation, à une puissance disponible de 420 kw.

La puissance normale brute est évaluée à 485 kw, ce qui correspond de même à une puissance normale disponible de 307 kw.

L'entreprise a pour objet principal l'alimentation en énergie électrique du réseau de distribution d'énergie électrique exploité par la société concessionnaire dans le département de l'Aveyron et, accessoirement, la fourniture d'énergie électrique à des services publics et au public.

Le barrage sur le Jaoul sera placé à 56 m en amont du moulin de Parayre haut et celui sur le ruisseau de Marsal, aux abords de Cassan.

Le niveau normal de la retenue sera à la cote de 427,50 m sur le Jaoul et sur le ruisseau de Marsal.

Le débit maximum emprunté sera de 800 l : s, dont 700 l : s sur le Jaoul et 100 l : s sur le ruisseau de Marsal.

Le débit maintenu dans la rivière en aval de la prise d'eau ne devra pas être inférieur à 10 l : s. Il ne sera rien laissé dans le ruisseau de Marsal.

Les eaux seront restituées immédiatement en amont du débouché du ravin de Cadoulle.

Le barrage sur le Jaoul sera constitué par un seuil fixe arasé à la cote 426,40 m et surmonté de clapets mobiles permettant de porter le niveau de retenue à 427,50 m. Une passerelle de manœuvre et une vanne de désengravement y seront disposées.

La conduite forcée de 0,70 m de diamètre intérieur partira immédiatement du barrage sur la rive droite. Elle recevra sur son trajet les eaux du ruisseau de Marsal captées à la même cote que sur le Jaoul et sera munie, à 380 m de l'usine, d'une cheminée d'équilibre constituée par un tuyau de même diamètre.

Le bâtiment d'usine comportera, en plus de la salle des machines et des départs, un atelier de réparations et les locaux destinés au personnel. L'équipement sera constitué par deux groupes turboalternateurs de 300 kv-A chacun. Les eaux seront restituées à la rivière par un canal de fuite de 30 m environ de longueur.

Un chemin d'accès reliera l'usine au chemin d'exploitation du Cassan.

L'usine sera reliée par une ligne téléphonique au barrage.

Décret autorisant et concédant les travaux d'aménagement de l'usine hydroélectrique de la Glane (Corrèze). — Le « Journal officiel » du 4 septembre 1927 publie, pages 9478-9484, le décret en date du 20 août 1927, approuvant la convention en date du 14 janvier 1927 passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et M. Mons, propriétaire à Saint-Privat (Corrèze), d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à ce dernier pour l'établissement et l'exploitation des ouvrages hydrauliques et de l'usine génératrice destinés à l'utilisation de la chute d'environ 273 m (en eaux moyennes) entre les abords du lieudit « Feix », sur la rivière de la Glane et la Dordogne, supposée relevée aux abord de la cote 221 par un barrage qui serait établi à Grafeuilles, près Saint-Martial-Entraigues.

La concession intéresse ainsi les communes de Servières-le-Château, Saint-Privat, Darazac et Saint-Martin-la-Méanne, département de la Corrèze.

La puissance maximum brute de la chute concédée est évaluée à 6000 kw, ce qui correspond, compte tenu du rendement normal des appareils d'utilisation, à une puissance disponible de 4200 kw.

La puissance normale brute est évaluée à 1750 kw, ce qui correspond de même à une puissance normale disponible de 1250 kw.

L'entreprise a pour objet principal la fourniture de force motrice à des industries locales et, éventuellement, la vente d'énergie au public.

Le barrage ou la prise d'eau sera placé aux abords du lieudit « Feix ».

Le niveau normal de la retenue sera à la cote de 494 m.

Le débit maximum emprunté sera de 2300 m³ : s.

Le débit maintenu dans la rivière en aval de la prise d'eau ne devra pas être inférieur à 10 l : s.

Les eaux seront restituées dans la Dordogne en amont de son confluent avec la Glane.

Le barrage aura une hauteur de 18 m environ, le canal de dérivation établi en charge, partira directement de la retenue et franchira en souterrain, sous le hameau de la Bourgeade, l'éperon qui sépare la vallée de la Glane de celle de la Dordogne, il aboutira à une conduite forcée unique, laquelle aboutira elle-même à l'usine génératrice située en bordure de la Dordogne supposée, relevée aux abords de la cote 221 m par le barrage envisagé au droit de Grafeuilles.

Décret concédant une distribution publique d'énergie électrique dans la commune de Deauville. — Le « Journal officiel » du 10 septembre 1927 publie, pages 9626-9634, le décret en date du 1er septembre 1927, approuvant la convention en date du 2 septembre 1926 passée entre le maire de Deauville-sur-Mer, d'une part, et la Société normande de Gaz, d'Electricité et d'Eau, dont le siège est à Touques, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière ayant pour objet la distribution publique de l'énergie électrique dans la commune de Deauville sur tout son territoire et pour tous usages.

La concession ne comprend pas la fourniture de l'énergie électrique pour force motrice aux entreprises de transport en commun.

La tension du courant distribué aux abonnés est fixée à 200-215 v. La tolérance maximum pour la variation de la tension est de 5 pour 100 en plus ou en moins pour l'éclairage, et de 10 pour 100 en plus ou en moins pour les autres usages.

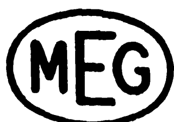
La fréquence du courant distribué est fixé à 50 p : s; elle ne doit pas varier de plus de 5 pour 100 en plus ou en moins de sa valeur normale.

Les constatations seront faites par des appareils enregistreurs installés à la mairie et en cas de réclamation sur d'autres points de la ville.

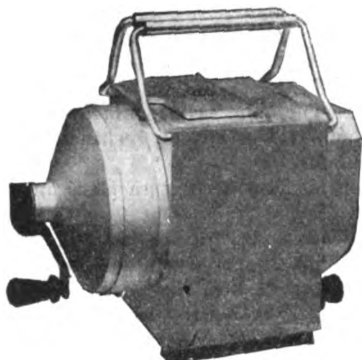
Décret déclarant urgents les travaux d'aménagement de la chute de Kembs, sur le Rhin. — Le « Journal officiel » du 16 septembre 1927 publie, page 9828, le décret suivant, en date du 11 septembre 1927 :

« Sont déclarés urgents les travaux d'aménagement de la chute de Kembs (Haut-Rhin) sur le Rhin, autorisés, déclarés d'utilité publique et concédés à la Société des Forces motrices du Haut-Rhin par la loi du 28 juillet 1927. »

ESSAYEUR D'ISOLEMENT



d'Evershed et Vignoles L[d]



L'Essayeur d'Isolement " MEG "

L'Essayeur d'Isolement " MEG " est un compagnon léger du " MEGGER " pour mesurer les résistances d'isolement. C'est un appareil à lecture directe dont l'emploi ne nécessite aucune connaissance technique. Le " MEG " est livré en deux types avec génératrice à tension variable ou constante et en trois modèles pour la mesure des résistances jusqu'à 20, 50 ou 100 mégohms à 100, 150 ou 500 volts respectivement.

L'essayeur d'isolement " M E G " est tout à fait léger, le modèle à tension variable pesant à peine 3 kg et celui à tension constante un peu plus de 3 kg. Ses dimensions sont de 14 mm × 10 mm × 16 mm.

La boîte est en aluminium fondu. Elle est forte et étanche à l'humidité, à la poussière et à la vermine; le mouvement est monté sur des saphirs, il est robuste et peut supporter un usage très dur. Le " MEG " est pourvu pour son transport de poignées qui se replient lorsque l'appareil est mis en service.

DEMANDEZ NOTICE F. 154

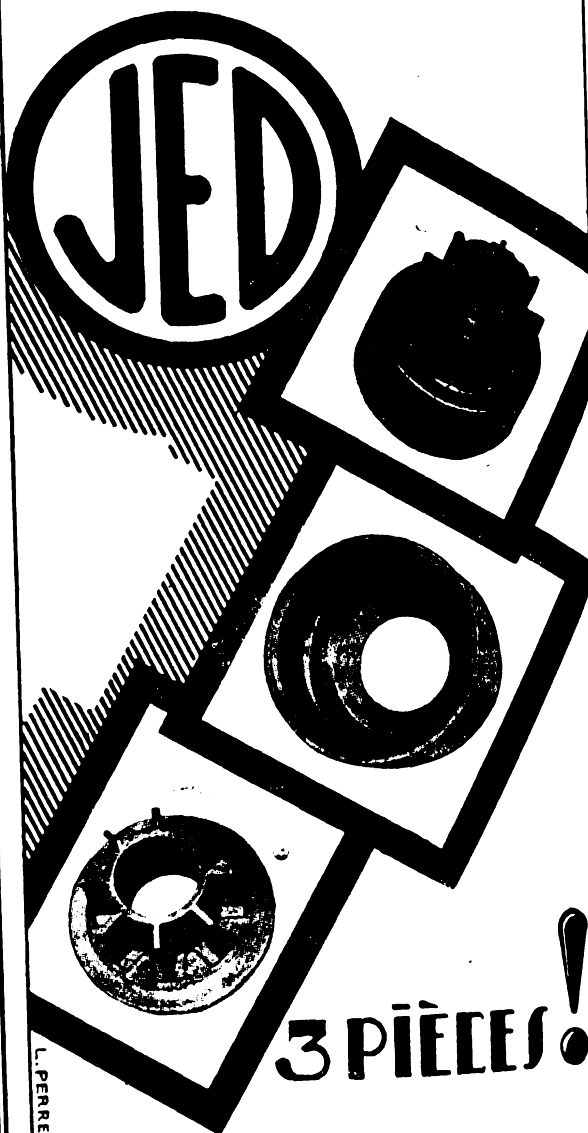
à l'Agent général pour la France et ses Colonies :

M. MARTINOT

18, rue Aumaire. — PARIS (3[e]).

Téléphone : Turbigo 85-01

POULIE



Son double embrayage centrifuge, progressif par sa réalisation sur de petites surfaces supprime les pointes de surcharge

E[ts] E. DESROZIERS (A.-&-M.) Ingénieurs-Constructeurs
16 bis, rue Gambetta à Boulogne-sur-Seine

Les projets d'aménagement de cette usine ont été décrits au cours d'un article publié dans notre numéro du 10 septembre 1927, t. XXII, p. 381-394.

Demande de concession pour l'établissement de lignes de distribution d'énergie électrique aux services publics. — *Aveyron, Gard, Lozère.* — La Compagnie nouvelle des Mines de Villemagne a présenté une demande de concession avec déclaration d'utilité publique en vue d'établir et d'exploiter une distribution d'énergie électrique aux services publics s'étendant sur les départements de l'Aveyron, du Gard et de la Lozère.

Autorisations provisoires accordées pour l'établissement de lignes électriques. — *Gard.* — La Société Sud-Electrique, 94, rue Saint-Lazare, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir une ligne à la tension de 13 500 v d'Uzès à Pont-Saint-Esprit.

Gironde. — La Société Energie électrique du Sud-Ouest, 5, avenue du Coq, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir : 1° une dérivation aérienne à 13 000 v destinée à alimenter le secteur de quartier de Breillan; 2° de modifier sur le territoire de la commune de Saint-Médard-d'Eyrans, au lieudit « La Prade » la ligne à haute tension dite « Dérivation primaire de la Brède ».

Nord. — La Société électrique de la Région de Dunkerque a obtenu l'autorisation d'établir un câble souterrain à 15 000 v entre l'usine des Formes de Radoub et la station électrique au Port de Dunkerque.

Seine-et-Oise. — La Compagnie d'Electricité Ouest-Lumière, 3, quai National, à Puteaux, a obtenu l'autorisation d'établir : 1° diverses canalisations d'énergie électrique aux tensions de 10 400 et 2 800 v dans la commune de Sèvres; 2° une ligne d'énergie électrique à 3 000 v rue des Moulineaux, à Meudon; 3° une canalisation d'énergie électrique souterraine à haute tension de Carrières-sur-Seine à Houilles; 4° une canalisation aérienne de transmission d'énergie électrique à haute tension à la traversée de la Seine, sur les emprises du chemin de fer aux abords du Pont des Anglais, à Nanterre (Seine) et à Bezons (Seine-et-Oise).

La Société Nord-Lumière (Le Triphasé) a obtenu l'autorisation d'établir une canalisation aérienne à la tension de 15 000 v destinée à alimenter deux postes de transformation l'un à Mantes-sur-Seine, l'autre à la gare de triage de Verneuil-Vernouillet.

Projets d'établissement de réseaux ruraux. — Des conférences ont été tenues entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'énergie électrique et l'ingénieur du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans les communes suivantes :

Aude. — Bouy-sur-Orvin, Courceroy, Fontaine-Macon, Fontenay-de-Bossery, Cumery, La Motte-Tilly, La Louptière, Le Mériot, Marnay, Quincey-Saint-Aubin, Soligny-les-Etangs, Trainel, La Force, Quirbajou, Marsa.

Indre-et-Loire. — Charentilly.

Puy-de-Dôme. — Lezoux, Saint-Jean-d'Hours, Néronde, Peschadoires, Paslières, Dorat, Noalhat, Charnat, Virzelles, Crevant, Bulhon, Orléat, Pontaumur, Miremont, Villesanges, Landogne, Combreilles, Saint-Hilaire, Les Monges, La Coutelle, Condat-en-Combreilles, Saint-Avit, Saint-Etienne-des-Champs, Montel-de-Calet, Tralaigne, Giat, La Celle, Fernoël, Voingt, Herment, Vermengheol, Saint-Germain-près-Herment, Lastic, Sauvagnat, Puy et Culmier.

Combustibles. — La production houillère de la Sarre de janvier a juillet 1927. — Durant le mois de juillet dernier, la production charbonnière totale du territoire de la Sarre a atteint 1 106 417 t contre 1 071 305 t en juin.

Les chiffres détaillés s'établissent de la façon suivante :

	Juin 1927. tonnes	Juillet 1927. tonnes
Production nette de houille, non compris les déchets inutilisables de triage et de lavage :		
Mines exploitées par l'Etat français...	1 038 236	1 071 394
Mines amodiées.....................	33 069	35 023
Total..............	1 071 305	1 106 417
Pour un nombre de jours de travail de..............................	22.06	23.08
Soit une production moyenne par jour de travail de..............	48 571	47 229

Depuis le début de l'année, les chiffres de la production mensuelle et de la production journalière moyenne ont varié comme il suit (en tonnes) :

	Production totale.	Production journalière moyenne.
Janvier............	1 192 153	49 116
Février...........	1 211 312	50 595
Mars...............	1 288 813	49 856
Avril...............	1 041 518	49 458
Mai.................	1 085 380	49 372
Juin................	1 071 305	48 571
Juillet.............	1 106 417	47 929

Métallurgie. — La production d'acier brut des Etats-Unis en juillet 1927. — Depuis avril 1927, la production d'acier a suivi une courbe nettement descendante. Ce mouvement s'est poursuivi pendant le mois de juillet où la production a été inférieure de 9 pour 100 à celle du mois précédent et de 14 pour 100 à celle de juillet 1926. Ces pourcentages ont été établis d'après les chiffres fournis par l'American Iron and Steel Institute et qui s'appliquent aux sociétés ayant produit 95,40 pour 100 de la production totale en 1926.

La production se décompose ainsi, exprimée en tonnes longues de 1016 kg :

	Juillet 1927.	Juin 1927.	Juillet 1926.
Sociétés fournissant des statistiques (95,40 pour 100 de la production de 1926) :			
Acier Martin............	2 595 692	2 822 477	2 911 375
Acier Bessemer.........	436 446	486 047	526 500
Divers.............. ..	146 204	156 531	197 118
Total pour toutes les sociétés (estimations)....	3 178 342	3 468 055	3 634 993

Durant le mois de juillet qui comprenait 25 jours de travail, la production journalière approximative pour toutes les usines s'est établie à 127 134 tonnes longues contre 133 387 tonnes longues et 26 jours de travail en juin 1927 et contre 139 807 tonnes longues et 25 jours de travail en juillet 1926.

Economie industrielle et commerciale. — L'état actuel en septembre 1927 du chômage en France et en Grande-Bretagne. — En France, les statistiques officielles indiquent toujours une situation stationnaire sur le marché du travail.

A la date du 10 septembre, le nombre des chômeurs

secourus s'élevait à 14093, dont 9847 hommes et 4246 femmes au lieu de 14718 le 3 septembre.

A la fin de la semaine du 3 au 10 septembre le nombre des demandes non satisfaites dans les offices de placement s'élevait à 28628, émanant de 18972 hommes et 9656 femmes contre 28454 à la fin de la semaine précédente.

Les travailleurs étrangers continuent à quitter la France. Toutefois, dans la semaine du 3 au 10, on a enregistré l'entrée d'un assez fort contingent de travailleurs agricoles. Il est sorti de France, cette semaine, 1263 travailleurs et il en est entré 5943, dont 5785 pour l'agriculture, presque tous espagnols.

En Grande-Bretagne, la situation est stationnaire. Le 5 septembre, on comptait 1074600 chômeurs enregistrés, soit 25339 de plus que le 30 août.

Le chômage en Allemagne au mois de juillet 1927. — Le chômage a continué à diminuer au mois de juillet et l'état du marché du travail est redevenu presque normal. Toutefois la main-d'œuvre est tellement abondante qu'il restait encore environ un million de chômeurs.

Cette amélioration est décelée par les statistiques des caisses d'assurance-maladie. Dans 5848 caisses, le nombre des assujettis, c'est-à-dire des travailleurs pourvus d'un emploi est passé de 14342896 le 1er juillet à 14422152 le 1er août 1927.

Les statistiques des organisations ouvrières accusent aussi une diminution du chômage. Dans 39 groupements avec 3850524 membres, on ne comptait plus à la fin de juillet que 211380 chômeurs complets, soit une proportion de 5,5 pour 100 (dont 5,5 pour 100 pour les hommes et 5,6 pour 100 pour les femmes) au lieu de 6,3 pour 100 à la fin de juin.

L'amélioration a été constatée dans presque toutes les industries, sauf celles du cuir et celle du vêtement.

Le chômage partiel avait également continué à diminuer. Dans les 39 groupements, on ne comptait plus à la fin de juillet que 99225 chômeurs partiels, soit une proportion de 2,6 pour 100 (dont 2,1 pour 100 pour les hommes et 4,6 pour 100 pour les femmes au lieu de 2,7 pour 100 à la fin de juin.

Il n'y a eu d'augmentation du chômage partiel que dans la confection des vêtements, l'industrie du cuir et la céramique.

La circulation monétaire en Italie. — L'Agence de Rome annonce qu'au 31 juillet 1927, la circulation bancaire, en légère augmentation, était passée de 18956,3 millions de lire au 31 juin à 19015,3 millions de lire. Cette augmentation est due à la circulation pour le compte du commerce, passée de 13444,9 millions à 13617,2 millions de lire, alors que la circulation pour le compte de l'Etat a diminué de 4229,4 millions de lire à 4227,1 millions de lire, et celle des billets d'Etat de 1291 millions à 1171 millions de lire.

La réserve métallique est en augmentation (2903 millions de lire contre 2866 millions de lire).

Le total de la dette publique intérieure est tombé du 30 juin au 31 juillet 1927, de 83675 à 83567 millions de lire, par suite de la réduction des billets en circulation (120 millions de lire), mais la dette a augmenté de 1 million de lire, à cause des obligations émises en faveur des Vénéties et de 13 millions de lire du fait des comptes courants à intérêts de la Caisse des Dépôts et Consignations.

Dans le monde technique. — Décès de M. Jacques Carvallo. — Nous apprenons la mort d'un de nos collaborateurs, M. Jacques Carvallo, agrégé de l'Université, docteur ès sciences, répétiteur à l'Ecole polytechnique, ingénieur chef du laboratoire de la Société d'Etudes pour Liaisons téléphoniques à longue Distance, décédé subitement le 22 septembre 1927 dans sa 42e année.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Augmentation de capital. — L'Electricité de Marseille. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 26 septembre 1927, page 878, cette société, dont le siège est à Paris, 54, rue La Boétie, va procéder à l'émission de 17000 obligations à 8 pour 100, d'une valeur nominale de 500 fr, net de tous impôts français présents et futurs, sauf les droits de transmission, de transfert et de conversion. Ces obligations sont identiques aux 40000 obligations émises en 1926. Elles sont remboursables au pair par tirages au sort annuels en 19 années, le premier remboursement devant avoir lieu le 1er novembre 1928.

La société se réserve toutefois la faculté d'anticiper le remboursement en totalité ou en partie à partir du 1er novembre 1929 inclus, par tirages au sort supplémentaires, moyennant préavis de trois mois publié dans un journal d'annonces légales.

Les obligations ainsi amorties seront imputées sur le dernier tirage, puis sur l'avant-dernier et ainsi de suite, de façon à ne pas modifier l'ordre établi au tableau d'amortissement qui sera inscrit au dos des titres.

Le conseil municipal, dans sa séance du 23 août 1927, a décidé de porter au budget les annuités nécessaires au service complet des nouvelles obligations. Cette décision a reçu l'approbation préfectorale en date du 25 août 1927.

Ce placement est fait dans les conditions de l'article 3 de l'avenant relatif à l'éclairage public de la commune de Marseille, annexé au traité de concession du 10 avril 1923, lequel stipule notamment que « dans le cas où la concession prendrait fin pour quelque cause que ce soit, avant le payement de toutes les annuités ci-dessus, la ville devra verser au concessionnaire une somme égale à la valeur des annuités restant à courir le jour où la concession aurait pris fin ».

Electricité d'Alep. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 19 septembre 1927, page 861, cette société dont le siège est à Paris, 156, rue de l'Université, va procéder à l'émission d'un emprunt d'un montant nominal maximum de 15000000 fr, représenté par 30000 obligations de 500 fr chacune.

Ces obligations rapporteront un intérêt annuel de 7 pour 100, soit 35 fr, payable par semestre, net de tous impôts présents et futurs, à l'exception de la taxe annuelle de transmission sur les titres au porteur, du droit de transfert sur les titres nominatifs et du droit de conversion du nominatif au porteur.

Elles seront amortissables en vingt-cinq ans au maximum, à partir de la première année, soit au pair, par voie de tirages au sort annuels, qui auront lieu conformément à un tableau d'amortissement inscrit au dos des titres, soit par voie de rachats en bourse au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon. Toutefois, à partir de la quatrième année, la société pourra amortir, par anticipation, tout ou partie des obligations restant en circulation par tirages au sort, moyennant un préavis de trois mois, ou par rachats au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon.

Les obligations amorties en excédent du chiffre prévu au tableau d'amortissement seront, dans tous les cas, imputées sur le dernier tirage, puis sur le précédent, et ainsi de suite,

de façon à ne pas modifier l'ordre du tableau d'amortissement.

La société s'engage, jusqu'à complet remboursement de ses obligations, à ne consentir au profit des obligations ou bons qu'elle viendrait à émettre par la suite aucune hypothèque ou droit réel sur ses immeubles, sans en faire bénéficier pari passu les obligations faisant partie du présent emprunt.

Divers. — SOCIÉTÉ D'ELECTRICITÉ DE PARIS. — L'assemblée ordinaire de cette société qui a eu lieu le 20 septembre 1927 a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice clos le 30 juin 1927, se soldant par un bénéfice net de 9891525 fr, dont la répartition ci-après a été décidée : premier dividende de 10 fr par action, 1000000 fr; tantièmes statutaires, 594554 fr; deuxième dividende de 60 fr par action, 6000000 fr; dividende de 200 fr par part, 2000000 fr; report à nouveau, 296970 fr.

Le dividende brut, fixé à 70 fr par action et 200 fr par part, est mis en paiement depuis le 30 septembre à raison de net 57,40 fr par action nominative, 48,41 fr par action au porteur et 121,07 fr par part bénéficiaire.

Les ventes de l'exercice écoulé ont atteint 281472413 kw-h, accusant une progression de 13 pour 100 sur celles de l'exercice précédent. Pour les deux mois écoulés de l'exercice en cours, cette progression se poursuit.

Les bénéfices de l'exercice s'entendent après affectation de 6 millions de francs au fonds de renouvellement, 3750000 fr au fonds pour assurances et 5 millions au poste réserve pour éventualités.

Postérieurement à la clôture de l'exercice, la société a participé à l'augmentation de 60 à 100 millions de francs du capital de sa filiale la Société Electricité de la Seine.

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE FRANCE. — Une assemblée extraordinaire a eu lieu le 20 septembre 1927 sous la présidence du général Anthoine. Elle a décidé de réduire le capital social de 50 à 20 millions de francs par abaissement de 250 à 100 fr de la valeur des actions. L'assemblée a également décidé : 1° de créer 20000 parts bénéficiaires ayant droit à 20 pour 100 des dividendes supplémentaires à remettre aux actionnaires actuels à raison d'une part pour 10 actions; 2° de porter le capital ainsi réduit à 20 millions de francs à 67500000 fr par l'émission au pair, en numéraire, de 475000 actions nouvelles de 100 fr, dont 427500 actions A et 47500 actions B. Les actionnaires anciens auront le droit de souscrire une action A nouvelle pour une action A ancienne et 2375 actions B nouvelles par action B ancienne.

L'assemblée a, en outre, décidé d'apporter certaines modifications de détail aux statuts.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE D'ENERGIE HYDRO-ÉLECTRIQUE (SIDRO). — Convoquée pour le 6 octobre 1927, l'assemblée ordinaire examinera les comptes de l'exercice 1926-1927. Ceux-ci laissent apparaître, après affectation notamment d'une somme de 15080000 fr au fonds de prévision, un solde disponible de 44475393 fr contre 32259032 fr pour l'exercice précédent.

Les dividendes bruts proposés seront de 50 fr aux actions privilégiées et ordinaires et de 182,80 fr aux parts de fondateur.

NOTICES et CATALOGUES (1)

La Construction générale électrique. — Cette société dont le siège est à Paris, 66, rue Ramus (XXe), vient de nous faire parvenir une brochure de 72 pages, format 24 cm × 16 cm, dans laquelle sont décrites les diverses fabrications auxquelles cette société consacre son activité, c'est-à-dire, l'appareillage à haute tension et les disjoncteurs à huile pour fortes intensités de courant. Les divers appareils envisagés dans cette brochure sont : les sectionneurs, les interrupteurs aériens, les coupe-circuits, les bobines de self-inductance, les parafoudres et limiteurs de tension, les résistances, le matériel de montage de connexions, les cabines de manœuvre et les disjoncteurs dans l'huile à haute tension jusqu'à 35000 v et à basse tension jusqu'à 4000 A.

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

627 958. — GOODMAN (W.-H.), Société dite : DUBILIER CONDENSER CO LTD; Perfectionnements aux condensateurs électriques, 24 janvier 1927.

627 962. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux tubes à décharge électrique remplis de gaz, 25 janvier 1927.

627 974. — Société dite : SCOTTI BRIOSCHI ET Cie; Machine électrique à refouler, 25 janvier 1927.

627 976*. — CAZES (A.-M.-A.); Amplificateur réflexe pour faire suite à tout appareil changeur de fréquence, 17 décembre 1925.

627 993. — SOCIÉTÉ D'APPLICATIONS FRIGORIFIQUES (Société anonyme); Conjoncteur-disjoncteur automatique pour le contrôle de la marche du moteur électrique d'une installation, 25 janvier 1927.

628 017. — CAZES (A.-M.-A.); Changeur de fréquence sans battements, 19 février 1926.

628 018*. — CAZES (A.-M.-A.); Montage de lampe bigrille pouvant donner un effet détecteur ou un effet de résistance négative, 19 février 1926.

628 020*. — BOUCHEROT (P.), CLAUDE (G.); Procédé pour la production de force motrice par l'utilisation des différences de températures existant entre l'eau de surface et l'eau de fond des mers, 13 mars 1926.

628 034*. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Dispositif d'essai périodique, 23 septembre 1926.

628 035*. — SCHOTEL (G.); Procédés d'émission et de réception d'ondes électromagnétiques, plus particulièrement d'ondes courtes à l'aide d'appareils à décharge électrique, postes émetteur et récepteur et systèmes de connexions pour l'application desdits procédés, 24 septembre 1926.

628 050. — Société dite : I.-G. FARBENINDUSTRIE A. G.; Monture pour électrodes de fours électriques fermés, 10 novembre 1926.

628 051. — Société anonyme dite : NAAMLOOZE VENNOOTSCHAP HANDELMAATSCHAPPIJ CABLOS (CABLOS CORPORATION); Câbles pour hautes tensions, 10 novembre 1926.

628 060. — Mlle DOMINICI (H.), JUSTINIEN (F.); Electroaimant pour moteur de haut-parleur ou écouteur téléphonique, 26 novembre 1926.

628 066. — PUISSAUVE (E.-A.); Interrupteur, 17 décembre 1926.

628 068. — CHALIER (M.); Dispositif d'éclairage particulièrement applicable aux cadrans de balance, 20 décembre 1926.

628 069. — Société anonyme dite : COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ; Système de disjonction automatique, 23 décembre 1926.

628 117. — JACOPOZZI (F.); Perfectionnements aux lampes à incandescence en forme de tubes et à leur mode d'utilisation 26 janvier 1927.

628 118. — Delas (F.-X.-J.-A.); Procédé d'accumulation d'énergie particulièrement applicable à la navigation sous-marine, 26 janvier 1927.

628 166. — Cuaz (G.-E.); Perfectionnement dans le réglage des postes de réception de téléphonie sans fil par la transformation de circuits apériodiques à self-inductances réglables en circuits périodiques ou résonnants après accrochage sur le poste désiré, 28 janvier 1927.

628 182. — Backer (G.); Perfectionnement apporté au traducteur télégraphique Baudot, 28 janvier 1927.

628 187. — Villa (M.); Isolateur d'entrée à condensateur pour hautes tensions, 28 janvier 1927.

628 199. — Société dite : Westinghouse Lamp Co; Perfectionnements aux tubes à vide à décharges électriques, 28 janvier 1927.

628 207. — Société dite : Naamlooze Vennootschap Machinerieen en Apparaten Fabrieken; Dispositif à résistance par disque à charbon, 29 janvier 1927.

628 214. — Société dite : Ota Apparate g. m. b. h.; Tachymètre à courants de Foucault, 29 janvier 1927.

628 217. — Société dite : Botophon Radio g. m. b. h.; Haut-parleur sans pavillon, 29 janvier 1927.

628 230. — Bendmann (P.); Réservoir à huile pour appareils interrupteurs, commutateurs, etc., électriques, 29 janvier 1927.

628 231. — Lynden (R.-A.); Perfectionnements aux compteurs d'écoulement de fluides, 29 janvier 1927.

628 234. — Guével (C.-G.); Prise de contact à bagues, 29 janvier 1927.

628 242. — Jorgensen (C.); Moteur à répulsion, 31 janvier 1927.

628 245. — Vee (G.); Dispositif compensateur automatique applicable au réglage des appareils radioélectriques, 31 janvier 1927.

628 246. — Vee (G.); Contacteur automatique applicable aux appareils radioélectriques, 31 janvier 1927.

628 263. — Torchebœuf (E.); Dispositif de réglage de la fréquence propre d'un circuit électrique oscillant, 31 janvier 1927.

628 267. — Société dite : Creed and Co Ltd and M. Creed (F.-G.), Salmon (R.-D.); Perfectionnements aux régulateurs de vitesse, 31 janvier 1927.

628 282. — Société anonyme : Etablissements D. Simal et Ate Legros réunis; Pince pour fixer des électrodes ou pour d'autres applications analogues, 31 janvier 1927.

628 293*. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux moyens d'obtenir une bonne répartition des courants entre les différentes sections d'induits des machines électriques à collecteurs, 22 mars 1926.

628 294*. — Wittgenstein (G.); Circuit électrique oscillant à fréquence variable, 19 juin 1926.

628 307*. — Blondel (A.); Nouveau dispositif de cadres récepteurs pour la télégraphie sans fil, 4 décembre 1926.

628 314. — Reymond (V.); Coffret à piles interchangeables pour télégraphie sans fil, 16 décembre 1926.

628 318. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux systèmes de synchronisation, 31 décembre 1926.

628 323. — Société dite : Etablissements Ducellier; Perfectionnements aux dynamos-démarreurs, 11 janvier 1927.

628 324. — Hezez (G.); Interrupteur, 12 janvier 1927.

628 329. — Société dite : Compagnie des Lampes; Perfectionnements aux lampes électriques à incandescence, 27 janvier 1927.

628 337. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux dispositifs de protection contre les ondes à front raide, 29 janvier 1927.

628 345. — Société dite : Siemens Schuckert Werke g. m. b. h.; Disposition pour le réglage de machines électriques, 1er février 1927.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc

Société des Ingénieurs civils de France :

Vendredi 7 octobre 1927, 17 h 30. Hôtel de la Société des Ingénieurs civils de France, 19, rue Blanche, Paris. — Séance ordinaire.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine.

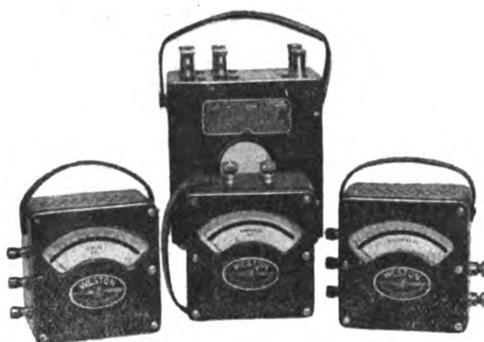
A L'ACQUITTE	1927		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	24 sept.	17 sept.	1926	1925	1913
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris	1 330	1 330	1 780	1 105	210
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre					192,50
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre					195
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen	815	815,50	1 225,75	737	203,75
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen	815	815,50	1 225,75	737	203,75
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen	807,50	808	1 215,25	730,50	203,75
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris	3 695	3 888	5 803	2 965	520
Etain Billiton, liv. Havre					510
Etain Détroits, liv. Havre	3 640	3 833	5 776	2 961	511,50
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris	3 536	3 712	5 545	2 872	501
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen	304	314	621,25	435	59
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris	311	321	630,25	440	59,50
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris	367,50	375	644,50	417	51,50
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris	386,25	393,75	677,25	450	

LABORATOIRE

(Instruments étalons)

Pile " WESTON", Résistance, Inductance et Capacité :

Ampèremètres, Voltmètres, Watt mètres, Microfaradmètres, Mégohm-voltmètres, Pyromillivoltmètres, Galvanomètres, Potentiomètres, Transformateurs, Instruments pour mesures sous haute fréquence et pour mesures d'électrolyse.

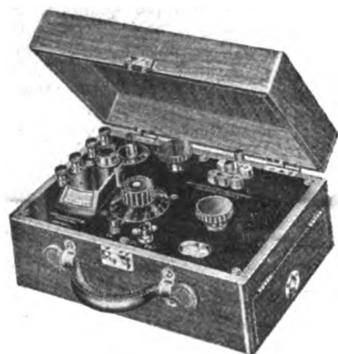


'Ampèremètre - Voltmètre - Wattmètre Transformateur " WESTON ".

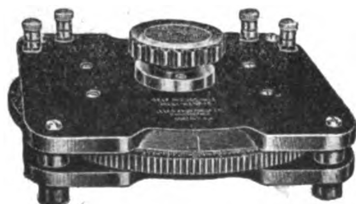
CONTROLE

(Instruments de haute précision) :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres (mono et polyphasés, et pour bas facteur de puissance), Fréquencemètres, Phasemètres, Ponts de self inductance et de capacité, Ponts de résistance (Wheatstone, Thomson, Kelvin et Kohlrausch), Boîtes de résistance, Inductomètres et Condensateurs, Transformateurs.



Acidimètre " LEEDS et NORTHRUP "



Inductomètre " LEEDS et NORTHRUP "



Galvanomètre " WESTON " modèle 440

INDUSTRIE

(Instruments de mesures portatifs et de tableau)

Fluxmètre, Perméamètre, Luxmètre, Salinomètre Acidimètre, Photomètre, Interférencemètre, Oscillateur, Générateur de haute fréquence.

ÉQUIPEMENTS

pour la mesure de la conductibilité des électrolytes, les essais magnétiques, la mesure de la résistance électrique des huiles, les essais des transformateurs, la recherche des défauts dans les câbles, et la mesure des résistances d'isolement, la mesure du Ph, les essais à sec des câbles, l'étalonnage des couples thermoélectriques, le contrôle automatique de la combustion, l'enregistrement de la lumière du jour.

ENREGISTREURS

de mesures électriques, de CO et de CO^2, de pression et de vide, de température, de la hauteur des liquides, du niveau de l'eau des chaudières, d'humidité, de mouvement et de temps, d'indication de mesures à longue distance.

MESURE DES TEMPÉRATURES

Pyromètres-potentiomètres indicateurs, (portatifs et de tableau) et enregistreurs jusqu'à 16 directions, Pyromètres à résistances, Pyromètres optiques, Pyromètre pour la mesure des températures des gaz, de l'échauffement des machines électriques, des transformateurs et des câbles.

FOURS ELECTRIQUES

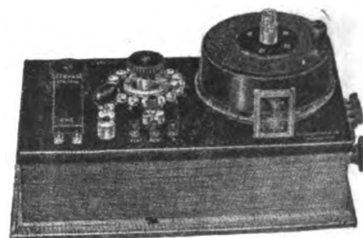
(Fonte de métaux, Trempe, Cémentation, Revenu).

AUTRES APPAREILS

Transformateurs, Compte-tours, Tachymètres, Ohmmètres, Pont pour la mesure des terres, Compteurs électrolytiques.



Testing Set " LEEDS et NORTHRUP "



Potentiomètre type K " LEEDS et NORTHRUP "



Wattmètre " WESTON " modèle 310

Adresse télégraphique : MECIVOCEM

M.E.C.I.

Téléphone : PROVENCE 24-01 — 24-02

2, rue du Faubourg Poissonnière, PARIS (X^e)

RÉPARATION DE TOUS INSTRUMENTS DE MESURES ÉLECTRIQUES

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 17 sept. 1927	PRIX samedi 24 sept. 1927	PRIX différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	76 fr	72 fr	— 4 fr
Id U id	100 kg	81	77	— 4
Cornières	100 kg	79	75	— 4
Larges plats	100 kg	97	93	— 4
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	16 1/8 d	16 1/4 d	+ 1/8 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	711	688	— 23 fr
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	808	807,50	— 0,50
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 031	1 031	0
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	1 026	1 026	0
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 026	1 026	0
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 360	1 360	0
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 725	6 725	0
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 888	3 605	— 283
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	manque	manque	
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	532,50	532,50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { épaisseur 7/100 mm	le mètre	5	5	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { Id 10/100 mm	linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	314	304	— 10
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	320	320	0
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		200	200	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	393,75	386,25	— 7,50
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

NOTA. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 17 sept. 1927	samedi 24 sept. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	165	165	0

COEFFICIENTS DE VARIATION DE PRIX

APPLICABLES A L'APPAREILLAGE ET AU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etablis par le Syndicat des Constructeurs d'Appareillage et de Matériel électrique.

Nos lecteurs ont pu remarquer que dans notre précédent numéro du 24 septembre, cette rubrique avait été supprimée.

Cette suppression est faite conformément à la décision prise par le Comité de directiondu Syndicat des Constructeurs d'Appareillage et de Matériel électrique dans sa séance du 20 septembre 1927.

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Souscription française pour l'édification de la Maison de la Chimie, en l'honneur de Marcelin Berthelot. — Ainsi que nous l'avons annoncé dans un numéro antérieur (1), la commémoration du centenaire de Marcelin Berthelot doit donner lieu à une série de manifestations dont le prélude a été une séance solennelle tenue en Sorbonne le 5 mai dernier et au cours de laquelle fut exaltée l'œuvre scientifique et philosophique du grand chimiste français (2).

Cette œuvre, nous ne pouvons la retracer ici. Aussi nous bornerons-nous à rappeler à nos lecteurs le récent ouvrage que M. A. Boutaric a consacré à la vie et aux travaux de Marcelin Berthelot et dont une analyse bibliographique a été publiée dans ces colonnes (3).

Les fêtes du centenaire auront lieu du 23 au 26 octobre et les forces intellectuelles de toutes les nations s'y associeront pour rendre à Marcelin Berthelot un hommage solennel de reconnaissance auquel lui donnent droit les services qu'il a rendus à la Science et à l'Humanité.

Mais de telles manifestations si grandiose qu'en soit l'ampleur n'ont presque toujours qu'une portée éphémère ; aussi, afin de perpétuer d'une manière durable la mémoire d'un des maîtres de la science il fallait plus encore. C'est ce qu'a pensé le Comité qui s'est constitué sous le haut patronage de M. le Président de la République française, du gouvernement et du corps diplomatique : au lieu d'élever un nouveau monument, il valait mieux faire une œuvre utile, c'est-à-dire édifier en mémoire de l'illustre savant une institution qui fixât pour toujours son souvenir dans l'esprit des générations futures. Cette institution sera la Maison de la Chimie.

Une souscription a donc été ouverte lors de la séance du 5 mai. Déjà, des sommes importantes ont été recueillies tant en France que dans les principales nations du monde. Ainsi, dans un avenir rapproché, Berthelot aura la consécration qu'il eût lui-même souhaitée, cette Maison de la Chimie où son souvenir demeurera immortel.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 14 mai 1927, t. xxi, p. 158 B.
(2) En l'honneur de Marcelin Berthelot. *Chimie et industrie*, juin 1927, t. xvii, p. 1025-1031.
(3) *Revue générale de l'Electricité*, 16 juillet 1927, t. xxii, p. 90.

Ce que sera cette Maison de la Chimie, les éminentes personnalités qui ont pris la parole à la séance de la Sorbonne l'ont défini nettement : un foyer de la science ouvert à tous les chercheurs de tous les pays, pourvu d'un outillage de premier ordre et d'une bibliothèque avec la documentation nécessaire aux travaux les plus divers. Ainsi naîtront entre chimistes de multiples occasions d'échanges d'idées, qui contribueront en une collaboration féconde aux progrès de la chimie et des sciences connexes.

L'Œuvre italienne de l'organisation des loisirs des travailleurs. — La généralisation de l'adoption de la journée de huit heures de travail a conduit les chefs d'industrie à rechercher les moyens propres à éloigner leurs ouvriers des cabarets et à leur procurer des distractions pendant leurs loisirs. On sait que les industriels français ont été des premiers à préconiser et à réaliser cette œuvre d'assainissement moral de la population ouvrière et que la plupart de nos grands centres industriels possèdent des sociétés sportives, des sociétés chorales ou musicales, des bibliothèques, etc. Mais tandis que, en France, ces créations résultent de l'initiative privée, elles sont, en Italie, organisées et contrôlées par le gouvernement. La Société d'Etudes et d'Informations économiques vient de publier dans sa brochure périodique « La Vie méditerranéenne » les renseignements suivants sur cette organisation et ce contrôle.

Le Gouvernement italien vient d'éditer une magnifique brochure, illustrée de nombreuses photographies, consacrée à l'activité de l'Œuvre nationale de l'organisation des loisirs (Opera nazionale Dopolavoro).

Cet exposé nous montre que, dans tous les domaines, le gouvernement fasciste poursuit une même politique d'organisation et de centralisation, pour réunir sous sa direction toutes les institutions populaires et leur permettre de devenir, selon sa propre formule, une force imposante de consolidation et de propagande fascistes au milieu des classes populaires.

L'Œuvre dont il est question est née en 1919 de l'initiative privée, sous la forme d'un office créé à Rome. Il avait pour but de centraliser tous les renseignements relatifs aux institutions patronales pour le bon emploi des loisirs des ouvriers après le travail, et d'encourager la création, d'après

le Ferro se meurt!

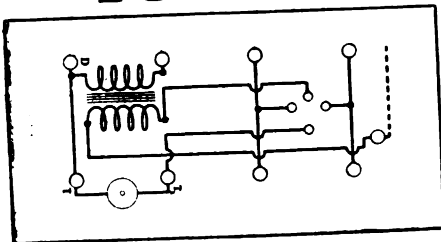
remplacé par

"l'Ozalid"

le nouveau papier **POSITIF** à traits marrons noirs sur fond blanc.

COMPAREZ

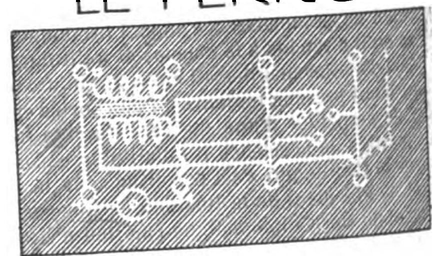
L'OZALID ...avec... LE FERRO



POSITIF

Sans lavage ni séchage
(une simple exposition aux vapeurs d'ammoniaque)
pas de retrait
image fidèle et précise de l'original
FIXITÉ ABSOLUE
permet
corrections, annotations et lavis

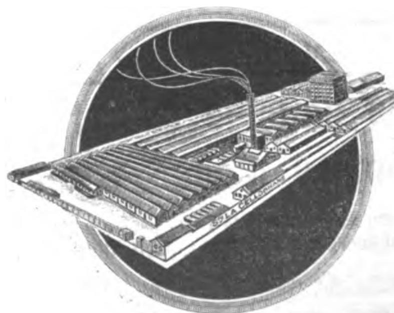
dix minutes
pour obtenir une épreuve parfaite



NÉGATIF

Lavage... puis séchage!
...que de temps perdu!!!
retrait, cotes fausses
image fausse et floue de l'original
PASSE à la LUMIÈRE
Lavis,
annotations, corrections impossibles

une heure
de séchage pour obtenir une épreuve imparfaite



VENTE AU DÉTAIL
Sté LA CELLOPHANE
DÉPARTEMENT OZALID
58bis, Rue de la Chaussée-d'Antin 58bis
PARIS
TÉLÉPH. TRUDAINE 63-13

VENTE EN GROS
Sté LA CELLOPHANE
DÉPARTEMENT OZALID
BEZONS (S.-&-O.)
TÉLÉPH. WAGRAM 98.62

R. C. PARIS N° 112 863

ses directives, de cercles de culture, groupes sportifs, musicaux, etc.

En 1922, l'office obtenait l'approbation du Parti national fasciste; en 1923, il adhérait à la Confédération fasciste et passait sous son contrôle. En 1925, on décida que, vu l'importance de l'Œuvre, il était nécessaire de lui donner le caractère d'une institution nationale, « afin d'attirer dans l'orbite de ce vaste mouvement les milliers de cercles, de sociétés, de groupes sportifs, etc., qui existaient en Italie », et l'on étendit son action au personnel des grands services de l'Etat. « Des organismes du Dopolavoro pour le personnel des chemins de fer et celui des postes, télégraphes et téléphones, furent ainsi créés, dit la brochure officielle, englobant des sociétés de création ou d'éducation dont certaines poursuivaient jusque là, dans le domaine politique, des buts peu orthodoxes ».

L'organisation actuelle se compose d'un conseil d'administration, assisté de commissions centrales où on l'étudie les différentes formes d'activité à recommander aux sociétés affiliées, et où l'on rassemble des documents sur les questions sociales en liaison avec l'utilisation des loisirs : enseignement, hygiène, économie domestique, sport, etc., etc. Dans les provinces, l'Œuvre est représentée par un commissariat qui dirige l'organisation technique. Le commissaire est nommé et révoqué par le conseil d'administration central. Jusqu'en 1925, ces commissaires étaient choisis parmi les représentants du Parti ou des Syndicats fascistes ; depuis cette date, la fonction est réservée aux secrétaires fédéraux politiques, dans le but, dit la brochure, « d'exercer, jusque dans le domaine postlaboristique, la tutelle nécessaire, en vue d'assurer une cohésion entre les personnes qui dirigent les différentes organisations patronales ou ouvrières et les représentants d'autres organisations intéressées au mouvement ». Dans certaines provinces, on a adjoint au commissaire un directeur de service qui assume l'administration ordinaire. Enfin, auprès du commissaire, fonctionne un institut provincial, qui est un organe administratif.

Des programmes de principe sont élaborés par les commissions centrales et des programmes particuliers pour chaque province.

Parmi les différentes formes d'activité encouragées par l'Œuvre, on peut citer l'art dramatique, avec des bibliothèques provinciales (un concours en vue de « la production de pièces de théâtre aptes à éduquer le public », a été organisé l'année dernière), des cours de « scénographie et de scénotechnique ». La musique est également encouragée par le développement des sociétés chorales. Une entente intervenue entre l'Œuvre et l'Union radiophonique italienne a permis d'abonner de nombreux centres de « Dopolavoro » à la Radio, moyennant un rabais de 50 pour 100 sur les tarifs usuels. Tous les jours les stations de Rome, Milan et Naples diffusent le programme éducatif de l'Œuvre par les « dix minutes du Dopolavoro ». De même, l'Œuvre s'attache à faire de la propagande par le cinéma. Elle s'occupe de développer le goût du tourisme, des sports, etc., et d'organiser les petites industries domestiques : horticulture, floriculture, apiculture, élevage des lapins, etc. Elle a fondé des cours complémentaires d'enseignement professionnel, des cours d'économie domestique, d'hygiène, d'infirmerie, plus spécialement destinés aux jeunes ; enfin, elle s'efforce de constituer des bibliothèques et s'occupe de la création d'une publication périodique, capable d'intéresser le peuple.

Pour être inscrit au « Dopolavoro », il faut remplir certaines conditions dont la première est d'être un salarié, mais il faut en outre être politiquement orthodoxe. « Le but de l'Œuvre étant moral et éducatif, dit la notice officielle, il fallait exclure tous ceux dont les précédents politiques ou moraux étaient susceptibles de créer au sein de l'institution un état de gêne ou d'aversion capable de rendre impossible la vie de la société ».

Pour rendre la sélection possible, l'inscription est soumise à la procédure suivante :

1° Le patron d'une usine ou le directeur d'une association, qui désire être affilié à l'Œuvre, adresse une demande au commissaire de la province. Il joint à sa demande la liste de ses salariés ou de ses sociétaires candidats à l'inscription. Il se porte garant de la moralité des idées politiques et de la qualité de salariés des gens portés sur la liste.

2° Le commissaire transmet la demande à la Direction générale de l'Œuvre, en y joignant les renseignements recueillis près des autorités officielles.

3° Après un complément d'enquête, la Direction générale accueille ou rejette la demande.

L'inscription au « Dopolavoro » est encouragée par de nombreux avantages consentis aux membres : réduction sur les chemins de fer, dans certains théâtres, dans les musées, escompte chez les libraires, assurance contre les accidents au cours des réunions, etc.

Les résultats de l'action entreprise pour développer l'Œuvre sont considérés comme très satisfaisants. Depuis le début de son activité, qui remonte à 15 mois, elle a réussi à encadrer presque un tiers des sociétés existant en Italie. En février 1926, le nombre des inscrits était de 9070 ; en mars 1926, il était de 22910 ; et en mars 1927, de 330119, sans compter le personnel des chemins de fer ou des postes et télégraphes.

La brochure officielle se félicite de l'œuvre accomplie en si peu de temps, sous l'égide du fascisme, qui a remplacé les anciennes « Maisons du peuple », siège des anciens organismes rouges, par les centres du « Dopolavoro » fasciste, et mis l'Italie au premier rang par « le développement ample et pratique qu'elle a donné aux institutions ayant pour but d'éduquer les masses et d'élever leur niveau moral ».

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Décret approuvant une convention additionnelle a la convention annexée au décret de concession de l'usine hydroélectrique de Confolent (Creuse). — Le « Journal officiel » du 10 septembre 1927 publie, page 9634, le décret en date du 4 septembre 1927, approuvant la convention ci-après en date du 28 juillet 1927 passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société des Forces motrices de la Haute-Creuse, dont le siège est à Paris, 12, rue Notre-Dame-des-Victoires, d'autre part :

Article premier. — En vue de permettre à la Société des Forces motrices de la Haute-Creuse de mener à bien les travaux d'aménagement de la chute de Confolent susvisée et pour tenir compte des améliorations que les ouvrages entrepris apporteront au régime de la Creuse, l'Etat consent à la société concessionnaire une avance de 1 million de francs.

Art. 2. — Cette avance sera versée à la société concessionnaire en une seule fois dès que la présente convention aura été approuvée par le décret en Conseil d'Etat.

Art. 3. — Cette avance portera intérêt au taux de 5 pour 100 à partir de la date du versement effectif. L'intérêt sera payable semestriellement à terme échu.

Art. 4. — Le remboursement de cette avance commencera dix ans à partir de la date de l'autorisation de mise en service de l'usine. Il aura lieu à raison de 100000 fr chaque année, de telle sorte que la dette de la société vis-à-vis de

l'Etat soit complètement amortie vingt ans à partir de la même date, l'intérêt à 5 pour 100 restant dû sur les sommes non remboursées.

Toutefois la société concessionnaire pourra, à toute époque, procéder au remboursement anticipé, total ou partiel, de l'avance qui lui aura été consentie.

Art. 5. — En cas de non-payement à l'échéance, les sommes dues porteront intérêts de plein droit et, sans mise en demeure, au taux des avances de la Banque de France, au profit de l'Etat.

Art. 6. — Au cas où la société concessionnaire se proposerait d'hypothéquer l'un quelconque des droits résultant de sa concession, l'Etat pourra, jusqu'à concurrence du montant de sa créance vis-à-vis de la société, exiger la constitution à son profit d'une hypothèque de premier rang.

Il pourra exiger que cette hypothèque soit générale et prime celle que la société se proposait de constituer.

La société ne pourra d'ailleurs consentir d'hypothèque au profit d'un tiers qu'après un préavis à l'Etat laissant à ce dernier un délai de trois mois pour réclamer l'hypothèque à laquelle il peut prétendre dans les cas prévus ci-dessus.

Art. 7. — Conformément aux prescriptions de l'article 10, paragraphe 8, de la loi du 16 octobre 1919, l'Etat sera représenté auprès de la société concessionnaire par un commissaire du Gouvernement dans les conditions fixées par le règlement d'administration publique du 18 octobre 1923.

Décret approuvant et déclarant d'utilité publique la concession d'une ligne d'énergie de Portet à Braqueville (Haute-Garonne). — Le « Journal officiel » du 3 septembre 1927 publie, pages 9428-9432, le décret en date du 30 août 1927, approuvant la convention en date du 28 janvier 1927 passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société pyrénéenne d'Energie électrique dont le siège est à Paris, 14, rue Roquépine, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour la construction et l'exploitation d'une ligne de transmission d'énergie électrique destinée à relier le poste de transformation 150000/60000 v de Portet-Saint-Simon, établi sur la commune de Portet (département de la Haute-Garonne), faisant partie du réseau de transmission 150 000 v dont la concession a été demandée par la Compagnie des Chemins de fer du Midi, le 1er mai 1920, au poste de transformation de Braqueville, appartenant à la société concessionnaire et situé sur le territoire de la commune de Toulouse (département de la Haute-Garonne).

La ligne partira du poste de coupure et de raccordement à 60 000 v, de la société concessionnaire, situé à Portet-Saint-Simon (département de la Haute-Garonne), qui sera accolé au poste de transformation (150000/60000) de la Compagnie des Chemins de fer du Midi et aboutira au poste de transformation (60000/50000/13 500) de Braqueville (département de la Haute-Garonne).

La ligne traversera les communes de Portet et Toulouse (département de la Haute-Garonne).

La ligne sera aérienne et établie sur pylônes métalliques, les trois conducteurs en cuivre auront une section de 75 mm².

Dans la première partie du tracé, qui s'étend sur 2 km environ de longueur à partir du poste de Portet-Saint-Simon, la ligne sera établie sur supports indépendants.

Sur le reste du parcours jusqu'au poste de Braqueville, elle sera installée sur les supports de la ligne de distribution existante, à 50 000 v, d'Orlu à Braqueville, appartenant à la société concessionnaire et qui est installée sous le régime de permission de voirie. Les pylônes communs aux deux lignes feront partie de la présente concession. Toutefois, si la ligne Orlu-Braqueville vient à passer ultérieurement sous le régime de la concession, ils pourront être éventuellement distraits de la présente concession et être rattachés à celle de la ligne Orlu-Braqueville.

La société concessionnaire aura d'ailleurs la faculté d'adopter en cours des travaux, sous toutes réserves de l'accord du ministre des Travaux publics, tout autre dispositif donnant les garanties de sécurité et une puissance maximum transmissible sur la ligne équivalente, notamment de remplacer pour les conducteurs, le cuivre par de l'aluminium associé ou non avec de l'acier.

Les pylônes auront 10 m de hauteur environ; les portées normales entre pylônes, en alignement droit, seront de 100 m environ, les pylônes seront renforcés aux angles de la ligne.

Les traversées des lignes de transmission et de distribution d'énergie électrique, des lignes télégraphiques ou téléphoniques, des voies terrestres, voies navigables et voies ferrées seront exécutées conformément aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 30 avril 1924.

La ligne fonctionnera à la tension normale de 60000 v entre fils.

Il sera établi :

Un poste de coupure et de raccordement à 60000 v à Portet-Saint-Simon.

Un poste de coupure et de raccordement à 60000 v à Braqueville.

Un poste de transformation à Braqueville (60000/50000/13 500 v).

Le poste de coupure et de raccordement de Braqueville fera partie de la concession.

Le poste de raccordement et de coupure de Portet-Saint-Simon ainsi que le poste de transformation de Braqueville ne feront pas partie de la concession.

La puissance maximum transmissible sur la ligne, sera de 15000 kv-a environ avec un facteur de puissance égal à l'unité et une perte d'énergie de 0,10 pour 100 : km.

L'objet principal de l'entreprise est le transport de l'énergie en provenance des usines pyrénéennes construites ou projetées par les sociétés faisant partie de l'Union des Producteurs d'Energie des Pyrénées occidentales ou autres, et transportée par le réseau de transport d'énergie électrique 150000 v de la Compagnie du Midi, au poste de transformation de Portet-Saint-Simon, et destinée à l'alimentation des réseaux de distribution d'énergie exploités par la société concessionnaire.

Conformément à l'article 8 de la loi du 15 juin 1906, la présente concession ne peut faire obstacle à ce qu'il soit accordé des concessions à des entreprises concurrentes sous la réserve que celles-ci n'auront pas de conditions plus avantageuses.

Décret approuvant la concession d'une distribution publique d'énergie électrique dans la commune de Trouville. — Le « Journal officiel » du 9 septembre 1927 publie, pages 9591-9598, le décret en date du 1er septembre 1927, approuvant la convention en date du 1er septembre 1926 passée entre le maire de Trouville-sur-Mer, d'une part, et la Société normande de Gaz, d'Electricité et d'Eau, dont le siège est à Touques, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière ayant pour objet la distribution publique de l'énergie électrique dans la commune de Trouville sur tout son territoire et pour tous usages.

La concession ne comprend pas la fourniture de l'énergie électrique pour force motrice aux entreprises de transport en commun.

La tension du courant distribué aux abonnés est fixée à 200/115 v pour la force motrice et à 115 v pour l'éclairage. La tolérance maximum pour la variation de la tension est de 5 pour 100 en plus ou en moins pour l'éclairage et de 10 pour 100 en plus ou en moins pour tous autres usages.

La fréquence du courant distribué est fixée à 50 p : s ; elle ne doit pas varier de plus de 5 pour 100 en plus ou en moins de sa valeur normale.

Les constatations seront faites par des appareils enregistreurs installés à la mairie et, en cas de réclamation, sur d'autres points de la ville.

Combustibles. — La production mondiale du pétrole en 1926. — D'après les statistiques établies par le Department of Commerce, aux Etats-Unis, la production mondiale du pétrole brut en 1926 s'est élevée à 1 096 000 000 barils, en augmentation de 27 000 000 barils sur la production pendant l'année 1925 (le baril (barel) vaut 42 gallons, soit 159 litres).

Aux Etats-Unis, il y avait au 31 décembre 1926, 318 600 puits en exploitation, soit 12 500 de plus qu'en 1925. La production totale représente 70,3 pour 100 de la production mondiale. En 1925, cette proportion était de 71,8 pour 100. Elle a donc diminué en 1926.

Métallurgie. — La production sidérurgique de la France en aout 1927. — Durant le mois d'août, la production française de fonte s'est élevée à 773 483 t contre 769 095 t en juillet et 746 644 t en juin. (Voir *Bulletin R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 36 B). Cette production se décompose comme il suit :

	Août	Juillet
Fonte d'affinage	23 833 t	27 326 t
Fonte de moulage	122 180	130 309
Fonte Bessemer	1 460	3 205
Fonte Thomas	602 476	591 429
Fontes spéciales	23 534	16 826
Total	773 483 t	769 095 t

La production totale des huit premiers mois se monte à 6 179 570 t.

La fabrication de l'acier montre également une progression par rapport à juillet et à juin. Elle s'établit à 694 029 t contre 676 864 en juillet et 671 907 en juin.

	Août	Juillet
Convertisseur acide	4 999 t	5 984 t
Convertisseur basique	494 970	473 728
Four Martin	185 347	189 663
Four à creusets	909	734
Four électrique	7 804	6 755
Total	694 029 t	676 864 t

La production d'août comprend 681 680 t de lingots (665 024 t en juillet) et 12 349 t de moulage (11 840 en juillet).

La production totale d'acier dans les huit premiers mois a été de 5 440 545 t.

Le nombre des hauts fourneaux en activité était de 142 en activité, 41 prêts à fonctionner, 35 sont en construction ou réparation.

Transports. Communications. — Le tunnel sous la Manche et les projets de liaisons ferroviaires entre Londres et le Cap. — Un journal quotidien s'est fait récemment l'écho d'une information d'après laquelle la Société française du Chemin de fer sous-marin procéderait prochainement à la mise en vente de sa vieille usine de Sangatte et ajoutait : « après quatre-vingt-treize ans d'efforts et de projets le tunnel sous la Manche semble condamné. »

Dans la « Chronique des Transports » du 25 septembre 1927, M. Le Trocquer, ancien ministre des Travaux publics, réfute cette conclusion. Il fait tout d'abord remarquer que, bien qu'ignorant quels peuvent être les projets de la Société française du Chemin de fer sous-marin au sujet de son ancien outillage, la vente de cet outillage, composé principalement de moteurs à air comprimé, ne prouverait nullement que cette société abandonne ses projets car c'est à l'énergie électrique que l'on aurait désormais recours pour le percement du tunnel. Il signale ensuite que les renseignements qu'il possède montrent qu'à l'heure actuelle ce n'est pas seulement en France et en Angleterre que l'on trouve des défenseurs de l'idée d'une liaison ferroviaire entre les deux pays, mais encore dans de nombreux états européens ayant intérêt à avoir une liaison de ce genre avec Londres, au point que l'un des représentants d'un de ces pays lui a donné le nom de « Route de l'Entente ». Il ajoute que deux faits nouveaux sont venus apporter un important appui à la réalisation d'un tunnel sous la Manche. L'un est la création d'un comité espagnol en vue de la construction d'un tunnel sous le détroit de Gibraltar, qui permettrait de relier les lignes européennes de chemins de fer au chemin de fer transsaharien puis à la colonie du Cap ; l'autre est l'étude d'un tunnel sous le Bosphore qui permettrait de relier aux lignes de l'Europe orientale, à l'aide d'un raccordement par Damas, la grande ligne, en construction, du Cap au Caire.

« Ce sont, conclut M. Le Trocquer, les deux grandes avenues de la circulation internationale qui s'ébauchent ; la question qui se posera fatalement un jour pour l'Angleterre sera de savoir si elle voudra y être rattachée par le bac ou par le rail, pour en devenir véritablement le point d'origine ».

Economie industrielle et sociale. — Une indemnité est-elle due en cas de renvoi motivé par une grève ? — La juridiction des prud'hommes vient de répondre à cette question. Nous lisons, en effet, dans un des derniers numéros de « La Journée industrielle » l'information suivante :

« Sept ouvriers et employés d'une entreprise métallurgique qui, ayant fait grève pour protester contre l'exécution de Sacco et Vanzetti, avaient été renvoyés, assignaient leur patron devant les prud'hommes.

» Cette juridiction a déclaré que, lorsque des salariés font grève sans nécessité professionnelle ou corporative, ils rompent le contrat de travail et n'ont pas droit à des dommages et intérêts s'ils sont congédiés.

» Le jugement s'appuie sur un arrêt de la Cour de Cassation du 29 décembre 1925.

» En conséquence, les demandeurs ont été déboutés et ils sont condamnés à 50 fr de dommages et intérêts pour réparation du préjudice causé au patron qui avait introduit contre eux une demande reconventionnelle. »

Sociétés. Groupements. — Le transfert du siège de la Chambre de Commerce de Paris. — La Chambre de Commerce de Paris annonce que son siège et ses services administratifs, actuellement installés place de la Bourse et rue Notre-Dame-des-Victoires, sont transférés depuis le 1er octobre 1927, dans son nouvel hôtel, 27, avenue de Friedland.

Exposition. Congrès. — Exposition française de Métrologie pratique, Poids et Mesures. — Cette exposi-

tion, qui vient de fermer ses portes, a eu lieu du 1er au 3 octobre 1927 dans les salles de l'Institut d'optique à Paris.

Parmi les objets exposés, il y a lieu de signaler tout d'abord, la présentation rétrospective des anciennes mesures de longueur, de capacité et de poids, tant françaises, qu'étrangères.

Les appareils de mesures électriques ont tenu très peu de place dans cette exposition. Quelques maisons seulement ont présenté des boites à ponts, des compteurs et autres appareils enregistreurs.

La section des balances a eu plus de succès et nombreux étaient les dispositifs modernes permettant de lire directement sur une graduation le poids des objets à peser.

Une bascule à pesée automatique avec contrôle du nombre de pesée et impression sur un ticket du poids était aussi exposée.

La mesure des volumes a donné lieu à l'exposition de compteurs, pour les gaz et pour les liquides, et d'appareils automatiques tels que les appareils de distribution automatique pour l'essence et l'huile.

A signaler aussi la présentation de calibres industriels dont la place était indiquée dans une telle exposition.

Septième Congrès de Chimie industrielle (Paris, 16-22 octobre 1927). — Le septième Congrès de Chimie industrielle s'ouvrira à Paris, le 16 octobre 1927, en l'hôtel de la Société des Ingénieurs civils de France.

Comme lors des congrès précédents, des conférences seront faites par des savants étrangers et français au cours des séances plénières qui auront lieu les lundi, mardi, mercredi et jeudi.

Les deux journées qui suivront, le vendredi et le samedi, seront consacrées à des excursions et à des visites d'usines.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — Énergie électrique du Rhin (Usine de Kembs). — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 3 octobre 1927, page 891, cette société en formation, dont le siège est à Mulhouse (Haut-Rhin), a pour objet :

1° La réalisation du premier tronçon du canal latéral au Rhin appelé « Grand Canal d'Alsace », constituant l'usine hydroélectrique de Kembs ;

2° La mise en œuvre :

a) De la concession française octroyée par la loi du 28 juillet 1927, de la distribution d'énergie hydraulique produite par une chute d'eau dérivée du Rhin près de Kembs, conformément aux conditions fixées par ladite loi, ainsi que par ses annexes :

b) De la concession de la confédération suisse du 27 janvier 1925 pour l'extension du remous du Rhin sur le territoire suisse jusqu'à l'embouchure de la Birse, en vue de la construction et de l'exploitation d'ouvrages sur le Rhin, près de Kembs, destinés à la production de force hydraulique et à la navigation :

3° L'exploitation de l'usine susvisée, y compris celle du barrage et des ouvrages nécessités par le surélèvement du plan d'eau, ainsi qu'il est stipulé à l'article 4 de la convention annexée à la loi du 28 juillet 1927 ;

4° Toute autre entreprise tendant, par l'emploi de forces motrices supplémentaires, hydrauliques et thermiques, à augmenter les moyens de production de la société ;

5° Toutes opérations industrielles, mobilières et immobilières directes ou en participation, commerciales ou financières se rattachant, directement ou indirectement, aux objets ci-dessus mentionnés.

La société pourra également prendre tout intérêt ou toute participation par voie de souscription ou d'apport en nature dans toutes sociétés ou fusionner avec toute société créée ou à créer.

Le capital est fixé à 125 millions de francs, divisé en 250 000 actions à souscrire en numéraire, de 500 fr chacune, dont 125 fr versés en souscrivant et le solde suivant appels du conseil d'administration.

La présente société est substituée à la Société des Forces motrices du Haut-Rhin dans tous les droits et obligations :

1° De la concession qui lui a été octroyée le 28 juillet 1927 par le gouvernement français relative à la construction et à l'exploitation du bief de Kembs, du grand canal d'Alsace et de l'usine hydroélectrique à établir aux environs de Kembs ;

2° De la concession qui lui a été octroyée le 27 janvier 1925 par le gouvernement suisse pour l'extension du remous du Rhin jusqu'à l'embouchure de la Birse.

Cette substitution a lieu à titre gratuit. Toutefois, la Société des Forces motrices du Haut-Rhin aura droit au remboursement des dépenses qu'elle justifiera avoir effectuées pour les études et travaux préparatoires, ainsi que toutes les dépenses qui ont été engagées pour l'obtention des concessions et dont le montant sera approuvé par la deuxième assemblée générale constitutive.

M. René Koechlin fait apport à la présente société du terrain qu'il a acquis pour son compte et en se portant fort pour elle, dans la commune de Kembs, au lieudit Schaeferhof, d'une contenance totale de 14 hectares 68 ares et 27 centiares et comprenant des bâtiments couvrant une superficie de 11 ares et 7 centiares, pour le prix de 291 850 fr, représentant le coût effectif des terrains et bâtiments. En conséquence, la société remboursera à M. René Koechlin ladite somme de 291,850 fr qu'il a acquittée pour elle.

La société aura une durée de 99 années à compter du jour de sa constitution définitive.

Augmentation de capital. — Constructions électriques de France. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 3 octobre 1927, page 889, cette société, dont le siège est à Paris, 9, avenue d'Orsay, va porter son capital social de 20 millions de francs à 67 500 000 fr, par l'émission de 47 500 actions nouvelles catégorie B et 427 500 actions nouvelles catégorie A, au capital nominal de 100 fr chacune, à souscrire contre espèces au prix de 100 fr par action.

Ces 475 000 actions nouvelles jouiront des mêmes droits, suivant leur catégorie, que les 180 000 actions catégorie A et les 20 000 actions catégorie B, actuellement existantes, compte tenu de la création de 20 000 parts bénéficiaires.

Elles seront créées jouissance du 1er juillet 1927.

En conséquence, elles auront droit dans les bénéfices de l'exercice en cours ayant commencé le 1er janvier 1927, à un dividende égal à la moitié de celui qui pourra revenir aux 200 000 actions actuelles.

La souscription des 47 500 actions nouvelles catégorie B sera offerte par préférence, à titre irréductible et à titre réductible, aux propriétaires des 20 000 actions B actuelles, dans la proportion des actions possédées par eux.

Sur les 427 500 actions nouvelles catégorie A à émettre, 180 000 desdites actions seront offertes par préférence, à titre irréductible et à titre réductible, aux porteurs des 180 000 actions A actuelles, dans la proportion des actions possédées par eux. Le surplus des nouvelles actions A à émettre, soit 247 500 actions, sera laissé à la disposition du conseil d'ad-

ministration pour qu'il en décide l'application et en assure la souscription ainsi qu'il avisera.

Après la réalisation définitive de cette augmentation de capital, le capital social se trouvera porté à 67 500 000 fr et divisé en 67 500 actions catégorie B et 607 500 actions catégorie A, toutes entièrement libérées.

Société industrielle d'Entreprises électriques. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 3 octobre 1927, page 893, cette société, dont le siège est à Paris, 140, rue de la Croix-Nivert, après avoir réduit son capital de 3 500 000 fr à 2 millions de francs, va le porter à 6 millions de francs par émission au pair de 40 000 actions de 100 fr chacune.

Société des Forces motrices de la Vallée d'Aspe. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 3 octobre 1927, p. 893, cette société, dont le siège est à Paris, 10, rue Vézelay, va porter son capital de 30 millions à 35 millions de francs par la création de 20 000 actions « B », de 250 fr à émettre au taux de 275 fr.

Ces 20 000 actions « B », qui porteront les numéros 1 à 20 000, seront créées coupon 9 attaché et jouissance du 1er juillet 1927. Les porteurs des 280 titres spéciaux remis aux souscripteurs d'origine auront droit à la souscription de 50 pour 100 des actions nouvelles, soit 10 000 actions, c'est-à-dire 36 actions « B » par titre spécial possédé.

Conformément à la deuxième résolution adoptée par l'assemblée générale extraordinaire du 9 septembre 1927, les propriétaires des actions actuellement existantes, dites actions « A », ont renoncé pour cette émission à l'exercice de leur droit de souscription par préférence sur l'autre moitié des actions nouvelles, soit 10 000 actions. Le conseil d'administration a été autorisé, par la même résolution, à réserver la souscription de ces 10 000 titres à un groupe constitué sous les auspices de la Société auxiliaire d'Entreprises électriques et de Travaux publics.

La souscription est ouverte du 3 octobre au 3 novembre 1927.

Le montant du premier quart de l'action, augmenté de la prime, soit 87,50 fr, devra être versé à la souscription.

Divers. — Compagnie électrique de la Grosne. — Cette société a réalisé pour l'exercice clos au 31 décembre 1926 un bénéfice net de 1 279 795 fr, contre 1 627 753 fr en 1925. Le dividende des actions a été porté de 11 fr à 12 fr; celui des parts a été fixé à 1 346,15 fr, contre 1 153,80 fr précédemment.

Société électrique d'Aubencheul-au-Bac et Environs. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 3 octobre 1927, page 892, cette société, dont le siège est à Aubencheul-au-Bac, route nationale, vient de procéder à la cotation en bourse de Lille des 8 000 actions de 100 fr chacune formant le capital actuel.

Secteur électrique de Billy-Montigny et Extensions. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 3 octobre 1927, page 892, cette société, dont le siège est à Billy-Montigny (Pas-de-Calais), rue de la Gare, vient de procéder à la cotation en bourse des 10 000 actions de 100 fr chacune représentant le capital actuel.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

628 363. — Société dite : Vickers Ltd; Perfectionnements à la régulation automatique des installations d'éclairage électrique, 1er février 1927.

628 364. — Jeanson (M.); Dispositif protecteur économiseur pour lampes électriques, 1er février 1927.

628 370. — Société anonyme : Établissements Bardon; Perfectionnements aux montages en changeur de fréquences des lampes à deux grilles, 1er février 1927.

628 385. — Société dite : Landis et Gyr; Disposition de circuits de relais d'appareils électriques notamment pour compteurs d'électricité basés sur le principe d'induction, 2 février 1927.

628 389. — Mascarini (G.); Relais électromagnétique, 2 février 1927.

628 390. — Diaz (L.), Diaz (J.); Procédé et dispositif pour empêcher le flux électronique d'entrer en contact direct avec la ou les grilles d'un tube électronique et produit qui en résulte, 2 février 1927.

628 407. — Société C.-L. Renz Ak. Ges.; Montage à compensation pour haute fréquence, 2 février 1927.

628 409. — Colson (M.-S.); Interrupteur multipolaire, 2 février 1927.

628 410. — de Laurencin (M.-O.); Bobinage en fil de fer d'alliages magnétiques et leur application à la construction d'organes de liaison entre tubes à vide, amplificateurs à haute et basse fréquence en télégraphie sans fil, 20 janvier 1927.

628 411. — Société industrielle des Téléphones (Constructions électriques, caoutchouc, cables); Interrupteur aérien avec ou sans cornes, 2 février 1927.

628 414. — Fauris (C.); Dispositif de connexion pour câbles placés bout à bout, 3 février 1927.

628 433. — Société dite : Siemens und Halske Aktiengesellschaft; Dispositif de connexion pour lignes électriques d'amplificateurs, 3 février 1927.

628 434. — Société dite : Allgemeine Elektricitats Gesellschaft; Dispositif de refroidissement par circulation pour machines électriques, 3 février 1927.

628 468. — Bokelmann (H.), Gastrow (H.); Marque pour conducteurs isolés, 4 février 1927.

628 472. — Société Legendre frères; Dispositif pour mettre automatiquement en court-circuit le collecteur d'un moteur monophasé à répulsion en vue de limiter sa vitesse, 4 février 1927.

628 482. — Société dite : Dubilier Condenser Co Ltd; Procédés de préparation de pellicules pour condensateurs, 4 février 1927.

628 489. — Société dite : Établissements Verzier frères et Cie; Forme de contacts pour prises de courant, 5 février 1927.

628 500. — Société dite : General Railway Signal Co; Perfectionnements aux relais électriques, 5 février 1927.

628 503. — Huber (R.); Pince de connexion pour corps chauffants électriques, 5 février 1927.

628 504. — Société dite : N. V. Philips Gloeilampenfabrieken; Perfectionnements aux lampes électriques à incandescence ayant un filament très concentré, 5 février 1927.

628 509. — Société dite : Phonix Maschinenfabrik g. m. b. h.; Procédé pour la production de la lumière diffuse, 17 décembre 1926.

628 513. — Société anonyme dite : Compagnie générale d'Électricité; Perfectionnements apportés aux interrupteurs et commutateurs électriques à basse tension, 31 décembre 1926.

628 515. — Société anonyme dite : Compagnie générale d'Électricité; Procédé et remplissage des accumulateurs électriques au plomb, 12 janvier 1927.

628 518. — Chrétien (L.); Procédé de changement de fréquence pour radiosignalisation et dispositif pour la réalisation de ce procédé, 15 janvier 1927.

628 527. — Société dite : SIEMENS UND HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT; Bobine de charge, 4 février 1927.

628 531. — Société dite : « OSA » PARTICIPATIONS INDUSTRIELLES (Société anonyme); Lampe électrique à incandescence pour hautes intensités, 4 février 1927.

628 532. — BOCHET (A.-L.-P.); Groupe actionné par moteur à explosion, 4 février 1927.

628 540. — PECHKRANZ (R.); Electrode d'électrolyseur du type filtre-presse, 4 février 1927.

628 545*. — BOUTEILLE (J.); Perfectionnements aux amplificateurs de signaux électriques par lampes électroioniques, 17 février 1926.

628 547*. — SOCIÉTÉ SCHNEIDER ET Cie; Interrupteur, disjoncteur à huile pour réseaux électriques à haute tension, 8 avril 1926.

628 548*. — SOCIÉTÉ SCHNEIDER ET Cie; Dispositif interrupteur à huile avec dispositif de rupture brusque, 8 avril 1926.

628 551*. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux shunts et clavettes magnétiques, 8 avril 1926.

628 554*. — TORNÉ, MOLLUNA (P.); Perfectionnements aux appareils d'éclairage, 8 avril 1926.

628 559*. — Société anonyme : ETABLISSEMENTS BARDON; Dispositif de démultiplication pour condensateurs, 8 avril 1926.

628 570*. — JUNOT (J.-E.); Chauffage des électrodes des tubes à vide, 9 avril 1926.

628 573*. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux dispositifs pour la transformation de courants alternatifs en courants continus, 10 avril 1926.

628 595*. — DE REGNAULD DE BELLESCIZE (H.-J.-J.-M.); Perfectionnements aux appareils de réception d'ondes et notamment des ondes hertziennes, 13 avril 1926.

628 607*. — TURPAIN (A.-C.-L.), SOCIÉTÉ DES ETABLISSEMENTS GAUMONT;

COURS DE LA LIVRE STERLING ET DU DOLLAR

en septembre 1927

DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR
	francs	francs		francs	francs		francs	francs		francs	francs
1	124,02	25,51375	9	124,02	25,50625	20	124,0225	25,48625	28	124,02	25,4825
2	124,02	25,515	12	124,0225	25,5075	21	124,0225	25,49375	29	124,02	25,48125
5	124,02	25,515	13	124,02	25,5075	22	124,0225	25,49125	30	124,0225	25,48875
6	124,02	25,51625	14	124,02	25,5025	23	124,0225	25,48625			
7	124,02	25,51625	15	124,0225	25,49875	26	124,0225	25,48125			
8	124,02	25,51125	16	124,0275	25,5025	27	124,02	25,485			

EXTRAITS DE LA SÉRIE DES PRIX

DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DES ARCHITECTES

Communiqués par le Syndicat général de la Construction électrique.

Coefficients à appliquer sur les prix de la série du 15 octobre 1924 pour les travaux exécutés à partir du :	1er janvier 1926		1er avril 1926		15 mai 1926		1er août 1926	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Conducteurs électriques : Fils et câbles sous plomb :								
Lumière : 3e et 6e colonnes des nos 58 à 98 et 111 à 121	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Sonnerie : nos 27(1) à 27(11) et 29(1) à 29(11)	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Conducteurs électriques : Fils et câbles autres que sous plomb :								
Lumière et sonnerie	1,38	1,46			1,50	1,60	1,66	1,79
Coefficient s'appliquant à l'ensemble des autres articles de la série	1,28	1,27	1,23	1,30	1,25	1,33	1,33	1,42
Ouvrages ne comportant que de la main-d'œuvre	1,19	1,26			1,27	1,35	1,27	1,35

Coefficients à appliquer sur les prix de la série 1926 pour les travaux exécutés à partir du :	15 oct. 1926	1er nov. 1926	1er déc. 1926	1er janv. 1927	1er fév. 1927	1er mars 1927
Conducteurs électriques autres que sous plomb	1,10	1,02	1,02	1,02	0,85	0,79
Id. sous plomb :						
Lumière : nos 68 à 108 et 122 à 132 (3e et 6e colonnes)	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Sonnerie : nos 29 et 30	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Appareillage :						
Gros appareillage : nos 180 à 201 et 377 à 430	1,27	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
Appareillage de branchement : nos 202 à 212 et 320 à 323	1,31	1,41	1,41	1,34	1,26	1,26
Autres articles de la série	1,21	1,23	1,20	1,20	1,15	1,15
Articles ne comportant que de la main-d'œuvre	1,07	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17

Prix de l'heure à partir du :	1er janvier 1926		15 mai 1926			1er novembre 1926	
	élémentaires	de réglement	élémentaires	de réglement (1)	de réglement (2)	élémentaires	de réglement
Heure d'ouvrier téléphoniste, monteur et ajusteur	4 fr	5,90 fr	4,25 fr	6,25 fr	6,60 fr	4,75 fr	7,40 fr
Id d'ouvrier électricien poseur	3,75	5,50	4	5,90	6,25	4,25	6,60
Id d'aide électricien poseur	3,25	4,80	3,50	5,15	5,45	3,75	5,85

(1) Les coefficients de la colonne (1) s'appliquent aux travaux traités avant le 1er janvier 1926.
(2) Les coefficients de la colonne (2) s'appliquent aux travaux traités après le 1er janvier 1926.

Lampes à grilles fractionnées à capacité variable et modifiable, 14 avril 1926.

628 608*. — BERNIER (A.-J.); Moteur électrique pour toutes applications, 14 avril 1926.

628 614*. — SOCIÉTÉ ARNOUX, VEUVE CHAUVIN ET Cie; Appareil permettant de mesurer, par lecture directe de différents éléments d'un circuit complexe sous courant alternatif, 15 avril 1926.

628 618*. — Société dite : SOCIÉTÉ ANONYME DES ACCUMULATEURS MONOPLAQUES; Système d'isolement pour plaques d'accumulateurs électriques, 15 avril 1926.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 24 sept. 1927	samedi 1er oct. 1927	différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	72 fr	72 fr	0
Id U id	100 kg	77	77	0
Cornières	100 kg	75	75	0
Larges plats	100 kg	93	93	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	16 1/4 d	16 1/8 d	— 1/8 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	688	719	+ 31 fr
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	807,50	804,50	— 3
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 031	1 028	— 3
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	1 026	1 023	— 3
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris (1)	100 kg	1 031	1 028	— 3
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris (1)	100 kg	1 380	1 375	— 5
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris (1)	100 kg	6 730	6 725	— 5
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 605	3 617	+ 12
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	manque	manque	
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	532,50	532,50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
{ pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { épaisseur 7/100 mm	le mètre	5	5	0
{ Id 10/100 mm	linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	304	292	— 12
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	320	325	+ 5
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		200	200	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	386,25	378,50	— 7,75
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

NOTA. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication,

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 24 sept. 1927	samedi 1er oct. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	165	165	0

(1) ERRATUM. — Rectifier comme il suit les cours indiqués pour ces 3 matières :

	10 septembre 1927	17 septembre 1927	24 septembre 1927
Cuivre tréfilé	1031	1031	1031
Fil de cuivre guipé 2 couches coton	1310	1310	1380
Fil de cuivre guipé 1 couche soie	6730	6730	6730

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Commémoration du Centenaire de la mort de Fresnel. — Pour honorer la mémoire du grand physicien français Augustin-Jean Fresnel, mort en 1827 à l'âge de 39 ans, une séance solennelle et des conférences auront lieu à la Sorbonne les 28 et 29 octobre 1927. Voici le programme de ces manifestations.

Jeudi 27 octobre 1927, 20 h 30. Grand amphithéâtre de la Sorbonne. Séance solennelle, en présence de M. le Président de la République française sous la présidence du ministre de l'Instruction publique assisté du ministre des Travaux publics.

La vie et l'œuvre de Fresnel, par Ch. Fabry, membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne, directeur de l'Institut d'Optique.

Allocution de M. Eydoux, directeur des Etudes à l'Ecole polytechnique.

Allocution du directeur du Service des Phares et Balises.

Vendredi 28 octobre 1927, 20 h 30. Amphithéâtre de physique de la Sorbonne. Conférence sur *Augustin Fresnel et son influence sur la physique moderne*, par P. Zeeman, correspondant de l'Institut, professeur à l'Université d'Amsterdam.

Vendredi 28 octobre 1927, 15 heures. Visite au Service des Phares et Balises, 43, avenue du Président-Wilson, Paris, 16e, où sont exposés les phares et appareils lenticulaires inventés par Fresnel.

Samedi 29 octobre 1927, 20 h 30. Amphithéâtre de physique de la Sorbonne. Conférence sur *L'œuvre de Fresnel et l'évolution actuelle de la physique*, par Louis de Broglie, docteur ès sciences.

La consommation mondiale d'engrais azotés artificiels durant l'exercice 1926-1927. — La fabrication de l'ammoniaque synthétique étant susceptible de devenir un grand débouché pour l'industrie électrique, surtout depuis l'application des cellules Knowles pour la production par voie électrique de l'hydrogène nécessaire à cette synthèse, il nous a paru intéressant de donner un aperçu des quantités énormes de produits que cette industrie nouvelle est susceptible d'écouler.

Voici, d'après le « Bulletin quotidien » de la Société d'Études et d'Informations économiques quelques renseignements sur la consommation et la provenance des engrais azotés pendant l'exercice 1926-1927.

D'après les évaluations qui ont été publiées jusqu'ici, la consommation mondiale d'engrais azotés artificiels aurait nettement augmenté durant l'exercice 1926-1927 (1er juillet 1926 au 30 juin 1927). Cette remarque vaut aussi bien pour les engrais proprement synthétiques, comme le sulfate d'ammonium, la cyanamide calcique, le nitrate de calcium, que pour le sulfate d'ammonium obtenu dans les cokeries, lors de la récupération des sous-produits de charbon.

D'après la « Rheinische westfälische Zeitung » du 11 août 1927, la consommation mondiale d'engrais azotés artificiels de toute sorte se serait élevée durant l'exercice 1926-1927 à 1 315 000 t d'azote pur contre 1 206 000 t en 1925-1926 et 1 088 000 t en 1924-1925. Ces quantités se répartiraient ainsi :

	1924-1925	1925-1926	1926-1927
	milliers de tonnes		
Engrais azotés synthétiques	430	583	734
Engrais azotés de récupération	275	300	310
Nitrate de sodium chilien	363	323	271
Total	1 068	1 206	1 315

La consommation d'engrais azotés synthétiques a donc augmenté de 22 pour 100 en 1926-1927 par rapport à 1925-1926. Celle des engrais de récupération progresse beaucoup plus lentement, car elle est intimement liée à l'activité métallurgique. Quant aux nitrates naturels, leur consommation décroît d'année en année. Le bon marché des engrais azotés synthétiques ruine la production chilienne.

Le gouvernement chilien s'intéresse d'ailleurs de plus en plus au sort de l'industrie des nitrates et il se propose éventuellement de faciliter l'exportation en abaissant les droits de sortie, qui constituent, comme on le sait, le plus clair de ses revenus. On dit d'ailleurs que depuis quelque temps, les débouchés se seraient améliorés et que plusieurs « officinas » auraient été remises en exploitation. On ignore si le procédé de la lessive à froid, qui abaisserait de 50 pour 100, les frais de production du nitrate, a déjà été appliqué dans quelques « officinas » du consortium Guggenheim. Il semble bien que les essais ne soient pas terminés, à moins qu'ils n'aient pas donné le résultat désiré. En tout cas les producteurs chiliens déploient depuis quelque temps tous leurs efforts pour sortir de leur situation précaire et reconquérir les débouchés qu'ils ont perdus au cours des deux dernières années. Il est douteux qu'ils y parviennent, car beaucoup de pays, qui consommaient autrefois du nitrate de sodium, se

sont habitués depuis lors aux engrais synthétiques; d'ailleurs, en pareil cas, c'est la question du prix qui joue le rôle capital.

Au surplus, même une augmentation notable de la consommation de nitrate chilien ne saurait nuire de façon appréciable à la production des engrais azotés synthétiques, attendu que la consommation mondiale totale d'azote va sans cesse en augmentant, comme nous l'avons vu plus haut. L'agriculture comprend de mieux en mieux l'utilité de cette sorte d'engrais.

Sir Alfred Mond, le directeur du grand trust chimique anglais, ne paraît plus avoir de confiance dans l'avenir des nitrates chiliens. La « Kölnische Zeitung » du 12 août 1927 publie une déclaration de lui, de laquelle il résulte que le trust anglais développe actuellement sa production d'azote. La fabrique de Billingham livre actuellement 65 t d'azote par jour : on espère porter cette quantité, au début de 1928, à 165 t.

Quant à la production totale allemande, de beaucoup la plus importante du monde, on l'estime pour l'exercice 1926-1927 à 580000 t d'azote pur, se décomposant selon la répartition suivante pour les différents produits d'engrais :

Sulfate d'ammonium synthétique........	355 000 t
Sulfate d'ammonium de récupération.....	60 000
Cyanamide calcique....................	70 000
Nitrate de calcium....................	60 000
Nitrate de sodium synthétique..........	15 000
Divers................................	20 000
Total.................	580 000 t

L'agriculture allemande consomme de plus en plus d'engrais azotés : 390000 t en 1926-1927 contre 330000 en 1925-1926, 340000 en 1924-1925, 255000 en 1923-1924 et 185000 en 1913-1914. Non seulement l'industrie indigène peut à l'heure actuelle assurer la quasi totalité de cette consommation, mais, de plus, elle a exporté 190000 t d'azote en 1926-1927, soit 70 pour 100 de l'exportation chilienne de nitrate de sodium.

Pour l'exercice 1927-1928, on escompte un nouveau développement de la production allemande d'engrais azotés synthétiques. L'I. G. Farbenindustrie A. G. a agrandi son usine de Plesteritz et la mine du Mont-Cenis doit commencer sa production sur une grande échelle à partir d'octobre 1927.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — LES POSSIBILITÉS DE VENTE AU CAMEROUN DES GROUPES ÉLECTROGÈNES DE 1 A 5 CHEVAUX. — Dans le « Bulletin trimestriel de l'Association amicale des anciens Elèves de l'Ecole d'Electricité industrielle de Paris » (Ecole Charliat), fascicule 35, M. P. Deville publie, en vue de faire connaître à ses camarades les conditions de la vie dans cette ancienne colonie allemande dont l'administration a été confiée à la France et à la Grande-Bretagne par la Société des Nations, des « Notes de voyage » dans lesquelles les ingénieurs qui seraient amenés à y séjourner trouveront des renseignements fort intéressants. Nous relevons dans ces notes le passage suivant concernant l'éclairage de Douala, port principal de la colonie, qui montre que cette ville offre des débouchés pour le placement de groupes électrogènes de faible puissance.

« Les Allemands avaient commencé l'installation de l'éclairage de la ville par l'électricité, mais ils démolirent tous les appareils et les pylônes avant d'évacuer le territoire. Depuis, nous n'avons encore rien rétabli et la ville est plongée dans l'obscurité depuis 19 h 30 jusqu'à 4 heures.

» Dans la maison, l'éclairage est réalisé à l'aide de lampes à essence ou à pétrole sous pression. Au cours de mon séjour, j'ai eu l'occasion de voir bien des factoriens qui réclament le petit groupe électrogène de 1 à 5 chevaux, parfaitement étanche, avec mise en marche automatique à distance. Les contacts d'allumage devraient être très robustes et étanches aussi, car l'humidité est considérable. Des firmes américaines ont en dépôt quelques groupes usagés, bien vite vendus. Il serait à souhaiter que des firmes françaises envoient, à défaut d'appareils, des prospectus et des catalogues dans les différentes factoreries; le débouché y serait très important. Il n'existe actuellement aucun installateur électricien, et si un groupe voulait envoyer là-bas un représentant sérieux, il pourrait s'y créer une très jolie situation.

» Je ne parle pas de création d'usines électriques, l'industrie locale actuelle ne justifiant pas avant quelques années cette nécessité ».

CONCESSION D'UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE AUX SERVICES PUBLICS DANS LE DÉPARTEMENT D'EURE-ET-LOIR ET DE L'EURE, ACCORDÉE PAR L'ETAT. — Le « Journal officiel » du 11 septembre 1927 publie, pages 9677-9682, la convention en date du 28 avril 1927, passée entre le garde des Sceaux, ministre de la Justice, ministre des Travaux publics par intérim, d'une part, et la Société de Distribution d'Electricité de l'Ouest, dont le siège est à Paris, 6, rue de Pétrograd, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour la distribution de l'énergie électrique :

1° Aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers;

2° Aux services publics organisés en vue de l'alimentation en énergie des services publics énumérés au paragraphe précédent.

Au moyen d'ouvrages et de canalisations exécutés dans la zone s'étendant sur tout ou partie des départements d'Eure-et-Loir et de l'Eure.

La concession ne fait pas obstacle à ce que, dans la même zone, des permissions de voirie ou d'autres concessions soient accordées dans les conditions de la loi du 15 juin 1906.

L'énergie sera produite dans l'usine de la société à Aube (Orne), sous forme de courant alternatif triphasé. Le concessionnaire aura la faculté d'acheter à d'autres producteurs ou de produire lui-même dans d'autres usines tout ou partie de l'énergie qui lui sera nécessaire.

L'Etat aura le droit, à toute époque, de faire mettre à la disposition du concessionnaire de l'énergie réservée aux bornes d'une usine hydraulique concédée.

Un poste abaisseur 30000/5000 v est établi sur le territoire de la commune de Saint-Remy et alimente la ligne 5500 v Saint-Remy-Saint-Lubin-Nonancourt.

La tension du courant, mesurée aux points d'utilisation en service normal sera de 5500 v, avec une tolérance de 5 pour 100 en plus ou en moins.

La fréquence du courant distribué en service normal est fixé à 50 p : s, avec une tolérance de 5 pour 100 en plus ou en moins.

CONCESSION D'UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE AUX SERVICES PUBLICS DANS LES DÉPARTEMENTS DE L'ISÈRE ET DE LA SAVOIE, ACCORDÉE PAR L'ETAT. — Le « Journal officiel » du 11 septembre 1927 publie, pages 9682-9686, en date du 30 août 1927, la convention passée entre le garde des Sceaux, ministre de la Justice, ministre des Travaux

publics par intérim, d'une part, et la Société hydroélectrique du Guiers, dont le siège est à Grenoble, 37, rue Diderot, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour la distribution de l'énergie électrique :

1° Aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers;

2° Aux services publics organisés en vue de l'alimentation en énergie des services publics énumérés au paragraphe précédent.

Au moyen d'ouvrage et de canalisations exécutés dans la zone s'étendant sur tout ou partie des départements de l'Isère et de la Savoie.

La concession comprend également les canalisations reconnues nécessaires à l'alimentation de la distribution et allant de l'usine hydroélectrique de La Bridoire à la limite de la commune de Saint-Béron (Savoie).

La concession ne fait pas obstacle à ce que, dans la même zone, des permissions de voirie ou d'autres concessions soient accordées dans les conditions de la loi du 15 juin 1906.

L'État aura le droit, à toute époque, de faire mettre à la disposition du concessionnaire, de l'énergie réservée aux bornes d'une usine hydraulique concédée.

Le courant distribué sera du courant alternatif triphasé, à la fréquence de 50 p : s ; il sera fourni par la Société générale de Force et Lumière, par la Société hydroélectrique de La Bridoire et par la Société des Tissages du Val-d'Ainan.

Le concessionnaire restera libre de produire lui-même son énergie ou de se fournir de toute autre manière au cours de la concession.

La tension du courant, mesurée aux points d'utilisation en service normal sera de 15 000 v, avec une tolérance de de 75 pour 100 en plus ou en moins.

La fréquence du courant distribué en service normal est fixée à 50 p : s avec une tolérance de 5 pour 100 en plus ou en moins.

Décret approuvant la concession a la Société hydroélectrique de l'Afrique du Nord d'un réseau de distribution d'énergie électrique aux services publics dans le département d'Alger. — Le « Journal officiel » du 11 septembre 1927 publie, pages 9666-9672, le décret en date du 31 août 1927, approuvant la convention en date du 9 décembre 1926 passée entre le préfet du département d'Alger, d'une part, et la Société hydroélectrique de l'Afrique du Nord, dont le siège est à Alger, 2, chemin de la Solidarité, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour la distribution de l'énergie électrique :

1° Aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers;

2° Aux services publics organisés en vue de l'alimentation en énergie des services publics énumérés au paragraphe précédent, au moyen d'ouvrages et de canalisations exécutés dans la zone du département d'Alger.

La concession comprend également les canalisations reconnues nécessaires à l'alimentation de la distribution et allant d'Alger à Tablat.

La concession ne fait pas obstacle à ce que, dans la même zone, des permissions de voirie ou d'autres concessions soient accordées dans les conditions de la loi du 15 juin 1906.

Le courant sera alternatif triphasé. L'énergie proviendra des usines hydroélectriques de l'Oued-el-Berd, elle sera régularisée par une ou plusieurs usines thermiques de la région ou de la région algéroise.

La colonie aura le droit, à toute époque, de faire mettre à la disposition du concessionnaire de l'énergie réservée aux bornes d'une usine hydraulique concédée.

Le concessionnaire aura la faculté d'acheter de l'énergie aux usines électriques auxquelles son réseau pourrait être raccordé. Les usines génératrices ne font pas partie de la concession.

Dès l'origine, les postes centraux alimentant la distribution seront au nombre de deux : l'un, à l'Oued-el-Berd (commune mixte de Maillot), l'autre, à l'usine génératrice thermique régularisatrice. Ils recevront l'énergie à la tension du réseau de distribution de la société hydroélectrique de l'Afrique du Nord.

La fréquence du courant distribué en service normal est fixée à 50 p : s, avec une tolérance de 5 pour 100 en plus ou en moins.

Décret approuvant la concession a la Société hydroélectrique de La Cère, d'une ligne de transmission d'énergie électrique de Lamativie a Laval-de-Cère et Viviez. — Le « Journal officiel » du 11 septembre 1927, publie, pages 9672-9677, le décret en date du 3 septembre 1927 approuvant la convention en date du 29 juin 1927 passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société hydroélectrique de La Cère dont le siège est à Paris, 79, rue de Monceau, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour la construction et l'exploitation d'une ligne de transmission d'énergie électrique partant de l'usine électrométallurgique de Laval-de-Cère, située dans la commune de Cagnac (Lot), pour aboutir aux établissements métallurgiques de la Vieille-Montagne, sur le territoire de la commune de Viviez (Aveyron) en passant par l'usine dite de Lamativie, située dans la commune de Camps (Corrèze).

Cette ligne empruntera le territoire des communes de Gagnac, Cahus, Camps, Lamativie, Calviac, Sousceyrac, Senaillac, Gorces, Latronquière, Lauresses, Saint-Cirgues, Linac, Bagnac, Montredon, Livignac, Boisse-Penchot, Viviez.

La ligne comportera six conducteurs de cuivre de 50 mm² de section.

La ligne fonctionnera à la tension normale de 60000 v entre conducteurs.

La puissance maximum transmissible sur la ligne à six conducteurs sera de 20000 kw avec un facteur de puissance de 0,80. La longueur sera d'environ 65 km.

Le poste de transformation reliant l'usine de Lamativie à la ligne fera partie de la concession.

Il sera établi trois postes de coupure, un à l'usine électrométallurgique de Laval-de-Cère, un autre à Viviez, un troisième à La Tronquière. Ces postes de coupure feront partie de la concession.

Si l'usine hydroélectrique de Laval-de-Cère vient à être reliée à la ligne qui fait l'objet de la présente concession, le poste élévateur de Laval-de-Cère et le raccordement à ladite ligne feront partie de la concession de transmission.

L'objet principal de l'entreprise sera la transmission de l'énergie en provenance de l'usine de Lamativie appartenant à la société concessionnaire, aux établissements métallurgiques de Viviez appartenant à la Société de la Vieille-Montagne, d'une part, et à l'usine électrométallurgique de Laval-de-Cère appartenant à la Société des Aciéries et Forges de Firminy, d'autre part.

La tension du courant mesurée aux points d'utilisation en service normal, sera de 60000 v avec tolérance de 10 pour 100 en plus ou en moins.

La fréquence du courant transmis en service normal est fixée à 50 p : s.

Décret approuvant la concession, avec déclaration d'utilité publique, d'un réseau de distribution d'énergie électrique aux services publics, dans les départements d'Alger et d'Oran. — Le « Journal officiel » du 22 septembre 1927 publie, pages 9950-9956, le décret en date du 31 août 1927, approuvant la convention, en date du 16 décembre 1926, à Paris, et du 4 avril 1927, à Alger, passée entre le gouverneur général de l'Algérie d'une part, et la Société Lebon et Cie, dont le siège est à Paris, 26, rue de Londres, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour la distribution de l'énergie électrique :

1° Aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers ;

2° Aux services publics organisés en vue de l'alimentation en énergie des services publics énumérés au paragraphe précédent, au moyen d'ouvrages et de canalisations exécutés dans les zones s'étendant sur une partie des départements d'Alger et d'Oran.

La concession comprend également les canalisations reconnues nécessaires à l'alimentation de la distribution et allant d'Alger à Blida, de Saoula à Bouïnan et de Cherchell à Novi.

La concession ne fait pas obstacle à ce que, dans les mêmes zones, des permissions de voirie ou d'autres concessions soient accordées dans les conditions de la loi du 15 juin 1906.

Le courant sera du courant alternatif triphasé, provenant de l'usine génératrice d'Alger et éventuellement de celle d'Oran. Il pourra également provenir de l'usine hydraulique de l'Oued-el-Berd concédée par décret du 6 octobre 1923, ou des usines hydrauliques qui existent actuellement dans le bassin du Chéliff, savoir : usine de Kherba, usine des Attafs et usine d'Orléansville.

En cas de besoin, il pourra être fourni par les usines thermiques que le concessionnaire installe à Orléansville, à Vialar et à Relizane et qui fonctionneront comme secours.

La colonie aura le droit, à toute époque, de faire mettre à la disposition du concessionnaire de l'énergie réservée aux bornes d'une usine hydraulique concédée.

La tension du courant sera du type 3 200, 5 500, 10 000, 15 000, 22 000, 30 000, 45 000, 60 000, 75 000, 90 000, 110 000 et 150 000 v.

La tension moyenne d'alimentation de chaque abonné sera indiquée sur sa police, étant entendu que cette tension moyenne pourra s'écarter au maximum de 5 pour 100 en plus ou en moins des tensions types ci-dessus.

En chaque point d'alimentation, les variations de la tension devront être inférieures à 7,5 pour 100 en plus ou en moins de la tension moyenne indiquée sur le contrat de l'abonné.

Le concessionnaire pourra augmenter la tension type des lignes à 3 200, 5 500, 10 000 et 15 000 v pour la porter à une des tensions inférieures ou au plus égales à 22 000 v, mais il aura à supporter les dépenses de toute nature qu'entraînerait, pour l'abonné, cette modification de tension.

La fréquence du courant distribué en service normal est fixée à 50 p : s, avec une tolérance de 5 pour 100 en plus ou en moins.

Décret approuvant la concession d'un réseau de distribution d'énergie électrique sur le territoire de la Ville d'Alger. — Le « Journal officiel » du 22 septembre 1927 publie, page 9950, l'insertion suivante :

« Aux termes d'un décret délibéré en Conseil d'Etat, en date du 11 septembre 1927, a été approuvée la concession accordée par la Ville d'Alger à la Société Lebon et Cie, pour la distribution publique de l'énergie électrique sur le territoire de ladite ville ».

Combustibles. — **La production des houillères françaises pendant le mois d'aout 1927.** — Les houillères françaises ont réalisé, pendant le mois d'août 1927, une production de 4379010 t pour 26 jours de travail, au lieu de 4275702 t en juillet, pour 25 jours de travail (voir *Bulletin R. G. E.*, 17 septembre 1927, t. XXII, p. 83 B).

La régression de la production journalière moyenne et de l'effectif ouvrier enregistrée durant les mois précédents se poursuit ainsi qu'on le voit dans le tableau récapitulatif suivant :

	Production journalière moyenne, en tonnes.	Personnel occupé.
Année 1913.........	136 147	203 208
Janvier 1923.........	121 064	242 566
Janvier 1924.........	144 680	286 804
Janvier 1925.........	160 445	311 991
Janvier 1926.........	170 048	315 204
Janvier 1927.........	185 179	333 151
Juillet 1927.........	171 028	323 438
Août 1927.........	168 423	321 950

Dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais, la production journalière de 108 136 t reste en excédent de 16 839 t sur le niveau de 1913.

Dans le Centre et le Midi, la production de 43394 t par jour de travail est en recul de 1 456 t sur le chiffre de 1913.

Ainsi, l'ensemble des mines situées dans les anciennes frontières a fourni, avec 151 530 t, une extraction journalière en progrès de 15 383 t, soit 11,3 pour 100 sur la situation d'avant-guerre.

Les houillères lorraines ont, en outre, apporté un contingent supplémentaire de 16 893 t par journée de travail.

La production de coke métallurgique dans les cokeries des houillères françaises s'est élevée, pendant le mois d'août, à 330 385 t, dépassant d'environ 85 000 t la valeur moyenne mensuelle de 1913.

Transports et communications. — **Loi concernant la réglementation internationale de la télégraphie.** — Le « Journal officiel » du 1er octobre 1927 publie, page 10 214, une loi, en date du 16 août 1927, « portant approbation : 1° du règlement et des tarifs arrêtés par la Conférence télégraphique internationale de Paris, le 29 octobre 1925 ; 2° des taxes terminales et de transit applicables en France ». A cette loi est annexé le texte du règlement télégraphique international, texte qui occupe 27 pages et que, pour cette raison, nous ne pouvons que signaler à nos lecteurs. Disons toutefois que, quoique ce règlement, dans son ensemble, intéresse spécialement les administrations télégraphiques, certains de ses chapitres intéressent également les usagers, notamment les chapitres concernant la rédaction et le dépôt des télégrammes, les règles pour le compte des mots, les tarifs, la perception des taxes, la procédure à suivre pour l'annulation d'un télégramme, etc. Ajoutons que, dans ses derniers chapitres, le règlement envisage les communications utilisant la transmission pour signaux sémaphoriques, par ondes hertziennes et la téléphonie.

Commerce. — **Réorganisation de l'Office national du Commerce extérieur.** — Le « Journal officiel » du 2 octobre 1927 publie, page 10269, un décret, en date du 28 septembre 1927, « portant réorganisation de l'Office national du Commerce extérieur ».

D'après ce décret, les effectifs du personnel de cet office comprendront : 1 directeur, 2 sous-directeurs, 4 chefs de bureau, 1 agent comptable, 10 chefs de section, 6 rédacteurs principaux et 18 rédacteurs, soit 42 personnes.

Enseignement. — ÉCOLE SUPÉRIEURE DU FROID INDUSTRIEL. — L'Ecole supérieure du Froid industriel, reconnue par l'État, ainsi que nous l'avons annoncé dans notre « Bulletin R. G. E. » du 26 mars 1927, t. XXI, p. 104 B, et dont les cours sont organisés d'accord avec l'Association française du Froid, constitue le seul institut supérieur du froid existant en France. La réouverture des cours de cette école, annexée à l'Ecole des Travaux publics, aura lieu le lundi 17 octobre 1927.

COURS D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE. — La réouverture des cours d'éclairage électrique aboutissant au certificat d'études spéciales d'éclairage aura lieu, pour l'année scolaire 1927-1928, le lundi 24 octobre 1927. Ces cours sont faits deux fois par semaine, le soir, de 20 h 30 à 21 h 30, à l'Ecole des Travaux publics, 3, rue Thénard; ils donneront lieu, comme l'année dernière, à l'attribution de prix offerts par la Compagnie des Lampes.

Exposition. Congrès. — SALON DES SCIENCES ET DES ARTS. — Sous le nom de Salon des Sciences et des Arts, une exposition, organisée par le Comité français des Expositions, se tiendra du 9 au 23 décembre 1927, à Paris dans le Grand Palais (Champs-Elysées).

Cette exposition comprendra 14 groupes, qui sont les suivants :

Photographie ;
Cinématographie ;
Optique générale ;
Jumelles et lunetterie ;
Instruments de précision ;
Matériel d'électroradiologie ;
Horlogerie, Application de l'électricité à l'horlogerie ;
Mobilier et instruments de l'art médical et chirurgical, Odontologie, Pasteurisation, Désinfection, Hygiène ;
Installations de laboratoires scientifiques et industriels, Produits chimiques ;
Matériel d'enseignement, Librairie scientifique, Photogravure et Lithographie ;
Machines à calculer, Machines à écrire, Papiers, Articles de dessin en bois ;
Machines parlantes ;
Machines-outils de précision, Outillage et Décolletage de précision, Produits divers ;
Applications scientifiques et industrielles de l'électricité, Lampes électriques, piles, accumulateurs.

Pour tous renseignements concernant la participation à cette exposition, s'adresser au président du Salon des Sciences et des Arts, 42, rue du Louvre, à Paris (1er).

CONGRÈS DES MATIÈRES PREMIÈRES (BERLIN, 1927). — Un Congrès des Matières premières aura lieu du 22 octobre au 13 novembre 1927, à Berlin. Au cours de ce congrès, une exposition des matières premières aura lieu dans le grand hall au Kaiserdamm, où plus de 200 machines d'essais seront en fonctionnement.

Différents rapports seront présentés pendant les séances qui se tiendront à l'Ecole polytechnique de Charlottenburg. Ces rapports seront répartis en trois groupes : 1° acier et fer ; 2° métaux ; 3° isolants électrotechniques.

Voici les sous-divisions qui se rapportent à l'industrie électrotechnique : le fer et l'acier en qualité de matières premières de construction en électrotechnique ; les métaux en qualité de matériaux de construction en électrotechnique ; les matières isolantes de l'électrotechnique.

Pour tous renseignements, s'adresser à la Geschäftsstelle der Werkstofftagung à Berlin, N. W. 7, Ingenieurhaus.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — PROCÉDÉS SAUTER. — Telle est la nouvelle dénomination adoptée par la société à responsabilité limitée Société pour l'Exploitation des Procédés Sauter, à la suite de sa transformation en société anonyme.

Elle continue à avoir pour objet la fabrication et la vente de tous appareils électriques ainsi que d'appareils de chauffage par accumulation construits par la firme F.-R. Sauter, de Bâle.

Le siège est établi à Saint-Louis (Haut-Rhin) et le capital est de 1 250 000 fr en actions de 500 fr.

Augmentation de capital. — SOCIÉTÉ ANONYME DES ACCUMULATEURS MONOPLAQUES. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 10 octobre 1927, page 917, cette société, dont le siège est à Colombes (Seine), 77 à 81, boulevard Marceau, va porter son capital à 5 millions de francs au moyen de la création de 18 000 actions nouvelles de 100 fr chacune à émettre contre versement de numéraire au taux de 115 fr et dont 16 875 actions seront de catégorie A et 1 125 actions seront de catégorie B.

La souscription de ces actions est réservée par préférence aux anciens actionnaires.

SOCIÉTÉ DE DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ DE L'OUEST. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 10 octobre 1927, page 919, cette société, dont le siège est à Paris, 21, place de la Madeleine, va procéder à l'émission de 30 000 obligations de 500 fr, rapportant un intérêt annuel de 6,5 pour 100, net de tous impôts français présents et futurs, à l'exception des droits de transmission de transfert et de conversion qui restent à la charge des obligataires.

Ces 30 000 obligations sont amortissables en 35 ans, conformément au tableau d'amortissement qui sera imprimé au dos des titres, soit au pair par tirages au sort annuels, soit par rachats en bourse au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon.

La société se réserve, en outre, la faculté d'amortir par anticipation, à partir du 15 octobre 1929, au pair, lors de chaque échéance de coupons, par voie de tirages au sort supplémentaires.

SOCIÉTÉ ARTÉSIENNE DE FORCE ET LUMIÈRE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 3 octobre 1927, page 900, cette société, dont le siège est à Paris, 97, rue de Lille, va procéder à l'émission d'un nombre maximum de 32 000 obligations à 7 pour 100, de 500 fr chacune; ces obligations rapporteront un intérêt annuel de 7 pour 100 l'an, soit 35 fr.

Le payement des coupons et le remboursement des titres seront effectués nets de tous impôts français présents et futurs, exception faite de la taxe de transmission, dont le montant sera déduit du payement des coupons sur les titres au porteur.

Les obligations seront amortissables en dix ans au maximum, à partir du 1er octobre 1932, suivant un tableau d'amortissement inscrit sur les titres, soit au pair, par tirages au sort annuels, soit par voie de rachat en Bourse,

au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon.

Divers. — ÉLECTRICITÉ DE LA SEINE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 10 octobre 1927, page 911, cette société, dont le siège est à Paris, 75, boulevard Haussmann, vient de procéder à l'introduction à la cote de la bourse des 200 000 actions de priorité, n°s 1 à 200 000, ainsi que des 20 000 parts de fondateur, n°s 1 à 20 000.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE D'ÉNERGIE HYDROÉLECTRIQUE (SIDRO). — Le rapport du conseil d'administration présenté à l'assemblée ordinaire du 4 octobre 1927, dont nous avons donné un compte-rendu succinct dans notre numéro du 1er octobre 1927, p. 102 B, donne les renseignements suivants sur l'activité de la société durant l'exercice écoulé.

En ce qui concerne le rendement du portefeuille, indépendamment de leur intérêt privilégié de 7 dollars (payable par fractions trimestrielles de 1 3/4 dollar) les actions privilégiées de la Barcelona Traction, Light and Power C° Ltd ont perçu, le 30 juin dernier, un dividende supplémentaire de 1 dollar pour le premier semestre de l'année en cours; à cette même date il a été réparti, pour la première fois, aux actions ordinaires, un demi-dollar à titre d'acompte sur dividende. Il a paru utile au conseil de renforcer quelque peu l'intérêt de la société dans la Barcelona Traction et il a acquis à des conditions favorables un certain nombre d'actions de cette compagnie. Poursuivant la réalisation de son programme, la société a, d'autre part, augmenté fortement l'intérêt qu'elle possédait déjà, tant comme obligataires que comme actionnaires, dans la Mexican Light and Power C° Ltd et dans la Mexico Tramways C°.

A la Barcelona Traction, les travaux entrepris aux ouvrages hydrauliques de Candella se sont poursuivis normalement et il est permis d'espérer qu'ils seront terminés au cours de la présente année; on évalue à 30 000 000 kw-h l'appoint supplémentaire d'énergie dont disposera annuellement la compagnie après l'achèvement de ces travaux, dont le coût total ne dépassera pas 4 millions de pesetas.

En ce qui concerne la Mexican Light and Power C° Ltd, malgré les circonstances défavorables, les bénéfices ont été légèrement supérieurs à ceux de l'exercice antérieur. La production totale d'énergie des usines de la société s'est élevée, en 1926, à 593 472 460 kw-h, contre 560 664 705 kw-h en 1925. La compagnie a commencé la construction des ouvrages hydrauliques nécessaires à l'établissement, sur la rivière Lerma, d'une nouvelle usine hydroélectrique de 100 000 ch.

Le rapport signale encore que la Société d'Electricité de la Région de Malmédy (Serma) poursuit activement la réalisation de son programme ; la construction des ouvrages hydrauliques qu'elle a entreprise s'effectue dans des conditions tout à fait satisfaisantes. Cette société qui s'était déjà assuré le contrôle de la Société anonyme centrale d'Electricité, Eau et Gaz de Malmédy, a pris également des participations importantes dans la Compagnie d'Electricité des Ardennes et la Société centrale électrique de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

ÉLECTRICITÉ DE L'EST DE LA BELGIQUE. — Les comptes de l'exercice 1926-1927 seront soumis aux actionnaires le 20 octobre 1927. Ils laissent apparaître un bénéfice net de 3 580 271 fr, contre 2 948 948 fr en 1925-1926, et ce, après affectation de 2 770 379 fr aux amortissements, contre 1 481 095 fr précédemment. Les dividendes bruts des actions de capital privilégiées et ordinaires seront portés de 47,50 fr à 55 fr ; les dixièmes de parts de fondateur recevront 169,40 fr brut, contre 127 fr.

ÉLECTRICITÉ DE L'OUEST DE LA BELGIQUE. — Après affectation de 1 858 747 fr aux amortissements contre 1 million 108 499 fr l'an dernier, le solde bénéficiaire de l'exercice 1926-1927 ressort à 2 686 196 fr, contre 1 970 862 fr en 1925-1926. Le conseil proposera à l'assemblée ordinaire du 20 octobre 1927 de porter le dividende brut des actions de capital privilégiées et ordinaires de 40 à 50 fr et celui des dixièmes de parts de fondateur de 34 fr à 56,50 fr.

SOCIÉTÉ INTERCOMMUNALE BELGE D'ÉLECTRICITÉ. — Les comptes de l'exercice 1926-1927 laissent apparaître, après déduction des charges financières et affectation de 15 millions 882 422 fr aux amortissements, contre 7 724 065 fr l'an dernier, un solde disponible de 19 168 365 fr, contre 15 501 332 fr pour l'exercice 1925-1926. Les dividendes proposés par le conseil à l'assemblée ordinaire du 20 octobre 1927 seront de 67,50 fr brut pour les actions de capital anciennes et de 47,20 fr pour les centièmes de parts de fondateur, contre respectivement 62,50 fr et 41,65 fr brut l'an dernier.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

628 620*. — Société anonyme dite : FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE JEUMONT; Relais électrique, 15 avril 1926.

628 638. — LEROY (G.-G.-E.); Perfectionnements aux dispositifs de montage des lampes électriques avec réglage par rapport à un réflecteur, 5 février 1927.

628 642. — LECOQ (M.-R.-L.); Rhéostat interrupteur à plusieurs directions, 7 février 1927.

628 645. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux systèmes de protection des circuits et des machines électriques, 7 février 1927.

628 656. — SHOTTER (G.-F.), HILL (E.-W.); Perfectionnements aux compteurs de consommation maxima, pour courant alternatif, 7 février 1927.

628 662. — SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE POUR LA FABRICATION D'APPAREILS DE MESURE; Perfectionnements apportés à la consommation des transformateurs, 7 février 1927.

628 666. — Société dite : OSA PARTICIPATIONS INDUSTRIELLES; Moyens de fixation du culot dans les lampes électriques à incandescence et les vases de verre fermés analogues, 7 février 1927.

628 668. — PENNOCK (A.), PETCHOKWSKY (M.); Nouveau montage récepteur de télégraphie sans fil à résistance, 7 février 1927.

628 687. — Société dite : SIEMENS SCHUCKERT WERKE G. M. B. H.; Aspirateur de poussière à récipient commandé par voie électrique, 8 février 1927.

628 689. — Société dite : PREMIER LABORATORY C°; Perfectionnements aux haut-parleurs, 8 février 1927.

628 691. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnement aux modes de réglage des condensateurs, 8 février 1927.

628 692. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements au générateur d'oscillations à élément piézoélectrique, 8 février 1927.

628 703. — Société dite : IGRANIC ELECTRIC C° LTD; Perfectionnements aux bobines d'inductance particulièrement applicables aux appareils de télégraphie sans fil, 8 février 1927.

tèmes de réglage des circuits et machines électriques, 11 octobre 1926.

32 393/609 219. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; 1er cert. d'add. au brevet pris le 29 décembre 1925, pour dispositif indicateur sélectif de pertes à la terre sur une section d'un réseau électrique à haute tension, 13 octobre 1926.

32 394/605 453. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 1er cert. d'add. au brevet pris le 8 juin 1926, pour perfectionnements aux transformateurs électriques, 13 octobre 1926.

32 396/617 199. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 1er cert. d'add. au brevet pris le 8 juin 1926, pour perfectionnements aux transformateurs électriques, 14 octobre 1926.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Société des Ingénieurs civils de France :

Vendredi 21 octobre 1927, 20 h 30. Hôtel de la Société des Ingénieurs civils de France, 19, rue Blanche, Paris. — Séance ordinaire.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 1er oct. 1927	PRIX samedi 8 oct. 1927	PRIX différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	72 fr	72 fr	0
Id U id	100 kg	77	77	0
Cornières	100 kg	75	75	0
Larges plats	100 kg	93	93	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	16 1/8 d	16 d	— 1/8 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	719	707	— 12 fr
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	804,50	807	+ 2,50
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 028	1 030	+ 2
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	1 023	1 025	+ 2
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 028	1 030	+ 2
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 375	1 377	+ 2
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 725	6 727	+ 2
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle — blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle — noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 617	3 637	+ 20
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	manque	420	
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	532,50	532,50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine — pour haute tension	100 kg	325	325	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine — pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm — épaisseur 7/100 mm	le mètre linéaire	5	5	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm — Id 10/100 mm	le mètre linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	292	292,50	+ 0,50
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	325	325	0
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		200	200	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	378,50	378,50	0
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

Nota. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 1er oct. 1927	samedi 8 oct. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	165	166	+ 1



Disjoncteur-Conjoncteur horaire

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

La Semaine de Discussions de la Société française des Electriciens. — Ainsi que nous l'avons annoncé dans notre numéro du 27 août 1927, t. XXII, p. 289, la Semaine de Discussions organisée par la Société française des Electriciens se tiendra du 24 au 30 octobre 1927.

D'après le programme définitif qui vient d'être publié, il y a lieu de faire les quelques rectifications suivantes à celui que nous avons donné dans le « Bulletin R. G. E. » du numéro précité, page 87 B.

Lundi 24 octobre. — Aux communications déjà signalées, sont ajoutées les deux suivantes :

Signification physique de la tension de réactance dans les machines à champ tournant, par M. Le Monnier.

Note sur la récente méthode de M. Blondel pour la mesure de la déformation des courbes d'alternateurs, par M. de la Gorce.

Mardi 25 octobre. — A la communication de M. Waguet, il y a lieu d'ajouter les trois suivantes :

Mesure pratique de la valeur d'éblouissement d'une source lumineuse, par M. M. Leblanc.

Détermination d'une base scientifique pour la fixation des minima d'éclairement recommandés, par M. M. Leblanc.

L'éclairage des studios par lampes à incandescence survoltées, par M. Abgrall.

Jeudi 27 octobre. — Les communications de M. Lavanchy et de M. Pestarini ne sont pas mentionnées sur le nouveau programme.

Vendredi 28 octobre. — Sur les quatre communications annoncées dans notre revue, deux seulement, celles de M. Le Corbeiller et de M. Gosselin sont maintenues sur le nouveau programme.

Samedi 29 octobre. — Les communications signalées sont remplacées par les suivantes :

Machines à courant continu avec ou sans collecteur, par MM. Janet et Bunet.

Erreur introduite par les transformateurs dans la mesure d'une puissance et d'une énergie, par M. Iliovici.

Détermination des densités de courant admissibles en raison des échauffements dans les conducteurs isolés au caoutchouc, par M. Lemenand.

La production et l'emploi de l'aluminium. — L'industrie de l'aluminium intéresse au plus haut point l'industrie électrique en raison de la grande quantité d'énergie électrique que l'on utilise maintenant pour l'élaboration de ce métal.

La production d'aluminium ne cesse de se développer à mesure que se multiplient ses applications et que se généralise l'emploi du métal léger et de ses alliages. Parmi les applications nouvelles, celles qui concernent l'automobile et le matériel de chemin de fer ouvrent des perspectives particulièrement importantes. On parle d'un nouveau type de voitures Ford qui comporterait un emploi de 48 à 50 kg d'aluminium.

Quant à l'emploi de l'aluminium dans les installations électrotechniques, une étude de l'ingénieur Schmitt de la Lautawerk, dans la « Gazette de Francfort » du 12 août 1927, arrive à cette conclusion que l'aluminium peut être avantageusement substitué au cuivre dans la plupart des cas où le cuivre est employé.

La comparaison entre les deux métaux montre que la conductibilité électrique de l'aluminium est évidemment moindre que celle du cuivre, mais si l'on tient compte de la différence des prix qui est comme de 1 à 1,65 on peut dire qu'économiquement la proportion est renversée et que l'aluminium, à prix égal, a une conductibilité supérieure de 20 pour 100 à celle du cuivre. De même pour la résistance mécanique, si l'on tient compte de la différence des poids spécifiques : les fils d'aluminium moins résistant que ceux de cuivre ont cependant une portée supérieure de 55 pour 100. L'emploi de fils d'aluminium pour la construction des lignes n'est devenu courant en Allemagne que depuis 1917, et a pris depuis lors une grande extension, notamment pour les lignes à haute tension : sur près de 1 900 km de lignes de transmission d'énergie électrique existant en Allemagne au 1er octobre 1926, 6 775 km étaient en aluminium, 600 km en aluminium-acier. Près de la moitié des lignes construites dans les 10 dernières années sont en aluminium.

Etant connu que l'aluminium est le seul des métaux non ferreux pour lequel l'industrie française n'est pas tributaire de l'étranger, l'importance de ces observations n'a pas à être soulignée.

le Ferro se meurt!

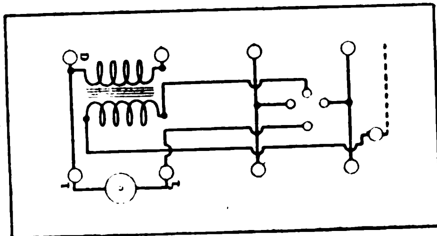
remplacé par

"l'Ozalid"

le nouveau papier **POSITIF** à traits marrons noirs sur fond blanc.

COMPAREZ

L'OZALID ...avec... LE FERRO



POSITIF

Sans lavage ni séchage

(une simple exposition aux vapeurs d'ammoniaque)

pas de retrait

image fidèle et précise de l'original

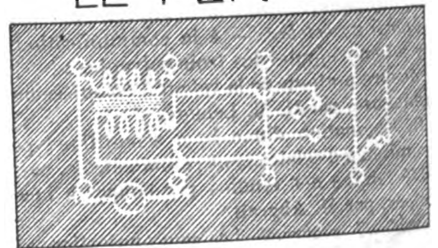
FIXITÉ ABSOLUE

permet

corrections, annotations et lavis

dix minutes

pour obtenir une épreuve parfaite



NÉGATIF

Lavage... puis séchage!

...que de temps perdu!!!

retrait, cotes fausses

image fausse et floue de l'original

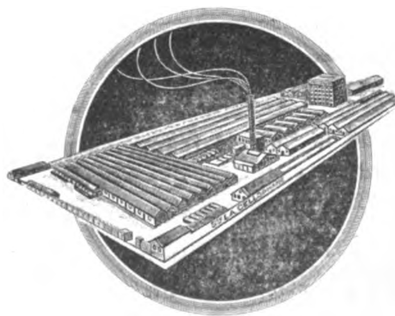
PASSE à la LUMIÈRE

Lavis,

annotations, corrections impossibles

une heure

de séchage pour obtenir une épreuve imparfaite



VENTE AU DÉTAIL

Sté LA CELLOPHANE

DÉPARTEMENT OZALID

58bis, Rue de la Chaussée-d'Antin 58bis

PARIS

TÉLÉPH. TRUDAINE 63-13

R C PARIS N° 112 843

VENTE EN GROS

Sté LA CELLOPHANE

DÉPARTEMENT OZALID

BEZONS (S.-&-O.)

TÉLÉPH. WAGRAM 98 62

D'après les estimations du cartel européen de l'aluminium la production des pays adhérents aurait marqué dans le premier semestre 1927 une progression de 10 pour 100 par rapport au semestre correspondant de 1926.

La production mondiale de 1926 a été de 200 000 t; celle de 1925 d'environ 185 000 t.

L'importance croissante du métal a conduit à envisager l'exploitation de bauxites à teneur même relativement faible en aluminium. La teneur minimum était jusqu'à présent de 60 pour 100. Des essais récents ont permis de l'abaisser à 52 pour 100.

L'industrie de la laque aux Indes. — La laque étant un produit utilisé dans l'industrie électrique il nous a paru intéressant de donner ici quelques renseignements sur cette industrie.

On sait que la laque est un produit de sécrétion fourni par un insecte minuscule (Tachardia Lacca). La récolte et le traitement de ce produit donne lieu à une industrie qui a son siège principal aux Indes britanniques, principalement dans les provinces d'Orissa, dans la partie nord-est des provinces centrales, dans une partie du Bengale et dans le district de Mirzapour. Ce n'est pas que l'aire où se rencontre l'insecte qui produit la laque ne soit plus vaste, puisqu'on le rencontre en Indochine française, au Siam et dans les établissements du détroit. On a, naguère, fait aussi des essais d'acclimatation en Egypte, en Ouganda, au Transvaal et à Formose; mais l'Inde reste le grand producteur.

La qualité du produit dépend en partie des végétaux sur lesquels vit l'insecte qui s'accommode de plusieurs espèces d'arbres. Dans le Bihar, l'Orissa et les provinces centrales, l'arbre appelé Kusum est employé principalement pour l'élevage du Tachardia Lacca. Pour que l'inoculation puisse avoir lieu avec succès, l'arbre doit avoir de 16 à 18 ans, et après l'inoculation il peut être exploité pendant deux ou trois ans. La laque du Kusum se vend de 5 à 10 roupies par manne plus cher que la laque d'insectes inoculés sur d'autres espèces.

Parmi celles-ci, un prunier sauvage dont la croissance est rapide et ne demande que 5 à 10 années avant l'inoculation est également employé.

La laque a d'abord été naturellement un produit de récolte, prélevé sur les arbres où s'était installé un essaim d'insectes parasites. On laissait l'essaimage au hasard. Depuis que l'exploitation a pris plus de développement, on récolte la laque avant l'essaimage et on assure celui-ci en transportant une partie des larves sur un sujet apte à l'inoculation, ce qui se fait en fixant un bâton garni de larves aux branches de l'arbre choisi.

D'ailleurs cette exploitation conserve un caractère très rudimentaire; elle est abandonnée à l'initiative de villageois, qui n'y donnent leur soin que d'une façon assez irrégulière.

La laque brute est vendue par le producteur à des factories qui la reçoivent sous forme de produits mélangés d'impuretés. Le traitement a pour effet de le transformer en laclack (shellac). C'est un travail qui se fait aussi par des procédés rudimentaires.

D'après un document consulaire américain, auquel nous empruntons ces renseignements, les arbres qui sont utilisés pour obtenir la laque appartiennent en général à de grands propriétaires (les provinces centrales de l'Inde qui sont le domaine de la laque sont en effet un pays de grande propriété). Les producteurs payent une redevance pour chaque arbre exploité qui varie avec la qualité de la récolte et peut aller de 1/2 à 3 annas pour les espèces les moins estimées, et de 2 à 13 annas (16 annas = 1 roupie) et même atteindre 2 roupies pour l'exploitation des Kusum. Il n'y a pas redevance quand la récolte est manquée.

Un métayer peut exploiter une centaine d'arbres dans l'année qui, s'ils produisent une moyenne de 4 livres de laque pure peuvent lui laisser un profit de 75 roupies et même un profit plus considérable avec les variations assez marquées des cours.

Sur la production totale, 60 pour 100 de laque de l'Inde est acheminée vers les Etats-Unis; le Royaume-Uni, l'Allemagne, le Japon et la France se partagent le reste.

L'année 1926 a été signalée par une consommation particulièrement élevée. Le total des laques de différente qualité exportées des Indes a atteint en effet 636 600 cwt (de 50,8 kg), contre 486 512 en 1925 et 436 400 en 1924. Toutefois les prix ont baissé et les valeurs totales indiquent une diminution : 21 millions de dollars contre 25 380 000 dollars en 1925 et 27 900 000 dollars en 1924.

On sait que la multiplication des usages de la laque a eu pour effet la mise au point des procédés de fabrication par synthèse chimique qui, en Allemagne notamment, seraient entrés dans la phase de production industrielle.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — ARRÊTÉ AUTORISANT LA CESSION DE LA CONCESSION DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE AUX SERVICES PUBLICS DANS LES DÉPARTEMENTS DE LA NIÈVRE ET DU CHER. — Le « Journal officiel » du 14 octobre 1927, publie, pages 10643-10644, l'arrêté suivant en date du 30 septembre 1927 :

ARTICLE PREMIER. — La Compagnie continentale Edison, concessionnaire d'un réseau de distribution d'énergie électrique aux services publics dans les départements de la Nièvre et du Cher, en vertu de la convention du 23 février 1923, est autorisée à céder ladite concession à la Compagnie d'Electricité Loire et Nièvre.

ART. 2. — La Compagnie d'Électricité Loire et Nièvre assumera toutes les obligations découlant du cahier des charges annexé à la convention du 23 février 1923, tant envers l'Etat qu'envers les tiers.

ART. 3. — Pour l'exécution desdites obligations, la Compagnie continentale Edison restera garante, solidaire envers l'Etat, de la Compagnie d'Electricité Loire et Nièvre.

ART. 4. — Le présent arrêté n'aura son effet qu'à dater de la constitution définitive et légale de la Compagnie d'Electricité Loire et Nièvre.

CONCESSIONS ACCORDÉES POUR L'ÉTABLISSEMENT SOIT DE LIGNES DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE, SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE AUX SERVICES PUBLICS, SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION PUBLIQUE D'ÉNERGIE. — *Calvados*. — La Société normande de Gaz, d'Électricité et d'Eau, dont le siège est à Touques, a obtenu la concession d'une ligne de distribution d'énergie électrique dans la commune de Trouville.

La même société a obtenu une concession de distribution d'énergie électrique dans la commune de Deauville.

Garonne (Haute-). — La Société pyrénéenne d'Energie électrique, à Paris, 14, rue Roquépine, a obtenu la concession et la déclaration d'utilité publique d'une ligne de transmission d'énergie électrique de Portet à Bracqueville.

AUTORISATIONS PROVISOIRES ACCORDÉES POUR L'ÉTABLISSEMENT DE LIGNES ÉLECTRIQUES. — *Gironde*. — La Société Energie électrique du Sud-Ouest, à Paris, 5, avenue du Coq, a obtenu l'autorisation d'établir :

1° Une dérivation aérienne à 13 000 v, destinée à alimenter le secteur du quartier de Breillan (commune de Blanquefort);

2° De modifier, sur le territoire de la commune de Saint-Médard-d'Eyrans, au lieudit « La Prade », la ligne à haute tension dite « dérivation primaire de la Brède ».

La Société Secteur électrique du Nord de la France a obtenu l'autorisation d'établir une ligne de transmission d'énergie électrique à 5 000 v destinée à alimenter le réseau du village de La Gache (commune de Saint-Christoly-en-Blaye).

Seine-et-Oise. — La Compagnie d'Electricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière), à Puteaux, 3, quai National, a obtenu l'autorisation d'établir : 1° une canalisation aérienne d'énergie électrique à haute tension à Garancières et Flexanville.

2° Une canalisation souterraine d'énergie électrique à haute tension de Carrières-sur-Seine à Houilles.

3° Une canalisation aérienne d'énergie électrique à haute tension à la traversée de la Seine, sur les emprises du chemin de fer aux abords du pont des Anglais à Nanterre (Seine) et à Bezons (Seine-et-Oise).

La Société Nord-Lumière (Le Triphasé), 4, rue de Vienne, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir une canalisation aérienne à la tension de 150 o v, destinée à l'alimentation d'un nouveau poste de transformation dans la commune de Vernouillet.

Projets d'établissement de réseaux ruraux. — Des conférences ont été tenues entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement de réseaux ruraux de distribution d'énergie électrique dans les communes suivantes :

Alpes (Hautes-). — Saint-Firmin, Chauffayer, Glaizil, Asprez-les-Corps, Saint-Jacques, Saint-Maurice, Viller-Loubière, Guillaume-Peyrouse, Clémence-d'Ambel, Ancelle, Saint-Léger, Chabottes, Chabottonnes, Forest-Saint-Julien, Saint-Julien-en-Champsaur, Buissard, Saint-Michel-de-Chaillol, Bénévent, Charbillac, Les Infournas, La Motte-en-Champsaur, Saint-Eusèbe, Les Costes, La Fare et Laye.

Seine-et-Marne. — Saint-Thibault-des-Vignes.

Vendée. — Saint-Denis-du-Payré, Yrues, L'Aiguillon-sur-Mer.

Combustibles. — Office national des Combustibles liquides. — Le conseil d'administration de l'Office national des Combustibles liquides a repris ses travaux sous la présidence de M. Loucheur.

Le directeur de l'Office, M. Louis Pineau, lui a présenté un important rapport sur la politique française du pétrole pendant la période 1925-1927. Le conseil a décidé de donner à ce document, qui embrasse toutes les questions intéressant le ravitaillement du pays en combustibles liquides, une large diffusion.

Le conseil a été ensuite saisi, pour avis, par M. Bokanowski, ministre du Commerce et de l'Industrie, du projet de loi concernant la revision du régime douanier des produits pétrolifères.

Le général Mengin a fait un compte rendu détaillé des résultats du récent concours militaire d'endurance des camions à gazogènes. Le conseil a émis à ce sujet deux vœux tendant, l'un à l'abaissement des tarifs de transport par chemins de fer, des agglomérés de charbon de bois, l'autre à la réduction des droits d'octroi appliqués aux combustibles pour véhicules à gaz pauvre.

Le conseil a enfin voté une adresse de félicitations à l'École nationale supérieure du Pétrole et des Combustibles liquides, pour la participation décisive de celle-ci à la réunion de la Commission électrotechnique internationale, qui vient de se tenir en Italie, pour l'étude des huiles isolantes employés dans les transformateurs électriques.

Economie industrielle et sociale. — Le mouvement des prix de gros en France en septembre 1927. — L'indice général des prix de gros publié par la Statistique générale de la France accuse à la fin de septembre une accélération très sensible du mouvement de baisse qui se poursuivait avec régularité depuis le mois d'avril. Alors que, dans les derniers mois, l'écart n'avait jamais dépassé cinq points d'un mois à l'autre, on enregistre aujourd'hui une diminution de 18 points, portant l'indice général à 613, c'est-à-dire à peu près au niveau atteint en novembre 1925, niveau qui, pendant l'année 1926, avait été dépassé constamment et dans une large mesure.

Les indices n'accusent pas seulement une baisse importante; ils révèlent encore une modification de la tendance à laquelle les prix avaient obéi dans la période récente. Si le recul continue d'affecter principalement la catégorie des denrées alimentaires, il s'étend cette fois aux produits industriels. Si, d'autre part, les prix des produits nationaux (denrées agricoles et minéraux notamment) baissent dans l'ensemble de 21 points, on observe également un fléchissement de 11 points de l'indice des produits importés. Il est intéressant de noter qu'à ce résultat les produits alimentaires (sucre, café, cacao) ne participent pas pour la plus large part. Ce sont principalement les prix d'achat des matières premières industrielles qui s'inscrivent en baisse : l'indice des textiles recule par exemple de 15 points (par suite de la baisse du coton notamment) et celui des minéraux et métaux de 17 points.

L'industrie française trouvera-t-elle, cependant, dans cette baisse de ses matières premières importées, une compensation suffisante à la réduction du pouvoir d'achat de la population paysanne, qui représente la conséquence inévitable de la baisse des prix agricoles ? C'est ce qu'il est permis de se demander. Avant de prévoir un allégement durable de la gêne qui pèse depuis plusieurs mois sur l'activité économique du pays, la prudence commande de tenir compte du caractère anormal que présentent les prix dont l'indice nous apporte le reflet.

Les indices détaillés des prix de gros s'établissent comme il suit :

	Articles.	Fin sept.	Fin août	Fin juil.
Indice général........	(45)	613	631	633
Produits nationaux...	(29)	582	603	611
Produits importés.....	(16)	669	680	674
Denrées alimentaires :				
Ensemble	(20)	546	573	585
Aliments végétaux. ..	(8)	558	611	617
Aliments animaux....	(8)	508	517	529
Sucre, café, cacao	(4)	605	614	637
Matières industrielles :				
Ensemble.............	(25)	672	682	677
Minéraux et métaux..	(7)	602	619	639
Textiles..............	(6)	766	781	757
Divers...............	(12)	658	660	652

L'indice des prix de détail a Paris, en septembre 1927. — Les indices des prix de détail marquent une nouvelle

628 728. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Transformateur monophasé monté isolé du sol et utilisable comme élément d'une cascade de transformateurs, 7 janvier 1927.

628 753*. — Falco (A.); Récepteur téléphonique, 17 avril 1926.

628 764*. — Société générale métallurgique de Hoboken; Perfectionnements aux contacteurs électriques, 19 avril 1926.

628 767*. — Czobor (E.); Dispositif d'inductances interchangeables, 20 avril 1926.

628 770*. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Procédé de fixation des conducteurs de courant électrique sur les charbons employés en électrotechnique, 20 avril 1926.

628 774*. — Le Chatelier (C.); Système de commutation séparée, 20 avril 1926.

628 776*. — Société anonyme des Etablissements Técalémit; Distributeur électrique pour compteurs indicateurs de distance et de vitesse, 21 avril 1926.

628 777*. — Konteschweller (T.); Perfectionnements aux montages récepteurs radiotéléphoniques dits en superréaction, 21 avril 1926.

628 786*. — Bivay (C.); Perfectionnements aux dispositifs de commande électrique ou autres pour appareils de levage et autres applications, 22 avril 1926.

628 788*. — Cartier (F.); Système de télégraphie secrète, 23 avril 1926.

628 792*. — Société Schneider et Cie; Appareil pour la transmission électrique d'indications à distance, 23 avril 1926.

628 798*. — Société dite : Compagnie de Signaux et d'Entreprises électriques; Système de freinage de wagons, 24 avril 1926.

628 808*. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Dispositif d'amélioration de la communication des machines à collecteur, 26 avril 1926.

628 809*. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Système de décalage de porte-balais pour machines électriques, 26 avril 1926.

628 823. — Hermont (G.), Gunzburg (G.); Culot à baïonnette pour lampes électriques à plusieurs filaments, 8 février 1927.

628 838. — Société dite : Perrem Ignition and Electric Co Ltd; Perfectionnements relatifs aux appareils électriques d'allumage pour moteurs à combustion interne, 8 février 1927.

628 841. — Suhner (A.-J.); Récepteur téléphonique haut-parleur, 8 février 1927.

628 842. — Menand (L.); Pince automatique destinée plus particulièrement à maintenir les électrodes de haute fréquence, 8 février 1927.

628 874. — Petit (P.); Interrupteur électrique, 9 février 1927.

628 878. — Gogry (J.-O.); Procédé d'isolation des conducteurs électriques en général et de ceux destinés aux basses tensions en particulier, 9 février 1927.

628 900. — Société dite : Siemens und Halske Aktiengesellschaft; Disposition de tambour d'images pour la transmission d'images, 10 février 1927.

628 907*. — Robin (L.-M.); Raccord de déviation à deux directions pour petites connexions, 10 mai 1926.

628 908*. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements apportés aux systèmes de signalisation d'ondes électriques de haute fréquence utilisant des tubes à décharge électronique, 19 août 1926.

628 911. — Meynard (A.); Perfectionnements aux dispositifs reproducteurs de sons, tels que les haut-parleurs pour télégraphie sans fil, 22 novembre 1926.

628 919. — Scharf (M.-Th.); Commutateur électrique combiné, 27 décembre 1926.

32 377/616 208. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 2e cert. d'add. au brevet pris le 23 avril 1926, pour perfectionnements aux systèmes de réglage des circuits et machines électriques, 29 septembre 1926.

32 385/611 211. — Auran (E.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 30 janvier 1926, pour appareils et dispositifs pour le raccordement, la distribution et la sous-répartition des réseaux téléphoniques souterrains et aéro-souterrains, 9 octobre 1926.

32 388/616 208. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 3e cert. d'add. au brevet pris le 23 avril 1926, pour perfectionnement aux sys-

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine.

A L'ACQUITTE	1927		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	8 oct.	1er oct.	1926	1925	1913
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris.	1 330	1 330	1 780	1 105	300
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre					192,50
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre					195
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen	814,50	812	1 168,50	759	203
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen	814,50	812	1 168,50	759	203
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen	807	804,50	1 158,50	752,50	203
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris	3 637	3 617	5 886	3 166	506
Etain Billiton, liv. Havre					
Etain Détroits, liv. Havre	3 611	3 526	5 789	3 171	496
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris	3 486	3 463	5 554	3 071	487
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	292,50	292	576	445	58,75
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris	299,50	299	585	450,25	59,25
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris	360,25	360,25	624	434,50	59,80
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris	378,50	378,50	625	475	

tèmes de réglage des circuits et machines électriques, 11 octobre 1926.

32 393/609 219. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; 1er cert. d'add. au brevet pris le 29 décembre 1925, pour dispositif indicateur sélectif de pertes à la terre sur une section d'un réseau électrique à haute tension, 13 octobre 1926.

32 394/605 453. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 1er cert. d'add. au brevet pris le 8 juin 1926, pour perfectionnements aux transformateurs électriques, 13 octobre 1926.

32 396/617 199. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 1er cert. d'add. au brevet pris le 8 juin 1926, pour perfectionnements aux transformateurs électriques, 14 octobre 1926.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Société des Ingénieurs civils de France :

Vendredi 21 octobre 1927, 20 h 30. Hôtel de la Société des Ingénieurs civils de France, 19, rue Blanche, Paris. — Séance ordinaire.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 1er oct. 1927	samedi 8 oct. 1927	différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	72 fr	72 fr	0
Id U id	100 kg	77	77	0
Cornières	100 kg	75	75	0
Larges plats	100 kg	93	93	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	16 1/8 d	16 d	— 1/8 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	719	707	— 12 fr
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	804,50	807	+ 2,50
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 028	1 030	+ 2
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	1 023	1 025	+ 2
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 028	1 030	+ 2
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 375	1 377	+ 2
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 725	6 727	+ 2
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 617	3 637	+ 20
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	manque	420	
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	532,50	532,50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { épaisseur 7/100 mm	le mètre	5	5	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { Id 10/100 mm	linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	292	292,50	+ 0,50
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	325	325	0
Tôle magnétique extra-sup. 4 10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		200	200	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	378,50	378,50	0
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

Nota. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 1er oct. 1927	samedi 8 oct. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	165	166	+ 1

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

La Semaine de Discussions de la Société française des Electriciens. — Ainsi que nous l'avons annoncé dans notre numéro du 27 août 1927, t. XXII, p. 289, la Semaine de Discussions organisée par la Société française des Electriciens se tiendra du 24 au 30 octobre 1927.

D'après le programme définitif qui vient d'être publié, il y a lieu de faire les quelques rectifications suivantes à celui que nous avons donné dans le « Bulletin R. G. E. » du numéro précité, page 87 B.

Lundi 24 octobre. — Aux communications déjà signalées, sont ajoutées les deux suivantes :

Signification physique de la tension de réactance dans les machines à champ tournant, par M. Le Monnier.

Note sur la récente méthode de M. Blondel pour la mesure de la déformation des courbes d'alternateurs, par M. de la Gorce.

Mardi 25 octobre. — A la communication de M. Waguet, il y a lieu d'ajouter les trois suivantes :

Mesure pratique de la valeur d'éblouissement d'une source lumineuse, par M. M. Leblanc.

Détermination d'une base scientifique pour la fixation des minima d'éclairement recommandés, par M. M. Leblanc.

L'éclairage des studios par lampes à incandescence survoltées, par M. Abgrall.

Jeudi 27 octobre. — Les communications de M. Lavanchy et de M. Pestarini ne sont pas mentionnées sur le nouveau programme.

Vendredi 28 octobre. — Sur les quatre communications annoncées dans notre revue, deux seulement, celles de M. Le Corbeiller et de M. Gosselin sont maintenues sur le nouveau programme.

Samedi 29 octobre. — Les communications signalées sont remplacées par les suivantes :

Machines à courant continu avec ou sans collecteur, par MM. Janet et Bunet.

Erreur introduite par les transformateurs dans la mesure d'une puissance et d'une énergie, par M. Iliovici.

Détermination des densités de courant admissibles en raison des échauffements dans les conducteurs isolés au caoutchouc, par M. Lemenand.

La production et l'emploi de l'aluminium. — L'industrie de l'aluminium intéresse au plus haut point l'industrie électrique en raison de la grande quantité d'énergie électrique que l'on utilise maintenant pour l'élaboration de ce métal.

La production d'aluminium ne cesse de se développer à mesure que se multiplient ses applications et que se généralise l'emploi du métal léger et de ses alliages. Parmi les applications nouvelles, celles qui concernent l'automobile et le matériel de chemin de fer ouvrent des perspectives particulièrement importantes. On parle d'un nouveau type de voitures Ford qui comporterait un emploi de 48 à 50 kg d'aluminium.

Quant à l'emploi de l'aluminium dans les installations électrotechniques, une étude de l'ingénieur Schmitt de la Lautawerk, dans la « Gazette de Francfort » du 12 août 1927, arrive à cette conclusion que l'aluminium peut être avantageusement substitué au cuivre dans la plupart des cas où le cuivre est employé.

La comparaison entre les deux métaux montre que la conductibilité électrique de l'aluminium est évidemment moindre que celle du cuivre, mais si l'on tient compte de la différence des prix qui est comme de 1 à 1,65 on peut dire qu'économiquement la proportion est renversée et que l'aluminium, à prix égal, a une conductibilité supérieure de 20 pour 100 à celle du cuivre. De même pour la résistance mécanique, si l'on tient compte de la différence des poids spécifiques : les fils d'aluminium moins résistant que ceux de cuivre ont cependant une portée supérieure de 55 pour 100. L'emploi de fils d'aluminium pour la construction des lignes n'est devenu courant en Allemagne que depuis 1917, et a pris depuis lors une grande extension, notamment pour les lignes à haute tension : sur près de 1900 km de lignes de transmission d'énergie électrique existant en Allemagne au 1er octobre 1926, 6775 km étaient en aluminium, 600 km en aluminium-acier. Près de la moitié des lignes construites dans les 10 dernières années sont en aluminium.

Etant connu que l'aluminium est le seul des métaux non ferreux pour lequel l'industrie française n'est pas tributaire de l'étranger, l'importance de ces observations n'a pas à être soulignée.

le Ferro se meurt!

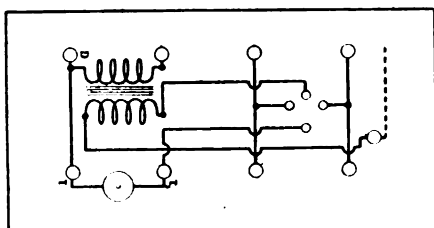
remplacé par

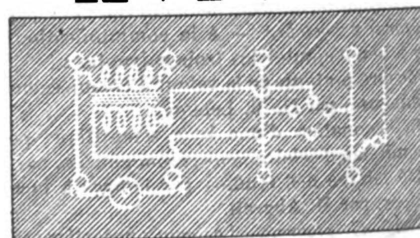
"l'Ozalid"

le nouveau papier **POSITIF** à traits marrons noirs sur fond blanc.

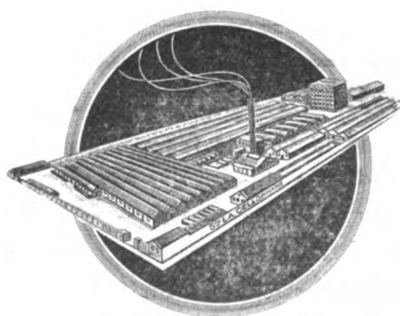
COMPAREZ

L'OZALID ...avec... LE FERRO





L'OZALID	LE FERRO
POSITIF	**NÉGATIF**
Sans lavage ni séchage (une simple exposition aux vapeurs d'ammoniaque)	Lavage... puis séchage! ...que de temps perdu!!!
pas de retrait	retrait, cotes fausses
image fidèle et précise de l'original	image fausse et floue de l'original
FIXITÉ ABSOLUE	PASSE à la LUMIÈRE
permet corrections, annotations et lavis	Lavis, annotations, corrections impossibles
dix minutes pour obtenir une épreuve parfaite	**une heure** de séchage pour obtenir une épreuve imparfaite



VENTE AU DÉTAIL
Sté LA CELLOPHANE
DÉPARTEMENT OZALID
58bis, Rue de la Chaussée-d'Antin 58bis
PARIS
TÉLÉPH. TRUDAINE 63-13

R. C. PARIS N° 112.845

VENTE EN GROS
Sté LA CELLOPHANE
DÉPARTEMENT OZALID
BEZONS (S.-&-O.)
TÉLÉPH. WAGRAM 98.62

D'après les estimations du cartel européen de l'aluminium la production des pays adhérents aurait marqué dans le premier semestre 1927 une progression de 10 pour 100 par rapport au semestre correspondant de 1926.

La production mondiale de 1926 a été de 200 000 t; celle de 1925 d'environ 185 000 t.

L'importance croissante du métal a conduit à envisager l'exploitation de bauxites à teneur même relativement faible en aluminium. La teneur minimum était jusqu'à présent de 60 pour 100. Des essais récents ont permis de l'abaisser à 52 pour 100.

L'industrie de la laque aux Indes. — La laque étant un produit utilisé dans l'industrie électrique il nous a paru intéressant de donner ici quelques renseignements sur cette industrie.

On sait que la laque est un produit de sécrétion fourni par un insecte minuscule (Tachardia Lacca). La récolte et le traitement de ce produit donne lieu à une industrie qui a son siège principal aux Indes britanniques, principalement dans les provinces d'Orissa, dans la partie nord-est des provinces centrales, dans une partie du Bengale et dans le district de Mirzapour. Ce n'est pas que l'aire où se rencontre l'insecte qui produit la laque ne soit plus vaste, puisqu'on le rencontre en Indochine française, au Siam et dans les établissements du détroit. On a, naguère, fait aussi des essais d'acclimatation en Egypte, en Ouganda, au Transvaal et à Formose; mais l'Inde reste le grand producteur.

La qualité du produit dépend en partie des végétaux sur lesquels vit l'insecte qui s'accommode de plusieurs espèces d'arbres. Dans le Bihar, l'Orissa et les provinces centrales, l'arbre appelé Kusum est employé principalement pour l'élevage du Tachardia Lacca. Pour que l'inoculation puisse avoir lieu avec succès, l'arbre doit avoir de 16 à 18 ans, et après l'inoculation il peut être exploité pendant deux ou trois ans. La laque du Kusum se vend de 5 à 10 roupies par manne plus cher que la laque d'insectes inoculés sur d'autres espèces.

Parmi celles-ci, un prunier sauvage dont la croissance est rapide et ne demande que 5 à 10 années avant l'inoculation est également employé.

La laque a d'abord été naturellement un produit de récolte, prélevé sur les arbres où s'était installé un essaim d'insectes parasites. On laissait l'essaimage au hasard. Depuis que l'exploitation a pris plus de développement, on récolte la laque avant l'essaimage et on assure celui-ci en transportant une partie des larves sur un sujet apte à l'inoculation, ce qui se fait en fixant un bâton garni de larves aux branches de l'arbre choisi.

D'ailleurs cette exploitation conserve un caractère très rudimentaire; elle est abandonnée à l'initiative de villageois, qui n'y donnent leur soin que d'une façon assez irrégulière.

La laque brute est vendue par le producteur à des factories qui la reçoivent sous forme de produits mélangés d'impuretés. Le traitement a pour effet de le transformer en lac-lack (shellac). C'est un travail qui se fait aussi par des procédés rudimentaires.

D'après un document consulaire américain, auquel nous empruntons ces renseignements, les arbres qui sont utilisés pour obtenir la laque appartiennent en général à de grands propriétaires (les provinces centrales de l'Inde qui sont le domaine de la laque sont en effet un pays de grande propriété). Les producteurs payent une redevance pour chaque arbre exploité qui varie avec la qualité de la récolte et peut aller de 1/2 à 3 annas pour les espèces les moins estimées, et de 2 à 13 annas (16 annas = 1 roupie) et même atteindre 2 roupies pour l'exploitation des Kusum. Il n'y a pas redevance quand la récolte est manquée.

Un métayer peut exploiter une centaine d'arbres dans l'année qui, s'ils produisent une moyenne de 4 livres de laque pure peuvent lui laisser un profit de 75 roupies et même un profit plus considérable avec les variations assez marquées des cours.

Sur la production totale, 60 pour 100 de laque de l'Inde est acheminée vers les Etats-Unis; le Royaume-Uni, l'Allemagne, le Japon et la France se partagent le reste.

L'année 1926 a été signalée par une consommation particulièrement élevée. Le total des laques de différente qualité exportées des Indes a atteint en effet 636 600 cwt (de 50,8 kg), contre 486 522 en 1925 et 436 400 en 1924. Toutefois les prix ont baissé et les valeurs totales indiquent une diminution : 21 millions de dollars contre 25 380 000 dollars en 1925 et 27 900 000 dollars en 1924.

On sait que la multiplication des usages de la laque a eu pour effet la mise au point des procédés de fabrication par synthèse chimique qui, en Allemagne notamment, seraient entrés dans la phase de production industrielle.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — ARRÊTÉ AUTORISANT LA CESSION DE LA CONCESSION DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE AUX SERVICES PUBLICS DANS LES DÉPARTEMENTS DE LA NIÈVRE ET DU CHER. — Le « Journal officiel » du 14 octobre 1927, publie, pages 10643-10644, l'arrêté suivant en date du 30 septembre 1927 :

ARTICLE PREMIER. — La Compagnie continentale Edison, concessionnaire d'un réseau de distribution d'énergie électrique aux services publics dans les départements de la Nièvre et du Cher, en vertu de la convention du 23 février 1923, est autorisée à céder ladite concession à la Compagnie d'Electricité Loire et Nièvre.

ART. 2. — La Compagnie d'Electricité Loire et Nièvre assumera toutes les obligations découlant du cahier des charges annexé à la convention du 23 février 1923, tant envers l'Etat qu'envers les tiers.

ART. 3. — Pour l'exécution desdites obligations, la Compagnie continentale Edison restera garante, solidaire envers l'Etat, de la Compagnie d'Electricité Loire et Nièvre.

ART. 4. — Le présent arrêté n'aura son effet qu'à dater de la constitution définitive et légale de la Compagnie d'Electricité Loire et Nièvre.

CONCESSIONS ACCORDÉES POUR L'ÉTABLISSEMENT SOIT DE LIGNES DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE, SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE AUX SERVICES PUBLICS, SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION PUBLIQUE D'ÉNERGIE. — *Calvados.* — La Société normande de Gaz, d'Electricité et d'Eau, dont le siège est à Touques, a obtenu la concession d'une ligne de distribution d'énergie électrique dans la commune de Trouville.

La même société a obtenu une concession de distribution d'énergie électrique dans la commune de Deauville.

Garonne (Haute-). — La Société pyrénéenne d'Energie électrique, à Paris, 14, rue Roquépine, a obtenu la concession et la déclaration d'utilité publique d'une ligne de transmission d'énergie électrique de Portet à Bracqueville.

AUTORISATIONS PROVISOIRES ACCORDÉES POUR L'ÉTABLISSEMENT DE LIGNES ÉLECTRIQUES. — *Gironde.* — La Société Energie électrique du Sud-Ouest, à Paris, 5, avenue du Coq, a obtenu l'autorisation d'établir :

1° Une dérivation aérienne à 13 000 v, destinée à alimenter le secteur du quartier de Breillan (commune de Blanquefort);

2° De modifier, sur le territoire de la commune de Saint-Médard-d'Eyrans, au lieudit « La Prade », la ligne à haute tension dite « dérivation primaire de la Brède ».

La Société Secteur électrique du Nord de la France a obtenu l'autorisation d'établir une ligne de transmission d'énergie électrique à 5 000 v destinée à alimenter le réseau du village de La Gache (commune de Saint-Christoly-en-Blaye).

Seine-et-Oise. — La Compagnie d'Electricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière), à Puteaux, 3, quai National, a obtenu l'autorisation d'établir : 1° une canalisation aérienne d'énergie électrique à haute tension à Garancières et Flexanville.

2° Une canalisation souterraine d'énergie électrique à haute tension de Carrières-sur-Seine à Houilles.

3° Une canalisation aérienne d'énergie électrique à haute tension à la traversée de la Seine, sur les emprises du chemin de fer aux abords du pont des Anglais à Nanterre (Seine) et à Bezons (Seine-et-Oise).

La Société Nord-Lumière (Le Triphasé), 4, rue de Vienne, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir une canalisation aérienne à la tension de 15 000 v, destinée à l'alimentation d'un nouveau poste de transformation dans la commune de Vernouillet.

PROJETS D'ÉTABLISSEMENT DE RÉSEAUX RURAUX. — Des conférences ont été tenues entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement de réseaux ruraux de distribution d'énergie électrique dans les communes suivantes :

Alpes (Hautes-). — Saint-Firmin, Chauffayer, Glaizil, Asprez-les-Corps, Saint-Jacques, Saint-Maurice, Viller-Loubière, Guillaume-Peyrouse, Clémence-d'Ambel, Ancelle, Saint-Léger, Chabottes, Chabottonnes, Forest-Saint-Julien, Saint-Julien-en-Champsaur, Buissard, Saint-Michel-de-Chaillol, Bénévent, Charbillac, Les Infournas, La Motte-en-Champsaur, Saint-Eusèbe, Les Costes, La Fare et Laye.

Seine-et-Marne. — Saint-Thibault-des-Vignes.

Vendée. — Saint-Denis-du-Payré, Yrues, L'Aiguillon-sur-Mer.

Combustibles. — OFFICE NATIONAL DES COMBUSTIBLES LIQUIDES. — Le conseil d'administration de l'Office national des Combustibles liquides a repris ses travaux sous la présidence de M. Loucheur.

Le directeur de l'Office, M. Louis Pineau, lui a présenté un important rapport sur la politique française du pétrole pendant la période 1925-1927. Le conseil a décidé de donner à ce document, qui embrasse toutes les questions intéressant le ravitaillement du pays en combustibles liquides, une large diffusion.

Le conseil a été ensuite saisi, pour avis, par M. Bokanowski, ministre du Commerce et de l'Industrie, du projet de loi concernant la revision du régime douanier des produits pétrolifères.

Le général Mengin a fait un compte rendu détaillé des résultats du récent concours militaire d'endurance des camions à gazogènes. Le conseil a émis à ce sujet deux vœux tendant, l'un à l'abaissement des tarifs de transport par chemins de fer, des agglomérés de charbon de bois, l'autre à la réduction des droits d'octroi appliqués aux combustibles pour véhicules à gaz pauvre.

Le conseil a enfin voté une adresse de félicitations à l'Ecole nationale supérieure du Pétrole et des Combustibles liquides, pour la participation décisive de celle-ci à la réunion de la Commission électrotechnique internationale, qui vient de se tenir en Italie, pour l'étude des huiles isolantes employés dans les transformateurs électriques.

Economie industrielle et sociale. — LE MOUVEMENT DES PRIX DE GROS EN FRANCE EN SEPTEMBRE 1927. — L'indice général des prix de gros publié par la Statistique générale de la France accuse à la fin de septembre une accélération très sensible du mouvement de baisse qui se poursuivait avec régularité depuis le mois d'avril. Alors que, dans les derniers mois, l'écart n'avait jamais dépassé cinq points d'un mois à l'autre, on enregistre aujourd'hui une diminution de 18 points, portant l'indice général à 613, c'est-à-dire à peu près au niveau atteint en novembre 1925, niveau qui, pendant l'année 1926, avait été dépassé constamment et dans une large mesure.

Les indices n'accusent pas seulement une baisse importante : ils révèlent encore une modification de la tendance à laquelle les prix avaient obéi dans la période récente. Si le recul continue d'affecter principalement la catégorie des denrées alimentaires, il s'étend cette fois aux produits industriels. Si, d'autre part, les prix des produits nationaux (denrées agricoles et minéraux notamment) baissent dans l'ensemble de 21 points, on observe également un fléchissement de 11 points de l'indice des produits importés. Il est intéressant de noter qu'à ce résultat les produits alimentaires (sucre, café, cacao) ne participent pas pour la plus large part. Ce sont principalement les prix d'achat des matières premières industrielles qui s'inscrivent en baisse : l'indice des textiles recule par exemple de 15 points (par suite de la baisse du coton notamment) et celui des minéraux et métaux de 17 points.

L'industrie française trouvera-t-elle, cependant, dans cette baisse de ses matières premières importées, une compensation suffisante à la réduction du pouvoir d'achat de la population paysanne, qui représente la conséquence inévitable de la baisse des prix agricoles ? C'est ce qu'il est permis de se demander. Avant de prévoir un allégement durable de la gêne qui pèse depuis plusieurs mois sur l'activité économique du pays, la prudence commande de tenir compte du caractère anormal que présentent les prix dont l'indice nous apporte le reflet.

Les indices détaillés des prix de gros s'établissent comme il suit :

	Articles.	Fin sept.	Fin août	Fin juil.
Indice général	(45)	613	631	633
Produits nationaux	(29)	582	603	611
Produits importés	(16)	669	680	674
Denrées alimentaires :				
Ensemble	(20)	546	573	585
Aliments végétaux	(8)	558	611	617
Aliments animaux	(8)	508	517	529
Sucre, café, cacao	(4)	605	614	637
Matières industrielles :				
Ensemble	(25)	672	682	677
Minéraux et métaux	(7)	602	619	639
Textiles	(6)	766	781	757
Divers	(12)	658	660	652

L'INDICE DES PRIX DE DÉTAIL A PARIS, EN SEPTEMBRE 1927. — Les indices des prix de détail marquent une nouvelle

baisse. A Paris, l'Indice portant sur les 13 denrées de première nécessité s'établit à 532, contre 539 en août, 557 en juillet, 580 en juin et 592 en janvier. L'indice actuel est inférieur à celui de juin 1926.

L'INDICE DU COUT DE LA VIE A PARIS ET EN FRANCE, AU COURS DU TROISIÈME TRIMESTRE 1927. — Les indices de dépenses d'une famille ouvrière, établis (d'après des bases non comparables, d'ailleurs) par diverses commissions régionales, sur la base 100 en 1914, donnent les indications suivantes :

Paris (3e trimestre 1927), 507, (2e trimestre 1927), 525 ; Marseille, juin 1927, 625 ; Rouen, juillet, 530 ; Bordeaux, juin, 624 ; Dijon, septembre, 607 ; Nancy, avril, 629.

Sociétés. Groupements. — ASSOCIATION AMICALE DES INGÉNIEURS DE L'ECOLE SUPÉRIEURE D'ELECTRICITÉ. — Le 6 novembre 1927, aura lieu au théâtre Albert Ier, à 20 h 30, la première revue annuelle de l'Ecole supérieure d'Electricité.

Cette revue sera donnée au profit de la Caisse de secours créée par l'Association amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Electricité et les élèves de la 33e promotion.

Elle sera jouée avec le concours de Mlle Germaine Corney, de l'Opéra-Comique, en représentation, et de toute la troupe de la rue de Staël.

Cette revue a pour titre :

« Elle est trop technique », sup...er revue en 17 tableaux.

La location sera ouverte depuis le 17 octobre, 14, rue de Staël, tous les jours de 16 à 18 heures.

Exposition. Congrès. — EXPOSITION ET SEMAINE D'ORGANISATION COMMERCIALE. — Une Exposition d'Organisation commerciale aura lieu cette année à Paris, du 3 au 13 novembre 1927, dans les salles de Magic City.

Comme les années précédentes, cette exposition est placée sous la direction de la Chambre syndicale d'Organisation commerciale; elle est également sous le patronage de la Direction générale de l'Enseignement technique.

Dans cette exposition, seront réunis toutes les machines, procédés et systèmes susceptibles d'améliorer le rendement du travail de bureau. On y verra les machines les plus diverses : machines à statistiques, machines à compter et à calculer, machines à écrire comptables et systèmes pour les classements, systèmes pour la bonne organisation des différents services de l'entreprise : vente, achats, publicité, etc.

L'Exposition, comme chaque année, aura surtout pour but d'initier le public aux méthodes modernes de la bonne organisation du travail de bureau par de nombreuses démonstrations.

Au cours de cette Exposition, aura lieu, du 7 au 12 novembre, une Semaine d'Organisation commerciale. Cette manifestation comprendra les travaux suivants :

Lundi 7 novembre : La journée du courrier ;

Mardi 8 novembre : La Journée du classement ;

Mercredi 9 novembre : La Journée des systèmes et statistiques ;

Jeudi 10 novembre : La Journée des machines à calculer et des appareils de contrôle :

Vendredi 11 novembre : La Journée du comptable ;

Samedi 12 novembre : La Journée du vendeur.

Les personnes désireuses d'avoir des renseignements complémentaires sur cette Exposition et sur la Semaine d'Organisation commerciale peuvent s'adresser directement au Commissariat général, 186, rue du faubourg Saint-Martin, à Paris (Xe).

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — SECTEUR MAROCAIN D'ECLAIRAGE ET DE FORCE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 17 octobre 1927, p. 933, cette société nouvelle, dont le siège est à Paris, 18, rue Séguier, a pour objet la distribution et la vente de l'énergie électrique, la construction, l'entretien et l'exploitation de toutes usines et de tous réseaux et lignes de transmission ayant pour but de produire, utiliser sur place, transmettre et distribuer l'énergie électrique dans la ville d'Oudja et dans tous autres lieux, tant au Maroc qu'en Algérie.

La durée est de 99 ans, à compter du 8 juillet 1927.

Le capital est de 1 250 000 fr divisé en 12 500 actions de 100 fr chacune, libérées du quart à la constitution.

Augmentation de capital. — SOCIÉTÉ DE PRODUCTION ET DE DISTRIBUTION D'ENERGIE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 10 octobre 1927, page 920, cette société, dont le siège est à Paris, 96, rue la Victoire, va procéder à l'émission de 1 343 obligations de 500 fr. productives d'un intérêt au taux de 7 pour 100 net d'impôts sur le revenu (l'impôt de transmission et tous autres impôts à venir devant être à la charge des obligataires).

Ces obligations seront remboursables en vingt-cinq années, à partir de l'année 1929, soit au pair par tirages au sort annuels qui auront lieu au mois de janvier de chaque année et suivant le tableau d'amortissement imprimé au verso des titres, soit par rachat au gré de la société, sous réserve du droit pour celle-ci de procéder à tous moments, à partir de janvier 1929, à l'amortissement anticipé de tout ou partie de ces obligations.

Aucune garantie spéciale n'est affectée au service de ces obligations. Toutefois, la société s'oblige à ne consentir aucun privilège sous forme de garantie hypothécaire au profit des créanciers actuels ou futurs, soit de titres, bons ou obligations déjà émis ou qu'elle viendrait à émettre ultérieurement, sans que ces obligations soient appelées à jouir pari passu des mêmes privilèges.

LE CENTRE ÉLECTRIQUE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires », du 10 octobre 1927, page 918, cette société, dont le siège est à Paris, 83, avenue de la Grande-Armée, va procéder à l'émission de 26 000 obligations de 500 fr chacune.

Ces obligations rapporteront un intérêt annuel de 7 pour 100, payable par semestre, nets de tous impôts présents et futurs, à l'exception de la taxe annuelle de transmission sur les titres au porteur et des droits de transfert et de conversion.

Elles seront amortissables en trente ans au maximum, à partir de la première année, soit par voie de tirages au sort annuels, qui auront lieu conformément à un tableau d'amortissement inscrit au dos des titres, soit par voie de rachats en bourse au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon.

La société s'interdit de procéder avant le 1er janvier 1931 à l'amortissement par anticipation de tout ou partie des obligations en circulation ; à partir de cette époque, elle aura la faculté d'amortir par anticipation tout ou partie des obligations en circulation, soit au pair lors de chaque échéance de coupons, par voie de tirages au sort supplémentaires, moyennant un préavis de six mois, soit par voie de rachats en bourse au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon.

Divers. — Société des Accumulateurs électriques (Anciens Etablissements Alfred Dinin). — Les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldent par un bénéfice brut de 7816813 fr contre 6412799 fr en 1925-1926. Le bénéfice net ressort à 6475743 fr contre 5742871 fr.

Déduction faite des amortissements et provisions et compte tenu du report bénéficiaire antérieur, soit 1 million 139812 fr le solde distribuable s'élève à 5398479 fr.

Maison Breguet. — Les comptes de l'exercice clos le 30 avril 1927, qui seront présentés à l'assemblée ordinaire du 28 octobre, se soldent par un bénéfice net de 2 millions 636922 fr, contre 2296642 fr précédemment. Le conseil proposera le maintien du dividende à 40 fr brut par action.

Société électrique de la Sidérurgie lorraine. — Le rapport lu à l'assemblée ordinaire des Aciéries de Longwy du 22 septembre 1927, indique que l'exercice 1926-1927 s'est soldé par un bénéfice de 795853 fr avant amortissements et qu'en raison du développement rapide de ses ventes et échanges du courant, la société envisage d'étendre son champ d'action.

International Telephone and Telegraph Corporation and associated Companies. — D'après le rapport de cette société, les bénéfices résultant des opérations des six mois prenant fin au 30 juin 1927 s'élèvent à 5736349,51 dollars, tandis que, pour la même période de 1926, ils s'étaient élevés à 2780194,94 dollars. Les bénéfices de la période dont il s'agit comprennent le revenu net de la All America Cables, Inc., Montevideo Telephone Company, Ltd, et de la Chili Telephone Company, Ltd, le contrôle de ces sociétés ayant été acquis depuis le 1er janvier 1927. Depuis la clôture de l'exercice prenant fin le 30 juin 1927, le contrôle de deux compagnies supplémentaires a été acquis; ce sont, la Companhia telephonica Rio-Grandense et la Sociedad cooperativa telefonica nacional, qui exploitent respectivement les systèmes téléphoniques de l'Etat de Rio-Grande do Sul, partie méridionale du Brésil et de l'Uruguay. Les compagnies téléphoniques dont la collaboration a été récemment acquise ont, au total, 53000 stations environ.

Le dividende pour la période de six mois se terminant au 30 juin 1927 s'est élevé à 5,96 dollars par action.

NOTICES et CATALOGUES (1)

Oscillographie. — Nous avons reçu des Ateliers J. Carpentier, 20, rue Delambre, à Paris, 14e, leur nouveau fascicule O relatif à l'oscillographe portatif industriel mis récemment au point par M. A. Blondel.

On connait l'importance croissante qui s'attache à l'exécution des relevés oscillographiques tant dans la construction électrique que dans l'exploitation des réseaux. L'oscillographe peut être considéré comme le plus puissant moyen d'investigation mis à la disposition de l'ingénieur électricien pour l'analyse des phénomènes complexes qui, dans la pratique de l'électrotechnique, viennent chaque jour poser des problèmes nouveaux.

Si l'oscillographe est depuis longtemps utilisé dans la plupart des laboratoires des constructeurs, il n'en est pas de même en exploitation où les ingénieurs l'ont trop souvent considéré comme un instrument encombrant, coûteux et d'un maniement délicat. A cet égard, l'oscillographe portatif Blondel, réalisé par les Ateliers J. Carpentier et qui fait l'objet de la notice précitée, vient combler une lacune. Ses faibles dimensions d'encombrement, son poids extrêmement réduit, les facilités qu'il présente au point de vue de l'enregistrement des oscillogrammes en feront l'auxiliaire indispensable des constructeurs et surtout des exploitants.

La notice décrit les diverses parties constitutives de l'appareil, c'est-à-dire : le galvanomètre triple, le synchronoscope qui permet la synchronisation automatique du moteur par la simple manœuvre du rhéostat de démarrage; le système optique muni d'une lampe à filament rectiligne spéciale qui évite tout réglage et ne nécessite pas de courant continu pour son alimentation; l'enregistreur dérouleur et le tableau de distribution. Une série d'oscillogrammes termine la notice et permet d'apprécier la netteté des résultats obtenus avec ce nouvel oscillographe qui, une fois de plus, fait honneur à M. A. Blondel qui l'a conçu et au constructeur qui l'a réalisé.

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

628 951. — Société dite : Compagnie des Lampes; Perfectionnements aux machines automatiques pour la fabrication des lampes électriques à incandescence et produits similaires, 15 janvier 1927.

628 952. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux systèmes de réglage et de contrôle des machines électriques, 19 janvier 1927.

628 977. — Société dite : Cooper Hewit Electric Co; Perfectionnements aux appareils électriques à vapeur de mercure, 10 février 1927.

628 991. — Société dite : Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité; Dispositif de protection contre les fausses manœuvres des sectionneurs à haute tension, 11 février 1927.

628 996. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Dispositif de chargement pour installation de fours à recuire à chauffage électrique, 11 février 1927.

628 997. — Kayser (D.-P.-A.-A.); Dispositif d'allumage partiel et progressif et de production d'effets particuliers applicable aux tubes luminescents, 11 février 1927.

629 002. — Davesne (A.); Système de déclenchement automatique à accrochage central fonctionnant verticalement, 11 février 1927.

629 011. — Société dite : Etablissements Montgolfier; Disposition destinée à servir d'intermédiaire entre deux connexions électriques différentes, 11 février 1927.

629 013. — Ateliers Jaspar; Appareillage horaire pour commande d'engins ou appareils électromécaniques, 11 février 1927.

629 016. — Bourdoux (H.); Dispositif de chauffage électrique à eau chaude, 11 février 1927.

629 021. — Pfalzgraf (C.); Boîte-support pour accumulateurs, 11 février 1927.

629 024. — Trève (M.); Dispositif de fixation d'un protecteur métallique sur chaînes d'isolateurs à conduits intérieurs et à réservoir d'huile pour lignes électriques, 11 février 1927.

629 025. — Chachuat (R.-W.); Appareil télégraphique du type Baudot fonctionnant sur ondes entretenues, 11 février 1927.

629 040. — Brancur (P.-J.); Perfectionnements aux disjoncteurs ultrarapides, 12 février 1927.

629 045. — Société anonyme : Le Matériel téléphonique; Perfectionnements aux antennes pour installations radiophoniques, 12 février 1927.

629 063. — Société dite : Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz; Dispositif de fermeture de circuits électriques à des heures déterminées, 12 février 1927.

629 077. — ANTOINE (A.-A.-J.-L.), ZAHND (A.-S.-A.); Dispositif de contact électrique pour horlogeries, 14 février 1927.

629 078. — SCHMID ROOST (J.); Dispositif pour l'entraînement de l'essieu des voitures motrices roulant sur rails, 14 février 1927.

629 091. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); Perfectionnements aux commutateurs automatiques utilisés dans les bureaux centraux téléphoniques, 14 février 1927.

629 098. — MAZZA (M.), MAZZA (S.), BOLLEDI (L.); Dispositif de labourage électrique à traction directe, 14 février 1927.

629 118. — Société dite : CHEMISCHE FABRIK AUF AKTIEN (VORMALS E. SCHERING); Appareil d'éclairage avec lampe à arc électrique, à charbons parallèles ou à peu près parallèles, 15 février 1927.

629 124. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements apportés aux fours électriques, 15 février 1927.

629 174. — Société dite : THE ENGLISH ELECTRIC Co LTD; Appareil convertisseur électrique, 16 février 1927.

629 181. — Société dite : « OSA », PARTICIPATIONS INDUSTRIELLES (Société anonyme); Lampe électrique à incandescence remplie de gaz pour haute intensité, 16 février 1927.

629 184. — TOULEMONDE (J.); Commutateur de self-induction sans bout mort, 16 février 1927.

629 187. — TRÈVE (M.); Dispositif de liaison d'un œillet d'extrémité de chaînes d'isolateurs à la chape de divers organes de suspension porte-conducteur et palonniers pour lignes électriques, 16 février 1927.

629 191. — BADMANN (C.); Appareil évitant les conséquences désagréables d'un court-circuit sans nuire aux conducteurs électriques, 17 février 1927.

629 199. — AMES (B.); Avertisseur électrique, 17 février 1927.

629 201. — Société dite : COMPAGNIE DES LAMPES; Perfectionnements aux machines à culoter de précision pour lampes à incandescence et produits similaires, 17 février 1927.

629 210. — Société dite : LANDIS ET GYR S. A.; Dispositif protecteur de boîte à bornes, notamment pour compteurs d'électricité, 17 février 1927.

629 215. — KOLOWRAT (A.), CZAPEK (E.); Redresseur tournant pour courant triphasé, 17 février 1927.

629 221. — COUDER (F.); Dispositif d'articulation particulièrement applicable aux cadres de télégraphie à superposition, 18 février 1927.

629 228. — Société dite : N. V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN; Procédé de fabrication de cathodes à oxyde, 17 février 1927.

629 237. — Société dite : WESTINGHOUSE ELECTRIC AND MANUFACTURING Co; Perfectionnements aux commutateurs électriques, 17 février 1927.

629 267. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Relais sélectif, 18 février 1927.

629 268. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Interrupteur à huile, 18 février 1927.

629 276. — Société dite : SIEMENS UND HALSKE AK. GES.; Poste téléphonique de table, à raccordement automatique, 18 février 1927.

629 280. — Société dite : SIEMENS UND HALSKE AK. GES.; Montage pour lignes de transmission, notamment pour télégraphie à superposition, 18 février 1927.

629 282. — SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE POUR LA FABRICATION D'APPAREILS DE MESURE; Transformateur d'intensité, 18 février 1927.

629 284. — ESPAGNENT (M.); Perfectionnements dans les batteries d'accumulateurs, 18 février 1927.

629 296. — JACOPOZZI (F.); Avertisseur électrique de virages pour véhicules automobiles, 18 février 1927.

629 298. — ESAU (A.); Procédé pour la production de courtes ondes électriques, 18 février 1927.

629 305. — Société dite : N. V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN; Dispositif destiné à engendrer un courant à haute fréquence dans une bobine disposée sur un organe rotatif, 18 février 1927.

629 315. — LEBLANC (P.); Machine à courants alternatifs pouvant fonctionner à vitesses variables, 1er octobre 1926.

629 322. — STEMMANN (A.); Fixation des isolateurs pour canalisations électriques, 24 décembre 1926.

629 337. — LEBLANC (P.); Système de régulation des moteurs électriques, 28 janvier 1927.

629 339. — BRIOIS (A.-A.-J.), BERTRAND (P.-F.-R.); Connexions électriques de rails de chemins de fer ou tramways, 31 janvier 1927.

629 346. — Société anonyme dite : COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ; Procédé de fabrication d'accumulateurs électriques au plomb, 8 février 1927.

629 347. — Société anonyme dite : COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ; Procédé de fabrication de plaques au plomb spongieux résistant à l'air destinées aux accumulateurs électriques, 8 février 1927.

629 348. — Société anonyme dite : COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ; Électrodes pour accumulateurs à électrolyte alcalin et leur fabrication, 8 février 1927.

929 349. — CLAY (R.-S.); Perfectionnements aux appareils de télévision et appareils similaires, 8 février 1927.

629 353. — BOUDIER (V.-B.-A.); Appareil portatif de sonnerie électrique et autres, 11 février 1927.

629 357. — Société dite : N. V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN; Système de couplage et tubes à décharge destinés à l'amplification d'oscillations électriques, 14 février 1927.

629 360. — Société anonyme dite : COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ; Couvercle avec joint pour batteries constituées par des accumulateurs à électrolyte alcalin destinées aux lampes de mines et autres, 16 février 1927.

629 373. — Société dite : SIEMENS SCHUCKERT WERKE G. m. b. H.; Redresseur de grandes dimensions pour fortes intensités de courants, 19 février 1927.

629 388*. — BOUTEILLE (J.); Perfectionnements aux méthodes de transmission télégraphique ou téléphonique par ondes au moyen de lampes électroioniques, 6 avril 1926.

629 390*. — SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES A MULHOUSE; Mécanisme d'accrochage à déclenchement rapide et précis, applicable par exemple aux interrupteurs électriques, disjoncteurs, relais, etc., 27 avril 1926.

629 392*. — SOCIÉTÉ FRANÇAISE DU PATHÉ-BABY; Interrupteur prise de courant, 27 avril 1926.

629 408*. — LAROCHE (J.-E.-G.); Composition utilisable comme isolant électrique et matière d'imprégnation, 29 avril 1926.

629 410*. — BEAUVAIS (G.-E.); Perfectionnements apportés aux appareils de commande de circuits électriques, 29 avril 1926.

629 418*. — MASSEL (P.); Couronne de démultiplication amovible pour la manœuvre des condensateurs, variomètres ou tout autre appareil de réglage, 30 avril 1926.

629 422*. — GUILLON (L.); Méthode de montage des appareils électriques, 30 avril 1926.

629 425*. — WEISSMANN (G.); Batterie de piles électriques, 30 avril 1926.

629 428*. — SERRUYS (M.-Y.-A.); Mode d'obtention d'enroulements électriques et enroulements en dérivant, 30 avril 1926.

629 431* — SOCIÉTÉ ANONYME DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES; Outil de percussion à chocs rapides, 1er mai 1926.

629 438*. — LESAGE (R.); Poste récepteur de télégraphie sans fil, 1er mai 1926.

D'après les estimations du cartel européen de l'aluminium la production des pays adhérents aurait marqué dans le premier semestre 1927 une progression de 10 pour 100 par rapport au semestre correspondant de 1926.

La production mondiale de 1926 a été de 200 000 t; celle de 1925 d'environ 185 000 t.

L'importance croissante du métal a conduit à envisager l'exploitation de bauxites à teneur même relativement faible en aluminium. La teneur minimum était jusqu'à présent de 60 pour 100. Des essais récents ont permis de l'abaisser à 52 pour 100.

L'industrie de la laque aux Indes. — La laque étant un produit utilisé dans l'industrie électrique il nous a paru intéressant de donner ici quelques renseignements sur cette industrie.

On sait que la laque est un produit de sécrétion fourni par un insecte minuscule (Tachardia Lacca). La récolte et le traitement de ce produit donne lieu à une industrie qui a son siège principal aux Indes britanniques, principalement dans les provinces d'Orissa, dans la partie nord-est des provinces centrales, dans une partie du Bengale et dans le district de Mirzapour. Ce n'est pas que l'aire où se rencontre l'insecte qui produit la laque ne soit plus vaste, puisqu'on le rencontre en Indochine française, au Siam et dans les établissements du détroit. On a, naguère, fait aussi des essais d'acclimatation en Egypte, en Ouganda, au Transvaal et à Formose; mais l'Inde reste le grand producteur.

La qualité du produit dépend en partie des végétaux sur lesquels vit l'insecte qui s'accommode de plusieurs espèces d'arbres. Dans le Bihar, l'Orissa et les provinces centrales, l'arbre appelé Kusum est employé principalement pour l'élevage du Tachardia Lacca. Pour que l'inoculation puisse avoir lieu avec succès, l'arbre doit avoir de 16 à 18 ans, et après l'inoculation il peut être exploité pendant deux ou trois ans. La laque du Kusum se vend de 5 à 10 roupies par manne plus cher que la laque d'insectes inoculés sur d'autres espèces.

Parmi celles-ci, un prunier sauvage dont la croissance est rapide et ne demande que 5 à 10 années avant l'inoculation est également employé.

La laque a d'abord été naturellement un produit de récolte, prélevé sur les arbres où s'était installé un essaim d'insectes parasites. On laissait l'essaimage au hasard. Depuis que l'exploitation a pris plus de développement, on récolte la laque avant l'essaimage et on assure celui-ci en transportant une partie des larves sur un sujet apte à l'inoculation, ce qui se fait en fixant un bâton garni de larves aux branches de l'arbre choisi.

D'ailleurs cette exploitation conserve un caractère très rudimentaire; elle est abandonnée à l'initiative de villageois, qui n'y donnent leur soin que d'une façon assez irrégulière.

La laque brute est vendue par le producteur à des factories qui la reçoivent sous forme de produits mélangés d'impuretés. Le traitement a pour effet de le transformer en lac-lack (shellac). C'est un travail qui se fait aussi par des procédés rudimentaires.

D'après un document consulaire américain, auquel nous empruntons ces renseignements, les arbres qui sont utilisés pour obtenir la laque appartiennent en général à de grands propriétaires (les provinces centrales de l'Inde qui sont le domaine de la laque sont en effet un pays de grande propriété). Les producteurs payent une redevance pour chaque arbre exploité qui varie avec la qualité de la récolte et peut aller de 1/2 à 3 annas pour les espèces les moins estimées, et de 2 à 13 annas (16 annas = 1 roupie) et même atteindre 2 roupies pour l'exploitation des Kusum. Il n'y a pas redevance quand la récolte est manquée.

Un métayer peut exploiter une centaine d'arbres dans l'année qui, s'ils produisent une moyenne de 4 livres de laque pure peuvent lui laisser un profit de 75 roupies et même un profit plus considérable avec les variations assez marquées des cours.

Sur la production totale, 60 pour 100 de laque de l'Inde est acheminée vers les États-Unis; le Royaume-Uni, l'Allemagne, le Japon et la France se partagent le reste.

L'année 1926 a été signalée par une consommation particulièrement élevée. Le total des laques de différente qualité exportées des Indes a atteint en effet 636 600 cwt (de 50,8 kg), contre 486 700 en 1925 et 436 400 en 1924. Toutefois les prix ont baissé et les valeurs totales indiquent une diminution : 21 millions de dollars contre 25 380 000 dollars en 1925 et 27 900 000 dollars en 1924.

On sait que la multiplication des usages de la laque a eu pour effet la mise au point des procédés de fabrication par synthèse chimique qui, en Allemagne notamment, seraient entrés dans la phase de production industrielle.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Arrêté autorisant la cession de la concession de distribution d'énergie électrique aux services publics dans les départements de la Nièvre et du Cher. — Le « Journal officiel » du 14 octobre 1927, publie, pages 10643-10644, l'arrêté suivant en date du 30 septembre 1927 :

Article premier. — La Compagnie continentale Edison, concessionnaire d'un réseau de distribution d'énergie électrique aux services publics dans les départements de la Nièvre et du Cher, en vertu de la convention du 23 février 1923, est autorisée à céder ladite concession à la Compagnie d'Électricité Loire et Nièvre.

Art. 2. — La Compagnie d'Électricité Loire et Nièvre assumera toutes les obligations découlant du cahier des charges annexé à la convention du 23 février 1923, tant envers l'État qu'envers les tiers.

Art. 3. — Pour l'exécution desdites obligations, la Compagnie continentale Edison restera garante, solidaire envers l'État, de la Compagnie d'Électricité Loire et Nièvre.

Art. 4. — Le présent arrêté n'aura son effet qu'à dater de la constitution définitive et légale de la Compagnie d'Électricité Loire et Nièvre.

Concessions accordées pour l'établissement soit de lignes de transmission d'énergie, soit de lignes de distribution d'énergie aux services publics, soit de lignes de distribution publique d'énergie. — *Calvados*. — La Société normande de Gaz, d'Électricité et d'Eau, dont le siège est à Touques, a obtenu la concession d'une ligne de distribution d'énergie électrique dans la commune de Trouville.

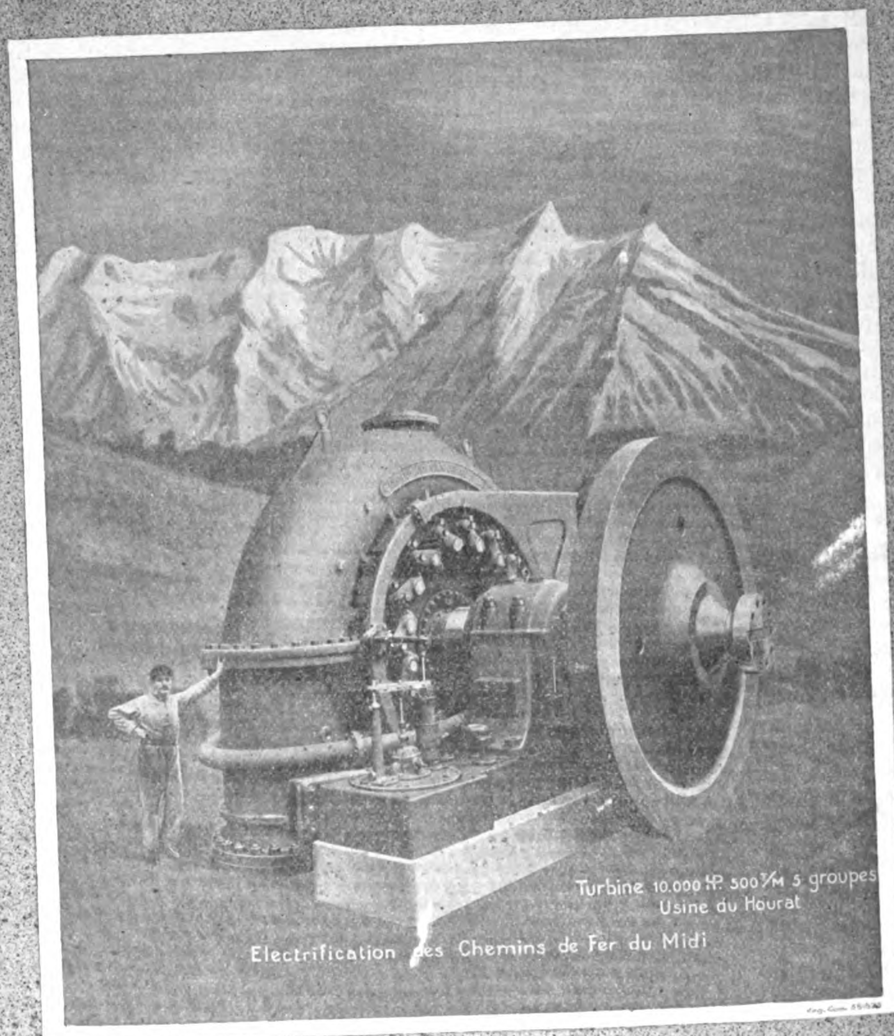
La même société a obtenu une concession de distribution d'énergie électrique dans la commune de Deauville.

Garonne (Haute-). — La Société pyrénéenne d'Énergie électrique, à Paris, 14, rue Roquépine, a obtenu la concession et la déclaration d'utilité publique d'une ligne de transmission d'énergie électrique de Portet à Bracqueville.

Autorisations provisoires accordées pour l'établissement de lignes électriques. — *Gironde*. — La Société Énergie électrique du Sud-Ouest, à Paris, 5, avenue du Coq, a obtenu l'autorisation d'établir :

CEF

Constructions Electriques de France



Electricité Hydraulique Traction

9 Avenue d'Orsay Paris (7e)

1° Une dérivation aérienne à 13 000 v. destinée à alimenter le secteur du quartier de Breillan (commune de Blanquefort);

2° De modifier, sur le territoire de la commune de Saint-Médard-d'Eyrans, au lieudit « La Prade », la ligne à haute tension dite « dérivation primaire de la Brède ».

La Société Secteur électrique du Nord de la France a obtenu l'autorisation d'établir une ligne de transmission d'énergie électrique à 5 000 v destinée à alimenter le réseau du village de La Gache (commune de Saint-Christoly-en-Blaye).

Seine-et-Oise. — La Compagnie d'Electricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière), à Puteaux, 3, quai National, a obtenu l'autorisation d'établir : 1° une canalisation aérienne d'énergie électrique à haute tension à Garancières et Flexanville.

2° Une canalisation souterraine d'énergie électrique à haute tension de Carrières-sur-Seine à Houilles.

3° Une canalisation aérienne d'énergie électrique à haute tension à la traversée de la Seine, sur les emprises du chemin de fer aux abords du pont des Anglais à Nanterre (Seine) et à Bezons (Seine-et-Oise).

La Société Nord-Lumière (Le Triphasé), 4, rue de Vienne, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir une canalisation aérienne à la tension de 150 0 v, destinée à l'alimentation d'un nouveau poste de transformation dans la commune de Vernouillet.

Projets d'établissement de réseaux ruraux. — Des conférences ont été tenues entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement de réseaux ruraux de distribution d'énergie électrique dans les communes suivantes :

Alpes (Hautes-). — Saint-Firmin, Chauffayer, Glaizil, Asprez-les-Corps, Saint-Jacques, Saint-Maurice, Viller-Loubière, Guillaume-Peyrouse, Clémence-d'Ambel, Ancelle, Saint-Léger, Chabottes, Chabottonnes, Forest-Saint-Julien, Saint-Julien-en-Champsaur, Buissard, Saint-Michel-de-Chaillol, Bénévent, Charbillac, Les Infournas, La Motte-en-Champsaur, Saint-Eusèbe, Les Costes, La Fare et Laye.

Seine-et-Marne. — Saint-Thibault-des-Vignes.

Vendée. — Saint-Denis-du-Payré, Yrues, L'Aiguillon-sur-Mer.

Combustibles. — Office national des Combustibles liquides. — Le conseil d'administration de l'Office national des Combustibles liquides a repris ses travaux sous la présidence de M. Loucheur.

Le directeur de l'Office, M. Louis Pineau, lui a présenté un important rapport sur la politique française du pétrole pendant la période 1925-1927. Le conseil a décidé de donner à ce document, qui embrasse toutes les questions intéressant le ravitaillement du pays en combustibles liquides, une large diffusion.

Le conseil a été ensuite saisi, pour avis, par M. Bokanowski, ministre du Commerce et de l'Industrie, du projet de loi concernant la revision du régime douanier des produits pétrolifères.

Le général Mengin a fait un compte rendu détaillé des résultats du récent concours militaire d'endurance des camions à gazogènes. Le conseil a émis à ce sujet deux vœux tendant, l'un à l'abaissement des tarifs de transport par chemins de fer, des agglomérés de charbon de bois, l'autre à la réduction des droits d'octroi appliqués aux combustibles pour véhicules à gaz pauvre.

Le conseil a enfin voté une adresse de félicitations à l'Ecole nationale supérieure du Pétrole et des Combustibles liquides, pour la participation décisive de celle-ci à la réunion de la Commission électrotechnique internationale, qui vient de se tenir en Italie, pour l'étude des huiles isolantes employés dans les transformateurs électriques.

Economie industrielle et sociale. — Le mouvement des prix de gros en France en septembre 1927. — L'indice général des prix de gros publié par la Statistique générale de la France accuse à la fin de septembre une accélération très sensible du mouvement de baisse qui se poursuivait avec régularité depuis le mois d'avril. Alors que, dans les derniers mois, l'écart n'avait jamais dépassé cinq points d'un mois à l'autre, on enregistre aujourd'hui une diminution de 18 points, portant l'indice général à 613, c'est-à-dire à peu près au niveau atteint en novembre 1925, niveau qui, pendant l'année 1926, avait été dépassé constamment et dans une large mesure.

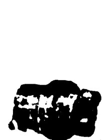
Les indices n'accusent pas seulement une baisse importante; ils révèlent encore une modification de la tendance à laquelle les prix avaient obéi dans la période récente. Si le recul continue d'affecter principalement la catégorie des denrées alimentaires, il s'étend cette fois aux produits industriels. Si, d'autre part, les prix des produits nationaux (denrées agricoles et minéraux notamment) baissent dans l'ensemble de 21 points, on observe également un fléchissement de 11 points de l'indice des produits importés. Il est intéressant de noter qu'à ce résultat les produits alimentaires (sucre, café, cacao) ne participent pas pour la plus large part. Ce sont principalement les prix d'achat des matières premières industrielles qui s'inscrivent en baisse : l'indice des textiles recule par exemple de 15 points (par suite de la baisse du coton notamment) et celui des minéraux et métaux de 17 points.

L'industrie française trouvera-t-elle, cependant, dans cette baisse de ses matières premières importées, une compensation suffisante à la réduction du pouvoir d'achat de la population paysanne, qui représente la conséquence inévitable de la baisse des prix agricoles ? C'est ce qu'il est permis de se demander. Avant de prévoir un allégement durable de la gène qui pèse depuis plusieurs mois sur l'activité économique du pays, la prudence commande de tenir compte du caractère anormal que présentent les prix dont l'indice nous apporte le reflet.

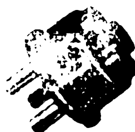
Les indices détaillés des prix de gros s'établissent comme il suit :

	Articles.	Fin sept.	Fin août	Fin juil.
Indice général	(45)	613	631	633
Produits nationaux	(29)	582	603	611
Produits importés	(16)	669	680	674
Denrées alimentaires :				
Ensemble	(20)	546	573	585
Aliments végétaux	(8)	558	611	617
Aliments animaux	(8)	508	517	529
Sucre, café, cacao	(4)	605	614	637
Matières industrielles :				
Ensemble	(25)	672	682	677
Minéraux et métaux	(7)	602	619	639
Textiles	(6)	766	781	757
Divers	(12)	658	660	652

L'indice des prix de détail a Paris, en septembre 1927. — Les indices des prix de détail marquent une nouvelle







baisse. A Paris, l'indice portant sur les 13 denrées de première nécessité s'établit à 532, contre 539 en août, 557 en juillet, 580 en juin et 592 en janvier. L'indice actuel est inférieur à celui de juin 1926.

L'INDICE DU COUT DE LA VIE A PARIS ET EN FRANCE, AU COURS DU TROISIÈME TRIMESTRE 1927. — Les indices de dépenses d'une famille ouvrière, établis (d'après des bases non comparables, d'ailleurs) par diverses commissions régionales, sur la base 100 en 1914, donnent les indications suivantes :

Paris (3e trimestre 1927), 507, (2e trimestre 1927), 525 ; Marseille, juin 1927, 625 ; Rouen, juillet, 530 ; Bordeaux, juin, 624 ; Dijon, septembre, 607 ; Nancy, avril, 629.

Sociétés. Groupements. — ASSOCIATION AMICALE DES INGÉNIEURS DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ. — Le 6 novembre 1927, aura lieu au théâtre Albert Ier, à 20 h 30, la première revue annuelle de l'École supérieure d'Électricité.

Cette revue sera donnée au profit de la Caisse de secours créée par l'Association amicale des Ingénieurs de l'École supérieure d'Électricité et les élèves de la 33e promotion.

Elle sera jouée avec le concours de Mlle Germaine Corney, de l'Opéra-Comique, en représentation, et de toute la troupe de la rue de Staël.

Cette revue a pour titre :

« Elle est trop technique », sup...er revue en 17 tableaux.

La location sera ouverte depuis le 17 octobre, 14, rue de Staël, tous les jours de 16 à 18 heures.

Exposition. Congrès. — EXPOSITION ET SEMAINE D'ORGANISATION COMMERCIALE. — Une Exposition d'Organisation commerciale aura lieu cette année à Paris, du 3 au 13 novembre 1927, dans les salles de Magic City.

Comme les années précédentes, cette exposition est placée sous la direction de la Chambre syndicale d'Organisation commerciale ; elle est également sous le patronage de la Direction générale de l'Enseignement technique.

Dans cette exposition, seront réunis toutes les machines, procédés et systèmes susceptibles d'améliorer le rendement du travail de bureau. On y verra les machines les plus diverses : machines à statistiques, machines à compter et à calculer, machines à écrire comptables et systèmes pour les classements, systèmes pour la bonne organisation des différents services de l'entreprise : vente, achats, publicité, etc.

L'Exposition, comme chaque année, aura surtout pour but d'initier le public aux méthodes modernes de la bonne organisation du travail de bureau par de nombreuses démonstrations.

Au cours de cette Exposition, aura lieu, du 7 au 12 novembre, une Semaine d'Organisation commerciale. Cette manifestation comprendra les travaux suivants :

Lundi 7 novembre : La journée du courrier ;

Mardi 8 novembre : La Journée du classement ;

Mercredi 9 novembre : La Journée des systèmes et statistiques ;

Jeudi 10 novembre : La Journée des machines à calculer et des appareils de contrôle :

Vendredi 11 novembre : La Journée du comptable ;

Samedi 12 novembre : La Journée du vendeur.

Les personnes désireuses d'avoir des renseignements complémentaires sur cette Exposition et sur la Semaine d'Organisation commerciale peuvent s'adresser directement au Commissariat général, 186, rue du faubourg Saint-Martin, à Paris (Xe).

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — SECTEUR MAROCAIN D'ÉCLAIRAGE ET DE FORCE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 17 octobre 1927, p. 933, cette société nouvelle, dont le siège est à Paris, 18, rue Séguier, a pour objet la distribution et la vente de l'énergie électrique, la construction, l'entretien et l'exploitation de toutes usines et de tous réseaux et lignes de transmission ayant pour but de produire, utiliser sur place, transmettre et distribuer l'énergie électrique dans la ville d'Oudja et dans tous autres lieux, tant au Maroc qu'en Algérie.

La durée est de 99 ans, à compter du 8 juillet 1927.

Le capital est de 1 250 000 fr divisé en 12 500 actions de 100 fr chacune, libérées du quart à la constitution.

Augmentation de capital. — SOCIÉTÉ DE PRODUCTION ET DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 10 octobre 1927, page 920, cette société, dont le siège est à Paris, 96, rue la Victoire, va procéder à l'émission de 1 343 obligations de 500 fr. productives d'un intérêt au taux de 7 pour 100 net d'impôts sur le revenu (l'impôt de transmission et tous autres impôts à venir devant être à la charge des obligataires).

Ces obligations seront remboursables en vingt-cinq années, à partir de l'année 1929, soit au pair par tirages au sort annuels qui auront lieu au mois de janvier de chaque année et suivant le tableau d'amortissement imprimé au verso des titres, soit par rachat au gré de la société, sous réserve du droit pour celle-ci de procéder à tous moments, à partir de janvier 1929, à l'amortissement anticipé de tout ou partie de ces obligations.

Aucune garantie spéciale n'est affectée au service de ces obligations. Toutefois, la société s'oblige à ne consentir aucun privilège sous forme de garantie hypothécaire au profit des créanciers actuels ou futurs, soit de titres, bons ou obligations déjà émis ou qu'elle viendrait à émettre ultérieurement, sans que ces obligations soient appelées à jouir pari passu des mêmes privilèges.

LE CENTRE ÉLECTRIQUE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires », du 10 octobre 1927, page 918, cette société, dont le siège est à Paris, 83, avenue de la Grande-Armée, va procéder à l'émission de 26 000 obligations de 500 fr chacune.

Ces obligations rapporteront un intérêt annuel de 7 pour 100, payable par semestre, nets de tous impôts présents et futurs, à l'exception de la taxe annuelle de transmission sur les titres au porteur et des droits de transfert et de conversion.

Elles seront amortissables en trente ans au maximum, à partir de la première année, soit par voie de tirages au sort annuels, qui auront lieu conformément à un tableau d'amortissement inscrit au dos des titres, soit par voie de rachats en bourse au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon.

La société s'interdit de procéder avant le 1er janvier 1931 à l'amortissement par anticipation de tout ou partie des obligations en circulation ; à partir de cette époque, elle aura la faculté d'amortir par anticipation tout ou partie des obligations en circulation, soit au pair lors de chaque échéance de coupons, par voie de tirages au sort supplémentaires, moyennant un préavis de six mois, soit par voie de rachats en bourse au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon.

Divers. — SOCIÉTÉ DES ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES (ANCIENS ÉTABLISSEMENTS ALFRED DININ). — Les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldent par un bénéfice brut de 7 816 813 fr contre 6 412 799 fr en 1925-1926. Le bénéfice net ressort à 6 475 743 fr contre 5 742 871 fr.

Déduction faite des amortissements et provisions et compte tenu du report bénéficiaire antérieur, soit 1 million 139 812 fr le solde distribuable s'élève à 5 398 479 fr.

MAISON BREGUET. — Les comptes de l'exercice clos le 30 avril 1927, qui seront présentés à l'assemblée ordinaire du 28 octobre, se soldent par un bénéfice net de 2 millions 636 922 fr, contre 2 296 642 fr précédemment. Le conseil proposera le maintien du dividende à 40 fr brut par action.

SOCIÉTÉ ÉLECTRIQUE DE LA SIDÉRURGIE LORRAINE. — Le rapport lu à l'assemblée ordinaire des Aciéries de Longwy du 22 septembre 1927, indique que l'exercice 1926-1927 s'est soldé par un bénéfice de 795 853 fr avant amortissements et qu'en raison du développement rapide de ses ventes et échanges du courant, la société envisage d'étendre son champ d'action.

INTERNATIONAL TELEPHONE AND TELEGRAPH CORPORATION AND ASSOCIATED COMPANIES. D'après le rapport de cette société, les bénéfices résultant des opérations des six mois prenant fin au 30 juin 1927 s'élèvent à 5 736 349,51 dollars, tandis que, pour la même période de 1926, ils s'étaient élevés à 2 780 194,94 dollars. Les bénéfices de la période dont il s'agit comprennent le revenu net de la All America Cables, Inc., Montevideo Telephone Company, Ltd, et de la Chili Telephone Company, Ltd, le contrôle de ces sociétés ayant été acquis depuis le 1er janvier 1927. Depuis la clôture de l'exercice prenant fin le 30 juin 1927, le contrôle de deux compagnies supplémentaires a été acquis; ce sont, la Companhia telephonica Rio-Grandense et la Sociedad cooperativa telefonica nacional, qui exploitent respectivement les systèmes téléphoniques de l'Etat de Rio-Grande do Sul, partie méridionale du Brésil et de l'Uruguay. Les compagnies téléphoniques dont la collaboration a été récemment acquise ont, au total, 53 000 stations environ.

Le dividende pour la période de six mois se terminant au 30 juin 1927 s'est élevé à 5,96 dollars par action.

NOTICES et CATALOGUES (1)

Oscillographie. — Nous avons reçu des Ateliers J. Carpentier, 20, rue Delambre, à Paris, 14e, leur nouveau fascicule O relatif à l'oscillographe portatif industriel mis récemment au point par M. A. Blondel.

On connaît l'importance croissante qui s'attache à l'exécution des relevés oscillographiques tant dans la construction électrique que dans l'exploitation des réseaux. L'oscillographe peut être considéré comme le plus puissant moyen d'investigation mis à la disposition de l'ingénieur électricien pour l'analyse des phénomènes complexes qui, dans la pratique de l'électrotechnique, viennent chaque jour poser des problèmes nouveaux.

Si l'oscillographe est depuis longtemps utilisé dans la plupart des laboratoires des constructeurs, il n'en est pas de même en exploitation où les ingénieurs l'ont trop souvent considéré comme un instrument encombrant, coûteux et d'un maniement délicat. A cet égard, l'oscillographe portatif Blondel, réalisé par les Ateliers J. Carpentier et qui fait l'objet de la notice précitée, vient combler une lacune. Ses faibles dimensions d'encombrement, son poids extrêmement réduit, les facilités qu'il présente au point de vue de l'enregistrement des oscillogrammes en feront l'auxiliaire indispensable des constructeurs et surtout des exploitants.

La notice décrit les diverses parties constitutives de l'appareil, c'est-à-dire : le galvanomètre triple, le synchronoscope qui permet la synchronisation automatique du moteur par la simple manœuvre du rhéostat de démarrage; le système optique muni d'une lampe à filament rectiligne spéciale qui évite tout réglage et ne nécessite pas de courant continu pour son alimentation; l'enregistreur dérouleur et le tableau de distribution. Une série d'oscillogrammes termine la notice et permet d'apprécier la netteté des résultats obtenus avec ce nouvel oscillographe qui, une fois de plus, fait honneur à M. A. Blondel qui l'a conçu et au constructeur qui l'a réalisé.

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

628 951. — Société dite : COMPAGNIE DES LAMPES; Perfectionnements aux machines automatiques pour la fabrication des lampes électriques à incandescence et produits similaires, 15 janvier 1927.

628 952. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux systèmes de réglage et de contrôle des machines électriques, 19 janvier 1927.

628 977. — Société dite : COOPER HEWIT ELECTRIC Co; Perfectionnements aux appareils électriques à vapeur de mercure, 10 février 1927.

628 991. — Société dite : COMPAGNIE PARISIENNE DE DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ; Dispositif de protection contre les fausses manœuvres des sectionneurs à haute tension, 11 février 1927.

628 996. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Dispositif de chargement pour installation de fours à recuire à chauffage électrique, 11 février 1927.

628 997. — KAYSER (D.-P.-A.-A.); Dispositif d'allumage partiel et progressif et de production d'effets particuliers applicable aux tubes luminescents, 11 février 1927.

629 002. — DAVESNE (A.); Système de déclenchement automatique à accrochage central fonctionnant verticalement, 11 février 1927.

629 011. — Société dite : ETABLISSEMENTS MONTGOLFIER; Disposition destinée à servir d'intermédiaire entre deux connexions électriques différentes, 11 février 1927.

629 013. — ATELIERS JASPAR; Appareillage horaire pour commande d'engins ou appareils électromécaniques, 11 février 1927.

629 016. — BOURDOUX (H.); Dispositif de chauffage électrique à eau chaude, 11 février 1927.

629 021. — PFALZGRAF (C.); Boîte-support pour accumulateurs, 11 février 1927.

629 024. — TRÈVE (M.); Dispositif de fixation d'un protecteur métallique sur chaînes d'isolateurs à conduits intérieurs et à réservoir d'huile pour lignes électriques, 11 février 1927.

629 025. — CHAUCHAT (R.-W.); Appareil télégraphique du type Baudot fonctionnant sur ondes entretenues, 11 février 1927.

629 040. — BRANCHU (P.-J.); Perfectionnements aux disjoncteurs ultrarapides, 12 février 1927.

629 045. — Société anonyme : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE; Perfectionnements aux antennes pour installations radiophoniques, 12 février 1927.

629 063. — Société dite : COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ; Dispositif de fermeture de circuits électriques à des heures déterminées, 12 février 1927.

629 077. — Antoine (A.-A.-J.-L.), Zahnd (A.-S.-A.); Dispositif de contact électrique pour horlogeries, 14 février 1927.

629 078. — Schmid Roost (J.); Dispositif pour l'entraînement de l'essieu des voitures motrices roulant sur rails, 14 février 1927.

629 091. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements aux commutateurs automatiques utilisés dans les bureaux centraux téléphoniques, 14 février 1927.

629 098. — Mazza (M.), Mazza (S.), Bolledi (L.); Dispositif de labourage électrique à traction directe, 14 février 1927.

629 118. — Société dite : Chemische Fabrik auf Aktien (vormals E. Schering); Appareil d'éclairage avec lampe à arc électrique, à charbons parallèles ou à peu près parallèles, 15 février 1927.

629 124. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements apportés aux fours électriques, 15 février 1927.

629 174. — Société dite : The English Electric Co Ltd; Appareil convertisseur électrique, 16 février 1927.

629 181. — Société dite : « Osa », Participations industrielles (Société anonyme); Lampe électrique à incandescence remplie de gaz pour haute intensité, 16 février 1927.

629 184. — Toulemonde (J.); Commutateur de self-induction sans bout mort, 16 février 1927.

629 187. — Trève (M.); Dispositif de liaison d'un œillet d'extrémité de chaînes d'isolateurs à la chape de divers organes de suspension porte-conducteur et palonniers pour lignes électriques, 16 février 1927.

629 191. — Badmann (C.); Appareil évitant les conséquences désagréables d'un court-circuit sans nuire aux conducteurs électriques, 17 février 1927.

629 199. — Ames (B.); Avertisseur électrique, 17 février 1927.

629 201. — Société dite : Compagnie des Lampes; Perfectionnements aux machines à culoter de précision pour lampes à incandescence et produits similaires, 17 février 1927.

629 210. — Société dite : Landis et Gyr S. A.; Dispositif protecteur de boîte à bornes, notamment pour compteurs d'électricité, 17 février 1927.

629 215. — Kolowrat (A.), Czapek (E.); Redresseur tournant pour courant triphasé, 17 février 1927.

629 221. — Couder (F.); Dispositif d'articulation particulièrement applicable aux cadres de télégraphie à superposition, 18 février 1927.

629 228. — Société dite : N. V. Philips Gloeilampenfabrieken; Procédé de fabrication de cathodes à oxyde, 17 février 1927.

629 237. — Société dite : Westinghouse electric and Manufacturing Co; Perfectionnements aux commutateurs électriques, 17 février 1927.

629 267. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Relais sélectif, 18 février 1927.

629 268. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Interrupteur à huile, 18 février 1927.

629 276. — Société dite : Siemens und Halske Ak. Ges.; Poste téléphonique de table, à raccordement automatique, 18 février 1927.

629 280. — Société dite : Siemens und Halske Ak. Ges.; Montage pour lignes de transmission, notamment pour télégraphie à superposition, 18 février 1927.

629 282. — Société industrielle pour la Fabrication d'appareils de mesure; Transformateur d'intensité, 18 février 1927.

629 284. — Espagnent (M.); Perfectionnements dans les batteries d'accumulateurs, 18 février 1927.

629 296. — Jacopozzi (F.); Avertisseur électrique de virages pour véhicules automobiles, 18 février 1927.

629 298. — Esau (A.); Procédé pour la production de courtes ondes électriques, 18 février 1927.

629 305. — Société dite : N. V. Philips Gloeilampenfabrieken; Dispositif destiné à engendrer un courant à haute fréquence dans une bobine disposée sur un organe rotatif, 18 février 1927.

629 315. — Leblanc (P.); Machine à courants alternatifs pouvant fonctionner à vitesses variables, 1er octobre 1926.

629 322. — Stemmann (A.); Fixation des isolateurs pour canalisations électriques, 24 décembre 1926.

629 337. — Leblanc (P.); Système de régulation des moteurs électriques, 28 janvier 1927.

629 339. — Briois (A.-A.-J.), Bertrand (P.-F.-R.); Connexions électriques de rails de chemins de fer ou tramways, 31 janvier 1927.

629 346. — Société anonyme dite : Compagnie générale d'Électricité; Procédé de fabrication d'accumulateurs électriques au plomb, 8 février 1927.

629 347. — Société anonyme dite : Compagnie générale d'Électricité; Procédé de fabrication de plaques au plomb spongieux résistant à l'air destinées aux accumulateurs électriques, 8 février 1927.

629 348. — Société anonyme dite : Compagnie générale d'Électricité; Électrodes pour accumulateurs à électrolyte alcalin et leur fabrication, 8 février 1927.

629 349. — Clay (R.-S.); Perfectionnements aux appareils de télévision et appareils similaires, 8 février 1927.

629 353. — Boudier (V.-B.-A.); Appareil portatif de sonnerie électrique et autres, 11 février 1927.

629 357. — Société dite : N. V. Philips Gloeilampenfabrieken; Système de couplage et tubes à décharge destinés à l'amplification d'oscillations électriques, 14 février 1927.

629 360. — Société anonyme dite : Compagnie générale d'Électricité; Couvercle avec joint pour batteries constituées par des accumulateurs à électrolyte alcalin destinées aux lampes de mines et autres, 16 février 1927.

629 373. — Société dite : Siemens Schuckert Werke G. m. b. H.; Redresseur de grandes dimensions pour fortes intensités de courants, 19 février 1927.

629 388*. — Bouteille (J.); Perfectionnements aux méthodes de transmission télégraphique ou téléphonique par ondes au moyen de lampes électroioniques, 6 avril 1926.

629 390*. — Société alsacienne de Constructions mécaniques a Mulhouse; Mécanisme d'accrochage à déclenchement rapide et précis, applicable par exemple aux interrupteurs électriques, disjoncteurs, relais, etc., 27 avril 1926.

629 392*. — Société française du Pathé-Baby; Interrupteur prise de courant, 27 avril 1926.

629 408*. — Lamouche (J.-E.-G.); Composition utilisable comme isolant électrique et matière d'imprégnation, 29 avril 1926.

629 410*. — Beauvais (G.-E.); Perfectionnements apportés aux appareils de commande de circuits électriques, 29 avril 1926.

629 418*. — Massel (P.); Couronne de démultiplication amovible pour la manœuvre des condensateurs, variomètres ou tout autre appareil de réglage, 30 avril 1926.

629 422*. — Guillon (L.); Méthode de montage des appareils électriques, 30 avril 1926.

629 425*. — Weissmann (G.); Batterie de piles électriques, 30 avril 1926.

629 428*. — Serruys (M.-Y.-A.); Mode d'obtention d'enroulements électriques et enroulements en dérivant, 30 avril 1926.

629 431* — Société anonyme de Constructions électriques; Outil de percussion à chocs rapides, 1er mai 1926.

629 438*. — Lesage (R.); Poste récepteur de télégraphie sans fil, 1er mai 1926.

INDICES DE SALAIRES

Établis par le Syndicat des Entrepreneurs de Réseaux et de Centrales électriques.

MOIS	RÉGIONS											
	1 Nord	2 Nord-Ouest	3 Région de Paris	4 Nord-Est	5 Orléanais	6 Jura	7 Sud-Ouest	8 Massif central	9 Alpes	10 Littoral méditerranéen viticole	11 Côte d'Azur	12 Indice général
Mars 1927	134	135	166	148	141	150	129	134	153	154		147
Avril	139	134	164	148	137	150	128	134	158	157		146
Mai	141	132	167	147	140	151	128	137	162	157		147
Juin	143	135	166	147	137	153	131	137	161	157		147
Juillet	149	131	173	147	141	159	136	142	161			152
Août	152	128	173	148	141	159	138	158	164	147	159	155

COMPOSITION DES RÉGIONS

Région 1 (Nord) : Aisne, Nord, Oise, Pas-de-Calais, Somme.

Région 2 (Nord-Ouest) : Calvados, Côtes-du-Nord, Eure, Finistère, Ille-et-Vilaine, Indre-et-Loire, Loire-Inférieure, Maine-et-Loire, Manche, Mayenne, Morbihan, Orne, Sarthe, Seine-Inférieure, Vendée.

Région 3 (Région de Paris) : Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne.

Région 4 (Nord-Est) : Ardennes, Aube, Marne, Marne (Haute-), Meurthe-et-Moselle, Meuse, Moselle, Rhin (Bas-), Rhin (Haut-), Vosges.

Région 5 (Orléanais) : Cher, Eure-et-Loir, Indre, Loiret, Loir-et-Cher, Nièvre, Yonne.

Région 6 (Jura) : Belfort (Territoire de), Côte-d'Or, Doubs, Jura, Saône (Haute-), Saône-et-Loire.

Région 7 (Sud-Ouest) : Ariège, Charente, Charente-Inférieure, Creuse, Dordogne, Garonne (Haute-), Gers, Gironde, Landes, Lot-et-Garonne, Pyrénées (Basses-), Pyrénées (Hautes-), Sèvres (Deux-), Tarn-et-Garonne, Vienne, Vienne (Haute-).

Région 8 (Massif central) : Allier, Ardèche, Aveyron, Cantal, Corrèze, Loire, Loire (Haute-), Lot, Lozère, Puy-de-Dôme, Tarn.

Région 9 (Alpes) : Ain, Alpes (Basses-), Alpes (Hautes-), Drôme, Isère, Rhône, Savoie, Savoie (Haute-).

Région 10 (Littoral méditerranéen viticole) : Aude, Gard, Hérault, Pyrénées-Orientales.

Région 11 (Côte-d'Azur) : Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Var, Vaucluse.

Indice général 12 : Indice pour toute la France obtenu en faisant la moyenne des salaires payés sur les chantiers dans toute la France.

EXTRAITS DE LA SÉRIE DES PRIX

DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DES ARCHITECTES

Communiqués par le Syndicat général de la Construction électrique.

Coefficients à appliquer sur les prix de la série du 15 octobre 1924 pour les travaux exécutés à partir du :	1er janvier 1926 (1)	1er janvier 1926 (2)	1er avril 1926 (1)	1er avril 1926 (2)	15 mai 1926 (1)	15 mai 1926 (2)	1er août 1926 (1)	1er août 1926 (2)
Conducteurs électriques : Fils et câbles sous plomb :								
Lumière : 3e et 6e colonnes des nos 58 à 98 et 111 à 121	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Sonnerie : nos 27(I) à 27(II) et 29(I) à 29(II)	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Conducteurs électriques : Fils et câbles autres que sous plomb :								
Lumière et sonnerie	1,38	1,46			1,50	1,60	1,66	1,79
Coefficient s'appliquant à l'ensemble des autres articles de la série.	1,28	1,27	1,23	1,30	1,25	1,33	1,33	1,42
Ouvrages ne comportant que de la main-d'œuvre	1,19	1,26			1,27	1,35	1,27	1,35

Coefficients à appliquer sur les prix de la série 1926 pour les travaux exécutés à partir du :	15 oct. 1926	1er nov. 1926	1er déc. 1926	1er janv. 1927	1er fév. 1927	1er mars 1927
Conducteurs électriques autres que sous plomb	1,10	1,02	1,02	1,02	0,85	0,79
Id. sous plomb :						
Lumière : nos 68 à 108 et 122 à 132 (3e et 6e colonnes)	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Sonnerie : nos 29 et 30	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Appareillage :						
Gros appareillage : nos 180 à 201 et 377 à 430	1,37	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
Appareillage de branchement : nos 202 à 212 et 320 à 323	1,31	1,41	1,41	1,34	1,26	1,26
Autres articles de la série	1,21	1,23	1,20	1,20	1,15	1,15
Articles ne comportant que de la main-d'œuvre	1,07	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17

Prix de l'heure à partir du :	1er janvier 1926 élémentaires	1er janvier 1926 de règlement	15 mai 1926 élémentaires	15 mai 1926 de règlement (1)	15 mai 1926 de règlement (2)	1er novembre 1926 élémentaires	1er novembre 1926 de règlement
Heure d'ouvrier téléphoniste, monteur et ajusteur	4 fr	5,90 fr	4,25 fr	6,25 fr	6,60 fr	4,75 fr	7,40 fr
Id d'ouvrier électricien poseur	3,75	5,50	4	5,90	6,25	4,25	6,60
Id d'aide électricien poseur	3,25	4,80	3,50	5,15	5,45	3,75	5,85

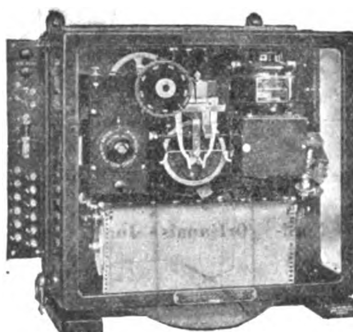
(1) Les coefficients de la colonne (1) s'appliquent aux travaux traités avant le 1er janvier 1926.
(2) Les coefficients de la colonne (2) s'appliquent aux travaux traités après le 1er janvier 1926.

LABORATOIRE

(Intruments étalons)

Pile " WESTON ", Résistance, Inductance et Capacité :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres, Microfaradmètres, Mégohmvoltmètres, Pyromillivoltmètres, Galvanomètres, Potentiomètres, Transformateurs, Instruments pour mesures sous haute fréquence et pour mesures d'électrolyse.

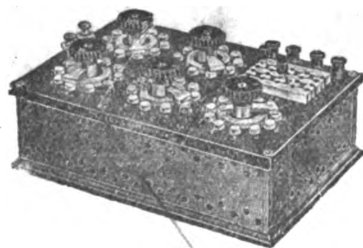


Pyromètre-potentiomètre enregistreur
" LEEDS et NORTHRUP "

CONTROLE

(Instruments de haute précision) :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres (mono et polyphasés et pour bas facteur de puissance), Fréquencemètres Phasemètres, Ponts de self inductance et de capacité, Ponts de résistance (Wheatstone, Thomson, Kelvin et Kohlrausch), Boites de résistance, Inductomètres et Condensateurs, Transformateurs.

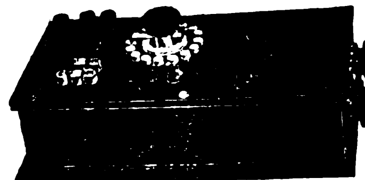


Pont de Wheatstone
" LEEDS et NORTHRUP "

INDUSTRIE

(Instruments de mesures portatifs et de tableau)

Fluxmètre, Perméamètre, Luxmètre, Salinomètre, Acidimètre, Photomètre, Interférencemètre, Oscillateur, Générateur de haute fréquence.



Potentiomètre à lecture directe en PH
" LEEDS et NORTHRUP "

EQUIPEMENTS

pour la mesure de la conductibilité des Électrolytes, les essais magnétiques, la mesure de la résistance électrique des huiles, les essais des transformateurs, la recherche des défauts dans les câbles et la mesure des résistances d'isolement, la mesure du Ph, les essais à sec des câbles, l'étalonnage des couples thermo-électriques, le contrôle automatique de la combustion, l'enregistrement de la lumière du jour.



Étalon " WESTON "
modèle 1

ENREGISTREURS

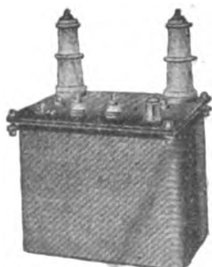
de mesures électriques, de CO et de CO^2, de pression et de vide, de température, de la hauteur des liquides, du niveau de l'eau, des chaudières, d'humidité, de mouvement et de temps, d'indication de mesures à longue distance.



Wattmètre polyphasé
" WESTON " modèle 329

MESURE DES TEMPÉRATURES

Pyromètres-potentiomètres indicateurs, (portatifs et de tableau) et enregistreurs jusqu'à 16 directions, Pyromètres à résistances, Pyromètres optiques, Pyromètre pour la mesure des températures des gaz, de l'échauffement des machines électriques, des transformateurs et des câbles.



Transformateur

FOURS ÉLECTRIQUES

(Fonte de métaux, Trempe, Cémentation, Revenu).

AUTRES APPAREILS

Transformateurs, Compte-tours, Tachymètres, Ohmmètres, Pont pour la mesure des terres, Compteurs électrolytiques.



Essayeur d'isolement
à magnéto

Adresse télégraphique : **MECIVOCEM**

M.E.C.I.

Téléphone : **PROVENCE 24-01 — 24-02**

2, rue du Faubourg Poissonnière, PARIS (X^e)

RÉPARATION DE TOUS INSTRUMENTS DE MESURES ÉLECTRIQUES

629 439*. — LINDET (P.); Dispositif émetteur et récepteur applicable aux appareils télégraphiques utilisant le code à cinq moments, 1er mai 1926.

629 454*. — CAZES (A.-M.-A.); Détecteur indéréglable, 5 mai 1926.

629 494. — DOHT (W.), SCHMIDT PRÉDARI (A.); Élément de chauffage électrique et procédé pour sa fabrication, 15 février 1927.

629 495. — BERST (T.); Nouvel agencement d'éléments de chauffage électrique, 16 février 1927.

629 511. — CONDAMIN (J.); Signal électrique de fils cassés s'appliquant à toutes machines textiles, 21 février 1927.

629 516. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux tubes à décharge électronique et aux moyens de réduire la charge d'espace, 21 février 1927.

629 517. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux électrodes thermoioniques, 21 février 1927.

629 539. — NOBUHARA (K.); Parafoudre, 21 février 1927.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 8 oct. 1927	PRIX samedi 15 oct. 1927	PRIX différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	72 fr	72 fr	0
Id U id	100 kg	77	77	0
Cornières	100 kg	75	75	0
Larges plats	100 kg	93	93	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	16 d	16 3/8 d	+ 3/8 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	707	699	— 8 fr
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	807	813	+ 6
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 030	1 048	+ 18
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	1 025	1 043	+ 18
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 030	1 048	+ 18
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 377	1 395	+ 18
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 727	6 745	+ 18
*Ébonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 637	3 642	+ 5
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	420	420	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	532,50	532,50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { épaisseur 7/100 mm	le mètre	5	5	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { Id 10/100 mm	linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	292,50	302	+ 9,50
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	325	325-330	0 + 5
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		200	200	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	378,50	390	+ 11,50
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

NOTA. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 8 oct. 1927	samedi 15 oct. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	166	166	0

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Le programme des grands travaux d'aménagement hydroélectrique à exécuter en Belgique pour l'utilisation des ressources nationales. — Maintenant qu'après huit années d'un effort admirable elle est parvenue à relever ses ruines et à réparer les instruments de sa production, maintenant qu'elle a procédé — non sans s'être imposé de lourds sacrifices — à la stabilisation de sa monnaie, la Belgique a la ferme préoccupation d'adapter toutes les ressources de son territoire aux conditions nouvelles du progrès, pour reprendre définitivement la place qu'elle occupait avant la guerre au premier rang des nations industrielles. Il lui reste à perfectionner et à développer son outillage économique en recherchant les facteurs qui, délaissés jusqu'ici, y peuvent contribuer le plus efficacement.

C'est dans ce but, et en vue de soutenir et de compléter le redressement monétaire par le redressement économique, que le gouvernement belge instituait, le 2 mars 1927, une Commission nationale des grands Travaux. Composée de 33 membres : ingénieurs, fonctionnaires du génie civil, industriels, hommes d'affaires éminents, elle avait pour mission l'examen, au triple point de vue technique, économique et financier, des travaux à exécuter pour améliorer l'accès vers la mer des centres industriels du pays, pour mettre le bassin de la Meuse à l'abri des inondations et pour résoudre les problèmes qui se rattachent à ces deux questions, notamment la production et la distribution d'énergie hydroélectrique.

La commission s'est mise aussitôt à l'œuvre ; ses membres, répartis en quatre sous-commissions, ont témoigné de la plus grande activité et du réel souci d'aboutir à des solutions à la fois hardies et réalisables ; une cinquantaine de séances ont été tenues, plusieurs voyages effectués, en conclusion de quoi un rapport technique a été présenté par chacune des sous-commissions dont l'ensemble constitue le rapport général de la commission. Le tout forme un fascicule de près de cent pages, grand format : véritable programme détaillé de ce que doit être l'effort qui s'impose afin de tirer tout le parti possible des ressources nationales.

Voici, d'après le compte rendu qu'en a donné M. E. Vielfaure dans « La Journée industrielle » les grandes lignes de ces travaux :

I. Aménagements fluviaux. — Le problème qu'avait à résoudre la commission comportait donc deux parties : l'exploitation systématique des ressources hydrauliques et l'organisation rationnelle de la production d'électricité, — toutes deux connexes, puisque les rivières ardennaises et la Meuse peuvent donner de l'énergie électrique et que l'organisation rationnelle de l'électricité est la condition nécessaire pour que l'on puisse tirer pleinement profit de cette énergie hydraulique.

L'exploitation systématique des ressources hydrauliques comporte, aux yeux de la commission, la création de barrages-réservoirs en Ardenne et l'aménagement de la Sambre et de la Meuse, qui doivent permettre à la fois la lutte contre les inondations, la récupération électrique et l'amélioration de la navigation.

« Il faut construire des barrages-réservoirs en Ardenne, explique la commission, car c'est pratiquement le seul moyen de disposer de l'eau nécessaire pour alimenter les canaux de la Meuse vers Anvers et c'est, au surplus, un moyen de produire de l'énergie électrique dans des conditions intéressantes. Actuellement, en effet, on ne dispose pas pendant la période des basses eaux de la quantité d'eau nécessaire pour ces voies navigables. Ce n'est qu'en emmagasinant de grandes réserves derrière des murs de barrage, pendant la saison pluvieuse, pour les restituer pendant la période sèche, que l'on pourra prendre à la Meuse la quantité d'eau nécessaire pour maintenir le niveau dans les canaux vers Anvers. Quant à la quantité d'énergie électrique que l'on pourra produire, elle est de l'ordre de 250 millions de kilowatts-heures pour l'Ourthe et l'Amblève et de un demi-milliard de kilowatts-heures pour la Semois et ses affluents ».

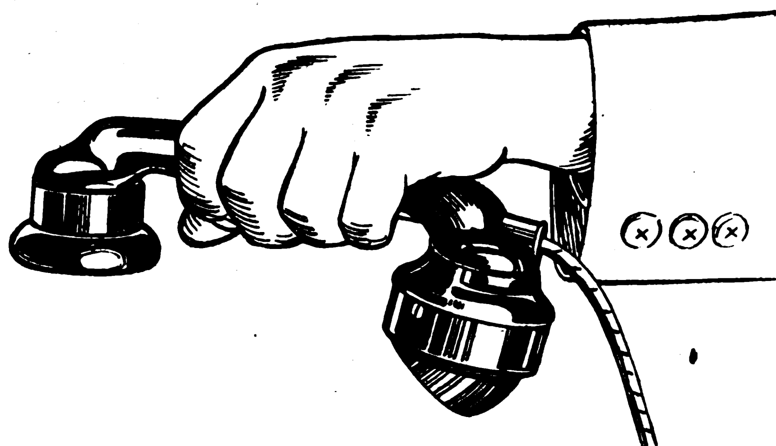
Notons que la production totale actuelle de la Belgique est estimée à 3 milliards 160 millions de kilowatts-heures. En outre, les barrages régulateurs projetés mettront fin aux débordements des rivières ardennaises et contribueront ainsi à régulariser le débit de la Meuse, dont les crues, certaines années, sont de véritables désastres pour la région liégeoise.

Cependant, ces réservoirs ne sauraient suffire à mettre

Nos postes téléphoniques

type P.T.T 1924

ont un combiné léger



très maniable, l'audition est puissante et il permet les communications à grande distance

"Le Matériel Téléphonique"

Société Anonyme au Capital de 110.000.000 de francs

46 AVENUE DE BRETEUIL PARIS. (VIIe)



fin aux inondations. Aussi, le lit de la Sambre et celui de la Meuse devront-ils être élargis en certaines sections et approfondis, ce qui favorisera du même coup le développement de la navigation et la récupération de l'énergie hydraulique; on pourra produire dans quatre ou cinq usines, au fil de l'eau, 130 à 185 millions de kilowatts-heures à des prix de revient avantageux.

En ce qui concerne la navigation sur la Sambre et sur la Meuse, la première, actuellement accessible à des bateaux de 340 t, pourra recevoir des bateaux de 600 t après l'exécution du programme dont la commission recommande la prompte exécution. Le bassin de Charleroi et la région industrielle de la basse Sambre doivent, en effet, être reliés à Liége et à tout le bassin de la Meuse par une large voie de communication. La Meuse peut devenir, à peu de frais, une magnifique voie navigable de Givet à Visé. De Givet à Ben-Ahin, les écluses de 100 m × 12 m, construites pour 4 bateaux de 300 t, peuvent laisser passer des bateaux jaugeant 1350 t. Quand les travaux projetés seront achevés, la navigation pour bateaux de gros tonnage sera possible sur la Meuse dans toute la partie belge. Par la Sambre, la Meuse est en communication avec le bassin industriel de Charleroi; par son cours supérieur, elle touche au bassin ferrifère de l'Est de la France et de la Lorraine, à la région de Nancy, au gisement des salines, au district de la Sarre et à une partie de l'Alsace. Si la navigation était améliorée et prolongée vers ces régions, par l'exécution des projets français, la Meuse deviendrait le trait d'union entre l'ensemble de tout ce pays industriel et la mer.

Le débouché vers la mer de cette voie navigable, appelée à prendre une si grande importance dans l'avenir, voilà le grave problème qui a retenu toute l'attention de la commission et qui est celui des voies navigables entre la Meuse et Anvers.

Il existe déjà, comme chacun sait, un canal Liége-Anvers, à travers la Hollande, par Maëstricht. La commission nationale des grands travaux estime que cette terminaison de la navigation mosane vers la mer ne répond plus aux nécessités actuelles. Le canal de la Meuse vers Anvers, accessible aux bateaux de 450 t, est encombré à certains endroits, notamment à son entrée à Liége, du côté d'Anvers et surtout dans l'enclave de Maëstricht, où sont accumulées toutes les difficultés qui peuvent entraver la navigation et qui, peut-être, ne sont pas entièrement imputables — la commission ne le précise évidemment pas — aux conditions géographiques et techniques.

Pour ces raisons, et aussi pour doter d'une voie d'eau le nouveau bassin industriel de la Campine, la Commission nationale des grands Travaux recommande la construction d'un canal direct, entièrement en territoire belge, sans bief de partage, pour bateaux de 1350 t. La Meuse, ainsi jetée en quelque sorte dans l'Escaut, c'est la liaison directe et rapide entre le bassin industriel de Liége et la mer, par une distance de 125 km seulement. Rapprochement considérable des deux fleuves, si l'on songe que le trajet actuel entre Liége et Anvers réclame une dizaine de jours, alors qu'il n'en faudra pas même deux par celui qui est prévu.

La durée d'exécution du nouveau canal exigerait huit à dix années, tandis que le coût des travaux est évalué entre 600 et 700 millions de francs belges (360 à 420 millions de francs français).

Quant au trafic dont il est susceptible, on l'estime de 8 à 10 millions de tonnes, au lieu de 2 500 000 sur le canal actuel. C'est qu'en effet, et bien avant même que cette voie soit achevée, les nouveaux charbonnages campinois produiront au moins 6 millions de tonnes de houille : charbon à coke et charbon de soute, qui s'en iront, l'un vers le sud alimenter les hauts fourneaux du bassin liégeois, de la Lorraine et de l'Est français, l'autre vers le nord, pour satisfaire à Anvers aux besoins des navires. La commission prévoit, en outre, qu'en apportant en Campine l'eau nécessaire à son industrie, le futur canal verra, sur ses deux rives, depuis Anvers jusqu'au sud du bassin houiller, de nombreuses usines venir s'établir, attirées à la fois par la proximité d'Anvers, le voisinage des charbonnages et l'abondance de l'eau.

Enfin, on a vu plus haut que, par la Meuse convenablement aménagée, une autre fonction lui était assignée, tout aussi impérieuse : celle d'amener dans la sphère d'attraction du port d'Anvers de gros éléments du trafic mosan qui prennent leur source dans l'Est français, en Lorraine, en Alsace et dans la Sarre. Qui n'aperçoit, en effet, l'avantage tout d'un coup offert par cette voie facile au ravitaillement et aux exportations de ces régions si industrielles ?

Faire d'Anvers le point d'aboutissement de la navigation mosane, telle a été la préoccupation de la Commission nationale des grands Travaux. Ses conclusions seront fâcheusement ressenties en Hollande, qui aspirait au même but en faveur de Rotterdam. Elle entendait même y atteindre au plus tôt, puisque la canalisation de la Meuse, jusqu'à l'endroit où elle touche à la Belgique, est déjà en voie d'achèvement, tandis que sont commencés les travaux du canal Juliana, qui, raccordant le Rhin à la Meuse, amènera à Rotterdam le trafic de celle-ci. Soixante-dix millions de florins ont, dit-on, été déjà investis dans cet important ouvrage auquel le canal direct Liége-Anvers enlèvera désormais une partie de son utilité. C'est là une des conséquences du rejet par le Parlement néerlandais du traité hollando-belge.

Quant aux répercussions que la voie Givet-Anvers est appelée à avoir sur les régions de tout l'Est français, dont, à travers la Belgique, elle drainera une bonne partie du ravitaillement et des exportations au profit d'Anvers, elles paraissent devoir être assez profondes, à la fois heureuses et fâcheuses pour notre pays. Heureuses, si l'on ne considère que l'intérêt propre des départements qu'elle desservira; fâcheuses si l'on pense au trafic énorme dont elle privera désormais nos chemins de fer et nos ports. Et l'on peut prévoir que Dunkerque s'en trouvera tout aussi affectée que Rotterdam.

II. Aménagement pour la production de l'électricité. — Le deuxième problème qu'avait à résoudre la commission était, nous l'avons noté, l'organisation rationnelle de la production de l'électricité. « Dans un pays comme le nôtre, explique le rapport présenté à ce sujet, dont la population est dense et dont la production agricole et industrielle est importante, l'énergie électrique doit être distribuée partout et aux meilleures conditions possibles. L'électricité à bas prix améliorera la situation de l'industrie, permettra aux producteurs belges de lutter plus facilement sur les marchés internationaux et rendra ainsi la Belgique plus prospère. »

Le programme général d'exécution, d'organisation et d'exploitation des installations comporte notamment, ainsi qu'il résulte de ce qui est dit plus haut, la construction d'usines hydroélectriques dépendant des barrages-réservoirs, et le fonctionnement de ces usines, de concert avec des usines au fil de l'eau établies sur la Meuse, qui devraient être connectées aux premières et à des usines thermiques.

Le plan de la commission repose sur quatre points principaux : 1° la concession des forces hydrauliques d'un même cours d'eau ou d'un ensemble de cours d'eau, soit à un organisme unique, soit à un groupement de sociétés industrielles;

2° l'établissement des barrages et des usines de façon à réaliser le plus possible les buts principaux d'intérêt public (atténuation des inondations, alimentation d'un canal vers Anvers, etc.), tout en assurant la plus grande valeur possible à l'énergie électrique distribuable; 3° la liaison des usines hydrauliques, à créer, avec des usines thermiques (ou des groupements d'usines thermiques, cokeries et hauts fourneaux), ces usines thermiques étant soit des usines existantes, soit des usines génératrices au charbon, à construire, pourvues de groupes électrogènes de grande puissance; 4° le groupement des exploitants des diverses usines interconnectées (hydroélectriques, thermiques actuelles et futures), ou accord pour l'exploitation en commun de ces usines, des lignes d'interconnexion, de manière à réduire au strict minimum la consommation de combustible et le prix de revient de l'énergie distribuée.

L'organisation rationnelle de la production électrique permettra aux métallurgistes belges de tirer parti en tout temps de leurs excès de gaz et de produire une quantité supplémentaire d'électricité, qui serait, en un an, l'équivalent de 1 200 000 t de houille. En 1935, selon les prévisions généralement admises, la consommation d'énergie électrique sera vraisemblablement en Belgique le double de ce qu'elle est actuellement. Grâce à la rationalisation, il sera possible de produire cette quantité double sans brûler une tonne de charbon de plus. La consommation de houille, qui serait pour la marche indépendante de 6 850 000 t, ne sera que de 3 060 000 t. De plus, grâce aux économies réalisées dans l'utilisation des sources d'énergie, dans l'utilisation du courant et dans les immobilisations nouvelles, le prix de revient du kilowatt-heure moyen aura été abaissé de 40 à 25 centimes.

III. Exécution et financement des travaux. — Tel est le résumé du programme élaboré par la Commission nationale des grands Travaux et qui ne manque, certes pas, de hardiesse. En le faisant sien et en le déposant sur le bureau du Parlement, le gouvernement a marqué son intention de le conduire promptement dans le domaine de la réalisation. « Ce plan, a dit à la Chambre M. Jaspar, premier ministre, assure la continuité de l'œuvre entreprise. Cette continuité comme la rapidité de l'exécution des travaux, sont une nécessité impérieuse. Tous sont importants, tous sont nécessaires; certains sont d'une urgence extrême. Les uns et les autres participent au programme sur lequel le gouvernement s'est constitué; sa réalisation justifie à la fois la composition de ce gouvernement et son existence, conditionnées toutes deux par la nécessité de rétablir la richesse et la puissance de notre pays. »

Les services juridiques des ministères des Finances et des Travaux publics ont élaboré cinq projets de loi : projet sur le fonds national des grands travaux et les ressources qui l'alimenteront; sur les concessions de forces hydrauliques à accorder; sur l'organisation de la navigation fluviale; sur la production de l'énergie électrique; sur la création du fonds national des routes.

Des estimations, soigneusement établies et contrôlées, permettent d'évaluer approximativement à 2 milliards de francs le total des dépenses à faire pour exécuter les travaux ci-dessus énumérés, y compris la réfection du réseau routier. Ce total s'échelonnerait sur une durée de douze à quinze années, temps jugé nécessaire pour l'achèvement du programme complet. Pendant les cinq premières années, les dépenses seront de l'ordre de 300 millions de francs; elles diminueront ensuite assez rapidement. Il sera fait face au total de 2 milliards ainsi répartis par les recettes extraordinaires de l'Etat. Afin d'assurer à l'exécution des travaux la continuité de leur achèvement, le gouvernement proposera la création d'un organisme autonome et de caractère public, en faisant appel aux compétences nécessaires, de manière à assurer la prépondérance des intérêts généraux du pays. L'Etat remettra, à cette fin, à cet organisme, soit les disponibilités budgétaires nécessaires, soit, en cas d'insuffisance, des instruments de crédit.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Décret approuvant et déclarant d'utilité publique la concession d'une distribution d'énergie électrique aux services publics dans le département du Nord. — Le « Journal officiel » du 20 octobre 1927 publie, pages 10 805-10 811, le décret en date du 8 octobre 1927, approuvant la convention en date du 17 septembre 1927 passée entre le préfet du département du Nord, d'une part, et la Compagnie générale pour l'Eclairage et le Chauffage par le Gaz, dont le siège est à Bruxelles, 34 et 36, rue Marie-de-Bourgogne, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour la distribution de l'énergie électrique :

1° Aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers;

2° Aux services publics organisés en vue de l'alimentation en énergie des services publics énumérés au paragraphe précédent, au moyen d'ouvrages et de canalisations s'étendant sur tout ou partie du département du Nord.

La concession ne fait pas obstacle à ce que, dans la même zone, des permissions de voirie ou d'autres concessions soient accordées dans les conditions de la loi du 15 juin 1906.

L'énergie électrique sera produite au moyen de la vapeur dans une ou plusieurs usines génératrices appartenant ou non au concessionnaire; le courant distribué sera alternatif triphasé à la fréquence 50 p : s. L'énergie électrique pourra être fournie par d'autres distributions aux services publics. Actuellement elle est fournie par deux sociétés (la Société d'Electricité de la Région de Valenciennes-Anzin et la Compagnie électrique du Nord) titulaires d'une concession d'Etat de distribution d'énergie aux services publics.

L'Etat aura le droit, à toute époque, de faire mettre à la disposition du concessionnaire de l'énergie réservée aux bornes d'une usine hydraulique concédée.

Les usines génératrices ne font pas partie de la concession.

La tension du courant sera du type 15 000 ou 54 000 V.

La tension inscrite dans le traité d'abonnement ne devra pas s'écarter de plus de 5 pour 100 en plus ou en moins de la tension-type et la tolérance, par rapport au chiffre figurant dans le traité d'abonnement, sera en service normal de 7 pour 100 en plus ou en moins.

La fréquence du courant distribué en service normal est fixée à 50 p : s avec une tolérance de 5 pour 100 en plus ou en moins.

Décret concernant une avance remboursable a la Coopérative agricole d'Electricité de Saint-Martin-de-Londres. — Le « Journal officiel » du 20 octobre 1927 publie, page 10 813, le décret en date du 8 octobre 1927, approuvant une convention additionnelle en date du 19 juillet 1927, passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Coopérative agricole d'Electricité de Saint-Martin-de-Londres et Extensions, d'autre part.

La teneur de cette convention additionnelle est la suivante :

ARTICLE PREMIER. — En application des articles 7 et 10 de la loi du 16 octobre 1919, une avance remboursable s'élevant à la somme de 400 000 fr est allouée à la Coopérative d'Electricité de Saint-Martin-de Londres, comme contribution aux dépenses d'aménagement du réservoir régulateur de Bertrand au titre des forces hydrauliques.

Cette avance sera versée à la coopérative en une seule fois dans le délai de trois mois à dater de la signature du décret approuvant la présente convention.

ART. 2. — Le remboursement de l'avance sera effectué au moyen de vingt annuités égales.

Le montant de l'annuité sera déterminé de manière à assurer l'amortissement de l'avance en vingt ans, le montant de l'avance non amortie portant intérêt à 4 pour 100.

Chaque annuité sera payable en une seule fois le 1er janvier de chaque année. A défaut de payement total à la date ci-dessus indiquée, les sommes restant dues de ce fait porteront intérêts composés à 6 pour 100.

Le premier remboursement aura lieu le 1er janvier 1931 et comprendra les intérêts à 4 pour 100 échus depuis la date de versement de l'avance jusqu'au 30 décembre 1930.

Combustibles. — LA POLLUTION DE L'ATMOSPHÈRE DE PARIS PAR LES FUMÉES. — Dans une note présentée à la séance du 26 septembre 1927 de l'Académie des Sciences et publiée dans les « Comptes rendus des Séances », 26 septembre 1926, t. CLXXXV, p. 617-620, M. Kohn-Abrest fait connaître les résultats des mesures qu'il a effectuées pour se rendre compte de l'influence des fumées des foyers industriels et des foyers domestiques sur la pureté de l'atmosphère de Paris. Disons tout de suite, afin de rassurer les industriels de la région, que ces résultats montrent que, malgré le volume considérable des gaz de combustion qui s'échappent de nos foyers, cette pureté est des plus satisfaisantes.

Les analyses d'air prélevé périodiquement en différents points de la capitale par le Laboratoire d'Hygiène depuis plus d'un demi-siècle indiquent, en effet, que la proportion d'anhydride carbonique n'augmente guère et reste comprise entre 30 et 45 cent millièmes ; il en est de même de la proportion de l'oxyde de carbone, qui était de 1,2 cent millièmes en 1876 d'après les analyses d'Armand Gautier, et qui, aujourd'hui, ne dépasse guère 4 à 6 cent millièmes dans les endroits peu ventilés et par moment seulement.

M. Kohn Abrest a cherché à compléter ces données par des analyses d'air puisé au même endroit mais à des hauteurs différentes. Les prélèvements ont été faits à la tour Eiffel, au niveau du sol, et à chacune des trois plates-formes qui sont respectivement à 57, 115 et 288 m au-dessus du sol, le 15 juin dernier par temps brumeux et ciel bas alors que soufflait un vent faible amenant l'air du centre de Paris. La proportion d'anhydride carbonique trouvée est de 31 cent millièmes pour l'air capté aux niveaux du sol et des deux premières plates-formes et de 37,5 cent millièmes pour l'air passé au niveau de la troisième plate-forme ; celle de l'oxyde de carbone, nulle au niveau du sol, s'élève à 0,5 et 1 cent millièmes aux niveaux de la première et de la seconde plate-forme et redevient nulle pour l'air puisé à la troisième.

De ces résultats, M. Kohn-Abrest tire les conclusions rassurantes qui suivent.

« Ces expériences démontrent que l'air de Paris, dans les jardins du Champ de Mars, peut être qualifié de *très pur* ; que, contrairement à ce qu'on pourrait croire, cet air n'est pas plus chargé de fumées au voisinage du sol que dans les parties élevées. Au contraire, il semble bien que la viciation générale de l'atmosphère augmente avec le niveau, soit par apparition dans les couches supérieures de petites quantités d'oxyde de carbone, soit par l'augmentation très nette de l'anhydride carbonique (à 288 m). En valeur absolue, les chiffres relevés n'indiquent cependant, pour l'ensemble de l'agglomération parisienne, au point de vue chimique, qu'une viciation très faible ; mais ils montrent que l'on ne trouverait guère, dans les régions les plus élevées de la ville, un air plus pur que dans certaines parties basses et qu'il existe une « voûte de fumées » encore saisissable à 300 m. On peut tirer de ces premières expériences, pour l'hygiène des cités, la conclusion qu'il convient de multiplier les espaces libres et les squares et d'éviter la construction des gratte-ciel aux sommets desquels, d'ailleurs, l'air n'aurait pas plus de garantie de pureté qu'au voisinage du sol ».

Métallurgie. — L'ENTENTE INTERNATIONALE DE L'ACIER. — L'Entente internationale de l'Acier ou Cartel de l'Acier, créée à la fin de l'année dernière par la coopération des métallurgistes allemands, belges, français et luxembourgeois, création que nous avons signalée dans ces colonnes (*Bulletin R. G. E.*, 16 et 30 octobre et 6 novembre 1926, t. XX, p. 125 B, 126 B et 145 B-146 B), vient d'être l'objet d'un article publié dans le « Journal de la Bourse et de la Banque » du 15 octobre 1927.

Après avoir rappelé le but de cette entente (contingentement de la production et développement des débouchés), l'article signale que dans ces dernières semaines quelques récriminations se sont produites en Allemagne au sujet de son fonctionnement. L'industrie métallurgique allemande a dépassé constamment son contingent en raison des besoins intérieurs et a dû, en conséquence, réduire ses exportations et payer une pénalité. Elle a toutefois obtenu satisfaction, l'Entente, dans une réunion tenue récemment à Luxembourg ayant décidé, tout en maintenant la pénalité à 4 dollars par tonne de surproduction exportée, de la réduire à 1 dollar par tonne quand cette surproduction est consommée à l'intérieur de l'Allemagne. Aussi les organes qui expriment l'opinion des groupements les plus importants continuent-ils à considérer le maintien de l'Entente comme utile et nécessaire.

L'article examine ensuite quelles sont les possibilités d'extension de l'Entente, laquelle, comme on sait, est ouverte aux pays qui en manifesteraient le désir. La Pologne, qui a demandé son admission, réclamait un fort contingent d'exportation et la maîtrise de son marché intérieur ; sa demande n'a pu être acceptée. La Grande-Bretagne, dont l'industrie métallurgique subit encore le contre-coup de la grève des mineurs, ne semble pas dans les conditions voulues pour entrer dans l'Entente. Quant aux Etats-Unis ils sont convaincus qu'ils n'ont rien à redouter de l'Entente sur le marché mondial et ne tiennent pas à en faire partie. Il ne semble donc pas que l'extension de l'Entente au point de vue du nombre des adhérents soit prochaine, mais une extension se dessine en ce qui concerne le nombre des comptoirs de vente.

L'article se termine par l'examen des effets de l'Entente sur la métallurgie française. « Pas plus mais autant que les autres, est-il écrit, la métallurgie française a tiré un avantage certain, au point de vue économique général, de l'Entente de l'Acier. Il est tout à fait heureux, à ce titre, que l'arrangement commercial franco-allemand ait écarté le danger, un moment menaçant, de difficultés douanières, susceptibles, notamment en ce qui touche les exportations

lorraines et sarroises, de troubler le fonctionnement de l'Entente sur ce point particulier. La réunion de Luxembourg, succédant à cette assurance, ne peut que faciliter la politique extérieure de nos entreprises métallurgiques.

Economie industrielle et sociale. — Les indices de la production industrielle française. — Le « Bulletin de la Statistique générale de la France » d'octobre, a inauguré une rubrique nouvelle : « Indices généraux de l'activité de la production des principales industries en France (base : 100 en 1913) ». Jusqu'à présent, ces indices n'étaient publiés que par les bulletins trimestriels, paraissant avec deux ou trois mois de retard. Cette innovation sera sans doute très appréciée.

Il ressort de ces statistiques que l'indice général de la production industrielle a atteint son maximum : 126 en octobre 1926, soit 26 pour 100 au-dessus de la moyenne 100 en 1913. Tombé au plus bas à 106 en avril, il s'est relevé graduellement à 109 en août dernier, soit 9 pour 100 au-dessus de la moyenne de 1913. Par rapport au maximum d'octobre 1926, l'activité industrielle a donc décliné de 17 pour 100 en moyenne pour l'ensemble des industries. Le Bulletin indique les variations suivantes de la production pour chacune des principales industries :

	Maximum en 1926 (¹)	Minimum en 1927	Juillet 1927	Août 1927
Indice général	129	106	108	109
Industrie mécanique, y compris l'industrie automobile	137	106	116	118
Métallurgie	118	108	113	110
Industries textiles	97	80	86	89
Industries extractives	124	115	115	
Bâtiment (²)	110	62	65	62

(¹) Maximum atteint en octobre 1926, en général.
(²) Corrigé des variations saisonnières.

Il ressort de ce tableau que les industries qui ont été le plus affectées par la stabilisation sont celles du bâtiment et les industries textiles. Les industries mécaniques marquent une légère reprise d'activité.

Sociétés. Groupements. — Association des anciens Elèves de l'Ecole des Arts et Métiers. — Le banquet annuel des anciens Elèves de l'Ecole des Arts et Métiers qui réunissait plus de 400 convives, a eu lieu samedi dernier 22 octobre 1927 au Palais d'Orsay.

Le banquet était présidé par M. Labbé, directeur général de l'Enseignement technique ; MM. les présidents Herriot et Georges Leygues, qui devaient y assister, en ont été empêchés par les solennités offertes à S. M. le roi Fouad Iᵉʳ.

Plusieurs hautes personnalités du Ministère de la Marine étaient présentes, pour fêter, avec la Société des anciens Elèves, trois de ses sociétaires, les ingénieurs mécaniciens généraux Bertrand, Reckel et Quenet, qui ont été récemment l'objet de hautes distinctions.

Des discours ont été prononcés par M. le directeur général Labbé et par M. Charles Wittmann, industriel, président de la Société.

Des médailles récompenses ont été remises à des sociétaires, ainsi que les prix, à des élèves sortants, d'un concours général de mécanique institué cette année par M. Herriot.

Un brillant concert a terminé la soirée.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — Ormai et Compagnie. Société pour l'Industrie du Mica. — Sous cette dénomination vient d'être constituée une société anonyme ayant pour objet la fabrication et la vente d'articles en mica, ou de tous autres isolants électriques, et, en général, toutes opérations et entreprises s'y rattachant, ainsi que toute industrie ou tout commerce se rapportant à l'électricité. Le siège est à Paris, 81, avenue Philippe-Auguste. Le capital est de 4 millions de francs, représenté par 13 000 actions ordinaires et 27 000 actions privilégiées de 100 fr. 10 000 de ces dernières et la totalité des actions ordinaires rémunèrent les apports de la société en nom collectif Ormai et Compagnie, à Paris, 81, avenue Philippe-Auguste, qui reçoit, en outre, les 8 000 parts bénéficiaires créées. Le capital pourra, dès à présent, être porté à 5 millions de francs.

Augmentation de capital. — Forces motrices de l'Aigoual. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 24 octobre 1927, page 951, cette société, dont le siège est à Paris, 245, rue Saint-Honoré, va procéder à une diminution de capital, le réduisant de 2 250 000 fr à 1 125 000 fr par l'échange de deux actions anciennes contre une action A au capital nominal de 250 fr.

Le capital sera ensuite porté à 4 125 000 fr par l'émission de 12 000 actions B au capital nominal de 250 fr à souscrire au pair et à libérer en espèces.

Divers. — L'Energie industrielle. — Une assemblée extraordinaire qui avait été convoquée récemment n'a pu délibérer valablement, faute de quorum, et a été reportée au 25 novembre 1927.

Elle a, néanmoins, approuvé provisoirement l'apport fait à la société par la Société de Production et de Distribution d'Energie de son réseau de gaz et d'électricité de Langres, ainsi que l'apport fait par l'Energie électrique du Massif central d'un réseau d'électricité situé dans la commune du Mont-Dore et comprenant l'usine de Compissade et le lac de Guéry.

D'autre part, elle a autorisé provisoirement le conseil à faire apport à la Société hydroélectrique d'Auvergne du réseau d'électricité de Saint-Nectaire.

Etablissements industriels de E.-C. Grammont et de Alexandre Grammont. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927, se soldant par un bénéfice net de 11 303 387 fr, ainsi que la répartition proposée par le conseil et comportant l'attribu- tion de 3 millions de francs aux amortissements sur immo- bilisations; de 3 301 946 fr aux amortissements sur les postes, frais d'émission et prime de remboursement et frais d'augmentation de capital, et de 5 millions de francs à un compte général d'amortissement.

Société d'Applications industrielles. — Les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldent par un bénéfice net de 6 102 269 fr, contre 5 069 041 fr en 1925-1926.

Le conseil proposera de porter le dividende de 13 à 14 fr par action.

Ateliers Neyret-Beylier et Piccard-Pictet. — Les comptes de l'exercice 1926 se sont soldés, après amortissements, par un bénéfice net de 342 106 fr. Il a été réparti un dividende de 5 pour 100 brut, soit 25 fr par action.

Société Electro-Cable. — Les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldent, après 6 592 190 fr d'amortissements, par un bénéfice net de 7 513 584 fr. L'an dernier, le bénéfice ressortait à 8 923 421 fr après 3 698 431 fr d'amortissements.

Le conseil proposera le maintien du dividende à 10 pour 100 pour les actions ordinaires et 11 pour 100 pour les actions privilégiées, s'appliquant à un capital porté de 20 à 30 millions de francs.

Tréfileries et Laminoirs du Havre. — Les comptes de l'exercice 1926-1927 font ressortir un solde à répartir de 36 564 755 fr. contre 32 403 615 fr pour l'exercice précédent. Le conseil proposera le maintien du dividende à 20 fr par action.

Etablissements Bouchayer et Viallet. — Délibérant en assemblée générale annuelle, les actionnaires approuvèrent les comptes de l'exercice 1926, qui s'est traduit, tous amortissements déduits, par un bénéfice de 632 822 fr.

Le dividende a été maintenu à 60 fr par action, tandis que le solde disponible de 116 190 fr a été versé au fonds spécial de prévoyance.

Forces motrices de l'Armançon. — Après affectation de 100 000 fr aux amortissements et de 45 000 fr aux réserves spéciales d'entretien, le bénéfice net de l'exercice 1926 s'est élevé à 63 857 fr. Il a été réparti un dividende de 9 pour 100 aux actions nouvelles de priorité; 8 pour 100 aux actions anciennes de priorité et 7 pour 100 aux actions ordinaires.

NOTICES et CATALOGUES (1)

Eclairage. — Nous avons reçu de la Société anonyme Holophane, 156, boulevard Haussmann, Paris (8e), une notice sur « L'éclairage public moderne » et son nouveau tarif (octobre 1927) de réflecteurs, réfracteurs et diffuseurs.

Dans la notice on trouve quelques renseignements intéressants sur l'emploi des réfracteurs pour l'éclairage des villes; le type normal éclaire uniformément un cercle égal à huit fois la hauteur du foyer. Il existe aussi cinq modèles de réfracteurs asymétriques créés spécialement pour les divers cas particuliers de l'éclairage public: le réfracteur asymétrique à deux directions axiales est destiné à être placé dans l'axe de la voie éclairée; le réfracteur à deux directions asymétriques est conçu pour être placé sur le côté de rues de largeur moyenne; le réfracteur à quart réfléchissant convient pour l'éclairage des rues larges avec candélabres latéraux; enfin les réfracteurs à trois et à quatre directions sont prévus pour l'éclairage des croisements de rues. Grâce à cette variété de modèles réalisés avec divers genres d'ornementation, la Société Holophane a pu installer en moins de dix ans plus de 300 000 réfracteurs dans les principales villes du monde entier (plus de 20 000 en France, dont 3 000 à Paris).

Le nouveau tarif, édité sous forme d'une petite brochure de 88 pages, donne tous les modèles de réfracteurs, réflecteurs et diffuseurs réalisés pour les besoins les plus divers de l'éclairage intérieur et extérieur des habitations, bureaux, magasins, ateliers, etc. Il est heureusement complété par des indications sur les possibilités d'emploi de chaque appareil et par une notice technique où se trouvent groupés tous les renseignements nécessaires sur les éclairements optima des divers locaux, sur les coefficients d'absorption, sur les coefficients d'utilisation et sur les méthodes d'évaluation à utiliser pour l'établissement d'un projet rationnel d'éclairage.

Nous mentionnerons enfin que la Société anonyme française Holophane a adjoint à ses fabrications de verrerie pour ses appareils d'éclairage, la fabrication de verrerie de table assurée par son usine des Andelys.

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

629 518. — Société pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements à la construction des tubes à décharge électronique, 21 février 1927.

629 525. — Teisseire (L.-A.); Perfectionnements apportés aux installations génératrices de force motrice, 21 février 1927.

629 533. — Outetier (L.-E.); Coupe-circuit, 21 février 1927.

629 551*. — Société Paul Hinstin et Armand Lehmann, dite L'Electro-Matériel; Perfectionnements aux tubes à vide, 6 mai 1926.

629 555*. — Société dite : Veuve P. Delafon et Cie; Perfectionnements aux dispositifs de connexion pour appareils électriques, 6 mai 1926.

629 560*. — Nodon (A.-L.-C.); Dispositif électrique, 4 mai 1926.

629 561*. — Couturier (H.); Perfectionnement au montage des amplificateurs à lampes, 7 mai 1926.

629 563*. — de Regnauld de Bellescize (H.-J.-J.-M.); Dispositif pour recueillir l'onde porteuse d'une transmission à distance, 7 mai 1926.

629 564*. — Languepin (J.-E.-J.); Perfectionnements aux machines à souder électriques, 7 mai 1926.

629 567*. — Société anonyme dite : Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont; Câble pilote pour protection différentielle, 7 mai 1926.

629 572*. — Société anonyme : L'Aster; Dispositif de disjonction pour la protection électrique individuelle entre deux manœuvres des moteurs d'aiguilles de voie ferrée, 7 mai 1926.

629 575*. — Nicot (G.-L.); Lampe électrique à plusieurs sources lumineuses indépendantes pour phares d'automobiles et autres applications, 7 mai 1926.

629 578*. — Société dite : La Soudure autogène française; Perfectionnements aux cuves de transformateurs électriques et appareils similaires, 8 mai 1926.

629 594*. — Berrens (J.-H.), Dambricourt (G.); Système de réglage à vue pour poste récepteur de téléphonie sans fil, 10 mai 1926.

629 595*. — Société française radioélectrique; Perfectionnements aux méthodes de radiocommunications, 10 mai 1926.

629 599*. — de Crissey (M.), Roger (J.); Isolateur plus spécialement pour lignes à haute tension, 10 mai 1926.

629 600*. — Société alsacienne de Constructions mécaniques a Mulhouse; Perfectionnements aux génératrices à excitation séparée applicables à l'alimentation d'arcs électriques, 11 mai 1926.

629 605*. — André (H.); Perfectionnements aux dispositifs de régulation des courants redressés, 11 mai 1926.

629 607*. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Dispositif pour la ventilation des machines électriques, 11 mai 1926.

629 609*. — Olivares (J.); Pendule à éclairage électrique, 11 mai 1926.

629 620*. — Société d'Etudes et de Constructions métallurgiques, Vastel (M.) et Grenet (G.); Procédé et dispositif de régulation pour fours électriques à arc, 12 mai 1926.

629 627. — Société dite : N.-V. Philips Gloeilampenfabrieken; Tube à décharge électrique, 21 février 1927.

629 631. — Rtcheouloff (B.); Télévision et téléphotographie, 21 février 1927.

629 640. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Redresseur électrolytique, 22 février 1927.

629 680. — Société dite : VOIGT UND HAEFFNER AKTIENG.; Dispositif de rupture brusque pour interrupteurs, 23 février 1927.

629 695. — Société dite : SIEMENS UND HALSKE AKTIENG.; Signal lumineux, 23 février 1927.

629 699*. — SAMAIA (D.); Poste téléphonique avec amplification de la réception et de la transmission, 24 avril 1926.

629 719. — Société dite : G. MAIN ET Cie; Nouveau dispositif de freinage de ressorts compensateurs pour lampe à bras articulé, 23 février 1927.

629 721. — LECOEUR (H.); Dispositif à rupture brusque pour interrupteurs électriques et analogues, 23 février 1927.

629 732. — Société dite : TELEFONAKTIEBOLAGET L.-M. ERICSSON; Dispositif de remise en position ou de remise à zéro pour compteurs d'appels téléphoniques, 23 février 1927.

629 751. — Société dite : MALHERBE FRÈRES; Perfectionnements aux accumulateurs électriques et à leur mode de fabrication, 24 février 1927.

629 752. — FRANCOTTE (J.-R.-P.); Perfectionnements à l'éclairage par tubes à néon et à hélium, 24 février 1927.

629 755. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); Perfectionnements aux systèmes téléphoniques, 24 février 1927.

629 765. — Société dite : N.-V. DE VEREENIGDE IJZERFABRIEKEN (DE VUIJ); Rotor à commande électrique ou mécanique avec arbre relié par un accouplement flexible à un arbre de commande, 24 février 1927.

629 780. — DENNIS (O.-C.); Perfectionnements aux appareils électriques pour la vulcanisation, 25 février 1927.

629 785* — Société dite : ELGA ELEKTRISCHE GASREINIGUNGS G. m. b. H.; Installation pour l'épuration électrique de gaz avec réextraction de poussière, 5 mars 1926.

629 787*. — Société dite : N.-V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN; Mode de fixation et montage d'un corps incandescent composé d'un ou plusieurs filaments rectilignes dans les lampes électriques et tubes à décharge, 28 juin 1926.

629 789*. — Société dite : WESTERN ELECTRIC CO INC.; Perfectionnements aux matières magnétiques, 4 août 1926.

629 810. — Société dite : COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ; Appareils de mesure ou de protection fonctionnant suivant les composantes symétriques de la puissance, 7 janvier 1927.

629 820. — SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES (CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES, CAOUTCHOUC, CABLES); Amplificateurs contre déformants, 5 février 1927.

629 837. — Société dite : ETABLISSEMENTS DUCELLIER; Porte-balai pour dynamo, 25 février 1927.

629 840. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux tubes de décharge électronique et aux moyens d'éviter des fuites électriques dans ces tubes, 25 février 1927.

32 403/605 880. — BEGIN (L.): 3e cert. d'add. au brevet pris le 9 février 1925, pour procédé de liaison dans les systèmes de signalisation par ondes porteuses superposées aux canalisations électriques existantes et notamment aux réseaux de transport d'énergie électrique, 22 juillet 1925.

32 406 585 955. — ANDRÉ (H.-G.): 4e cert. d'add. au brevet pris le 13 novembre 1924, pour conducteur unilatéral pour redressement du courant alternatif, 21 janvier 1926.

32 420,601 880. — RAGROUL (E.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 23 juillet 1925, pour interrupteur électrique pour l'allumage automatique des lampes des lanternes de fours de boulangerie, 20 juillet 1926.

32 428/614 718. — BRUN (E.-J.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 27 mars 1926, pour dispositif de sélection des points lumineux d'une surface pour la reproduction par télévision, 28 août 1926.

32 435 622 837. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; 1er cert. d'add. au brevet pris le 8 octobre 1926, pour perfectionnements aux fours et creusets, particulièrement applicables aux appareils à chauffage électrique, 11 octobre 1926.

32 446/575 271. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; 1er cert. d'add. au brevet pris le 5 janvier 1924, pour interrupteurs à commande thermique, 18 octobre 1926.

32 447/612 988. — PERRIÈRE (P.); 2e cert. d'add. au brevet pris le 20 mars 1926, pour dispositif de signalisation électrique pour voitures automobiles, 19 octobre 1926.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine.

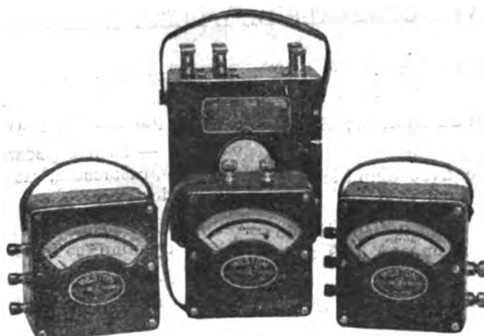
A L'ACQUITTE	1927		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	22 oct.	15 oct.	1926	1925	1913
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris.	1 330	1 330	1 780	1 105	210
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen	821	821	1 184,50	847	202
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen	821	821	1 184,50	847	204
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen	813	813	1 174,50	840	202
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris	3 672	3 642	6 037	3 644	506,50
Etain Billiton, liv. Havre					
Etain Détroits, liv. Havre	3 632	3 609	5 904	3 644	495
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris	3 475	3 471	5 679	3 551	485
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	296	302	596	488	58
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris	303	308,50	605	493	58,50
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris	363	371	636,50	504	57,75
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris	381	390	667	550	

LABORATOIRE

(Instruments étalons)

Pile " WESTON", Résistance, Inductance et Capacité :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres, Microfaradmètres, Mégohm voltmètres, Pyromillivoltmètres, Galvanomètres, Potentiomètres, Transformateurs, Instruments pour mesures sous haute fréquence et pour mesures d'électrolyse.



Ampèremètre - Voltmètre - Wattmètre
Transformateur " WESTON "

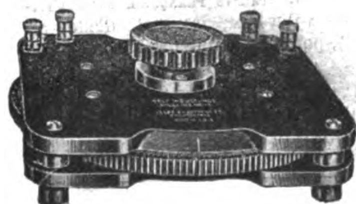
CONTROLE

(Instruments de haute précision) :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres (mono et polyphasés, et pour bas facteur de puissance), Fréquencemètres, Phasemètres, Ponts de self inductance et de capacité, Ponts de résistance (Wheatstone, Thomson, Kelvin et Kohlrausch), Boîtes de résistance, Inductomètres et Condensateurs, Transformateurs.



Acidimètre " LEEDS et NORTHRUP "



Inductomètre " LEEDS et NORTHRUP "



Galvanomètre " WESTON " modèle 440

INDUSTRIE

(Instruments de mesures portatifs et de tableau)

Fluxmètre, Perméamètre, Luxmètre, Salinomètre, Acidimètre, Photomètre, Interférencemètre, Oscillateur, Générateur de haute fréquence.

ÉQUIPEMENTS

pour la mesure de la conductibilité des électrolytes, les essais magnétiques, la mesure de la résistance électrique des huiles, les essais des transformateurs, la recherche des défauts dans les câbles, et la mesure des résistances d'isolement, la mesure du Ph, les essais à sec des câbles, l'étalonnage des couples thermoélectriques, le contrôle automatique de la combustion, l'enregistrement de la lumière du jour.

ENREGISTREURS

de mesures électriques, de CO et de CO^2, de pression et de vide, de température, de la hauteur des liquides, du niveau de l'eau des chaudières, d'humidité, de mouvement et de temps, d'indication de mesures à longue distance.

MESURE DES TEMPÉRATURES

Pyromètres-potentiomètres indicateurs, (portatifs et de tableau) et enregistreurs jusqu'à 16 directions, Pyromètres à résistances, Pyromètres optiques, Pyromètre pour la mesure des températures des gaz, de l'échauffement des machines électriques, des transformateurs et des câbles.

FOURS ELECTRIQUES

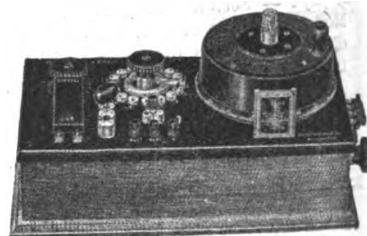
(Fonte de métaux, Trempe, Cémentation, Revenu).

AUTRES APPAREILS

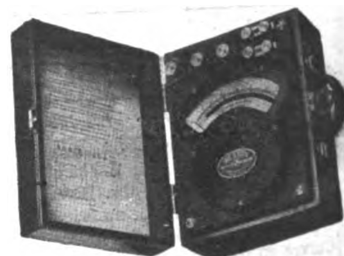
Transformateurs, Compte-tours, Tachymètres, Ohmmètres, Pont pour la mesure des terres, Compteurs électrolytiques.



Testing Set " LEEDS et NORTHRUP "



Potentiomètre type K
" LEEDS et NORTHRUP "



Wattmètre " WESTON " modèle 310

Adresse télégraphique : MECIVOCEM

M.E.C.I.

Téléphone : PROVENCE 24-01 — 24-02

2, rue du Faubourg Poissonnière, PARIS (X^e)

RÉPARATION DE TOUS INSTRUMENTS DE MESURES ÉLECTRIQUES

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Société française des Electriciens :

Samedi 5 novembre 1927, 16 h 15. Salle de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 44, rue de Rennes, Paris. — Communications :

I. *Le Glusinium*, par M. Matignon, professeur au Collège de France,

II. *L'Alméléc*, par M. Seur, ingénieur en chef du service des recherches à la Compagnie des Produits chimiques d'Alais, Froges et Camargue.

Association amicale des Ingénieurs de l'Institut électrotechnique de Nancy :

Samedi 5 novembre 1927, 19 h 30. Chope d'Alsace, 135, boulevard de Sébastopol, à Paris. Dîner amical du Groupe parisien.

Association amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Electricité :

Dimanche 6 novembre 1927, 20 h 30. Théâtre Albert-Ier. — Revue théâtrale donnée au profit de la caisse de secours de l'Association (voir *Bulletin R. G. E.*, 22 octobre 1927, p. 124 B) Prix des places : 10,15, 20 et 25 fr; location, 14, rue de Staël tous les jours de 16 à 18 heures.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 15 oct. 1927	samedi 22 oct. 1927	différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	72 fr	72 fr	0
Id U id	100 kg	77	77	0
Cornières	100 kg	75	75	0
Larges plats	100 kg	93	93	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	16 3/8 d	16 5/8 d	+ 1/4 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	699	665	— 34 fr
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	813	813	0
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 048	1 048	0
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	1 043	1 043	0
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 048	1 048	0
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 395	1 395	0
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 745	6 745	0
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	671	671	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 112	2 112	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 642	3 672	+ 30
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	420	420	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	532,50	532,50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
{ pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { épaisseur 7/100 mm	le mètre	5	5	0
{ Id 10/100 mm	linéaire	6	6	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	302	296	— 6
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	325-330	325	0 — 5
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		200	200	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	390	381	— 9
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

Nota. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 15 oct. 1927	samedi 22 oct. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	166	167	+ 1

APPAREILS ÉLECTRIQUES
ET
COMPTEURS GARNIER

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1 500 000 FRANCS

(Registre du Commerce : Lyon B 1214)

SIÈGE SOCIAL A LYON :

82 bis, Chemin Feuillat et 290, Cours Gambetta

(Anciennement : 23, Rue Cavenne)

Téléph. : Vaudrey 5-46 — Adresse télégr. Dynamo-Lyon

Maison à PARIS : 115, rue Cardinet (17e) — Téléph. : Wagram 24-22



Disjoncteur-Conjoncteur horaire

ALLUMEURS EXTINCTEURS

INTERRUPTEURS et COMMUTATEURS HORAIRES

DISJONCTEURS — CONJONCTEURS HORAIRES

ÉQUIPEMENTS DE COMMANDE

HORLOGES A CONTACT

MINUTIERS

COMPTEURS POUR COURANT CONTINU ET ALTERNATIF — **LIMITEURS** DE COURANT

LA LIGNE ÉLECTRIQUE

ENTREPRISES INDUSTRIELLES
BÉTON ARMÉ

A. BUGNOT

PARIS
22, rue de la Pépinière (8e)
Téléph. : Laborde 18-50 et 24-09

DOUAI
31-33, rue Saint Jacques
Téléphone 55

ATELIERS : DOUAI rue du Petit-Mai et rue du Four

tout ce qui concerne :

ÉLECTRICITÉ

MÉCANIQUE

BÉTON ARMÉ

POTEAUX EN BÉTON ARMÉ *(Breveté S. G. D. G.)*
TRANSPORTS DE FORCE
RÉSEAUX — STATIONS CENTRALES
INSTALLATIONS COMPLÈTES D'USINES

PROJETS — ÉTUDES — GÉNIE CIVIL

Reg. du Commerce : Seine N° [illegible]

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Inauguration de la nouvelle usine électrique du port de Strasbourg. — Dans une note publiée dans ces colonnes (*Bulletin R. G. E.*, 11 avril 1925, t. XVII, p. 115 B), nous signalions que la société Electricité de Strasbourg venait de décider la construction, dans le port de Strasbourg, d'une puissante usine génératrice. Cette usine a été inaugurée récemment, le 1er octobre 1927, par M. Tardieu, ministre des Travaux publics.

La nécessité de cette nouvelle usine découlait de l'accroissement rapide de la vente d'énergie électrique au cours des dernières années : de 39 millions de kilowatts-heures en 1918, elle passait à 110 millions en 1926.

Cet accroissement provenait de ce que de nombreux et importants établissements industriels, comme les mines de Pechelbronn, des usines métallurgiques, des papeteries, des filatures, etc., se raccordaient au réseau de distribution de l'Electricité de Strasbourg, en même temps que se poursuivait l'électrification des communes environnantes.

Pour faire face à ces nouveaux besoins, l'Electricité de Strasbourg établissait, dès 1919, une ligne à haute tension reliant son réseau à Mulhouse et à la Suisse; deux ans après, de nouvelles lignes à haute tension prolongeaient le réseau vers le nord et vers l'est jusqu'à Sarrebourg, elle pouvait ainsi recevoir de l'énergie soit de la Suisse, soit des usines génératrices voisines. D'autre part, la puissance de l'usine génératrice existante était augmentée d'un tiers, mais la quantité d'énergie électrique que l'Electricité de Strasbourg pouvait ainsi se procurer ou produire paraissait encore insuffisante pour les besoins futurs. C'est alors que la situation de l'ancienne usine ne permettant pas une plus ample extension de ses installations, elle envisagea la construction d'une nouvelle usine sur les terrains du port de Strasbourg.

Ainsi qu'il était dit dans la note rappelée plus haut, l'emplacement choisi pour cette usine permettra d'y installer, par étapes successives, des groupes électrogènes d'une puissance globale de 170 000 ch au moins. Il était prévu que la première étape serait achevée le 1er octobre 1927 et qu'elle comprendrait l'installation de deux groupes électrogènes ayant chacun une puissance de 15 000 kw. En ce qui concerne la date d'achèvement, les prévisions ont bien été réalisées puisque l'inauguration de l'usine a eu lieu le 1er octobre, mais en ce qui concerne la puissance des groupes électrogènes, elles ont dû être modifiées : il a fallu l'augmenter et, au lieu de deux groupes de 15 000 kw, l'installation comporte un groupe de 16 000 kw et un de 25 000 kw, soit, au total, une puissance de 41 000 kw.

Mais quoique cette augmentation de puissance soit sensiblement égale à celle de l'ancienne usine (40 000 kw), elle paraît tout juste suffisante pour satisfaire les besoins les plus immédiats. Aussi l'Electricité de Strasbourg se préoccupe-t-elle, non seulement de réaliser rapidement la seconde étape de la construction de la nouvelle usine, mais encore de relier son réseau à l'usine hydroélectrique de Kembs dont la concession a été récemment accordée à la Société des Forces motrices du Haut-Rhin.

On voit que l'Electricité de Strasbourg ne considère pas comme réalisé le programme d'électrification qu'elle s'est tracé. Comment est-elle parvenue aux résultats déjà acquis? Comment parviendra-t-elle à achever son programme? C'est ce qu'exposait dans les termes suivants le président de son conseil de surveillance, M. Malle, dans le discours qu'il prononça au cours de la cérémonie d'inauguration de la nouvelle usine.

« La réalisation d'un plan aussi vaste demande un effort, un très gros effort, et pas immédiatement rémunérateur. Vous nous demandez, M. le ministre, quels sont nos moyens? Sans doute tous nous ont fait confiance, l'épargnant local aussi bien que l'épargnant de la Suisse amie, mais le grand artisan de notre succès c'est la communauté elle-même : c'est la Ville de Strasbourg.

» A l'armistice, usant des facilités données par les lois locales, la Ville de Strasbourg détenait déjà et elle détient encore la majorité des actions de notre société : principale intéressée, elle n'hésite pas à financer avec les fonds de la communauté un développement qui profitera doublement à cette communauté. Arrêtez un instant votre regard, M. le ministre, sur la forme de notre société. A côté de la ville, maîtresse absolue de nos destinées, nos statuts ont très sagement prévu un conseil composé en majeure partie d'industriels; l'affaire est donc gérée industriellement, sans préoccupations d'un autre ordre, pour le plus grand profit de la communauté même. La répartition des bénéfices est d'ailleurs telle qu'après une juste rémunération du capital la moitié du bénéfice supplémentaire revient à la ville qui touche tout à la fois bénéfice, dividende, bénéfice supplémentaire, et

le Ferro se meurt!

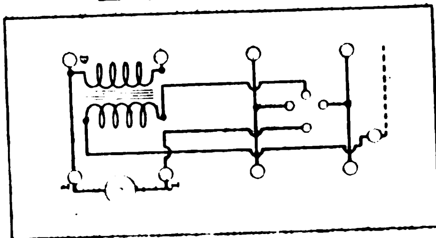
remplacé par

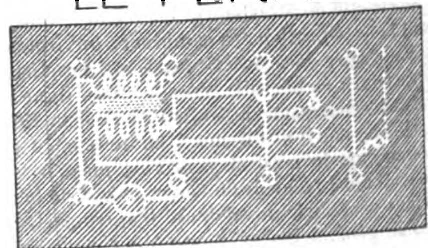
"l'Ozalid"

le nouveau papier **POSITIF** à traits marrons noirs sur fond blanc.

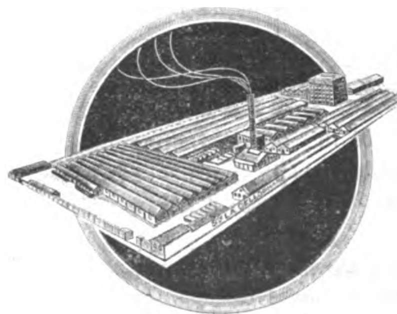
COMPAREZ

L'OZALID ...avec... LE FERRO





L'OZALID	LE FERRO
POSITIF	**NÉGATIF**
Sans lavage ni séchage (une simple exposition aux vapeurs d'ammoniaque)	Lavage... puis séchage! ...que de temps perdu!!!
pas de retrait	retrait, cotes fausses
image fidèle et précise de l'original	image fausse et floue de l'original
FIXITÉ ABSOLUE	PASSE à la LUMIÈRE
permet corrections, annotations et lavis	Lavis, annotations, corrections impossibles
dix minutes pour obtenir une épreuve parfaite	**une heure** de séchage pour obtenir une épreuve imparfaite



VENTE AU DÉTAIL
Sté LA CELLOPHANE
DÉPARTEMENT OZALID
58 bis, Rue de la Chaussée-d'Antin 58 bis
(9e) PARIS
TÉLÉPH. TRUDAINE 63-13

R. C. PARIS N° 112.063

VENTE EN GROS
Sté LA CELLOPHANE
DÉPARTEMENT OZALID
BEZONS (S.-&-O.)
TÉLÉPH. WAGRAM 98-62

dégrèvera d'autant le contribuable. L'expérience de ces huit dernières années a prouvé combien cette forme de collaboration de l'exploitant et de l'abonné peut être féconde. J'ajoute que cette collaboration a été rendue singulièrement facile par M. le maire Peirotes, qui a toujours approuvé des initiatives qui, à d'autres, eussent paru trop hardies, et nous a éclairé de conseils que l'expérience a montré être toujours inspirés par la plus prudente sagesse. Il ne m'en voudra pas de lui rendre ici cet hommage. »

Les répercussions économiques de l'accord commercial franco-allemand. — Sous ce titre, M. J.-G. Février publie dans le numéro de novembre 1927 de la « Revue industrielle », pages 589 à 594, un article dans lequel il examine successivement les répercussions que peut avoir le récent accord conclu par la France et l'Allemagne sur le commerce extérieur de l'une et de l'autre nation.

1. Comme on devait s'y attendre, certains groupements allemands, comme la métallurgie, l'industrie chimique, celle de la construction mécanique, etc., se déclarent satisfaits des conditions du nouvel accord qui leur donnent des possibilités nouvelles d'exportation, tandis que d'autres, comme les fabricants d'objets en tôle et en métal, l'industrie textile, les fabricants d'appareils d'optique, etc., manifestent leurs craintes que le marché intérieur allemand ne soit pas suffisamment protégé par les droits de douane frappant les articles français venant concurrencer ceux qu'ils produisent.

« En somme, écrit M. Février comme conclusion de cette partie de son étude, deux grandes industries allemandes s'estiment, sans ambages, satisfaites de l'accord : l'industrie chimique et la construction mécanique. A vrai dire, ce sont elles surtout qui ont besoin de débouchés à l'étranger. Les besoins de l'indépendance politique et de la défense nationale ont favorisé, dans de nombreux pays, l'éclosion d'une industrie chimique indigène et le trust des colorants a vu se fermer devant lui ses meilleurs marchés. Il y a renoncé momentanément et a su trouver, ou mieux se créer, d'autres domaines d'activité ; mais rien n'indique qu'il ait abdiqué à tout jamais son ancien rêve.

» La construction mécanique allemande a pâti des mêmes maux ; comme l'industrie chimique, elle a souffert de la concurrence américaine. En pénétrant sur le marché français, l'une et l'autre industries songent aussi à notre marché colonial, première et modeste étape vers une nouvelle conquête du marché mondial. »

2. Passant à l'examen des répercussions de l'accord franco-allemand sur le commerce extérieur de la France, M. Février signale que pour certaines denrées agricoles de luxe (vins, primeurs, fruits, etc.) l'accord nous donne des facilités d'exportation qui ne sont pas négligeables. L'industrie cotonnière semble satisfaite, l'industrie lainière a obtenu plusieurs avantages appréciables, l'industrie des cuirs et peaux estime que pour ces articles, l'accord présente des avantages et des inconvénients qui se balancent à peu près. Par contre, les fabricants de papier expriment nettement leur mécontentement car s'ils ont obtenu une protection supplémentaire pour certains papiers spéciaux (papier à cigarettes, papier sulfurisé, papier « kraft », papiers de luxe, papiers de tenture, etc.), protection qui n'était pas absolument nécessaire, l'accord laisse subsister la tarification réduite du papier journal, papier dont la fabrication forme la partie principale de leur production ; d'autre part, l'industrie chimique déclare que, bien que diverses de ses branches n'aient pas obtenu la protection dont elles ont besoin, elle s'efforcera de s'accommoder de la situation nouvelle, mais à la condition qu'on ne lui impose pas de nouveaux sacrifices. Pour l'industrie de la construction automobile, les conditions anciennes sont à peine modifiées. Quant à la métallurgie et à la construction mécanique, qui intéressent plus particulièrement nos lecteurs, voici ce qu'en dit M. Février :

« La *métallurgie* n'est pas visée directement par la convention. Sans doute quelques articles (les essieux par exemple) bénéficieront à leur entrée en France du tarif minimum actuel (liste A), d'autres (tôles au silicium, etc.) du nouveau tarif minimum (liste B), d'autres enfin (aciers fins pour outils, etc.) de réductions sur le tarif général. Mais les principaux produits intéressant la métallurgie (fonte brute, acier en lingots, demi-produits, etc.) restent soumis au tarif général.

» Pour le moment donc, peu de changements. Mais qu'adviendra-t-il si le projet de tarif douanier français n'est pas voté avant le 15 décembre 1928, et si, par conséquent, (art. 6 de l'accord) tous les produits allemands se trouvent automatiquement bénéficier à cette date du tarif minimum ?

» Dans ce cas, la métallurgie française pourrait à la rigueur soutenir la concurrence allemande pour certains produits (acier ordinaire en lingots, blooms, billettes, rails ordinaires, etc.), mais non pour les fontes ordinaires, les aciers spéciaux, les tôles, etc. Sa situation risquerait alors d'être singulièrement difficile.

» L'industrie de la *construction mécanique* paraît dans l'ensemble satisfaite du nouvel accord. Ce sentiment mérite d'autant plus d'être remarqué que les Allemands de leur côté, tout au moins en ce qui concerne les machines, paraissent tout aussi contents de la solution qui est intervenue. N'est-ce pas la preuve que sur ce point, tout au moins, les intérêts des deux parties en présence ont été conciliés dans toute la mesure du possible ?

» Les fabricants français jugent en effet que, si l'Allemagne a pu obtenir d'intéressantes possibilités d'expansion sur le marché français, eux-même se voient désormais assurés d'une protection suffisante pour toute une série d'articles. Il s'agit surtout, comme on le sait, d'articles figurant sur la liste B et à ce titre bénéficiant du nouveau tarif minimum. Citons, par exemple, les turbines à vapeur, les pompes centrifuges, les moteurs à combustion interne, les locomotives, les métiers à tisser, les machines à coudre. Pour toutes ces machines, les droits nouveaux s'avèrent mieux en rapport que les anciens avec les conditions de la production française et la nécessité de sa sauvegarde. »

3. Comme conclusion de son étude, M. Février écrit :

» Au terme de cette rapide revue une question se pose tout naturellement à nous : quel jugement d'ensemble doit on porter sur l'accord commercial franco-allemand ? Est-ce le gage ou le moyen d'un développement progressif des échanges entre les deux pays ? La France et l'Allemagne y trouvent-elles également leur compte ? Pour nous résumer en un mot brutal, avons-nous fait là une bonne affaire ?

» La difficulté d'une appréciation de cette sorte saute aux yeux. Il est bien malaisé, alors que telle industrie s'estime lésée et que telle autre exprime sa satisfaction, d'établir dans quelle mesure le profit de l'une compense la perte de l'autre. L'ignorance presque complète dans laquelle les productions française et allemande ont été l'une de l'autre depuis bientôt treize ans, l'isolement réciproque dans lequel elles ont vécu ne sont pas pour faciliter notre tâche. Il est des philosophes qui croient que la volonté est à la base du jugement ; il est des hommes politiques qui disent qu'un acte de foi préalable doit conditionner nos relations extérieures. Peut-être le plus

OUVRAGES TECHNIQUES

En vente aux bureaux de la « R. G. E. ».

Extraits de la « R. G. E. »

Amet (Amiral). — Utilisation des marées. Une brochure, 29 cm × 22 cm, 48 pages, 9 fr.

Brinet (E.). — Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 144 pages, 9 fr.

Blaevoet (Ch.). — Contentieux des travaux publics. Une brochure 28 cm × 22 cm, 36 pages, 7,50 fr.

Blondel (A.). — Application de la méthode de deux réactions à l'étude des phénomènes oscillatoires des alternateurs couplés. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 64 pages, 15 fr.

Boës (J.). — La traction sur route par accumulateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 56 pages, 10 fr.

Bougault (P.) — Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique avec les modifications contenues dans les lois subséquentes. Une broch., 23 cm × 22 cm, 8 p., 2,50 fr.

Boutteville (R.). — La distribution de l'énergie électrique à l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes. Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Bruckeman (H.-W.-L.). — A propos des composés isolants dits « compounds ». Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 p. 2,50 fr.

Calame (J.) et Gaden (D.). — Calcul d'une chambre d'équilibre à grands épanouissements supérieur et inférieur à l'aide de « valeurs relatives ». Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 p., 3,50 fr.

Capdeville (P.) et Laroche (R.). — Méthodes de mesure des pertes diélectriques en courant triphasé et en courant monophasé à très haute tension. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Carjat (E.). — Influence des dimensions principales sur la commutation des machines et turbomachines à courant continu. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H.). — Prédétermination des moteurs synchrones nécessaires pour améliorer le facteur de puissance et pour régler la tension d'un réseau. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Carpentier (H.). — Notes sur le calcul des fondations des pylones supportant les lignes de transmissions d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H.). — Lignes de transmission d'énergie montées sur chaînes d'isolateurs. Rupture de conducteurs dans une portée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Dagory. — Application de la métallisation par le procédé Schoop aux installations de transmission d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Defour (A.). — Sur l'utilisation de l'énergie des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 24 pages, 5,50 fr.

Duval (C.) et Bouskpoux (S.). — La ligne de transmission d'énergie à 130000 volts de la Basse Isère. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Ferrier (R.). — Les nouveaux axiomes de l'électronique. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 64 pages, 3,50 fr.

Féry (Ch.) et Cheneveau (Ch.). — Théorie complète du fonctionnement de l'accumulateur au plomb. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Fournier (F.). — La propagation des actions dans l'éther. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 40 pages, broché, 4 50 fr.

Gariel (M.). — Etude sur les maxima de surpression dans les coups de bélier. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 p., 5 fr.

Genkin (V.). — Protection de réseaux électriques contre les courts-circuits et les défauts d'isolements. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 48 pages, 9 fr.

Girault (P.). — Sur l'échauffement d'un organe de machine électrique soumis à des pertes dans le fer constantes et à des pertes par effets Joule. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 28 p. 6,50 fr.

Goisnard (G.). — L'aménagement hydroélectrique de la vallée d'Aspe. L'usine génératrice d'Esquit. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Gouineau (M.). — Appareil automatique de sûreté et de contrôle des trains. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Guéry (F.). — Contraction de Lorentz et relativité (cohésion gravitation, électromagnétisme). Une brochure, 22 cm × 14 cm, 80 pages, 6 figures, broché, 6 fr.

Janculesco (C.). — La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 50 fr.

Latour (M.). — Note sur le montage en récupération du moteur shunt à collecteur. Une brochure, 28 cm, × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Lavanchy (Ch.). — Calcul mécanique des conducteurs de lignes électriques pour le cas où les supports sont à des niveaux différents. Une broch., 28 cm, × 22 cm, 12 pages, 3 50 fr.

Lefèvre (C.). — L'usine génératrice hydroélectrique du Bès près Saint-Chély-d'Apcher (Lozère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4 50 fr.

Lehmann (Th.). — Calcul de l'attraction magnétique dans les machines dynamo-électriques lorsque la loi de Maxwell devient insuffisante. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 pages, 5 fr.

Le Gallou (Y.). — L'utilisation des moteurs à huile lourde pour l'électrification des campagnes. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Louis (J.). — Règle pour le calcul des réseaux triphasés de distribution d'énergie électrique. 30 cm × 15 cm, avec note explicative, 14,50 fr.

Parteni (A.-C.). — Contribution à l'étude expérimentale et théorique de la commutation dans les machines à courant continu. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 60 pages, 12 fr.

Pellion. — Application du repérage par le son et à la mesure des vitesses initiales. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 20 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*, nº 90), 4 fr.

Pistoye (H. de). — Bobinages à courant alternatif à trous partiels. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Planteau (J.). — Le poste extérieur de transformation de Puiseux 60000/15000 volts à commande automatique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Racapé (A.). — Détermination des valeurs du facteur de puissance entre lesquelles il peut être plus ou moins avantageux d'utiliser l'une ou l'autre des formules susceptibles d'être employées pour servir de base à la tarification de l'énergie réactive. Etude comparative de l'erreur des compteurs à énergie réactive selon quelle est calculée par rapport à la fonction sinus ou par rapport à la fonction cosinus. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Reyval (J.). — L'usine hydroélectrique de l'Isle-Jourdain (Vienne). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Reyval (J.). — L'usine hydroélectrique du Drac-Romanche à Pont-de-Claix (Isère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 p. 5 fr.

Roth (E.). — Les alternateurs de 40000 kilowatts construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Electricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Sarolea (J.). — Problème de la protection sélective des lignes de transmission triphasées à très haute tension. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Sparre (de). — Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4 50 fr.

Szarvady (G.). — Energie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités des courants périodiques quelconques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 50 fr.

Togna (A.). — Essai de puissance réduite des alternateurs. Une brochure, 23 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Tumerelle (A.). — L'usine génératrice hydro-électrique de Chancy-Pougny. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Witz (Aimé). — Le nouvel essor de la machine à vapeur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 pages, 5 fr.

(Frais de port et d'emballage en plus.)

sage serait-il d'accepter délibérément un accord, certes préférable à une guerre ouverte, et, en le proclamant bon, de travailler à le rendre meilleur.

» Cet accord, en effet, ne doit pas être considéré comme une œuvre définitive, mais comme une étape vers un ordre nouveau. En lui-même, il parait, pour le moment, supportable, et parfois avantageux, pour notre économie. Mais pour le moment seulement.

» Certaines industries qui croient pouvoir s'en accommoder, jusqu'au 15 décembre 1928, ne cachent pas leurs appréhensions au sujet de la situation nouvelle qui leur sera alors créée si le projet de tarif douanier n'est pas voté auparavant. Dans ce cas, en effet, l'Allemagne et la France s'accorderaient réciproquement le traitement de la nation la plus favorisée et, par là même, si les industries bénéficiaires de l'accord voyaient leur situation s'améliorer, celle des autres par contre risquerait d'empirer.

» Notre tarif douanier sera-t-il aménagé sur de nouvelles bases avant le 15 décembre 1928 ? Telle est donc la première question qui se pose. De la réponse qui y sera donnée dépendent, pour une bonne part, l'étendue et la nature des répercussions de la convention actuelle sur notre économie.

» On sait, d'autre part, que des négociations en vue de la conclusion de traités de commerce sont déjà engagées ou vont l'être entre la France et différents pays : Belgique, Suisse, Italie, Etats-Unis, etc. Des concessions faites à ces Etats résultera souvent une situation nouvelle et plus favorable pour l'exportation allemande en France (art. 5 et 6 de l'accord). L'importance de ces concessions conditionne donc encore la capacité de concurrence de l'industrie allemande sur le marché français. Inversement, la France profitera des réductions conventionnelles de droits accordées par l'Allemagne à des tiers pour certains produits (art. 8).

» Tout autant que la politique douanière des gouvernements en présence, les méthodes commerciales des intéressés eux-mêmes pourront faire évoluer l'accord vers une collaboration intelligente ou vers une lutte acharnée. Si l'industrie allemande veut à tout prix reconquérir dans leur intégralité ses débouchés d'avant-guerre sur le marché français, alors que notre production propre s'est étendue et affirmée, elle se heurtera à une résistance redoutable, alors qu'en cherchant à développer de façon prudente et progressive le système des ententes particulières, elle pourrait compléter l'œuvre des traités et appliquer ainsi une formule plus avantageuse à la fois pour les industries directement intéressées et pour l'économie générale des deux pays. »

INFORMATIONS

Industrie électrique. — DÉCRET AUTORISANT L'ALIÉNATION DU MATÉRIEL DE PRODUCTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DES TRAMWAYS ÉLECTRIQUES DE BÉZIERS (HÉRAULT). — Le « Journal officiel » du 28 octobre 1927 publie, pages 11064-11065, le décret en date du 26 octobre 1927, approuvant l'avenant, en date du 9 mai 1927, à la convention du 7 décembre 1899, approuvée par décret du 6 mars 1900, entre la Ville de Béziers et la Compagnie des Tramways électriques de Béziers et Extensions.

Le texte de la convention est le suivant :

ARTICLE PREMIER. — Par dérogation à l'article 17 du cahier des charges annexé à la convention du 7 décembre 1899, approuvée par décret du 6 mars 1900, la Compagnie des Tramways de Béziers est autorisée à aliéner le matériel ci-après qui constituait le groupe générateur de l'usine des tramways, sis route de Sérignan, à Béziers, savoir :

1° Quatre chaudières de 140 m² de surface de chauffe ;

2° Trois machines à vapeur de 300 ch ;

3° Trois dynamos de 220 kw sous 550 v ;

4° Une commutatrice de 300 kilovolts ;

5° Les tableaux de distribution, les machines auxiliaires et tous appareils accessoires faisant partie de l'usine génératrice.

Après aliénation de ce matériel, la compagnie fournira à la ville l'état détaillé du produit de la vente.

La compagnie soumettra en même temps à la ville une proposition avec détail estimatif du remploi des fonds provenant de cette vente, comportant la réfection de la voie ferrée.

Après approbation de ces dépenses de remploi par la ville, celles-ci seront soumises à l'homologation du préfet du département de l'Hérault.

Les sommes provenant de la vente de ce matériel devront être remboursées sans intérêts par la compagnie au pouvoir concédant en fin de concession.

DÉCRET MODIFIANT LES CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT ET D'EXPLOITATION DU TRAMWAY DE LAGOUBRAN A LA SEYNE ET AUX SABLETTES (VAR) — Le « Journal officiel » du 28 octobre 1927 publie, pages 11065-11066, le décret en date du 26 octobre 1927 approuvant les modifications en date du 1er octobre 1927, à la convention en date du 5 juin 1925 passée entre le maire de La Seyne et la Société des Chemins de fer et Tramways du Var et du Gard.

La modification susvisée a pour effet le doublement d'une des lignes de l'exploitation.

LE DÉVELOPPEMENT DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE EN AUTRICHE. — D'après une brochure publiée par le Service des Forces hydrauliques et de l'Electricité du gouvernement autrichien, l'Autriche complait, à la fin de 1918, 199 usines hydroélectriques d'une puissance supérieure à 500 ch, la puissance globale des turbines installées dans ces usines atteignant 294 500 ch. Dans les huit années qui ont suivi, c'est-à-dire de fin 1918 à fin 1926, il a été construit 71 nouvelles usines dont la puissance totale des turbines atteint 270 200 ch, soit presque la puissance de celle des usines antérieures à 1918. Depuis le début de l'année courante, 16 autres grandes usines, dont l'ensemble produira 474 500 ch, ont été mises en construction ; de plus, récemment, une concession a été accordée à la Kreditanstalt für Verkehrsmittel de Berlin pour la construction d'une puissante usine utilisant les forces motrices de la rivière Enn.

Métallurgie. — LA PRODUCTION SIDÉRURGIQUE DE LA FRANCE EN SEPTEMBRE 1927. — La production française de fonte s'est élevée en septembre à 761 389 t, contre 773 483 t en août et 769 095 t en juillet. Cette production se décompose comme il suit :

	Septembre	Août
Fonte d'affinage	27 340 t	23 833 t
Fonte de moulage	120 913	122 180
Fonte Bessemer	422	1 460
Fonte Thomas	590 387	602 476
Fontes spéciales	22 327	23 534
Total	761 389 t	773 483 t

La production totale des 9 premiers mois s'établit à 6 940 959 t.

Un léger recul apparait dans la production d'acier par rapport à août. Le résultat de septembre reste cependant très sensiblement supérieur à ceux de juillet et de juin,

avec 693 276 t, contre 694 029 t en août et 676 874 t en juillet.

Modes de fabrication.	Septembre	Août
Convertisseur acide	4 659 t	4 999 t
Convertisseur basique	484 484	494 970
Four Martin	195 323	185 347
Four creusets	1 090	909
Four électrique	7 720	7 804
Total	693 276 t	694 029 t

La production de septembre se répartit en 679 875 t de lingots (681 680 en août) et 13 401 t de moulages (12 349 en août).

La production totale d'acier pendant les 9 premiers mois s'établit à 6 133 821 t.

Le nombre des hauts fourneaux en activité était de 141 au 1er octobre; à la même date, 38 étaient prêts à fonctionner et 41 en construction ou en réparation.

La métallurgie russe pendant l'exercice 1926-1927. — Tel est le titre d'un article publié dans « L'Economiste français » du 15 octobre 1927, pages 485 à 487, par M. Martchenko. Il débute comme il suit :

« Le pouvoir soviétique s'est attelé pendant deux ans de suite à forcer la production de l'industrie lourde dans l'unique but d'éblouir ses quelques clients étrangers par un succès prodigieux de sa production. Mais ce feu d'artifice s'éteint lugubrement, après avoir illuminé une façade artificielle derrière laquelle on constate des symptômes significatifs d'un effondrement général sérieux. Quelques économistes soviétiques ont eu le courage non seulement de le remarquer, mais aussi de l'écrire ».

A l'appui de l'opinion ainsi exprimée, M. Martchenko reproduit des nombres publiés dans les journaux et revues soviétiques. Il résulte de ces nombres que la production métallurgique pendant le premier semestre de l'exercice 1926-1927 est en légère augmentation (7 pour 100 environ) sur celle du second semestre de l'exercice précédent et en augmentation plus accentuée (26 pour 100 environ) sur celle du premier semestre 1919 durant lequel la pénurie des produits métallurgiques s'est durement manifestée, mais qu'elle reste néanmoins inférieure aux 48 centièmes de la production prévue par le programme annuel du gouvernement soviétique.

Aussi les conclusions de l'article ne sont-elles pas plus optimistes que le début en ce qui concerne la situation actuelle et future de l'industrie métallurgique soviétique. Voici, en effet, ces conclusions :

« 1° La production et le travail de la métallurgie russe n'est pas en concordance avec les besoins de son marché et les moyens de ses consommateurs. L'Etat achète à l'Etat. Comme l'Etat est ruiné, il ne peut rien s'acheter à soi-même. Le transport, le bâtiment, etc., qui sont les principaux clients de la métallurgie dans chaque pays, font défaut ;

» 2° L'Etat communiste est un mauvais commerçant, incorrigible. Son réseau commercial est au-dessous de toute critique ;

» 3° Les règlements existant entre les trusts et les syndicats, d'une part, et les coopératives et le commerce de l'Etat, d'autre part, sont faits dans des conditions non satisfaisantes. On devrait prolonger les termes des crédits accordés et permettre aux banques d'escompter des traites de quatre et de six mois. Mais ce sont là des desiderata irréalisables dans un état communiste ;

» 4° Pour réduire les prix de revient et, par conséquent, les prix de vente, il faudrait enrayer radicalement toute politique socialiste insalubre qui se pratique aujourd'hui en Russie soviétique et revenir à un état de choses normal en Russie, ce qui est virtuellement impossible tant que dure le régime communiste dans ce pays. »

Economie industrielle et sociale. — **La réduction des salaires en Italie.** — La Confédération générale de l'Industrie a envoyé à ses organisations une circulaire où elle fixe les principes d'après lesquels devront être réduits les salaires, conformément aux décisions du Parti fasciste et du Comité directeur intersyndical. Voici l'essentiel de ces discussions :

1° Le principe de la réduction dans la mesure fixée par le Directoire du Parti étant admis, les associations pourront d'accord déterminer des exceptions à son application, suivant les circonstances.

2° Si les nouvelles réductions, ajoutées aux réductions précédentes, dépassaient 20 pour 100, la question serait l'objet d'un examen particulier de la part des associations professionnelles et des comités intersyndicaux.

3° Toute revision devra faire l'objet d'un accord régulier. Aucune entreprise ne pourra appliquer des réductions qu'après la conclusion d'un accord entre les associations professionnelles compétentes.

4° Pour les catégories qui travaillent par équipes ou à horaire réduit à 50 pour 100 ou moins, il devra être établi dans l'accord que la réduction sera subordonnée à une augmentation du temps total du travail.

5° Pour les ouvriers aux pièces, la réduction portera sur l'indemnité de cherté de vie, lorsque celle-ci existera. En cas contraire, la réduction portera sur le salaire aux pièces, mais de manière à ne pas dépasser la proportion fixée.

6° Lorsqu'il n'existe pas de contrat collectif de travail, dans le procès-verbal d'accord pour la réduction du salaire, le traitement des employés devra être précisé ainsi que le délai pour la conclusion d'un contrat collectif du travail.

Enseignement. — **Institut électrotechnique et de Mécanique appliquée de Toulouse.** — Nous donnons ci-après la liste des élèves reçus au diplôme d'ingénieur électricien à la session d'octobre 1927 :

MM. Sincai, Gottlieb, Hosiosky, Lazar, Elhut, Szymkiewisez et Polonski.

Examen d'aptitude a l'emploi de radiotélégraphiste de bord. — Une session d'examen pour l'obtention du certificat d'aptitude à l'emploi de radiotélégraphiste de bord aura lieu : les 6 et 7 décembre à Saint-Nazaire et les 13, 14, 15 et 16 décembre, à Paris.

Les candidats se réuniront : pour la session de Saint-Nazaire, à la Chambre de Commerce de Saint-Nazaire et pour la session de Paris, à la Direction du Service de la Télégraphie sans Fil, 5, rue Froidevaux, à Paris (14e).

Les dossiers des candidats, complets et réguliers, constitués conformément à l'article 10 de l'arrêté du 3 septembre 1926, devront parvenir au moins dix jours avant la date fixée pour l'examen, au Service de la Télégraphie sans fil, à Paris.

Passé ce délai, les déclarations de candidatures ne seront plus acceptées.

Les candidats qui se sont présentés aux examens antérieurs et dont les dossiers sont en instance au Service de la Télégraphie sans Fil, transmettront simplement leurs demandes, dûment établies, sur papier timbré à 3,60 fr, en rappelant que les autres pièces ont été adressées antérieurement et en indiquant à nouveau la classe du certificat à laquelle ils prétendent. Toutefois, les candidats dont

l'extrait du casier judiciaire (bulletin 3) a plus de deux mois de date devront renouveler cette pièce.

Si les candidats sont déjà titulaires d'un certificat de radiotélégraphiste de bord (2e classe A, 2e classe B, écouteur), mention devra en être faite également sur la demande.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Augmentation de capital. — MANUFACTURE DE MACHINES AUXILIAIRES POUR L'ÉLECTRICITÉ ET L'INDUSTRIE. — Autorisé par l'assemblée extraordinaire du 15 décembre 1926, le conseil d'administration procède actuellement à l'augmentation du capital de 900 000 fr à 2 200 000 fr, par l'émission d'actions nouvelles de 500 fr. La souscription de ces titres est réservée au pair jusqu'au 30 octobre aux anciens actionnaires, dans la proportion de 13 actions nouvelles pour 9 anciennes. Cette augmentation est garantie par la Compagnie des Mines de Béthune.

L'assemblée du 15 décembre 1926, qui, comme nous l'avons dit plus haut, a autorisé cette augmentation de capital, a également décidé que les 1 800 actions de 500 fr composant le capital actuel seraient converties en actions privilégiées et jouiront à ce titre, à compter du 1er janvier 1927, d'un avantage unique et temporaire consistant dans le droit de toucher un premier dividende de 8 pour 100 par préférence aux actions à émettre par la suite, qui seront dites actions ordinaires.

Ce privilège cessera lorsque, au cours de trois exercices consécutifs, les actions privilégiées auront touché, à titre de premier dividende, une somme qui, pour le total de ces trois exercices, s'élèvera dans son ensemble à 24 pour 100 du capital représenté par ces actions.

Après réalisation de l'augmentation de capital en cours, le conseil restera autorisé à porter ledit capital à 4 000 000 fr, par tranches au moins égales à 500 000 fr.

SOCIÉTÉ HYDROÉLECTRIQUE DES BASSES-PYRÉNÉES. — Une assemblée extraordinaire, tenue récemment, a autorisé le conseil à émettre en 50 000 actions de 100 fr à vote plural, dites actions B, une tranche de 5 millions de francs de l'augmentation de capital autorisée par l'assemblée extraordinaire du 20 juillet 1927.

Sur ces 50 000 actions B, 25 000 seront à souscrire en numéraire, les 25 000 autres étant destinées à rémunérer divers apports.

Rappelons que l'assemblée du 20 juillet avait autorisé le conseil à porter le capital de 8 à 40 millions de francs.

Divers. — CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE NANCY. L'assemblée générale s'est tenue le 22 octobre 1927. Les bénéfices de l'exercice 1926-1927, dont il lui a été rendu compte, se sont élevés à 931 365,77 fr en augmentation de 227 247,62 fr sur ceux de l'exercice précédent.

Une somme de 325 000 fr a été portée aux amortissements et la réserve légale a été complétée au dixième du capital.

Le dividende fixé à 45 fr, sous déduction de l'impôt de 18 pour 100, n'absorbe que le tiers environ des bénéfices réalisés.

COMPAGNIE D'ÉLECTRICITÉ DE LA VALLÉE DE MUNSTER. — Le compte de profits et pertes au 31 décembre 1926 accuse un solde bénéficiaire de 26 249,19 fr, que la dernière assemblée générale a décidé de reporter à nouveau.

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRO-MÉTALLURGIE DE DIVES. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice clos le 30 juin 1927, se soldant par un bénéfice net de 18 594 017 fr. Compte tenu du report antérieur, le disponible s'élève à 25 944 988 fr. Le dividende net a été fixé à 94,30 fr au nominatif et à 85,76 fr au porteur. Une somme de 9 935 586 fr a été reportée à nouveau.

D'après les déclarations faites à l'assemblée, la mise en marche de fours électriques, tant à Dives qu'au Palais, a donné des résultats satisfaisants, et le conseil envisage d'en construire de nouveaux à brève échéance. En outre, un programme important de réorganisation de plusieurs ateliers, notamment de la force motrice, a été mis à l'étude, et son exécution, qui doit s'étendre sur plusieurs années, sera commencée prochainement.

OUVRAGES RÉCENTS

Traité pratique sur la construction du moteur à explosions, par René BARDIN (2e édition). Un volume, format 25 cm × 17 cm, de 155 pages. Prix : broché, 21 fr.

Cours de physique, tome III. Electricité par FAIVRE-DUPAIGRE, LAMIRAND et BRIZARD. Un volume, de 405 pages. Prix : broché, 40 fr.

Modes spéciaux de traction électrique à courant continu, par L. BARBILLION. Un volume, format 25 cm × 17 cm, de 128 pages. Prix : broché, 10 fr.

Accumulateurs électriques, par CASTEX. Un volume, format 25 cm × 17 cm, de 296 pages. Prix : broché, 30 fr.

Procédés de forgeage dans l'industrie, par CODRON (3e partie, 2e édition). Un volume, format 24 cm × 17 cm, de 432 pages. Prix : broché, 45 fr.

Chaudières et condenseurs, par F. CORDIER (2e édition). Un volume, format 25 cm × 17 cm, de 664 pages. Prix : broché, 70 fr.

Distillation des combustibles à basse température, par R. COURAU et H. BESSON. Un volume, format 25 cm × 17 cm, de 372 pages. Prix : broché, 40 fr.

Mécanique générale, par G. FERROUX (1re partie, 2e édition). Un volume, format 25 cm × 17 cm, de 252 pages. Prix : broché, 25 fr.

Interrupteurs et disjoncteurs dans l'huile, par Pierre PAGNON et L. BARBILLION. Un volume, format 25 cm × 17 cm, de 304 pages. Prix : broché, 30 fr.

Cours pratique d'électricité industrielle, tome II. Machines et appareils électriques, par BOUTHILLON et GOUDONNET. Un volume, format 18 cm × 12 cm, de 324 pages. Prix : broché, 20 fr.

Cours de multiples téléphoniques, par JOLY. Un volume, format 25 cm × 17 cm, de 538 pages. Prix : broché, 60 fr.

La mesure des débits et l'aménagement des usines hydrauliques, par E. MONTAGNÉ et L. BARBILLION. Un volume, format 25 cm × 17 cm, de 202 pages. Prix : broché, 20 fr.

Electricité. Notions de droit et décisions de jurisprudence, par Augustin REMAURY et Pierre TROLLEY DE PRÉVAUX. Un volume, format 19 cm × 12 cm, de 418 pages. Prix : broché, 20 fr.

NOTICES et CATALOGUES (1)

Equipements électriques à contacteurs. — La société La Télémécanique électrique, dont le siège social est situé 33 bis et 33 ter, avenue du Maréchal-Joffre, à Nanterre (Seine) nous a fait parvenir une brochure de 15 pages, format 27 cm × 21 cm, relative aux équipements à contacteurs dans la fabrication desquels cette société s'est spécialisée.

La brochure donne en premier lieu la description des contacteurs qui, en principe, sont du type à pivot et à circuit magnétique déporté, lequel comprend une partie fixe portant la bobine d'attraction et une partie mobile entraînant dans sa rotation un arbre porte contacts. Ces contacteurs construits en grande série

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

par La Télémécanique présentent une robustesse telle qu'ils peuvent effectuer plus d'un million de manœuvres sans usure mécanique appréciable. Ils constituent la base de l'appareillage automatique dont la seconde partie de la brochure donne une description sommaire, les détails des équipements faisant l'objet de notices séparées. Les applications envisagées comprennent : les interrupteurs à commande à distance, les contacteurs disjoncteurs et inverseurs, les démarreurs automatiques, les installations générales, la commande automatique des machines-outils, des pompes et compresseurs, des appareils de levage et de manutention, des presses d'imprimerie, du matériel de tissage et de filature, du matériel de fonderie, etc.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

629 866. — Société dite : Felten und Guilleaume Carlswerk Aktieng. ; Perfectionnements apportés aux câbles électriques à ligne double pour la transmission de la musique, 25 février 1927.

629 891. — Courtecuisse (J.), Courtecuisse (V.); Perfectionnements aux piles de télégraphie sans fil à prises multiples, 26 février 1927.

629 911. — Petiot (F.); Perfectionnements apportés aux transformateurs électriques statiques ainsi qu'aux selfs, 28 février 1927.

629 921. — Petit (A.); Perfectionnements aux piles et accumulateurs électriques, 28 février 1927.

629 940. — Chateau (M.); Régulateur de vitesse par freinage électrique, 28 février 1927.

629 953. — Société dite : C. Lorenz Ak.; Dispositif pour l'élimination d'oscillations pertubatrices dans les circuits à courant alternatif, en particulier des circuits à haute fréquence, 28 février 1927.

629 954. — Société dite : C. Lorenz Ak.; Procédé de fabrication de condensateurs-blocs, 28 février 1927.

629 961. — Huber (R.); Perfectionnements aux fours électriques, 1er mars 1927.

629 974. — Société dite : Associated Telephone and Telegraph; Perfectionnements aux systèmes de téléphone, 1er mars 1927.

629 983. — Contant (P.); Procédé de liaison apériodique, 1er mars 1927.

629 985*. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Appareil téléphonique mobile, 7 mai 1926.

629 986*. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux systèmes de réglage des machines électriques, 7 mai 1926.

630 014. — Vincent (A.-J.-F.-A.); Machine automatique à souder par l'arc électrique, plus particulièrement destiné aux rechargeurs des rails, 10 février 1927.

630 022. — Société dite : Marconi's Wireless Telegraph Co Ltd; Perfectionnements aux systèmes d'aériens récepteurs de télégraphie et téléphonie sans fil et à leurs circuits, 15 février 1927.

630 042. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements aux relais électromagnétiques, 1er mars 1927.

630 043. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements aux circuits pour tubes à décharge électronique utilisés dans les systèmes de signalisation par ondes électriques, 1er mars 1927.

630 059. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements apportés aux interrupteurs et aux disjoncteurs, particulièrement applicables aux contacteurs, 2 mars 1927.

630 061. — Société dite : Firma dr Martin Bohme; Dispositif destiné à établir un rapport linéaire entre les amplitudes des oscillations de l'aiguille indicatrice et des différences de pression dans les appareils de mesure des débits de courant, 2 mars 1927.

630 065. — Société anonyme dite : Etablissements Trouvay et Cauvin; Perfectionnements apportés aux boîtes de dérivation pour circuits électriques, 2 mars 1927.

630 068. — Société anonyme dite : Compagnie générale d'Électricité; Electrodes bi-polaires pour accumulateurs électriques, 2 mars 1927.

630 069 — Société anonyme dite : Compagnie générale d'Électricité; Pièce moulée pour l'isolement des plaques d'accumulateurs alcalins, en particulier pour lampes de mines à deux éléments, 2 mars 1927.

630 070. — Société savoisienne de Constructions électriques; Perfectionnement apporté à la construction des noyaux magnétiques, formés de tôles empilées en vue de leur refroidissement, 2 mars 1927.

630 074. — Société dite : Maison Breguet; Perfectionnements aux appareils d'éclairage par l'électricité pour leur emploi dans un milieu explosif ou chargé de vapeurs ou de poussières inflammables, 2 mars 1927.

630 075. — Société dite : Maison Breguet; Attache de sûreté à déclenchement pour suspension des câbles dans les mines ou dans les souterrains, 2 mars 1927.

630 092. — Saint (J.); Support pour la magnéto d'allumage d'un moteur à explosion ou analogue, 2 mars 1927.

630 102. — Crochet (G.-A.); Dispositif destiné à empêcher les fils souples de téléphone ou autres de se tordre, 3 mars 1927.

630 109. — Parsons (C.-A.); Perfectionnements aux machines dynamoélectriques et autres appareils électriques pourvus de rainures contenant des conducteurs, 3 mars 1927.

630 110 — Société dite : Associated Telephone and Telegraph Co; Perfectionnements aux systèmes de téléphones, 3 mars 1927.

630 113. — Société dite : Siemens Reiniger Veifa Ges. fur Medizinische Technik m. b. h.; Dispositif auxiliaire pour l'utilisation des rayons X, 3 mars 1927.

630 114. — Société dite : Siemens Schuckert Werke g. m. b. h.; Commande individuelle électrique pour fileuses, avec moteurs à collecteur à courant alternatif, 3 mars 1927.

630 124. — Société anonyme dite : Compagnie générale d'Électricité; Connexion de tiges polaires des accumulateurs alcalins avec leur couvercle, 3 mars 1927.

630 125. — Société anonyme dite : Compagnie générale d'Électricité; Barres collectrices profilées en double T, en U ou autres pour la connexion de plaques en plusieurs pièces d'électrodes d'accumulateurs à électrolyte alcalin, 3 mars 1927.

630 126. — Société anonyme dite : Compagnie générale d'Électricité; Dispositif de montage rigide des batteries d'accumulateurs dont les éléments composés d'électrodes bi-polaires et de bagues isolantes sont reliés par des tirants, 3 mars 1927.

630 127. — Société anonyme dite : Compagnie générale d'Électricité; Dispositif de fixation des tôles isolantes entourant le groupe de plaques des accumulateurs alcalins, 3 mars 1927.

630 140. — Société dite : The General Electric Co Ltd; Dispositif pour la régulation automatique des amplificateurs électriques, 3 mars 1927.

630 152. — Société dite : N.-V. Philips Gloeilampenfabrieken; Montage générateur d'oscillations électriques, 3 mars 1927.

630 154. — Société dite : Schriber et Kwaysser Ges. m. b. h.; Commutateur de protection pour moteurs-transformateurs, etc.; 3 mars 1927.

630 157. — Société dite : Telefonaktiebolaget L.-M. Ericsson; Perfectionnements aux dispositifs d'impulsions par systèmes de

communications téléphoniques automatiques et semi-automatiques, 3 mars 1927.

630 173. — Société dite : TELEFUNKEN GES. FUR DRAHTLOSE TELEGRAPHIE m. b. H.; Dispositif de connexions pour installations téléphoniques à raccordement automatique fonctionnant avec de hautes et basses fréquences, 4 mars 1927.

630 177. — Société dite : SIEMENS REINIGER VEIFA GES. FUR MEDIZINISCHE TECHNIK m. b. H.; Tube de Rontgen, 4 mars 1927.

630 184. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); Perfectionnements aux systèmes de radiocommunications dits « broadcastings », 4 mars 1927.

630 199*. — SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES A MULHOUSE; Nouvelle méthode de soudure ou de découpage par arc à courant monophasé, 15 mai 1926.

630 200*. — Société dite : LA SOUDURE AUTOGÈNE FRANÇAISE; Perfectionnements aux baguettes métalliques à plusieurs âmes pour la soudure électrique à l'arc, 15 mai 1926.

630 201*. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Procédé de fixation des collecteurs de courant engendré par des piles ou autres générateurs électrochimiques, 15 mai 1927.

630 203*. — SOCIÉTÉ ANONYME DES ATELIERS BRILLIÉ FRÈRES; Perfectionnements aux appareils de signalisation, 15 mai 1926.

630 204*. — ARNAUD (C.); Perfectionnements aux transformateurs de courants à haute fréquence, 15 mai 1926.

630 207*. — PRINS (P.-L.-E.); Dispositif pour le traitement par décharges électriques de gaz ou liquides, notamment de l'air pour la production de composés azotés, 15 mai 1926.

630 212*. — HAWADIER (J.-A.-M.); Lampe à vapeur de mercure, 17 mai 1926.

630 214*. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Prise de courant pour électrodes de piles électriques, 17 mai 1926.

630 217*. — Société dite : F. LEGRAND ET Cie; Boite de dérivation pour conducteurs électriques, 17 mai 1926.

630 223*. — BLOT-GARNIER (P.-G.); Dispositif électromécanique

COURS DE LA LIVRE STERLING ET DU DOLLAR
en octobre 1927

DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR
	francs	francs		francs	francs		francs	francs		francs	francs
3	124,02	25,48125	11	124,0225	25,45875	19	124,085	25,4725	27	124,05	25,475
4	124,0225	25,4775	12	124,0275	25,46125	20	124,0975	25,4775	28	124.08	25,47375
5	124,0275	25,47625	13	124,06	25,46875	21	124.0975	25,4725			
6	124,0225	25,47875	14	124,07	25,475	24	124,0975	25,4725			
7	124,0225	25,47875	17	124,09	25,4825	25	124,07	25,47375			
10	124,025	25,46125	18	124,075	25,4825	26	124,065	25,4775			

EXTRAITS DE LA SÉRIE DES PRIX
DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DES ARCHITECTES
Communiqués par le Syndicat general de la Construction électrique.

Coefficients à appliquer sur les prix de la série du 15 octobre 1924 pour les travaux executes à partir du :	1er janvier 1926		1er avril 1926		15 mai 1926		1er août 1926	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Conducteurs électriques : Fils et câbles sous plomb :								
Lumière : 3e et 6e colonnes des nos 58 à 98 et 111 à 121	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Sonnerie : nos 27(I) à 27(II) et 29(I) à 29(II)	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Conducteurs électriques : Fils et câbles autres que sous plomb :								
Lumière et sonnerie	1,38	1,46			1,50	1,60	1,66	1,79
Coefficient s'appliquant à l'ensemble des autres articles de la série.	1,28	1,27	1,23	1,30	1,25	1,33	1,33	1,42
Ouvrages ne comportant que de la main-d'œuvre	1,19	1,26			1,27	1,35	1,27	1,35

Coefficients à appliquer sur les prix de la série 1926 pour les travaux executes à partir du :	15 oct. 1926	1er nov. 1926	1er déc. 1926	1er janv. 1927	1er fév. 1927	1er mars 1927
Conducteurs électriques autres que sous plomb	1,10	1,02	1,02	1,02	0,85	0,79
Id. sous plomb :						
Lumière : nos 68 à 108 et 122 à 132 (3e et 6e colonnes)	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Sonnerie : nos 29 et 30	1,16	1,09	1,09	1,09	0.92	0,88
Appareillage :						
Gros appareillage : nos 180 à 201 et 377 à 430	1.27	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
Appareillage de branchement : nos 202 à 212 et 320 à 323	1.51	1.41	1.41	1,34	1,26	1,26
Autres articles de la série	1.21	1,23	1,20	1,20	1,15	1,15
Articles ne comportant que de la main-d'œuvre	1.07	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17

Prix de l'heure à partir du :	1er janvier 1926		15 mai 1926			1er novembre 1926	
	élémentaires	de règlement	élémentaires	de règlement (1)	de règlement (2)	élémentaires	de règlement
Heure d'ouvrier téléphoniste, monteur et ajusteur	4 fr	5,90 fr	4,25 fr	6,25 fr	6,60 fr	4,75 fr	7,40 fr
Id d'ouvrier électricien poseur	3,75	5,56	4	5,90	6.25	4,25	6,60
Id d'aide électricien poseur	3.25	4,80	3,50	5,15	5,45	3,75	5,85

(1) Les coefficients de la colonne (1) s'appliquent aux travaux traités avant le 1er janvier 1926.
(2) Les coefficients de la colonne (2) s'appliquent aux travaux traités après le 1er janvier 1926.

pour horloges électriques et son application à la transformation des horloges mécaniques en horloges électriques, 18 mai 1926.

630 238*. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON ; Procédé de fabrication des piles électriques à électrolyte immobilisé et produits industriels nouveaux en résultant, 19 mai 1926.

630 335*. — MAHOUX (G.), MAHOUX (A.-P.) ; Perfectionnements aux appareils d'émission de télégraphie sans fil, 19 mai 1926.

630 239*. — PERISSET (J.-E. dit E) ; Perfectionnements aux induits des magnétos, 20 mai 1926.

630 245*. — SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES A MULHOUSE ; Procédé de constitution des joints étanches des appareils électriques à vapeur de mercure, 21 mai 1926.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Association amicale des anciens Elèves de l'Ecole d'Electricité industrielle de Paris (Ecole Charliat) :

Mardi 8 novembre 1927, à 20 h 45, Café Biard, 3, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris (salle du 1er étage). — Réunion mensuelle.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 22 oct. 1927	PRIX samedi 29 oct. 1927	PRIX différence
Aciers profilés				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	72 fr	72 fr	0
Id U id	100 kg	77	77	0
Cornières	100 kg	75	75	0
Larges plats	100 kg	93	93	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots, liv. Paris	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	16 5/8 d	17 1/4 d	+ 5/8 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	665	688	+ 23 fr
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	813	813	0
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 048	1 048	0
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	1 043	1 043	0
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris	100 kg	1 048	1 048	0
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 395	1 395	0
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 745	6 745	0
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	671	661	— 10
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 112	2 102	— 10
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 672	3 603	— 69
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	420	420	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	532,50	532,50	0
*Huile pour interrupteurs, n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
{ pour basse tension	100 kg	260	260	0
*Huile pour transformateurs, wagon départ Paris :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	275	275	0
*Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm { épaisseur 7/100 mm	le mètre	5	7	+ 2
{ Id 10/100 mm	linéaire	6	8	+ 2
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	296	300	+ 4
*Résine synthétique (par 500 kg) : wagon départ,				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	325	325	0
Tôle magnétique extra-sup. 4 10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	18	18	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		200	200	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	381	378	— 3
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

NOTA. — Les prix des matières marqués d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 22 oct. 1927	samedi 29 oct. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	167	167	0

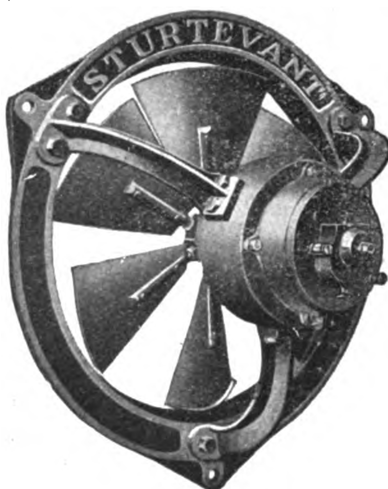
VENTILATEURS
STURTEVANT

60, rue Saint-Lazare, PARIS (IXe)

SÉCHOIRS A INDUITS

VENTILATION DES TRANSFORMATEURS ET SALLES D'ACCUMULATEURS

RAFFRAICHISSEMENT des LOCAUX SURCHAUFFÉS



R. C. : Seine, N° 145 155

FILTRES A AIR

DÉPOUSSIÉRAGE

TIRAGE MÉCANIQUE POUR FOURS ET CHAUDIÈRES

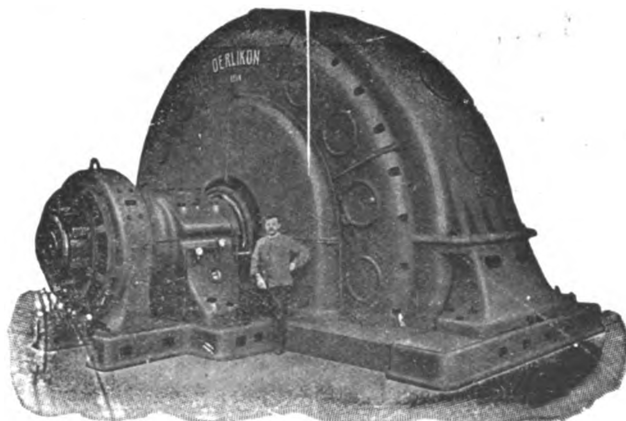
SOCIÉTÉ

OERLIKON

Bureaux à :
BRUXELLES 204, rue Royale
LILLE 1, b^d^ de la Liberté
LYON 9, quai Tilsitt
MARSEILLE 27, rue Pavillon
METZ 6, place de la Gare
PONTARLIER 10, rue Tissot

Siège social : PARIS, 15, Rue de Milan
Registre du Commerce : Seine N° 140 839
Téléph : *Central 20-54, 82-25 et 28-15*
Télégr. : *OERLIK T. T.*

Usines à **ORNANS** (Doubs)



Générateur triphasé fermé, 17000 kV-A 11000 volts, 250 mn.

Moteurs électriques
Spéciaux pour mines, filatures, tissages, etc.

Transformateurs
Alternateurs, Génératrices

Engins de Levage
Perceuses, Riveuses, Appareillage

Matériel de Traction
Installations de centrales

Turbines à vapeur
Turbo-compresseurs, Soufflantes

Chauffage électrique
Industriel et domestique

DEVIS ET RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Conférence internationale de la Documentation chimique. — A la suite des cérémonies du centenaire de la naissance de Marcellin Berthelot, les délégués étrangers venus pour célébrer ce centenaire se sont réunis au Ministère des Affaires étrangères en vue d'étudier la création, à Paris, d'un office international de documentation chimique.

L'origine de ce projet est déjà assez lointaine. Le besoin de documentation qui s'est fait sentir durant la guerre dans les diverses industries travaillant pour la défense nationale et particulièrement dans l'industrie chimique en a été le point de départ. Aussi, lors de sa fondation en 1917, la Société de Chimie industrielle mettait-elle l'organisation de la documentation dans son programme de travaux. En 1919, l'Union internationale de Chimie, qui venait d'être créée, en reprenait l'étude sur un plan international et, les années suivantes, portait la question à l'ordre du jour des diverses sessions de la Conférence internationale de la Chimie pure et appliquée. Prenant en considération un vœu émis par la Sous-Commission de Bibliographie de la Société des Nations demandant aux associations internationales d'organiser la documentation, la cinquième Conférence de Chimie pure et appliquée invitait l'Union internationale de la Chimie à prendre l'initiative de réunir une conférence spéciale où siégeraient les délégués et les experts des divers pays intéressés, conférence où seraient étudiés systématiquement tous les problèmes posés par la documentation chimique ainsi que les moyens de réaliser, par une ou plusieurs conventions internationales, une organisation complète de cette documentation. Conformément à cette décision, le président de l'Union internationale de la Chimie, M. Ernest Cohen, vice-président de l'Académie royale d'Amsterdam, saisissait de la question, en septembre 1925, le Ministère des Affaires étrangères de France, le priant de bien vouloir envoyer les convocations à la conférence internationale projetée. C'est ainsi que fut réunie la Conférence internationale de la Documentation chimique.

Les travaux de cette conférence commencèrent le jeudi 27 octobre 1927 et se continuèrent le vendredi et le samedi. Quarante états, comprenant les plus importants, à l'exception cependant de la Grande-Bretagne et des Etats-Unis, s'y trouvaient représentés.

La première séance fut ouverte par M. Bokanowski, ministre du Commerce et de l'Industrie, qui remercia les délégués étrangers d'avoir répondu à l'invitation du gouvernement français. Puis la Conférence constitua son bureau et, par acclamation, choisit comme président M. Pineau, directeur de l'Office national des Combustibles liquides et chef de la délégation française.

Au cours des séances suivantes le principe de la création d'un Office international de la Documentation chimique a été admis et il a été décidé que le siège de cet office serait à Paris.

Pour subvenir aux dépenses de l'Office et pour assurer son fonctionnement, les décisions suivantes furent prises par la Conférence :

Les puissances contractantes participeront aux charges de l'Office par une contribution basée sur le chiffre de leur population. A cet effet, l'unité contributive a été fixée à 1 000 francs-or. Les pays dont la population est inférieure à 5 millions d'habitants paieront 3 fois cette unité, ceux dont la population est comprise entre 5 et 10 millions 5 fois l'unité, 10 fois l'unité pour une population entre 10 et 15 millions, 15 fois entre 15 et 20 millions, 20 fois entre 20 et 30 millions, 25 fois au-dessus de 30 millions.

L'Office sera administré par un comité permanent comprenant des représentants de tous les pays qui ont signé, ou qui signeront la convention diplomatique, dont le protocole de signature restera ouvert pendant six mois. Chaque pays aura dans ce comité un nombre de voix en rapport avec sa contribution, savoir : 1 voix pour la première catégorie, 2 pour la deuxième ; 3 pour la troisième et 6 pour la dernière.

Le comité permanent nommera le directeur de l'Office et le personnel international dont il sera entouré. Dès que sept gouvernements auront ratifié la convention, elle deviendra exécutive et le comité permanent sera convoqué.

Les méthodes de fixation des salaires dans l'industrie britannique. — Depuis longtemps, mais surtout depuis la guerre, les industriels et les économistes ont recherché quel peut être le mode de rémunération du travail susceptible de donner satisfaction à la fois à l'ouvrier, en augmentant son gain journalier, et au patron, en provoquant un accroissement du rendement de la main-d'œuvre. Bien des systèmes ont été proposés et un grand nombre d'entre eux ont été appliqués avec plus ou moins de succès. Une étude récente de la Société d'Etudes et d'Informations éco-

nomiques donne quelques renseignements sur l'application dans l'industrie britannique de ces systèmes modernes de rémunération du travail ; nous la reproduisons ci-dessous.

Pour combattre la politique de restriction de la production, poursuivie plus ou moins ouvertement par les trade-unions, les économistes britanniques en sont amenés de plus en plus à préconiser l'adoption du salaire aux pièces au lieu du salaire horaire.

Ce système présente certaines difficultés d'application ; le prix fixé pour la pièce peut être trop élevé ; il est difficile de le modifier après coup. La plupart des salariés d'une usine peuvent être payés aux pièces et quelques ouvriers, généralement ceux dont la besogne est la plus délicate, devront être rémunérés à la journée ; ils se trouvent ainsi quelquefois recevoir des salaires plus bas que leurs camarades semi-spécialisés.

Le *système « différentiel »* de salaire aux pièces, préconisé par Taylor, est peu répandu en Grande-Bretagne, où l'ouvrier travaille lentement : « Il est peu adapté aux traditions et au tempérament de l'ouvrier britannique ». D'après ce système, le salaire aux pièces augmente en même temps que la production de l'ouvrier.

Le *système Halsey* combine en quelque sorte le salaire aux pièces et le salaire à la journée. Si l'ouvrier économise sur le temps requis pour accomplir un travail, on ne lui paie pas intégralement le temps économisé, mais un certain pourcentage de ce temps, souvent 1/3 du temps économisé. Le patron ne risque pas ainsi de se voir gêné par un salaire à la pièce trop élevé ; par contre, l'ouvrier se trouve moins invité à augmenter sa productivité.

Le *système Rowan* rémunère la productivité de l'ouvrier en ajoutant au salaire pour la durée effective du travail celui pour le pourcentage de temps économisé sur la durée « standard » : un ouvrier finissant en 8 heures un travail qui en prend ordinairement 10, économie de temps de 20 pour 100, reçoit une gratification égale à 20 pour 100 du salaire dû pour 8 heures et est payé comme s'il avait travaillé 9 heures 36 minutes.

Le *système Priestman-Atkinson* est un « salaire aux pièces collectif ». Si 100 ouvriers travaillant pendant 100 heures au lieu de produire comme d'habitude 100 articles, en produisent 120, ils auront accru la productivité de 20 pour 100, et recevront des salaires supérieurs de 20 pour 100 à ceux payés ordinairement.

Les systèmes de « salaire aux pièces », pour fonctionner utilement, supposent deux conditions : les prix fixés pour les pièces doivent être satisfaisants, ils ne doivent pas être abaissés, s'ils permettent aux ouvriers de réaliser des gains importants.

Ils ont l'avantage de fournir à l'ouvrier des résultats immédiats et tangibles et de l'encourager ainsi à chaque moment dans son effort, avantage que ne possèdent pas les différents systèmes de participation aux bénéfices que nous allons énumérer maintenant.

Un système caractéristique de participation aux bénéfices est celui adopté par les entreprises Rowntree and Co de York. On connaît les préoccupations sociales de leur fondateur, M. Seebohm Rowntree.

Les salaires sont payés suivant les accords syndicaux ou autres. Les actionnaires ont droit à 7,5 pour 100 du capital qui comprend les réserves et autres bénéfices laissés dans l'affaire. Tous les ans une réserve est prélevée en vue : *a*) de l'égalisation des dividendes ; *b*) des nécessités de la publicité ; *c*) d'une réserve spéciale. Après ces prélèvements, ce qui reste est partagé de la manière suivante : 5/10 aux ouvriers, 1/10 au conseil d'administration, 4/10 aux actionnaires. La part des ouvriers est versée à leur compte en banque, à la Banque d'Espagne, d'York. Si les intérêts de la société l'exigent et si la commission de participation aux bénéfices le permet, la part des ouvriers peut leur être versée sous forme d'actions ou de bons qui deviennent la propriété des ouvriers et peuvent être vendus par eux, s'ils le veulent.

Dans l'industrie charbonnière, les bénéfices supplémentaires sont, on le sait, partagés entre les propriétaires et le mineurs, les premiers prélevant 13 pour 100 et les autres recevant les 87 pour 100 restant.

Dans les manufactures Armstrong, Whitwork and Co les ouvriers peuvent souscrire à un fonds de dépôt géré par l'entreprise. Sur les sommes déposées, celle-ci leur verse 4 pour 100 d'intérêt, plus un pourcentage du dépôt égal à la moitié de la différence entre 4 pour 100 et le dividende payé par l'entreprise pour ses actions ordinaires.

Dans certaines entreprises, les ouvriers reçoivent des actions fictives qui leur donnent le même dividende que les actions ordinaires. Dans les entreprises Lever frères, tout salarié âgé de plus de 21 ans et resté plus d'une année au service de la maison reçoit des certificats dont la valeur nominale est calculée d'après son temps de service, les augmentations intéressantes qu'il aura pu fournir, etc. Les certificats s'accumulent jusqu'à ce qu'ils aient atteint une valeur nominale maximum, qui varie entre 200 et 300 livres suivant le gain annuel. Quand le salarié quitte le service de la compagnie, les certificats sont annulés. Les « coassociés » reçoivent pour leurs certificats un dividende inférieur de 5 pour 100 à celui des actions ordinaires. S'ils le veulent ils peuvent échanger les espèces reçues contre des actions préférentielles ordinaires à 8 pour 100. Le 1er janvier 1926, 16 745 salariés participaient à ce système de « coassociation ». Les « coassociés » ont reçu en dividendes une somme de 1 940 745 livres.

Dans quelques entreprises, une certaine portion du capital est mise à la disposition du personnel sous forme d'actions ordinaires que celui-ci peut acquérir à des prix plus bas que ceux pratiqués sur le marché. Il est généralement stipulé que les acquéreurs ne pourront se débarrasser de leurs actions avant un certain laps de temps.

Les systèmes de « coassociation » britanniques visent surtout à la participation aux bénéfices et n'impliquent guère la cogestion, sinon dans certaines entreprises en amenant les ouvriers titulaires d'actions ordinaires à prendre part à l'assemblée générale des actionnaires. Les États-Unis ont encouragé à juste titre cette participation des salariés à l'entreprise ; on estime que les salariés ne détiennent pas moins de 140 millions de dollars du capital-actions américain. Ainsi se trouve réalisée une certaine stabilité de la main-d'œuvre. Mais la situation est différente en Grande-Bretagne où, devant la menace de chômage, le salarié ne tient guère à quitter son emploi mais croit de son devoir vis-à-vis de ses camarades et de lui-même de restreindre le plus possible sa production. Il semble bien que les systèmes de salaires aux pièces, primes, etc., qui donnent une rémunération immédiate pour un accroissement de l'effort permettent plus facilement de mettre fin à ces malfaçons que la perspective lointaine d'une gratification ou d'un dividende que le marasme industriel rend souvent hypothétique.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Décret autorisant, déclarant d'utilité publique et concédant les travaux d'aménagement de la chute d'Étables sur la Bienne. — Le

« Journal officiel » du 4 novembre 1927 publie, pages 11240-11246, le décret, en date du 26 octobre 1927, approuvant la convention en date du 28 avril 1927 passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la ville de Saint-Claude (Jura), d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour l'établissement et l'exploitation des ouvrages hydrauliques et de l'usine génératrice destinés à l'utilisation de la chute d'environ 30 m (en eaux moyennes) entre Saint-Claude et la Porte-Sachet, à 5 km en aval de Saint-Claude, commune de Saint-Claude, Lavans et Chevry, département du Jura.

La puissance maximum brute de la chute concédée est évaluée à 6250 kw, ce qui correspond, compte tenu du rendement normal des appareils d'utilisation, à une puissance disponible de 4250 kw.

La puissance normale brute est évaluée à 3000 kw, ce qui correspond de même à une puissance normale disponible de 2400 kw.

L'entreprise a pour objet principal la production de l'énergie nécessaire aux services publics de la ville de Saint-Claude et au développement de l'industrie familiale dans la région.

Seront considérés comme dépendances immobilières de la concession, tous les ouvrages utilisés pour l'aménagement et la production de la force hydraulique devant faire retour gratuitement à l'Etat en fin de concession, et notamment le barrage de retenue, les ouvrages d'emmagasinement, les ouvrages de prise d'eau, canalisations, ouvrages régulateurs ou de décharge, les moteurs hydrauliques (turbines et accessoires), ainsi que les terrains qui les supportent ou y donnent accès et les bâtiments ou partie de bâtiments qui les abritent et les terrains submergés s'ils appartiennent au concessionnaire.

Le barrage ou la prise d'eau sera placé aux abords du hameau d'Etables, à 600 m en amont du barrage existant de Lizon.

Le niveau normal de la retenue sera à la cote 384,67 m du nivellement général de la France.

Le débit maximum emprunté sera de 20 m³ : s.

Le débit maintenu dans la rivière en aval de la prise d'eau ne devra pas être inférieur à 10 l : s.

Les eaux seront restituées à 4 km environ.

La prise d'eau sera alimentée par un réservoir de 1500000 m³ environ qui s'étendra depuis le barrage jusqu'à Saint-Claude, sur une longueur de 3 km.

Les dispositions appropriées seront prises pour éviter tout préjudice aux usagers d'aval.

Le barrage à établir à hauteur du hameau d'Etables aura, en plan, la forme d'un arc de cercle dont la convexité sera tournée vers l'amont; sa longueur sera de 70 m environ.

La face amont sera verticale et la face aval, inclinée, formera déversoir.

La hauteur de l'ouvrage, en son milieu, sera de 20 m environ.

Le barrage sera établi de façon à pouvoir ultérieurement supporter un pont-route destiné à relier les hameaux d'Etables et Le Plan-d'Acier.

Un vannage, placé à la partie supérieure, empêchera l'élévation du niveau de l'eau au-dessus de la retenue normale.

Une galerie d'évacuation creusée dans la rive gauche de la rivière, longue d'une soixantaine de mètres et s'ouvrant immédiatement à l'amont du barrage, assurera le dégrèvement de la retenue et pourra servir à l'écoulement des eaux de crue.

La prise d'eau sera située à l'amont immédiat du barrage; elle sera suivie d'une galerie d'amenée de 2000 m de longueur environ et d'une section maximum de 9,03 m², aboutissant à une chambre de mise en charge formant également cheminée d'équilibre. Une conduite forcée partant de cette dernière alimentera la station génératrice.

Cette dernière, à construire au lieudit « Porte Sachet », sera reliée à la Bienne par un canal à niveau libre.

Combustibles. — Propositions de loi relatives a l'établissement du monopole de l'Etat pour l'importation du pétrole et de ses dérivés. — La question de l'établissement d'un monopole d'Etat pour l'importation du pétrole et de ses dérivés a été soulevée au Parlement lors de la discussion de la loi du 4 avril 1926 portant création de nouvelles ressources fiscales. Comme elle a donné lieu à de nombreuses et longues polémiques entre partisans et adversaires des monopoles d'Etat, il nous paraît utile de signaler à ceux de nos lecteurs que cette question intéresse qu'ils trouveront dans les pages 597 à 608 du fascicule des « Documents parlementaires, Chambre » annexé au « Journal officiel » du 27 octobre 1927, les exposés des motifs et les textes de deux propositions de loi tendant à l'établissement de ce nouveau monopole. L'une des propositions émane de M. Margaine, député, l'autre d'un groupe de députés comprenant notamment MM. Vincent Auriol, Basly, Léon Blum, Renaudel, Thivrier, etc. La première prévoit la constitution d'une société en régie intéressée dont le capital, de 400 millions de francs, serait souscrit par l'Etat pour la moitié, société qui serait chargée de l'exploitation du monopole; la seconde confère la charge de l'achat et de l'importation des produits à l'Office national des Combustibles liquides sous l'autorité du ministre du Commerce et de l'Industrie.

La production des houillères françaises en septembre 1927. — Les houillères françaises ont réalisé, pendant le mois de septembre 1927, une production de 4222848 t pour 25 jours de travail, au lieu de 4379010 en août, pour 26 jours de travail (voir *Bulletin R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 116 B).

Le tableau suivant montre que la production journalière moyenne reste sensiblement à la cadence ralentie des mois antérieurs. Les effectifs marquent une nouvelle réduction :

	Production journalière moyenne, en tonnes.	Personnel occupé.
Année 1913..........	136 147	203 208
Janvier 1923.........	121 064	242 566
Janvier 1924.........	144 680	286 804
Janvier 1925.........	160 445	311 991
Janvier 1926.........	170 048	315 204
Janvier 1927.........	185 179	333 151
Août 1927............	168 423	321 950
Septembre 1927......	168 914	320 754

Dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais, la production journalière moyenne de 106660 t reste en excédent de 15363 t sur le niveau de 1913.

Dans le Centre et le Midi, la production de 45388 t est en progrès de 538 t seulement sur le chiffre de 1913.

Ainsi, l'ensemble des mines situées dans les anciennes frontières a fourni, avec 152048 t une extraction journalière en progrès de 15901 t ou 11,7 pour 100 sur la situation d'avant-guerre.

Les houillères lorraines ont, en outre, apporté un contingent supplémentaire de 16866 t par journée de travail.

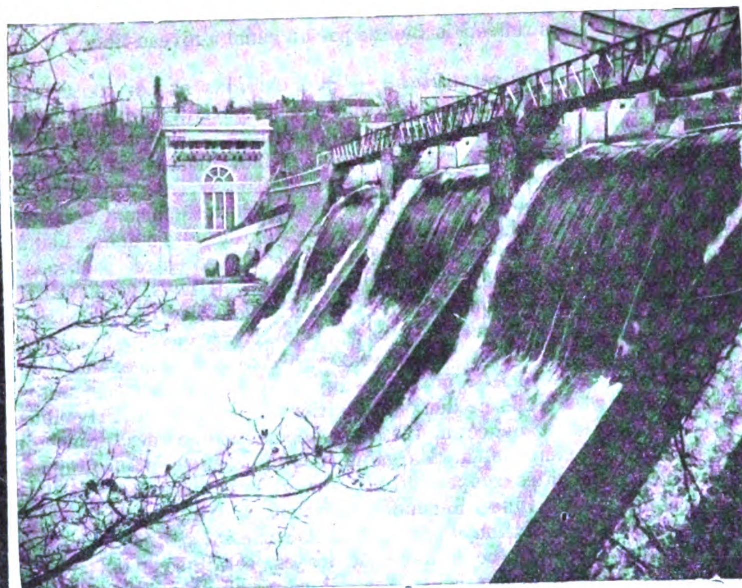
La production de coke métallurgique dans les cokeries de houillères françaises s'est élevée, pendant le mois de sep-

BARRAGES AUTOMATIQUES

MAISON FONDÉE EN 1909

SOCIÉTÉ ANONYME
ZURICH (Suisse)

Recommande ses spécialités de :



VANNES AUTOMATIQUES

pour la régularisation des cours d'eau produisant le meilleur emploi des forces motrices. — Toute sécurité pendant les crues, élimination de la main-d'œuvre, augmentation du rendement de l'usine.

— MEILLEURES RÉFÉRENCES —

Installations en marche et en cours d'exécution :
Plus de 3500 mètres de largeur pour une régularisation d'environ 34000 mètres cubes par seconde.

CATALOGUE ILLUSTRÉ, PROJETS, DEVIS

SEUIL DENTÉ du Prof. REHBOCK

pour éliminer les érosions nuisibles dans les cours d'eau. Système breveté S. G. D. G. — Le seul vraiment efficace et économique.

— **Exclusivité pour la France** —

Seul représentant pour la France :
H.-F. WEBER, Ing.-Conseil,
26, boulevard de Grenelle, PARIS (15e).
Tél. : Ségur 34-02 — *Ad. télég.* : Weberef

ISOLANTS MEIROWSKY & Co

PERTINAX en planches, tubes et bâtons
MICANITES pour tous usages
FILS CUIVRE ÉMAILLÉS et GUIPÉS
FILS RÉSISTANCE
PRESSPAHN
PAPIERS, TOILES et SOIES ISOLANTS
TUBES COTON FLEXIBLES ISOLANTS
VERNIS ISOLANTS

REPRÉSENTANT :

F.-E. KOSCHERAK

44, Rue Taitbout, PARIS (IXe)

Téléph. : Trudaine 00-24

tembre, à 332 244 t, dépassant de près de 90 000 t le chiffre mensuel moyen de 1913.

Télégraphie. Téléphonie. — PROJET D'INSTALLATION D'APPAREILS RÉCEPTEURS RADIOTÉLÉPHONIQUES DANS LES TRAINS DES CHEMINS DE FER POLONAIS. — D'après la « Chronique des Transports » du 25 octobre 1927, l'Administration des Chemins de fer polonais effectue depuis quelque temps des essais en vue de l'installation dans les trains de grandes lignes, d'appareils radiotéléphoniques permettant aux voyageurs de recevoir les messages et auditions musicales émis par les postes européens. Les essais faits récemment sur les trains de la ligne Varsovie-Zyrardow ont montré que l'on entendait avec netteté les émissions des stations de Berlin, de Constantinople et de Manthali (Suède). Si de nouveaux essais donnent des résultats aussi satisfaisants, le projet d'installation sera mis en exécution.

Transports. Communications. — PROPOSITION DE LOI CONCERNANT LE CHEMIN DE FER TRANSSAHARIEN. — Le « Journal officiel » du 27 octobre 1927 publie, page 545 des « Documents parlementaires, Chambre des Députés », une proposition de loi de M. Edouard de Warren, député, déposée à la séance du 5 avril 1927 et tendant « à l'octroi d'un crédit de 18 millions de francs pour l'étude technique définitive du projet transsaharien ».

L'exécution de ce projet intéresse tout particulièrement l'industrie électrique car, comme l'a montré le projet dressé en 1911 par un comité d'études présidé par le regretté Daniel Berthelot, les difficultés de ravitaillement en eau et en charbon le long des divers tracés envisagés conduisent à considérer la traction par locomotives électriques alimentées par des usines génératrices judicieusement placées comme seule capable d'assurer une exploitation rémunératrice.

Dans son exposé des motifs, M. de Warren montre que la construction d'un chemin de fer reliant nos territoires de l'Afrique du Nord au Niger, au Tchad et au Congo est devenu indispensable à plusieurs points de vue : celui de notre politique coloniale africaine, en assurant une liaison plus rapide entre le gouvernement et les fonctionnaires résidant dans l'Afrique centrale ; au point de vue économique, car, ainsi qu'il résulte d'une étude de M. le sénateur Mahieu, nous pouvons tirer de nos possessions de l'Afrique centrale divers produits que nous achetons à l'étranger, ce qui nous permettrait de réduire d'au moins un milliard de francs par an, nos achats à l'extérieur; enfin au point de vue de la défense du sol national, la dernière guerre ayant prouvé de quelle importance peut être dans l'avenir une mobilisation rapide des forces militaires dont nous disposons dans l'Afrique centrale. On peut donc espérer que les projets de création d'un chemin de fer transsaharien sortiront bientôt de la phase des études, dont les premières, dues au commandant Hanoteau, datent de 1859, pour entrer enfin dans la phase de l'exécution.

Commerce. — L'UNIFICATION DES NOMENCLATURES DOUANIÈRES. — Tous les industriels et commerçants important ou exportant des marchandises connaissent la complexité des nomenclatures douanières, complexité telle qu'ils sont parfois dans l'impossibilité de trouver dans un tarif étranger, ou même quelquefois dans leur propre tarif, le droit de douane applicable aux marchandises qui les intéressent.

Deux congrès internationaux se réunirent en 1900 et en 1913 pour rechercher les moyens de remédier à ces inconvénients, mais ils se séparèrent sans prendre de décision estimant qu'il était impossible de réaliser en cette matière un commencement d'unification.

La question d'unification revint en discussion à la Conférence économique internationale qui se tint à Genève en mai 1927 et celle-ci prit à ce sujet des résolutions qui furent transmises au Comité économique de la Société des Nations. Ce comité, dans sa session de juillet 1927, décida de confier l'étude de la question à une commission formée d'un petit nombre d'experts en matière douanière. Ces experts, au nombre de cinq, réunis à Genève, une première fois du 22 août au 1er septembre, puis, une seconde fois, à partir du 12 octobre, ont consacré quarante-quatre séances à l'établissement d'une nomenclature unifiée qui sera soumise incessamment au Comité économique de la Société des Nations. On peut donc espérer que dans un proche avenir, non seulement la complexité des nomenclatures douanières sera, sinon éliminée, du moins atténuée, mais que l'on pourra alors comparer avec quelque exactitude les statistiques des divers pays relatives aux importations et aux exportations.

Economie industrielle et sociale. — LE CHOMAGE EN ITALIE DE DÉCEMBRE 1925 A AOUT 1927. — Dans son numéro du 30 octobre 1927, « La Vie méditerranéenne » publie un tableau donnant le nombre des chômeurs en Italie depuis décembre 1925 jusqu'à la fin de juillet 1927.

Il résulte de ce tableau que le nombre des chômeurs, qui était de 122 200 au 31 décembre 1925, s'éleva à 156 139 au 31 janvier 1926, puis descendit peu à peu jusqu'à 79 678 au 31 juillet de la même année. Pendant les mois suivants il remonta rapidement et atteignit 250 059 au 28 février 1927; il redescendit ensuite et n'était plus que 214 603 au 30 juin. Mais le mois de juillet vit une recrudescence du chômage et à la fin de ce mois, le nombre des chômeurs était de 263 191, donc plus élevé que ceux enregistrés au cours des 18 mois précédents.

Ajoutons que le chômage s'est encore accentué pendant le mois d'août : au 31 août il y avait 291 621 chômeurs, dont 77 788 femmes; les branches de l'économie nationale les plus atteintes étaient : travaux publics (71 673 chômeurs), industrie textile (36 534), agriculture, pêche et industries utilisant leurs produits (30 847), métallurgie (29 560), services publics (14 029).

Sociétés. Groupements. — ASSOCIATION DES INGÉNIEURS ÉLECTRICIENS SORTIS DE L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE MONTEFIORE. — Le prix Montefiore, destiné a récompenser le meilleur travail apportant une contribution à l'avancement scientifique ou technique de l'électricité, à l'exclusion des ouvrages de vulgarisation ou de simple compilation, a été reporté à l'année 1929. Le prix non décerné qui s'élevait à 20 500 fr sera ajouté à celui du prochain concours, ce qui composera ainsi un prix de 29 000 fr.

Dans le monde électrique. — NÉCROLOGIE. — Nous apprenons la mort récente de M. Georges BERGÈS, fils d'Aristide Bergès. Il avait suivi la voie tracée par ce précurseur, en se distinguant dans la fabrication du papier et dans l'installation des chutes d'eau. Georges Bergès a pris une part très active au développement de diverses industries électrochimiques : chlorates et perchlorates (usine de Chedde), cheddite carbure de calcium, aluminium.

PROMOTION DANS L'ORDRE NATIONAL DE LA LÉGION D'HONNEUR. — Réparons une omission, qui remonte à plusieurs mois, dans les informations paraissant sous cette rubrique.

Nous avons, en effet, omis de signaler que dans la liste des décorés à l'occasion du 14 juillet, sur la proposition du ministre de la Guerre, se trouve M. J. GROSSELIN, délégué général de la Société française des Electriciens, qui a été promu officier de la Légion d'honneur.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — ÉTABLISSEMENTS CAZELLE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 7 novembre 1927, page 1 002, cette société en formation, dont le siège est à Toulouse, 48, rue Bayard, a pour objet :

1° L'industrie et le commerce, dans tous pays et sous toutes formes, de tout ce qui concerne directement ou indirectement l'électricité et la mécanique dans toutes leurs applications ou s'y rattachant ;

2° L'étude et la construction d'usines et de réseaux électriques et tous travaux s'y rattachant ;

3° La recherche, l'obtention et l'exploitation directe et indirecte de tous privilèges, monopoles ou concessions, concernant la distribution de l'énergie électrique, la constitution de sociétés d'exploitation et leur mise en valeur.

La création, l'acquisition et l'exploitation de tous établissements de même nature en France, aux colonies ou à l'étranger.

La constitution de toutes sociétés filiales, la participation directe ou indirecte dans toutes opérations commerciales et industrielles pouvant se rattacher à l'un des objets précités, par voie de création de sociétés nouvelles, d'apport, souscription ou achat de titres ou droits sociaux, fusion, association, en participation ou autrement.

Le capital social est de 2 000 000 fr, divisé en 4 000 actions de 500 fr chacune, dont 2 000 actions d'apport entièrement libérées et 2 000 actions de numéraire à libérer ; elles devront être libérées d'un quart à la souscription et le surplus suivant les appels du conseil d'administration.

Augmentation de capital. — SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 31 octobre 1927, pages 994-995, cette société, dont le siège est à Mulhouse (Haut-Rhin) va procéder à l'émission de 100 000 obligations d'une valeur nominale de 500 fr chacune, représentant un capital de 50 millions de francs.

Sur les 100 000 obligations émises, il ne sera procédé au placement dans le public, que de 80 000 obligations, les 20 000 autres étant réservées aux souscriptions du personnel de la société.

Les 100 000 obligations ci-dessus seront productives d'un intérêt annuel de 6 pour 100, soit 30 fr, payable par coupons semestriels de 15 fr, les 1er mai et 1er novembre de chaque année, le premier coupon étant celui du 1er mai 1928.

Le payement des coupons et le remboursement des titres seront effectués nets d'impôts, présents ou futurs, à l'exception de la taxe de transmission, dont le montant sera, conformément à la loi, déduit des coupons des titres au porteur.

Ces obligations seront amortissables dans un délai de 25 années, à partir du 1er novembre 1932, soit au pair, par voie de tirages au sort annuels ayant lieu en septembre de chaque année, soit par voie de rachats en bourse au-dessous du pair (compte tenu de la fraction courue du coupon).

L'amortissement des 100 000 obligations émises aura lieu en 25 tranches de 4 000 titres chacune. Le premier remboursement aura lieu le 1er novembre 1933 et le dernier le 1er novembre 1957 au plus tard.

Divers. — L'ÉLECTRO-ENTREPRISE. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldant, après amortissements, par une perte de 4 705 886 fr, à laquelle vient s'ajouter le report déficitaire de l'exercice antérieur, soit 84 134 fr.

COMPAGNIE ÉLECTRIQUE DE LA LOIRE ET DU CENTRE. — Les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldent par un bénéfice brut de 23 996 056 fr contre 20 420 283 fr en 1925-1926.

Déduction faite des frais généraux et charges diverses, et après affectation de 7 millions de francs au fonds de gros entretien et de renouvellement, de 1 250 000 fr aux amortissements et de 1 978 000 fr à une provision pour litige en cours, le bénéfice net ressort à 8 813 032 fr contre 7 393 697 fr précédemment.

Le chiffre du dividende qui sera proposé par le conseil n'est pas encore fixé.

SOCIÉTÉ ÉLECTRIQUE DE LA SIDÉRURGIE LORRAINE. — Les comptes de l'exercice 1926 se sont soldés par un bénéfice net de 795 853 fr, formant avec le reliquat antérieur, un total disponible de 1 008 041 fr. Ce solde a été entièrement consacré aux amortissements.

ACIÉRIES ET FORGES DE FIRMINY. — Réunis en assemblée ordinaire le 28 octobre 1927, les actionnaires ont approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927 laissant un solde bénéficiaire de 13 684 810,77 fr, auquel il y a lieu d'ajouter le report de l'exercice précédent, soit 3 350 762,69 fr, ce qui donne un total disponible de 17 035 573,46 fr. Le dividende a été fixé à 20 fr payable à partir du 15 décembre prochain sous déduction des impôts et un reliquat de 2 305 850,91 fr a été reporté à nouveau.

Le rapport du conseil signale que le chiffre d'affaires de cet exercice a été en augmentation de 30 millions de francs, bien que le cours des produits métallurgiques ait baissé de 35 à 40 pour 100 environ entre juillet 1926 et juin 1927. L'activité des usines a été normale malgré un fléchissement des commandes enregistrées dans les derniers mois de l'exercice, particulièrement pour les ordres provenant de la clientèle de détail, alors qu'au contraire les commandes de l'Etat et des grandes administrations restent à un niveau satisfaisant et permettent de maintenir une allure normale dans les ateliers.

Les Usines de Grand-Couronne ont continué leur exploitation sans incident. Les fabrications d'aciers laminés à froid et d'aciers plaqués se perfectionnent et la clientèle augmente.

Les fabrications d'outillage pneumatique de l'usine de Meudon se développent de façon normale et les résultats d'exploitation continuent à donner toute satisfaction.

La Société La France a été éprouvée cette année par la mévente générale des machines agricoles, mévente qui oblige à restreindre les programmes de fabrication et à conserver des stocks relativement importants de machines fabriquées.

La Société hydro-électrique de La Cère vient de mettre en fonctionnement sa première installation de 35 000 ch. L'aménagement de la deuxième chute d'importance égale est poussé avec activité.

La Société des Torpilles de Saint-Tropez et la Société des Etablissements Coulaux sont maintenant des affaires en pleine valeur et dont l'exploitation donne de bons résultats.

La société a été amenée à liquider le Charbonnage Hermann où elle avait des intérêts prépondérants ; cette liquidation est en cours actuellement.

Ne gaspillez pas la lumière

LE DIFFUSEUR AMPLIFICATEUR

PBL



LE DIFFUSEUR AMPLIFICATEUR
P B L

se fait en trois modèles : n° 1, n° 3 et Goliath permettant son emploi pour tous éclairages : vitrines, bureaux, magasins, restaurants, hôtels, hôpitaux, ateliers et usines, jusqu'aux plus vastes surfaces.

Brovoté

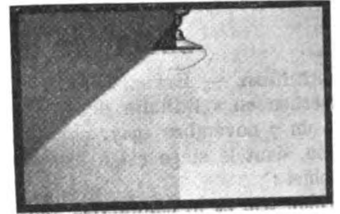
Vous fait réaliser une grosse économie d'électricité.

Reflète jusqu'à 56 fois la lumière originale.

Son rendement lumineux est supérieur de 40 % aux appareils similaires. Ne fatigue pas les yeux.

Se pose facilement en quelques minutes grâce à son système de fixation breveté.

Entièrement clos et impénétrable à la poussière, il ne subit jamais d'atténuation de son rendement lumineux.



Lampe avec Réflecteur ordinaire. — Diffuseur Amplificateur P B L

LE DIFFUSEUR AMPLIFICATEUR
P B L

supprime les coins noirs et répartit une lumière égale dans toute la pièce. Il évite l'emploi des lampes portatives de bureau ou d'atelier toujours encombrantes.

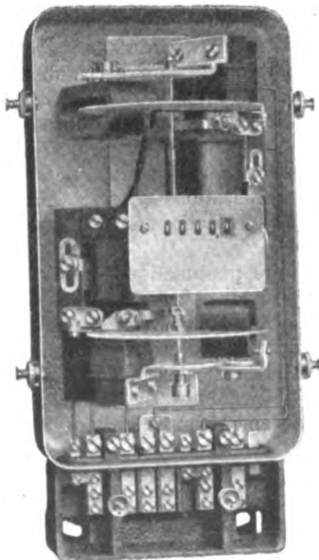
EN VENTE CHEZ TOUS LES BONS ÉLECTRICIENS

LEVALOIS, 9, Place de la Madeleine, PARIS Téléphones { ANJOU 01-11 / ANJOU 01-60

Paybelle Publicité N° 1

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ

LANDIS & GYR



Compteur triphasé

SIMPLE-DOUBLE-TRIPLE TARIF
A MAXIMUM - A DÉPASSEMENT
D'ÉNERGIE RÉACTIVE ET APPARENTE

"MAXIGRAPHE"

ALLUMEURS-EXTINCTEURS
HORAIRES

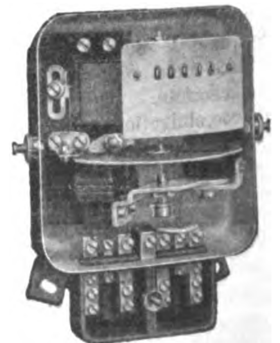
TRANSFORMATEURS DE MESURE
WATTMÈTRES FERRARIS
STATIONS D'ÉTALONNAGE

Représentation Générale
pour la France et les Colonies :

FERRIÈRE & BERCHTOLD

PARIS (18e)

12, rue Lapeyrère, 12 Tél. MARCADET 11-



Compteur monophasé

NOTICES et CATALOGUES (1)

Matériel « alternatif », « continu » et nos spécialités. — Sous ce titre, les Etablissements Japy frères et Cie, dont le siège social est à Beaucourt, Territoire de Belfort, viennent de faire paraître leur notice de construction n° 106, relative aux machines tournantes à courant alternatif et à courant continu.

Cette notice comprend cinq parties : moteurs asynchrones, machines à courant continu, choix d'un moteur, isolation, conditions générales de fonctionnement, spécialités.

Parmi les particularités les plus intéressantes que présente le matériel décrit, il convient de signaler : les moteurs asynchrones à rotor bobiné, du type blindé hermétique à ailettes de refroidissement, et ceux du type blindé ventilés ; les groupes convertisseurs monoblocs pour la charge des batteries d'accumulateurs, les génératrices pour installations d'électrolyse à un ou deux collecteurs, pour des tensions de 4 à 20 v et des courants allant jusqu'à 3 000 A, les moteurs asynchrones synchronisés, les moteurs asynchrones à coupleur automatique système Henry, les chariots à moteurs transportables, les coffrets de manœuvre blindés adoptés par la Marine nationale, etc.

Rappelons, en ce qui concerne l'isolation des machines tournantes construites par les Etablissements Japy, que cette société réalise des imprégnations hydrofuges inattaquables aux huiles et aux acides et assurant un isolement général d'un degré très élevé. Des moteurs traités par ce procédé sont susceptibles de supporter des surcharges considérables et peuvent fonctionner immergés dans l'eau.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

630 248*. — Société anonyme des Ondes dirigées ; Procédé de repérage, 21 mai 1926.

630 250*. — Société dite: Compagnie des Lampes ; Dispositif de suspension pour appareils d'éclairage, 21 mai 1926.

630 251*. — Société dite : Compagnie des Lampes ; Griffe de sûreté pour accrochage d'appareils d'éclairage, 21 mai 1926.

630 252*. — Société d'Électricité Mors ; Commutateur à contacts multiples, 21 mai 1926.

630 253*. — Guillot (J.) ; Lampe électrique sans filament, 21 mai 1926.

630 258*. — Courtecuisse (J.), Courtecuisse (V.) ; Machine multiple à faire les agglomérés dépolarisants de piles, 22 mai 1926.

630 266*. — Claude (R.) ; Condensateur semi-variable pour télégraphie sans fil, 25 mai 1926.

630 278. — Grassmann (P.) ; Boîte de résonance électrotéléphonique, 4 mars 1927.

630 286. — Société anonyme dite : Compagnie d'Éclairage et de Force (Anciens Établissements Clémançon) ; Dispositif pour l'allumage et l'extinction automatiques d'un appareil d'éclairage dans un local qui doit être éclairé seulement lorsqu'il est occupé, 4 mars 1927.

630 301. — Société dite : N.-V. Philips Gloeilampenfabrieken ; Cathode à incandescence destinée aux tubes à décharge, 4 mars 1927.

630 319. — Pagot (M.) ; Régulateur de tension, 5 mars 1927.

630 321. — Société dite : Charles Schneider et Cie ; Montage pour interrupteurs et commutateurs électriques rotatifs, 5 mars 1927.

630 333. — Société dite : W.-T. Glover and Co Ltd ; Perfectionnements à la fabrication des câbles électriques à plusieurs conducteurs, 5 mars 1927.

630 339. — Société dite : Compagnie générale d'Électricité ; Câble électrique pour haute tension, 5 mars 1927.

630 343. — Contal (C.), Krettly (P.) ; Perceuse électrique, 5 mars 1927.

630 354*. — Claus (B.) ; Perfectionnements apportés aux lampes électriques à incandescence, 12 juillet 1926.

630 358. — Société dite : C. Lorenz Ak. ; Dispositif de refroidissement des appareils à haute fréquence contenant du fer, 13 septembre 1926.

630 362. — Thury (E.) ; Perfectionnements aux installations d'éclairage électrique, 24 septembre 1926.

630 372. — Charles (M.) ; Système de batterie d'accumulateurs à voltage variable, 1er décembre 1926.

630 380. — Chavanon (P.) ; Réducteur de courant fonctionnant sur tous les courants, 6 janvier 1927.

630 394. — Société dite : N.-V. Philips Gloeilampenfabrieken ; Lampes électriques à incandescence, 5 mars 1927.

630 397. — Société dite : Telefonaktiebolaget L.-M. Ericsson ; Système de circuit pour l'envoi d'impulsions de courant dans les lignes téléphoniques, 5 mars 1927.

630 399. — Société dite : Union d'Électricité ; Dispositif de protection des réseaux de distribution d'énergie électrique, 5 mars 1927.

630 418. — Société dite : Maison Breguet ; Perfectionnements au montage des cages d'écureuil pour les rotors de moteurs asynchrones, 7 mars 1927.

630 427. — Société dite : Aircraft Patents Ltd ; Perfectionnements apportés aux électromoteurs, 7 mars 1927.

630 429*. — Dubourg (J.) ; Condensateur variable, 26 mai 1926.

630 430*. — Konteschweller (T.) ; Perfectionnements aux montages récepteurs en superréaction de la télégraphie sans fil, 26 mai 1926.

630 445*. — Weintraub (E.), Société alsacienne de Constructions mécaniques a Mulhouse ; Procédé d'allumage des appareils électriques à vapeur de mercure, 28 mai 1926.

630 447*. — Latour (M.) ; Perfectionnements dans les montages d'amplificateurs avec tubes à vide à deux grilles, 28 mai 1926.

630 449*. — Bethenod (J.) ; Tube à émission électronique à cinq électrodes ou pentode, 28 mai 1926.

630 455*. — Société alsacienne de Constructions mécaniques a Mulhouse ; Procédé de réglage des moteurs électriques à courant continu actionnant des machines d'extraction, 29 mai 1926.

32 463/606 395. — Gratzmuller (L.-R.-E.) ; 1er cert. d'add. au brevet pris le 24 octobre 1925, pour dispositif d'excitation de moteurs à courants alternatifs, 23 octobre 1926.

23 469/618 934. — Huitric (J.), Huitric (V.) ; 1er cert. d'add. au brevet pris le 15 juillet 1926, pour dispositif pour contrôler le niveau de l'électrolyte dans les accumulateurs électriques, 25 octobre 1926.

23 479/620 894. — Broyer (C.-L.) ; 1er cert. d'add. au brevet pris le 31 août 1926, pour fiche de prise de courant pour appareils électriques, 3 novembre 1926.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Société française de Physique :

• Vendredi 18 novembre 1927, 20 h 30, Hotel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Communications ;

I. *Étude de radiations lumineuses en vue de leurs applications métrologiques* (projections), par M. A. Pérard ;

II. *Sur la mesure des gaz dissous dans l'eau* (projections), par M. L. Dunoyer ;

III. *Étude du mica muscovite au moyen des rayons X* (projections), par M. Ch. Mauguin.

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine.

A L'ACQUITTE	1927		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	5 nov.	29 oct.	1926	1925	1913
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris.	1 330	1 330	1 780	1 200	210
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen	826,50	821	1 024	894 50	184,25
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen	826,50	821	1 024	894 50	197
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen	819	813	1 015	887	197
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris	3 532	3 603	4 817	3 757	495
Etain Billiton, liv. Havre					
Etain Détroits, liv. Havre	3 500	3 567	4 725	3 757	487
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris	3 400	3 428	4 601	3 660	478
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	295	300	480	495	58
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris	302	307	488	501,50	58,50
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris	354,50	360	529	524	57,75
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris	372,50	378	553	573	

INDICES DE SALAIRES

Etablis par le Syndicat des Entrepreneurs de Réseaux et de Centrales électriques.

MOIS	RÉGIONS											
	1 Nord	2 Nord-Ouest	3 Région de Paris	4 Nord-Est	5 Orléanais	6 Jura	7 Sud-Ouest	8 Massif central	9 Alpes	10 Littoral méditerranéen viticole	11 Côte d'Azur	12 Indice général
Avril 1927	139	134	164	148	137	150	128	134	158	157		146
Mai	141	132	167	147	140	151	128	137	162	157		147
Juin	143	135	166	147	137	153	131	137	161	157		147
Juillet	149	132	173	147	141	159	136	142	161			152
Août	152	128	173	148	141	159	138	158	164	147	159	155
Septembre	157	140	174	142	136	159	136	163	169	147	159	152

COMPOSITION DES RÉGIONS

Région 1 (*Nord*) : Aisne, Nord, Oise, Pas-de-Calais, Somme.

Région 2 (*Nord-Ouest*) : Calvados, Côtes-du-Nord, Eure, Finistère, Ille-et-Vilaine, Indre-et-Loire, Loire-Inférieure, Maine-et-Loire, Manche, Mayenne, Morbihan, Orne, Sarthe, Seine-Inférieure, Vendée.

Région 3 (*Région de Paris*) : Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne.

Région 4 (*Nord-Est*) : Ardennes, Aube, Marne, Marne (Haute-), Meurthe-et-Moselle, Meuse, Moselle, Rhin (Bas-), Rhin (Haut-), Vosges.

Région 5 (*Orléanais*) : Cher, Eure-et-Loir, Indre, Loiret, Loir-et-Cher, Nièvre, Yonne.

Région 6 (*Jura*) : Belfort (Territoire de), Côte-d'Or, Doubs, Jura, Saône (Haute-), Saône-et-Loire.

Région 7 (*Sud-Ouest*) : Ariège, Charente, Charente-Inférieure, Creuse, Dordogne, Garonne (Haute-), Gers, Gironde, Landes, Lot-et-Garonne, Pyrénées (Basses-), Pyrénées (Hautes-), Sèvres (Deux-), Tarn-et-Garonne, Vienne, Vienne (Haute-).

Région 8 (*Massif central*) : Allier, Ardèche, Aveyron, Cantal, Corrèze, Loire, Loire (Haute-), Lot, Lozère, Puy-de-Dôme, Tarn.

Région 9 (*Alpes*) : Ain, Alpes (Basses-), Alpes (Hautes-), Drôme, Isère, Rhône, Savoie, Savoie (Haute-).

Région 10 (*Littoral méditerranéen viticole*) : Aude, Gard, Hérault, Pyrénées-Orientales.

Région 11 (*Côte-d'Azur*) : Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Var, Vaucluse.

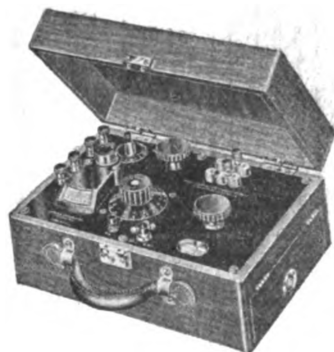
Indice général 12 : Indice pour toute la France obtenu en faisant la moyenne des salaires payés sur les chantiers dans toute la France.

LABORATOIRE

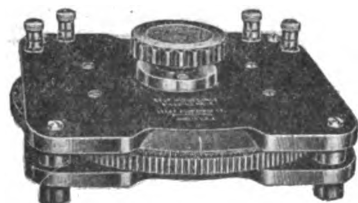
(Instruments étalons)

Pile " WESTON", Résistance, Inductance et Capacité :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres, Microfaradmètres, Mégohm voltmètres, Pyromillivoltmètres, Galvanomètres, Potentiomètres, Transformateurs, Instruments pour mesures sous haute fréquence et pour mesures d'électrolyse.



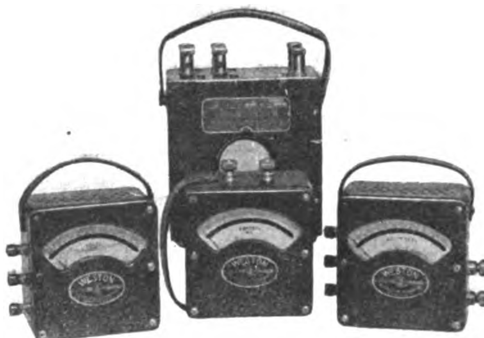
Acidimètre " LEEDS et NORTHRUP "



Inductomètre " LEEDS et NORTHRUP "



Galvanomètre " WESTON " modèle 440



Ampèremètre - Voltmètre - Wattmètre Transformateur " WESTON "

INDUSTRIE

(Instruments de mesures portatifs et de tableau)

Fluxmètre, Perméamètre, Luxmètre, Salinomètre, Acidimètre, Photomètre, Interférencemètre, Oscillateur, Générateur de haute fréquence.

ÉQUIPEMENTS

pour la mesure de la conductibilité des électrolytes, les essais magnétiques, la mesure de la résistance électrique des huiles, les essais des transformateurs, la recherche des défauts dans les câbles, et la mesure des résistances d'isolement, la mesure du Ph, les essais à sec des câbles, l'étalonnage des couples thermoélectriques, le contrôle automatique de la combustion, l'enregistrement de la lumière du jour.

ENREGISTREURS

de mesures électriques, de CO et de CO^2, de pression et de vide, de température, de la hauteur des liquides, du niveau de l'eau des chaudières, d'humidité, de mouvement et de temps, d'indication de mesures à longue distance.

MESURE DES TEMPÉRATURES

Pyromètres-potentiomètres indicateurs, (portatifs et de tableau) et enregistreurs jusqu'à 16 directions, Pyromètres à résistances, Pyromètres optiques, Pyromètre pour la mesure des températures des gaz, de l'échauffement des machines électriques, des transformateurs et des câbles.

FOURS ELECTRIQUES

(Fonte de métaux, Trempe, Cémentation, Revenu).

AUTRES APPAREILS

Transformateurs, Compte-tours, Tachymètres, Ohmmètres, Pont pour la mesure des terres, Compteurs électrolytiques.

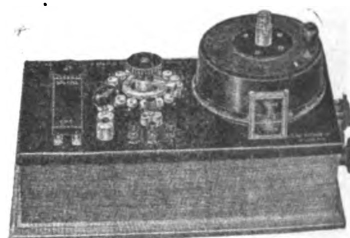
CONTROLE

(Instruments de haute précision) :

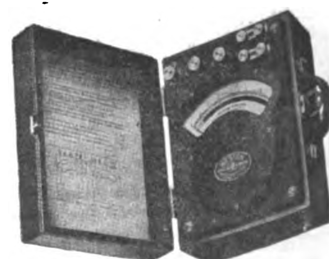
Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres (mono et polyphasés, et pour bas facteur de puissance), Fréquencemètres, Phasemètres, Ponts de self inductance et de capacité, Ponts de résistance (Wheatstone, Thomson, Kelvin et Kohlrausch), Boîtes de résistance, Inductomètres et Condensateurs, Transformateurs.



Testing Set " LEEDS et NORTHRUP "



Potentiomètre type K " LEEDS et NORTHRUP "



Wattmètre " WESTON " modèle 310

Adresse télégraphique : **MECIVOCEM**

M.E.C.I.

Téléphone : **PROVENCE 24-01 — 24-02**

2, rue du Faubourg Poissonnière, PARIS (Xe)

RÉPARATION DE TOUS INSTRUMENTS DE MESURES ÉLECTRIQUES

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 29 oct. 1927	samedi 5 nov. 1927	différence
Aciers profilés (1)				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	72 fr	72 fr	0
Id U id	100 kg	77	77	0
Cornières	100 kg	75	75	0
Larges plats	100 kg	93	93	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris (2)	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	17 1/4 d	17 1/2 d	+ 1/4 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	688	694	+ 6 fr
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	813	819	+ 6
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	821	826,50	+ 5,50
Cuivre rouge, haute conductibilité, en fils de 3 mm de diamètre (4).				
wagon départ pour une commande de moins de 5 tonnes	100 kg	1 048		
wagon départ pour une commande de plus de 5 tonnes	100 kg	1 043		
Cuivre tréfilé, 30/10, liv. Paris (4)	100 kg	1 048		
Cuivre rouge en fils de 3 mm, liv. Paris (octroi en plus) (3)	100 kg		1 079	
Cuivre rouge en planches, liv. Paris (octroi en plus) (3)	100 kg		1 268	
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 395	1 401	+ 6
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 745	6 751	+ 6
Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris (3)	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	661	661	0
{ noir	100 kg	2 102	2 102	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris (2)	100 kg	3 603	3 532	— 71
Fonte de moulage, type n° 3, parité Longwy (5)	tonne	420	420	0
Fonte hématite, wagon départ (4)	tonne	532,50		
Fonte hématite de moulage (5), zone 1 (Lyon)	tonne		585	
Id zone 2 (Montluçon)	tonne		600	
Id zone 8 (Nancy)	tonne		575	
Id zone 10 (Lille)	tonne		555	
Id zone 13 (Paris)	tonne		590	
Huile pour interrupteurs (3), n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
{ pour basse tension	100 kg	260	260	0
Huile pour transformateurs, wagon départ Paris (3) :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
Laiton en fils, liv. Paris (3) (octroi en plus)	100 kg		1 165	
Laiton en planches, première qualité, liv. Paris (3) (octroi en plus)	100 kg		1 020	
Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris (3)	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
Noir de fumée, liv. Paris (3)	100 kg	275	275	0
Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm (3) { épaisseur 7/100 mm	le mètre	7	7	0
{ Id 10/100 mm	linéaire	8	8	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen (2)	100 kg	300	295	— 5
Résine synthétique (par 500 kg), wagon départ, (3)				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	325	325	0
Tôle magnétique extra-sup. 4 10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail (3)	1 m²	18	18	0
Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles (3)		200	200	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris (2)	100 kg	378	372,50	— 5,50
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

(1) Prix pratiqués sur la place de Paris pour des commandes importantes.
(2) Cote officielle hebdomadaire établie par les courtiers assermentés du Tribunal de Commerce de la Seine.
(3) Cours commerciaux approximatifs par quantités courantes, donnés seulement à titre d'indication.
(4) Cette rubrique est désormais supprimée et remplacée par la suivante, partant de nouvelles bases (voir la note à l'éditorial, page 753).
(5) Prix fixes par l'O. S. P. M.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 29 oct. 1927	samedi 5 nov. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	167	167	0

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Le quatrième Salon annuel de T. S. F. — I. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET VUE D'ENSEMBLE. — Le IVe Salon annuel de T.S.F., organisé par le Syndicat professionnel des Industries radioélectriques, s'est tenu du 28 octobre au 13 novembre 1927 au Grand-Palais des Champs-Elysées, en même temps que le Salon nautique. Mais, tandis que les embarcations, leurs accessoires et leurs moteurs restent amarrés à l'arène, les émetteurs et récepteurs d'ondes occupent les balcons et salons du premier étage. C'est la première fois que le Salon de T.S.F. embrasse la totalité de l'étage. L'an dernier, cette manifestation n'avait réuni que 196 exposants pour une superficie de 2850 m². Cette année, les 233 stands couvrent 4085 m². Cette impressionnante progression de l'industrie radioélectrique témoigne de l'immense succès de la radiophonie et de son rapide essor. En effet, la radiotélégraphie est à peu près absente de cette exposition, si l'on excepte le stand de la Société indépendante de Télégraphie sans fil et certains postes émetteurs et récepteurs professionnels, présentés comme accessoires d'installations maritimes ou aéronautiques.

Signalons dès l'abord quelques stands qui font exception au milieu de la masse compacte des expositions des postes et pièces détachées pour la radiophonie. L'Administration des Postes et Télégraphes présente des appareils de télégraphie avec ou sans fil, particulièrement des émetteurs et récepteurs de télégraphie multiplex genre Baudot, ainsi que l'antiparasite Baudot-Verdan. Le Ministère des Travaux publics — ou plutôt le Service des Phares et Balises — nous montre en détail l'installation des radiophares des diverses catégories : à grande et à petite portées, en ondes amorties ou modulées, pour navigation maritime et aérienne, signaux de brume, avis aux navigateurs. En deux stands diagonalement opposés, M. Edouard Belin a installé respectivement des appareils d'émission et de réception pour la téléstéréographie ou transmission des images avec ou sans fil, au moyen de systèmes électriques, mécaniques et optiques utilisant des cellules photoélectriques.

Nous entrons dans la radiodiffusion au Salon d'honneur, où la Compagnie française de Radiophonie expose une reproduction en grandeur naturelle du petit auditorium de la station de Radio-Paris. Le grand auditorium de cette station, actuellement en construction rue François Ier, est représenté par des lavis d'architecte : c'est une vaste salle en forme de parallélipipède rectangle, mesurant 8 m de largeur, 8 m de hauteur et 21 m de longueur. On y pourra faire tenir à l'aise les orchestres de 200 à 300 musiciens et choristes nécessaires à l'exécution des œuvres symphoniques les plus importantes. Au point de vue acoustique, il importe de signaler que les parois de cet auditorium sont constituées par des cloisons multiples séparées par des matelas d'air. Ces cloisons, en carreaux de liège aggloméré, sont imperméables aux bruits du dehors. L'annonceur est placé dans un cabinet spécial attenant à l'auditorium. Le régisseur ne surveille l'exécution que d'après l'audition au casque. Quant au chef d'orchestre, il n'entend lui-même qu'au casque les musiciens qu'il dirige : c'est assurément une nouveauté singulière dans l'histoire de la technique comme dans celle de la musique. Il faut ajouter qu'à l'extension de l'auditorium correspondra une augmentation corrélative de la puissance de l'émission, qui sera au moins quadruplée. Les visiteurs du Salon remarquent, dans l'angle du stand de Radio-Paris, un jeu de lampes d'émission à grande puissance (25 et 50 kw) à refroidissement par circulation d'eau ; l'ensemble de l'anode métallique enchemisée et de l'ampoule de verre mesure près d'un mètre de longueur.

II. POSTES RÉCEPTEURS DE RADIODIFFUSION. — Il nous faut à présent entrer dans le détail de la construction radioélectrique proprement dite. Nous serons très bref et nous nous contenterons d'insister sur les nouveautés essentielles de ce IVe Salon de T.S.F., en rappelant sommairement les fabrications courantes et normales.

Avouons d'abord qu'il n'y a rien à dire des récepteurs à cristaux, non plus que des récepteurs de 1 à 4 lampes classiques : appareils à réaction, que leur simplicité conserve toujours en honneur, et récepteurs à résonance. La seule nouveauté réside dans la franchise des constructeurs. Jusqu'à l'an dernier, chacun affirmait qu'il était possible de recevoir en haut-parleur toutes les émissions européennes sur les postes de sa fabrication. Aujourd'hui le commerce est revenu à de meilleurs principes. Tous les appareils récepteurs exposés peuvent être classés en deux catégories : 1° appareils de sensibilité moyenne (détecteurs à réaction, postes à résonance) à 4 ou 5 lampes au plus, permettant l'écoute de la plupart des émissions européennes « sur une bonne antenne et hors de la ville », 2° appareils de grande sensibi-

lité (superhétérodynes, postes à superréaction) permettant d'entendre « sur petit cadre et en ville » la presque totalité des émissions européennes. Le public des auditeurs de radiodiffusion, généralement ignorant des conditions de fonctionnement technique, saura aux constructeurs le plus grand gré de cette franchise.

Il existe toujours un certain nombre de récepteurs dits « automatiques », bien à tort, du reste, puisqu'ils ne possèdent aucun élément automatique. On entend par là que le réglage de ces appareils peut être prédéterminé une fois pour toutes et reste indépendant des circonstances locales : forme, longueur, nature du collecteur d'ondes, etc... En réalité, le réglage se réduit à placer un index en face de la division convenable d'un cadran gradué en longueurs d'onde. On se demande pourquoi la graduation est faite en longueurs d'onde. Il serait beaucoup plus logique de l'établir en fréquences, puisque les émissions radiophoniques sont séparées les unes des autres par des équidistances de fréquence, en raison du « Plan de Genève », comme nous le montrerons dans un prochain article intitulé « Considérations sur la longueur d'onde et sur la fréquence. — Applications à la radiodiffusion ». Là encore, on subit les errements d'un préjugé qui ne disparaîtra qu'à la faveur du développement des condensateurs variables à variation linéaire de fréquence (Straight line frequency condenser).

Le succès des lampes bigrilles à quatre électrodes a permis d'étudier des récepteurs à résonance très poussée et à grand rendement tels que l'« isodyne » et le « cryptadyne ».

Le Salon de la T. S. F. est caractérisé par le fait que tous les récepteurs sensibles sont des superhétérodynes, qui portent d'ailleurs les noms les plus variés : « radiola Sfer 20 », radiomodulateur, ultrahétérodyne, hyperhétérodyne, synchrodyne, superbigrille, superhexadyne, cepadyne, supermodulator, onduladyne, strobodyne. Forme multiple, mais principe unique. Sans doute, suivant la manière dont on produit le battement, on distingue bien la catégorie des « infradynes » de celle des « supradynes ». Mais, à proprement parler, il n'existe, à notre connaissance, qu'une exception à l'emploi universel du superhétérodyne : celle constituée par la « superréaction », dont le principe est bien connu.

Pourtant, malgré d'intéressantes qualités, la réalisation ou plutôt l'utilisation pratique des superrégénérateurs présente incontestablement d'importants obstacles, puisqu'un seul constructeur a eu jusqu'ici le courage d'en entreprendre la fabrication (docteur Titus Konteschweller).

La réalisation industrielle des superhétérodynes revêt des formes très variées : postes « automatiques » ne possédant qu'un seul bouton de réglage qui commande simultanément le condensateur variable d'accord et celui d'hétérodyne (7 lampes dont une bigrille) ; postes de grande puissance (10 lampes dont une bigrille) ; récepteurs populaires simplifiés (5 et 6 lampes); récepteurs de type condensé pour le voyage, rassemblés dans une valise avec tous leurs accessoires.

Pratiquement, la gamme d'accord est subdivisée en trois plages. Le problème essentiel consiste à obtenir la variation simultanée des éléments de deux circuits (circuit d'accord et d'hétérodyne) de manière que la différence de leurs fréquences, c'est-à-dire la fréquence de battements requise, reste constante. On utilise pour ces deux circuits des inductances égales et des condensateurs à variation linéaire de fréquence calés sur le même axe. Le décalage des condensateurs est obtenu une fois pour toutes en agissant sur la position du stator (lames fixes) par rapport au rotor (lames mobiles). Les rotors sont accouplés de façon semi-élastique et commandés par vis sans fin montée à friction sur l'arbre des condensateurs de manière qu'à la fin de la course des rotors, les efforts déployés pour les actionner ne viennent pas fausser les axes. Un réglage spécial est prévu par le déplacement éventuel du stator du condensateur d'hétérodyne, dans le cas où l'on désirerait changer la valeur de la moyenne fréquence. Le stator est alors commandé par une vis sans fin qui permet un déplacement de 40°. Les longueurs d'onde sont indiquées par la graduation d'un tambour calé sur l'axe des rotors des condensateurs.

D'une manière générale, le progrès radioélectrique semble marquer un temps d'arrêt au stade du superhétérodyne. Par contre le progrès continue dans la réalisation mécanique des récepteurs. Arriver à l'extrême simplicité de fonctionnement réclamée par l'usager : c'est là tout le problème. Les Etablissements Gaumont semblent bien l'avoir compris en mettant au point un modèle unique, mais remarquablement conçu : l'« elgédyne ». L'aspect du récepteur est celui d'un phonographe : une boîte de section carrée renferme le superhétérodyne et ses lampes. Sur le panneau supérieur, deux larges cadrans concentriques commandent les armatures mobiles des condensateurs d'accord et l'hétérodyne. Etant donné le diamètre de ces cadrans (30 et 50 cm environ), le réglage s'opère avec la plus grande précision sans démultiplicateur. Le cadran d'accord porte deux couronnes — grandes et petites ondes — graduées expérimentalement en longueurs d'onde et portant les noms des stations d'émission qu'il suffit de faire apparaître dans le cadre d'une fenêtre, qui joue aussi le rôle de commutateur petites ondes-grandes ondes. L'appareil fonctionne sur cadre et le haut-parleur peut être logé dans le couvercle. A signaler en particulier les pignons et roues dentées à rattrapage de jeu pour la commande des condensateurs, les transformateurs à basse fréquence largement dimensionnés et le panneau des connexions rassemblées sous l'appareil.

Le IV[e] Salon de la T. S. F., qui confirme le succès des changeurs de fréquence, consacre la fabrication des superhétérodynes en grande série et à des prix abordables pour qui n'estime pas indispensable le luxe de l'ébénisterie.

Une nouveauté dans la réception est constituée par les postes à ondes très courtes, fonctionnant entre 10 et 50 m de longueur d'onde (Comptoir général de T. S. F.). Ces appareils, particulièrement simples, dont les inductances se réduisent à des bobinages squelettiques, utilisent les lampes triodes normales de réception. Les missions géodésiques militaires françaises reçoivent sans peine, au moyen de ces postes et en plein Sahara sur antenne de 4 m, les émissions d'Issy-les-Moulineaux sur 32 m de longueur d'onde. La réception est excellente le jour comme la nuit en toute saison (intensité de réception R 7 ou R 8). D'autre part les stations de radiodiffusion commencent déjà à émettre sur ces longueurs d'onde : après Pittsburgh, Schenectady et Boundbrook, Eindhoven et Radio L. L. transmettent sur une trentaine de mètres et la Tour Eiffel relayera bientôt sur cette longueur d'onde ses émissions en grandes ondes.

III. Alimentation en courant continu et alternatif. Redresseurs. — L'alimentation des récepteurs par le réseau à courant alternatif a fait un grand pas à la suite de la création de lampes triodes spéciales, chauffées directement par le secteur et sur lesquelles nous reviendrons plus loin. Par contre, le développement des boîtes d'alimentation semble rester stationnaire. L'utilisation des soupapes de redressement au néon, à l'hydrogène, à l'hélium paraît encore susceptible de perfectionnements.

Dans un ordre d'idées analogue, la pile thermoélectrique marque sur l'an passé un progrès considérable. MM. Magunna et Miéville présentent trois types de piles thermoélectriques capables d'alimenter en courant rigoureusement continu des récepteurs ayant de 5 à 10 lampes. L'un de ces types est chauffé par le courant du secteur, l'autre par le gaz de ville; le troisième est un modèle portatif utilisant une lampe à essence, qui permet de s'en servir en voyage ou en campagne. Ces piles thermoélectriques sont très robustes. D'après le certificat du Laboratoire central d'Electricité, il appert qu'au bout de 7 800 heures de fonctionnement continu on ne peut déceler aucun vieillissement de la pile. Suivant la nature du chauffage, le prix de revient en exploitation varie de 0,15 à 0,20 fr par heure.

Parmi les redresseurs éprouvés, il convient de citer les soupapes électrolytiques à électrodes de tantale ou de silicium, utilisées avec succès pour la recharge des accumulateurs. On se fera une idée de la sécurité de fonctionnement de ces valves en apprenant qu'elles ont remplacé piles et accumulateurs dans les services de signalisation des chemins de fer des Etats-Unis, où elles transforment en courant vibré le courant alternatif de la distribution.

En ce qui concerne l'alimentation en courant continu, il y a peu à dire des piles et des accumulateurs, dont il semble qu'on ait tiré la quintessence. Malgré certains inconvénients inhérents au régime de charge et de décharge, les batteries portatives à éléments au fer et au nickel sont plus nombreuses, surtout pour les tensions de 40 et 80 v. Entre l'accumulateur au plomb et la pile, on remarque l'hybride « accupile » dont le régime lent convient au service des récepteurs de radiodiffusion. Dans le domaine des piles à liquide immobilisé, Leclanché présente sa nouvelle batterie à « self-régénération », à autorégénération dirons-nous. La matière active de cette pile se régénère rapidement et spontanément dès que la batterie a cessé de débiter, parachevant ainsi l'œuvre de la dépolarisation. Ces piles sont caractérisées par leur faible résistance intérieure et leur grande capacité réellement utilisable, c'est-à-dire la capacité correspondant à la chute de tension de 1,5 à 1 v environ par élément.

IV. Pièces détachées et petit appareillage. — Jamais mieux qu'à ce Salon on n'a pu constater que la valeur d'un récepteur dépend essentiellement de celle de l'appareillage qui le constitue, au moment précis où les principes de fonctionnement cessent d'évoluer et se stabilisent.

Il y aurait beaucoup à dire des condensateurs variables, qui sont pour la plupart des chefs-d'œuvre d'ingéniosité et de mécanique de précision. Nous ne saurions nous étendre sur la réalisation de ces appareils, ni de leurs savants démultiplicateurs. Bornons-nous à préciser l'évolution de leur principe. Depuis longtemps, on s'est aperçu à l'usage que les condensateurs dont la capacité varie proportionnellement au déplacement linéaire ou angulaire ne conviennent pas aux besoins de la radiodiffusion. Les émissions étant caractérisées par leur longueur d'onde, on a cru bien faire en étudiant des condensateurs dont la loi corresponde à une variation linéaire de la longueur d'onde en fonction du déplacement — c'est-à-dire à une variation parabolique de la capacité : on a obtenu ainsi des condensateurs dits paraboliques (square law). Mais les techniciens ont vite compris que la répartition des émissions par ordre de fréquences offrait beaucoup plus d'intérêt que la répartition par ordre de longueurs d'onde et c'est dans cet esprit qu'a été élaboré le « Plan de Genève ». Ils ont donc étudié des condensateurs à variation linéaire de réquence, c'est-à-dire tels que le déplacement soit proportionnel à $\frac{1}{\sqrt{LC}}$, ou plutôt à $\frac{1}{\sqrt{C}}$ pour une valeur donnée de l'inductance du circuit. Ces condensateurs, souvent appelés « orthométriques », sont caractérisés par des armatures mobiles limitées par une courbe spirale à arc très tendu. En outre, afin de faciliter les réglages sur les ondes très courtes, certains constructeurs préfèrent les condensateurs à variation parabolique de fréquence, dans lesquels les degrés de la graduation vont en s'écartant rapidement à mesure que la capacité décroît.

Deux nouveautés importantes ont fait leur apparition dans le domaine des résistances élevées, de 25 000 à 100 000 ohms. Jusqu'à ce jour, on utilisait en radioélectricité des résistances à l'encre de Chine, au graphite ou en aggloméré à base de charbon qui, toutes, présentaient les graves inconvénients de ne pas rester comparables à elles-mêmes, de varier avec l'intensité du courant et de ne pouvoir laisser passer que quelques milliampères. Deux constructeurs français viennent de résoudre le problème, l'un grâce à un dépôt cathodique de métal sur un tube de verre, l'autre au moyen de résistances bobinées sans inductance. Ces résistances très constantes n'engendrent aucun crépitement, aucun bruit de fond si gênant dans les réceptions.

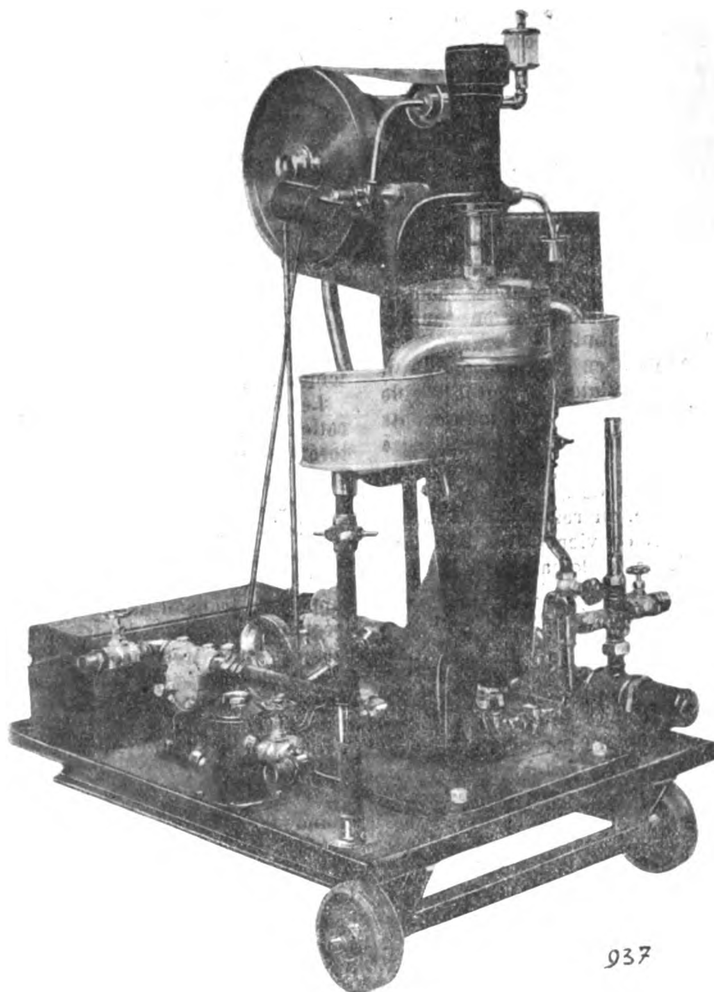
Les bobinages conservent leur grande variété. Les applications des nids d'abeille, des lattis, des gabions et des toroïdes se multiplient, aussi bien pour les inductances que pour les transformateurs à haute et à moyenne fréquence. Les transformateurs et les autotransformateurs à moyenne et à basse fréquence se font une concurrence qui est tout à l'avantage de l'usager. Beaucoup de constructeurs ont fait un sérieux effort pour offrir des transformateurs dont le rapport de transformation est à peu près indépendant de la fréquence dans les limites requises. La plupart de ces modèles sont très largement dimensionnés : le fer et le cuivre n'ont pas été parcimonieusement ménagés.

V. Accessoires de réception. — La forme des collecteurs d'onde tend à s'unifier. L'antenne est réservée aux postes à résonance et aux détectrices à réaction. Le cadre orientable s'impose pour les superhétérodynes. Pour des raisons de commodité et d'encombrement, les multiples formes de cadres se réduisent en fait à une seule : un tambour haut et étroit (75 cm de hauteur sur 25 à 30 cm de largeur), mobile autour d'un axe vertical, portant deux enroulements en croix : 40 à 50 spires pour les grandes ondes, 10 à 15 spires pour les petites ondes. Certains modèles sont démontables, d'autres pourvus d'une boussole et d'une carte d'orientation, représentant une projection stéréographique de la terre au point considéré ; cette projection qui conserve les angles permet de faire de la radiogoniométrie.

Pour les antennes intérieures ou extérieures, on emploie toujours avec succès des tresses de fil souple émaillé.

Les haut-parleurs présentent une variété déconcertante de modèles. Mais les différences existent davantage dans le décor que dans le principe. Il semble que le haut-parleur à pavillon soit en recul, moins sans doute pour des raisons techniques que pour des raisons esthétiques. En fait sa fabrication est plus coûteuse et son rendement acoustique moins bon que ceux du diffuseur. En raison du succès très mérité des diffuseurs classiques tels que le Radiolavox, le Gaumont-Lumière et autres, certains appareils ne sont des diffuseurs que de nom et leur écran dissimule une conque parabolique (Hervor-Magunna) ou une reproduction fidèle du labyrinthe de l'oreille (Le Las).

Une autre nouveauté, moins apparente parce que plus silencieuse, c'est la fabrication généralisée de casques ré-


937

cepteurs sensibles et légers qui ne blessent plus l'opérateur au bout d'une heure d'écoute.

VI. Lampes à électrodes multiples. — Dans le domaine des triodes le progrès se manifeste par la présentation de lampes « radioréseau », dont le filament est alimenté directement par le courant alternatif du secteur. Progrès incontestable si l'on songe aux difficultés que suscite la production d'un courant de chauffage rigoureusement continu. Jusqu'à ce jour, l'alimentation en courant alternatif était sujette à des perturbations provenant de l'inertie calorifique insuffisante du filament et des variations de tension entre les extrémités du filament, ainsi que par rapport à la grille et à la plaque. On a obvié à ces inconvénients en adoptant une tension de chauffage très faible (0,55 v), en constituant le filament par un grand nombre de gros brins, réunis en parallèle et suffisamment courts pour éviter le refroidissement des supports. Pour éliminer les variations des différences de potentiel entre filament d'une part, grille et plaque de l'autre, un potentiomètre dont le point milieu est accessible est disposé à l'intérieur de l'ampoule. C'est à ce point qu'on opère les retours des circuits de grille et de plaque.

Le modèle « radioréseau » est adapté aux différents types de lampes usuelles, notamment aux détectrice, amplificatrice à haute fréquence, amplificatrice sur résistances et bigrille. Un type spécial de lampe « radioréseau » à bornes et à broches peut être installé immédiatement sur les récepteurs radiophoniques existants.

Au nombre des récentes créations, citons la lampe bigrille à grilles mixtes, c'est-à-dire dont les deux grilles sont intercalées de manière à présenter l'aspect d'une vis à double filet; cette lampe, dont les propriétés des deux grilles sont absolument réciproques, est utilisée avantageusement dans les montages des changeurs de fréquence.

En résumé, bien qu'il n'offre guère d'originalités de principe transcendantes, le IVe Salon de la T. S. F. donne le spectacle d'une industrie déjà très développée et prospère, qui réalise d'incessants progrès. — M. A.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Lancement d'un paquebot américain a propulsion électrique. — Le 1er octobre 1927 a été lancé aux chantiers de la Newport news Shipbuilding and dry Dock Company le paquebot « California » destiné à la ligne de New-York à San-Francisco.

Suivant le cliché ordinairement employé lorsqu'il s'agit de construction américaine, le « California » est le plus puissant navire à propulsion électrique existant dans le monde. Il convient toutefois d'ajouter qu'il ne conservera pas bien longtemps cette suprématie, car la Peninsular and oriental Company fait construire dans un chantier anglais un paquebot à propulsion électrique de plus grandes dimensions.

Les dimensions du « California » sont néanmoins imposantes : plus de 150 m de longueur et 20 m de largeur. Sa jauge brute est de 22 000 tonneaux, son déplacement de 31 000 t ; sa vitesse sera de 18 nœuds.

Le système de propulsion est analogue à celui employé sur quatre des plus grands navires de guerre des Etats-Unis. Il comprend deux groupes turboalternateurs ayant chacun une puissance de 5 250 kw fournissant des courants triphasés à la tension de 3 700 v. Les chaudières sont chauffées au mazout.

Les cabines et salons destinés aux passagers sont des plus luxueux afin de donner satisfaction aux exigences de la clientèle américaine ; c'est d'ailleurs cette dernière considération qui a conduit à l'adoption de la propulsion électrique qui réduit au minimum les vibrations. Le navire comporte des installations frigorifiques très importantes pour le transport de la viande et des fruits.

Comité permanent d'Electricité (Nomination du président). — Le « Journal officiel » du 10 novembre 1927 publie, page 11 408, les deux décrets suivants :

Par décret du 26 octobre 1927, M. Armand, inspecteur général des Ponts et Chaussées, a été nommé membre du Comité permanent d'Electricité pour pour les années 1927 et 1928, en remplacement de M. l'inspecteur général de La Brosse, admis à la retraite.

Par arrêté du 26 octobre 1927, M. Armand, inspecteur général des Ponts et Chaussées, a été désigné pour remplir, pendant l'année 1927, les fonctions de président du Comité permanent d'Electricité, en remplacement de M. l'inspecteur général de La Brosse, admis à la retraite.

Comité consultatif des Forces hydrauliques (Nomination d'un membre). — Par décret du 6 novembre 1927, publié au « Journal officiel » du 8 novembre 1927, p. 11 437 et rendu sur le rapport du ministre des Travaux publics, M. Grimpret, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, directeur de la Voirie routière, des Forces hydrauliques et des Distributions d'Energie électrique, a été nommé membre du Comité consultatif des Forces hydrauliques jusqu'au 31 décembre 1928, en remplacement de M. Magnier, placé dans la situation de disponibilité.

Economie industrielle et sociale. — Le mouvement des prix de gros en France, en octobre 1927. — La baisse des prix de gros déjà signalée dans notre « Bulletin R.G.E. » du 22 octobre 1927, t. xxii, p. 123 B, a continué durant le mois d'octobre. L'indice général des prix de gros de la Statistique générale de la France accuse en effet 600 à la fin d'octobre (base 100 en juillet 1914) contre 613 à la fin de septembre. Ce résultat concorde avec le recul qu'enregistre de son côté l'indice pondéré : 551 au début de novembre contre 564 au début d'octobre.

Ce fléchissement de l'indice général est dû à la fois à des causes d'ordre intérieur et à une baisse mondiale des prix. En effet, si l'indice partiel des produits nationaux tombe de 582 en septembre à 564 en octobre, celui des produits importés passe de son côté de 669 à 663. Notre propre marché, durant la période critique de sa réadaptation à un régime de stabilité monétaire n'a donc pas reçu de soutien du dehors.

D'un autre point de vue il est à noter que la baisse porte sur les denrées alimentaires (519 en octobre contre 546 en septembre) et sur les matières industrielles (670 contre 672). Toutefois le recul pour ces dernières est si limité, qu'on peut le considérer comme négligeable et dire que les produits agricoles supportent presque entièrement la responsabilité de ce calcul de l'indice général.

Parmi les denrées alimentaires les aliments animaux sont ceux qui accusent la régression la plus sensible : 466 en octobre contre 508 en septembre. Il y a là un petit problème qui mérite de retenir l'attention. L'année, fort humide, a donné une bonne récolte de fourrages. D'autre part, notre marché intérieur est relativement indépendant du marché mondial en ce qui concerne la viande. Deux seules explications restent donc possibles : ou bien il y a eu, grâce aux circonstances météorologiques favorables une véritable surproduction de bétail — ou bien (ce qui n'exclue d'ailleurs

pas la première hypothèse) la demande s'est restreinte, soit parce que les prix de détail sont restés élevés, soit parce que la diminution du nombre des touristes étrangers a quelque peu amoindri la consommation, soit peut-être enfin parce que le bon marché des légumes au cours de cet été aurait créé une concurrence dangereuse pour la viande.

Les aliments végétaux marquent eux aussi un recul qui, pour être moins brutal, n'en est pas moins sensible : 541 en octobre, contre 558 en septembre. Il semble d'ailleurs que la hausse du froment sur les places étrangères doivent contrarier à brève échéance la baisse du blé français, qu'expliquent certains facteurs très spéciaux (vente hâtive de grains avariés par l'humidité, liquidation de stocks, etc.)

En effet, tandis que le blé à Paris tombait de 155,25 fr le quintal, fin septembre, à 147,12 fr fin octobre, à New-York le blé roux n° 2 passait de 1,39 à 1,47 dollars. Ces mouvements en sens contraire ne pourront être que de peu de durée : les céréales indigènes devront suivre l'évolution mondiale des prix.

Pour les matières diverses (sucre, café et cacao) la baisse est assez accentuée, mais concerne exclusivement le sucre. Le café est en hausse, sans doute à la suite de la valorisation brésilienne.

Parmi les matières industrielles, les minéraux et métaux d'une part, les textiles de l'autre sont en plein recul.

Pour les métaux, il semble bien que la fonte ait surtout contribué à la baisse.

Pour les textiles on note une baisse sur le coton.

En revanche, les produits divers sont en hausse.

En résumé le marché des matières industrielles reste faible. Celui des produits agricoles paraît, à l'heure actuelle, vraiment désorganisé, mais, semble-t-il, pour des raisons surtout momentanées.

Les indices détaillés des prix de gros s'établissent comme il suit :

	Articles.	Fin oct.	Fin sept.	Fin août
Indice général........	(45)	600	613	631
Produits nationaux...	(29)	564	582	603
Produits importés.....	(16)	663	669	680
Denrées alimentaires :				
Ensemble	(20)	519	546	573
Aliments végétaux....	(8)	541	558	611
Aliments animaux....	(8)	466	508	517
Sucre, café, cacao	(4)	591	605	614
Matières industrielles :				
Ensemble............	(25)	670	672	682
Minéraux et métaux..	(7)	590	602	619
Textiles.............	(6)	745	766	781
Divers..............	(12)	673	658	660

L'INDICE DES PRIX DE DÉTAIL A PARIS, EN OCTOBRE 1927. — L'indice des prix de détail à Paris (indice pondéré, dit des treize denrées) accuse un nouveau recul, avec 520 à la fin d'octobre contre 532 fin septembre. Cette baisse est en rapport évident avec celle des denrées agricoles.

Enseignement. — LA MAISON DES ÉLÈVES DE L'ECOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES. — Dans l'après-midi du jeudi 3 novembre 1927, M. Doumergue, Président de la République française, assisté de M. Herriot, ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et de l'Enseignement technique, a inauguré la Maison des élèves de l'Ecole centrale des Arts et Manufactures.

Cette maison est située 45, boulevard Diderot, 12e arrondissement. Son édification, due à l'initiative du directeur de l'Ecole centrale, M. Léon Guillet, a pu être réalisée grâce à l'appui financier de généreux donateurs. Elle résout, tout au moins partiellement, un problème que préoccupe tous ceux qui s'intéressent au développement de notre enseignement supérieur : comment, dans les conditions actuelles de la vie les familles de fortune modeste pourront-elles donner à leurs enfants l'instruction nécessaire pour en faire des ingénieurs ?

La maison qui vient d'être inaugurée, comporte 180 chambres à un ou deux lits, et permettra à un certain nombre d'étudiants d'être logés, dans des conditions d'hygiène parfaites, moyennant 90 fr par mois pour chaque place dans une chambre à deux lits et 140 fr dans une chambre à un lit. D'autre part, ils trouveront au réfectoire installé dans l'Ecole centrale des repas sains et copieux à des prix modiques, de sorte que la dépense journalière par élève se trouve ainsi ramenée à 11 ou 12 fr.

ECOLE BREGUET. — A l'occasion des manifestations commémoratives du début de novembre, le service organisé chaque année à la mémoire des élèves de l'Ecole Breguet, victimes de la guerre, a été célébré le vendredi matin 4 novembre, à l'église Saint-Jean-Baptiste-de-la-Salle, rue Dutot, à Paris. A l'issue de la cérémonie religieuse, devant tous les élèves de l'école en cours d'études réunis dans l'atelier de l'Ecole, MM. Anglade et Palewski, vice-présidents de l'Association des anciens Elèves, ont fait l'appel des morts au champ d'honneur.

En l'absence du directeur, M. Schneider qui, retenu par son état de santé, n'a pu présider cette cérémonie, MM. Eck, président du conseil d'administration, et Faust, sous-directeur de l'Ecole, ont pris la parole devant une assistance nombreuse et recueillie. Ils ont insisté, l'un et l'autre, sur le pieux souvenir que doit garder la jeunesse actuelle à ceux qui ont sacrifié leur vie pour assurer un avenir noble et glorieux à la France et qui soit digne de son passé.

Sociétés. Groupements. — ASSOCIATION DES ANCIENS ELÈVES DE L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE DE GRENOBLE (LA HOUILLE BLANCHE). — Le Groupement parisien de l'Association des anciens Elèves de l'Institut électrotechnique de Grenoble donnera le samedi 26 novembre 1927 dans la salle des Ingénieurs civils de France une représentation artistique.

Le programme comportera une revue de M. Jean Hely, ayant pour titre « La Houille blanche à Paris ».

Pour la location des places s'adresser aux bureaux de la Houille blanche, 44, rue de Lisbonne, à Paris (téléphone : Laborde 04-00).

Dans le monde électrique. — DÉCÈS DU COMTE JEAN DE LA RUELLE. — Nous apprenons la mort d'un de nos collaborateurs, comte Jean de la Ruelle, sous-directeur honoraire au Ministère des Travaux publics, chef du service des Distributions d'Energie électrique, décédé à l'hôpital de Rouen, à la suite d'un accident d'automobile survenu le 31 octobre 1927, aux Andelys.

Les obsèques ont eu lieu le vendredi 4 novembre à Verdun.

DINER OFFERT A M. E. BRYLINSKI. — Lundi dernier 14 novembre 1927 a eu lieu, dans les salons de l'hôtel Lutetia, un dîner organisé par les amis de M. E. Brylinski pour fêter la promotion au grade de commandeur de la Légion d'honneur dont il a été l'objet en août dernier et qui a été signalée dans cette revue (*R. G. E.*, 27 août 1927, t. XXII, p. 289).

Cent vingt personnes se trouvaient réunies au dîner. Au dessert, des discours furent prononcés successivement par

MM. Buffet, ingénieur en chef à la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, et M. Daguerre, ingénieur à la Société Nord-Lumière « Le Triphasé », tous deux anciens collaborateurs de M. Brylinski, alors directeur de la Société « Le Triphasé »; puis par M. Legouëz, président de l'Union des Syndicats de l'Electricité; par M. P. Janet, directeur du Laboratoire central d'Electricité et de l'Ecole supérieur d'Electricité; par M. H. Cahen, président du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, dont M. Brylinski est, comme on sait, le délégué général. Ensuite M. Brylinski remercia tous ceux qui se sont associés aux organisateurs de cette réunion et dont les marques de sympathie l'ont profondément touché.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Augmentation de capital. — MANUFACTURE DE MACHINES AUXILIAIRES POUR L'ÉLECTRICITÉ ET L'INDUSTRIE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 14 novembre 1927, page 1016, cette société, dont le siège est à Neuilly-sur-Seine, 20, boulevard du Parc, va procéder à l'émission d'une tranche de 1 300 000 fr, représenté par 2 600 actions ordinaires de 500 fr chacune, payables un quart à la souscription et le surplus suivant l'appel du conseil d'administration.

ENERGIE ÉLECTRIQUE ISÈRE-VERCORS. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 7 novembre 1927, page 1 008, cette société, dont le siège est à Valence, 16, rue du Pont-du-Gât, va procéder à l'émission de 50 000 obligations de 500 fr chacune, rapportant un intérêt annuel de 7 pour 100 net de tous impôts, à l'exception de celui de transmission.

Ces obligations seront remboursables en vingt-cinq années par tirage au sort ou rachat en bourse, ceci à partir de la sixième année après la date de leur création.

Les intérêts seront payables semestriellement.

Les conseils d'administration de la Société générale de Force et Lumière et de la Société des Forces motrices du Vercors ont pris l'engagement de faire garantir par leurs sociétés le service des intérêts et de l'amortissement des obligations de la présente émission de l'Energie électrique Isère-Vercors.

SOCIÉTÉ HYDROÉLECTRIQUE DES BASSES-PYRÉNÉES. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 7 novembre 1927, page 1 002, cette société, dont le siège est à Paris, 29, rue de Rome, va procéder à l'émission, contre espèce, au pair, de 25 000 actions d'une valeur de 100 fr chacune, dites actions B.

Ces actions sont exclusivement nominatives et ne pourront être transmises qu'avec l'agrément du conseil. Elles auront dans les assemblées, quand la loi le permet, un droit de vote cinq fois plus élevé que les actions A.

Les actions B n'auront droit dans la répartition du dividende supplémentaire, dans celle des réserves à titre de bénéfice ou dans les bonis de liquidation, qu'à une part égale à la moitié de celle attribuée aux actions A.

COMPAGNIE CENTRALE D'ECLAIRAGE ET DE TRANSPORT DE FORCE PAR L'ELECTRICITÉ (COMPAGNIE D'ELECTRICITÉ DE LIMOGES). — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 7 novembre 1927, page 1007, cette société, dont le siège est à Paris, 46, rue de Provence, va procéder à un emprunt de 10 millions de francs, représenté par 20000 obligations de 500 fr chacune. Ces obligations rapporteront un intérêt annuel de 35 fr, payable par semestre les 1er novembre et 1er mai, nets de tous impôts français présents et futurs, à l'exception de la taxe de transmission qui reste à la charge des porteurs, ainsi que les droits de transfert et de conversion.

Les 20000 obligations nouvelles sont amortissables en trente ans à partir de la première année, soit au pair par voie de tirages au sort annuels, conformément au tableau d'amortissement qui sera imprimé au dos des titres, soit par voie de rachats en bourse au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon.

La société se réserve, en outre, la faculté d'amortir par anticipation tout ou partie des obligations, à partir de la cinquième année, soit au pair lors de chaque échéance de coupons par voie de tirages au sort supplémentaires moyennant un préavis de trois mois publié dans un journal d'annonces légales, soit par rachats au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon.

Les obligations amorties en excédent du chiffre prévu au tableau d'amortissement seront, dans tous les cas, imputées sur le dernier tirage, puis sur le précédent et ainsi de suite, de façon à ne pas modifier l'ordre du tableau d'amortissement.

Aucune garantie spéciale n'est attachée à ces obligations, mais la société s'engage, jusqu'à leur complet remboursement, à ne consentir, au profit d'autres bons ou obligations déjà émis ou à émettre, aucun privilège ou hypothèque sur ses immeubles, terrains et constructions, sans en faire bénéficier pari passu les obligations de la présente émission.

NOTICES et CATALOGUES (1)

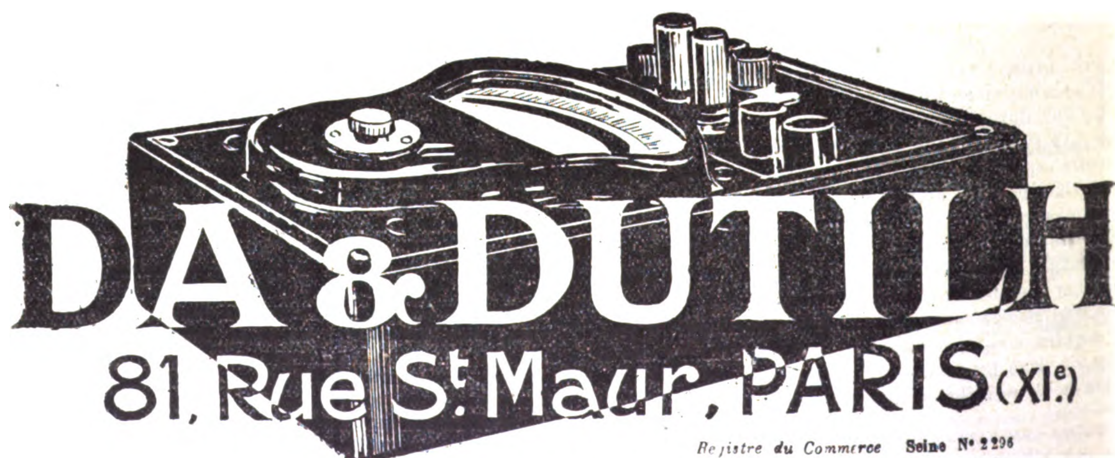
Appareils de chauffage électrique. — Les Etablissements électromécaniques de Strasbourg, dont le siège social est à Bischheim (Bas-Rhin), nous ont fait parvenir une brochure du format 25 cm × 17 cm, renfermant une série de notices relatives aux appareils de chauffage électrique dans la fabrication desquels cette société s'est spécialisée.

Ces notices décrivent les appareils suivants en indiquant leurs caractéristiques : le chauffe-eau électrique par accumulation « électro-cumul » construits pour des capacités variant de 15 à 1 000 litres; le régulateur de température système Ghielmetti et le régulateur de température à interrupteur à mercure, tous deux basés sur la dilatation relative de deux métaux; les interrupteurs de température qui, reliés aux régulateurs de température permettent de maintenir constante la température d'une enceinte chauffée électriquement et pouvant, par un dispositif de blocage, empêcher la consommation du courant pendant certaines heures déterminées; les réchauds électriques « Salvis » à une ou plusieurs plaques de chauffage, les fours et grils, les fourneaux électriques « Salvis » depuis le modèle de ménage jusqu'aux fourneaux d'hôtels à 16 plaques de chauffe d une puissance totale de 76 kw, les fours de pâtissiers, les radiateurs, les poêles par accumulation, les chaudrons cuiseurs agricoles qui permettent la cuisson de la nourriture destinée au bétail afin d'en assurer le bon développement; les dispositifs de chauffage des creusets des machines typographiques (monotypes, linotypes, etc.); enfin les machines frigorifiques automatiques « Boreas » pourront fonctionner par accumulation. Ces dernières machines sont construites depuis le modèle de 150 frigories convenant pour les ménages jusqu'aux modèles de près de 10 000 frigories. Elles utilisent un compresseur rotatif monté sur l'arbre même du moteur et, de ce fait, présentent une robustesse particulière et un encombrement extrêmement réduit.

Rappelons que le bureau de vente, pour la région parisienne, des Etablissements électromécaniques de Strasbourg, est situé, 16, rue de la Baume, à Paris (8e).

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.


Fonte Malléable
à Cœur Noir
MARQUE NR DÉPOSÉE
GRANDE RÉSISTANCE
GRAND ALLONGEMENT
HOMOGÉNÉITÉ PARFAITE
GRANDES FACILITÉS D'USINAGE
Demandez nos conditions avec notre Brochure N° 9
COMPAGNIE NATIONALE DES RADIATEURS
BOULEVARD HAUSSMANN – PARIS.
FONDERIE à ARGENTEUIL (S-ET-O)
TEL: ELYSÉES 15-64, 15-65, 15-66, 38-82, 86-58, 97-78
OFF. TECH. DE. PUB.


DA & DUTILH
81, Rue St. Maur, PARIS (XIe)
Registre du Commerce Seine N° 2296

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

630 461*. — PARCO (J.); Contrôleur de fonctionnement d'un dispositif électrique, 29 mai 1926.

630 463*. — Société dite : LE MODULÉ; Mécanisme d'horloge à sonnerie à remontage électrique, 31 mai 1926.

630 473*. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Moyens d'éviter la production de flashes dans les dynamos à collecteur, 2 juin 1926.

630 489*. — DE FRIDMAN-KOCHEVSKOI (N.), BAUDELOT (A.); Appareil et dispositifs pour la production de radiations lumineuses et autres par simple application d'un potentiel électrique continu, intermittent ou alternatif, 3 juin 1926.

630 494*. — SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIOÉLECTRIQUE; Perfectionnements aux appareils récepteurs et émetteurs de télégraphie sans fil, 4 juin 1926.

630 496*. — BRUTÉ DE RÉMUR (M.); Amplificateur pour la téléphonie et la radiotéléphonie, 4 juin 1926.

630 509*. — GILLOT (R.), DERMOUCHÈRE (M.); Appareil récepteur pour téléphonie sans fil, 5 juin 1926.

630 512. — Société dite : N.-V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN; Procédé de fabrication de cathodes à oxyde, 7 mars 1927.

630 523. — DUTEL (C.); Cadre récepteur de télégraphie ou téléphonie sans fil et son support portatif pliant, 8 mars 1927.

630 547. — Société dite : FELTEN UND GUILLEAUME CARLSWERK A. G.: Perfectionnements apportés aux procédés de fabrication de câbles téléphoniques, 8 mars 1927.

630 548. — Société dite : FELTEN UND GUILLEAUME CARLSWERK A. G.: Perfectionnements apportés aux procédés de fabrication de papier à utiliser comme isolant, 8 mars 1927.

630 562. — RAMBEAUX (A.); Condensateur variable de faible capacité et à résiduelle très réduite, 8 mars 1927.

630 570. — LOEWE (S.); Tube à décharge multiple et son procédé de fabrication, 8 mars 1927.

630 572. — Société dite : N.-V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN; Cathode à oxyde, 8 mars 1927.

630 586. — Société dite : ÉTABLISSEMENTS BRUNET; Condensateur à air à lames parallèles, 9 mars 1927.

630 594. — SHOENBERG (M.-H.); Perfectionnements aux interrupteurs de circuit, 9 mars 1927.

630 603. — Société dite : CHARLES SCHNEIDER ET Cie; Dispositif de contacts électriques, cylindriques élastiques, 9 mars 1927.

630 632. — Société anonyme dite : ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE CHARLEROI; Relais retardateur à maxima, 10 mars 1927.

32 482/605 035. — KRUG BASSE (J.); 2e cert. d'add. au brevet pris le 26 octobre 1925, pour systèmes de commande électromagnétique pour phonographe et dispositif permettant son adjonction aux phonographes à commande mécanique, 3 novembre 1926.

32 490/606 363. — Société dite : NORDON FRÈRES; 1er cert. d'add. au brevet pris le 12 octobre 1925, pour perfectionnements apportés aux échangeurs de température entre fluides, notamment à ceux par lesquels on refroidit des machines électriques, 6 novembre 1926.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Société des Ingénieurs civils de France :

Vendredi 18 novembre 1927, 20 h 30. Hôtel de la Société des Ingénieurs civils de France, 19, rue Blanche, Paris. — Séance ordinaire.

EXTRAITS DE LA SÉRIE DES PRIX

DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DES ARCHITECTES

Communiqués par le Syndicat général de la Construction électrique.

Coefficients à appliquer sur les prix de la série du 15 octobre 1924 pour les travaux exécutés à partir du :	1er janvier 1926		1er avril 1926		15 mai 1926		1er août 1926	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Conducteurs électriques : Fils et câbles sous plomb :								
Lumière : 3e et 6e colonnes des nos 58 à 98 et 111 à 121	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Sonnerie : nos $27^{(1)}$ à $27^{(11)}$ et $29^{(1)}$ à $29^{(11)}$	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Conducteurs électriques : Fils et câbles autres que sous plomb :								
Lumière et sonnerie	1,38	1,46			1,50	1,60	1,66	1,79
Coefficient s'appliquant à l'ensemble des autres articles de la série.	1,28	1,27	1,23	1,30	1,25	1,33	1,33	1,42
Ouvrages ne comportant que de la main-d'œuvre	1,19	1,26			1,27	1,35	1,27	1,35

Coefficients à appliquer sur les prix de la série 1926 pour les travaux exécutés à partir du :	15 oct. 1926	1er nov. 1926	1er déc. 1926	1er janv. 1927	1er fév. 1927	1er mars 1927
Conducteurs électriques autres que sous plomb	1,10	1,02	1,02	1,02	0,85	0,79
Id. sous plomb :						
Lumière : nos 68 à 108 et 122 à 132 (3e et 6e colonnes)	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Sonnerie : nos 29 et 30	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Appareillage :						
Gros appareillage : nos 180 à 201 et 377 à 430	1,27	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
Appareillage de branchement : nos 202 à 212 et 320 à 323	1,31	1,41	1,41	1,34	1,26	1,26
Autres articles de la série	1,21	1,23	1,20	1,20	1,15	1,15
Articles ne comportant que de la main-d'œuvre	1,07	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17

Prix de l'heure à partir du :	1er janvier 1926		15 mai 1926			1er novembre 1926	
	élémentaires	de règlement	élémentaires	de règlement (1)	de règlement (2)	élémentaires	de règlement
Heure d'ouvrier téléphoniste, monteur et ajusteur	4 fr	5,90 fr	4,25 fr	6,25 fr	6,60 fr	4,75 fr	7,40 fr
Id d'ouvrier électricien poseur	3,75	5,50	4	5,90	6,25	4,25	6,60
Id d'aide électricien poseur	3,25	4,80	3,50	5,15	5,45	3,75	5,85

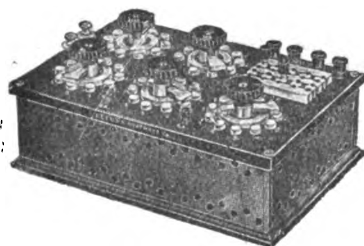
(1) Les coefficients de la colonne (1) s'appliquent aux travaux traités avant le 1er janvier 1926.
(2) Les coefficients de la colonne (2) s'appliquent aux travaux traités après le 1er janvier 1926.

LABORATOIRE

(Intruments étalons)

Pile " WESTON ", Résistance, Inductance et Capacité :

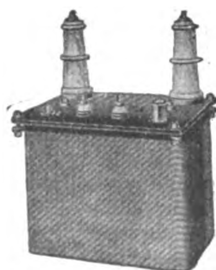
Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres, Microfaradmètres, Mégohmvoltmètres, Pyromillivoltmètres, Galvanomètres, Potentiomètres, Transformateurs, Instruments pour mesures sous haute fréquence et pour mesures d'électrolyse.



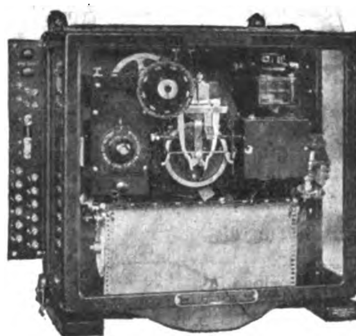
Pont de Wheatstone
" LEEDS et NORTHRUP "



Étalon " WESTON "
modèle 1



Transformateur



Pyromètre-potentiomètre enregistreur
" LEEDS et NORTHRUP "

INDUSTRIE

(Instruments de mesures portatifs et de tableau)

Fluxmètre, Perméamètre, Luxmètre, Salinomètre, Acidimètre, Photomètre, Interférencemètre, Oscillateur, Générateur de haute fréquence.

EQUIPEMENTS

pour la mesure de la conductibilité des Électrolytes, les essais magnétiques, la mesure de la résistance électrique des huiles, les essais des transformateurs, la recherche des défauts dans les câbles et la mesure des résistances d'isolement, la mesure du Ph, les essais à sec des câbles, l'étalonnage des couples thermo-électriques, le contrôle automatique de la combustion, l'enregistrement de la lumière du jour.

ENREGISTREURS

de mesures électriques, de CO et de CO^2, de pression et de vide, de température, de la hauteur des liquides, du niveau de l'eau, des chaudières, d'humidité, de mouvement et de temps, d'indication de mesures à longue distance.

MESURE DES TEMPÉRATURES

Pyromètres-potentiomètres indicateurs, (portatifs et de tableau) et enregistreurs jusqu'à 16 directions, Pyromètres à résistances, Pyromètres optiques, Pyromètre pour la mesure des températures des gaz, de l'échauffement des machines électriques, des transformateurs et des câbles.

FOURS ÉLECTRIQUES

(Fonte de métaux, Trempe, Cémentation, Revenu).

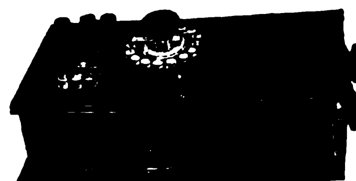
AUTRES APPAREILS

Transformateurs, Compte-tours, Tachymètres, Ohmmètres, Pont pour la mesure des terres, Compteurs électrolytiques.

CONTROLE

(Instruments de haute précision) :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres (mono et polyphasés et pour bas facteur de puissance), Fréquencemètres, Phasemètres, Ponts de self inductance et de capacité, Ponts de résistance (Wheatstone, Thomson, Kelvin et Kohlrausch), Boîtes de résistance, Inductomètres et Condensateurs, Transformateurs.



Potentiomètre à lecture directe en PH
" LEEDS et NORTHRUP "



Wattmètre polyphasé
" WESTON " modèle 329



Essayeur d'isolement
à magnéto

Adresse télégraphique :
MECIVOCEM

M.E.C.I.

Téléphone : **PROVENCE**
24-01 — 24-02

2, rue du Faubourg Poissonnière, PARIS (X^e^)

RÉPARATION DE TOUS INSTRUMENTS DE MESURES ÉLECTRIQUES

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 5 nov. 1927	PRIX samedi 12 nov. 1927	PRIX différence
Aciers profilés (1)				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	72 fr	72 fr	0
Id U id	100 kg	77	77	0
Cornières	100 kg	75	75	0
Larges plats	100 kg	93	93	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris (2)	100 kg	1 330	1 330 (5)	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	17 1/2 d	17 1/2 d	0
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	694	674	— 20 fr
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	819	825 (5)	+ 6
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	826,50	832,50 (5)	+ 6
Cuivre rouge en fils de 3 mm, liv. Paris (octroi en plus) (3)	100 kg	1 079	1 085	+ 6
Cuivre rouge en planches, liv. Paris (octroi en plus) (3)	100 kg	1 268	1 274	+ 6
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 401	1 407	+ 6
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 751	6 757	+ 6
Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris (3)	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	661	661	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 102	2 102	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris (2)	100 kg	3 532	3 475 (5)	— 57
Fonte de moulage, type n° 3, parité Longwy (5)	tonne	420	420	0
Fonte hématite de moulage (4), zone 1 (Lyon)	tonne	585	585	0
Id zone 2 (Montluçon)	tonne	600	600	0
Id zone 8 (Nancy)	tonne	575	575	0
Id zone 10 (Lille)	tonne	555	555	0
Id zone 13 (Paris)	tonne	590	590	0
Huile pour interrupteurs (3), n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
{ pour basse tension	100 kg	260	260	0
Huile pour transformateurs, wagon départ Paris (3) :				
qualité supérieure	100 kg	551	551	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
Laiton en fils, liv. Paris (3) (octroi en plus)	100 kg	1 165	1 165	0
Laiton en planches, première qualité, liv. Paris (3) (octroi en plus)	100 kg	1 020	1 020	0
Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris (3)	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
Noir de fumée, liv. Paris (3)	100 kg	275	275	0
Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm (3) { épaisseur 7/100 mm	le mètre	7	7	0
{ Id 10/100 mm	linéaire	8	8	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen (2)	100 kg	295	295 (5)	0
Résine synthétique (par 500 kg), wagon départ, (3)				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	325	325	0
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail (3)	1 m²	18	18	0
Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles (3)		200	200	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris (2)	100 kg	372,50	366 (5)	— 6,50
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

(1) Prix pratiqués sur la place de Paris pour des commandes importantes.
(2) Cote officielle hebdomadaire établie par les courtiers assermentés du Tribunal de Commerce de la Seine.
(3) Cours commerciaux approximatifs par quantités courantes, donnés seulement à titre d'indication.
(4) Prix fixés par l'O. S. P. M.
(5) Cours au 10 novembre 1927.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 5 nov. 1927	samedi 12 nov. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	167	167	0

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

L'augmentation des salaires en Grande-Bretagne de 1914 à 1927. — La comparaison entre les salaires britanniques en août 1914 et en septembre 1927 vient de faire l'objet d'une enquête du Board of Trade dont les résultats sont publiés dans la « Montly Labour Gazette » d'octobre 1927.

De cette enquête il résulte que, à la fin de septembre 1927, les salaires hebdomadaires des travailleurs adultes étaient en moyenne de 70 à 75 pour 100 plus élevés qu'en août 1914, alors qu'à la fin de décembre 1920, moment où les salaires britanniques ont atteint leur niveau maximum, ils étaient plus élevés de 170 à 180 pour 100 qu'en 1914; la diminution a d'ailleurs été rapide à partir de janvier 1921, puisque dès juin 1922, ils n'étaient plus que 85 à 90 pour 100 supérieurs à ceux de 1914; depuis décembre 1922, soit depuis près de cinq ans, les salaires ont montré une grande stabilité, leur augmentation par rapport à ceux de 1914 s'étant toujours maintenue entre 65 et 75 pour 100. Cette augmentation correspond d'ailleurs sensiblement à celle du coût de la vie en Grande-Bretagne, laquelle était de 65 pour 100 en septembre dernier.

Mais les augmentations de salaires sont très différentes d'une industrie à l'autre et, dans une même industrie, suivant la qualité de l'ouvrier. Ainsi dans la construction l'augmentation du salaire horaire est de 102 à 109 pour 100 pour les maçons, charpentiers, menuisiers, plombiers et plâtriers, alors qu'elle est de 126 centièmes pour les peintres et de 130 centièmes pour les manœuvres; toutefois, il convient d'observer que, en raison de la diminution des heures de travail, les augmentations des salaires hebdomadaires, les seuls considérés dans la moyenne indiquée plus haut, sont moins grandes : 82 centièmes pour les maçons, 102 pour les peintres, 107 pour les manœuvres. Dans les charbonnages, l'augmentation n'est que 52 pour 100, donc inférieure à celle du coût de la vie. Les ouvriers qualifiés de la construction mécanique, ajusteurs, mouleurs, modeleurs, sont encore moins bien partagés, l'augmentation de leurs salaires hebdomadaires n'étant que 49 pour 100; il en est de même pour ceux des constructions navales dont l'augmentation n'est que de 35 à 44 pour 100; les manœuvres de ces deux branches de l'industrie reçoivent respectivement 82 et 68 pour 100 de plus qu'avant la guerre. Dans l'industrie cotonnière l'augmentation des salaires hebdomadaires est de 61 pour 100; dans l'industrie lainière elle est de 80 à 90 pour 100; dans celle de la chaussure de 100 pour 100; dans l'agriculture de 76 pour 100. L'augmentation est de 97 pour 100 dans les entreprises électriques; de 106 pour 100 pour les manœuvres des usines à gaz; de 97 pour 100 pour les manœuvres des services publics; de 105 à 115 pour 100 pour ceux de l'industrie chimique; de 100 à 148 pour 100 pour les employés et ouvriers des chemins de fer, etc. On remarquera que les plus fortes augmentations se rencontrent dans les services publics et les industries travaillant pour le marché intérieur et qui protège le tarif douanier; il en résulte nécessairement des jalousies entre les ouvriers.

Pour donner une idée de la valeur absolue des salaires, ajoutons qu'un plâtrier gagne par semaine 75 shillings (soit 450 fr au cours actuel de la livre), un modeleur 62 shillings (372 fr), un mécanicien de tramways, 60 shillings (360 fr), un ouvrier électricien dans une entreprise de distribution urbaine, 75 shillings (450 fr).

INFORMATIONS

Industrie électrique. — DÉCRET REPORTANT LE TERME DU DÉLAI FIXÉ POUR L'EXPROPRIATION DES TERRAINS NÉCESSAIRES A L'EXÉCUTION DES TRAVAUX DU BARRAGE-RÉSERVOIR DE PUYVALADOR (PYRÉNÉES-ORIENTALES). — Le « Journal officiel » du 8 novembre 1927 publie page 11 345 le décret suivant, en date du 6 novembre 1927 :

« Est reporté au 8 juillet 1929 le terme du délai fixé par l'article 2 du décret du 8 juillet 1925 pour l'expropriation des terrains nécessaires à l'exécution des travaux du barrage-réservoir de Puyvalador. »

Combustibles. — PRIX DES CHARBONS POUR L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE POUR LE TROISIÈME TRIMESTRE 1927. — Le prix du combustible servant de base pour le calcul des coefficients

de l'index économique relatif à la tarification de l'énergie électrique pour le troisième trimestre 1927 (1) a été fixé comme il est indiqué ci-après pour les différentes régions de la France :

Prix des charbons pour l'industrie électrique, pour le troisième trimestre 1927.

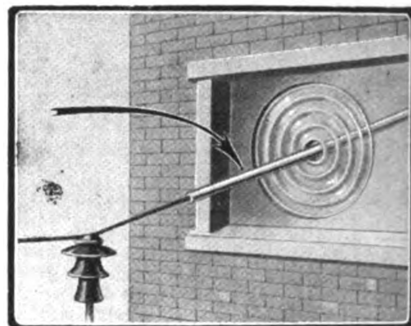
USINES	RAISON SOCIALE	DÉPARTEMENTS	PRIX HOMOLOGUÉS PAR TONNE
			Francs
Angers	Compagnie électrique d'Angers et Extensions	Maine-et-Loire	156,67
Beautor	Compagnie électrique du Nord	Aisne	149,38
Blois	Union électrique du Bassin moyen de la Loire	Loir-et-Cher	198,76
Brest	Compagnie d'Électricité de Brest	Finistère	160,25
Caen	Société électrique de Caen	Calvados	155,20
Carmaux	Compagnie des Mines de Carmaux	Tarn	175,03
Chantenay	Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'Electricité	Loire-Inférieure	169,19
Cherbourg	Société « Gaz et Eaux »	Manche	157,06
Dijon	Société dijonnaise d'Electricité	Côte-d'Or	153,91
Epernay	Société anonyme des Usines à Gaz du Nord et de l'Est	Marne	184,55
Faymoreau	Energie électrique de l'Ouest de la France	Vendée	148,00
Garchizy	Compagnie continentale Edison	Nièvre	192,32
Havre-Yainville	Compagnie havraise d'Energie électrique	Seine-Inférieure	161,34
Hirson-Jeumont-Maubeuge	Electricité et Gaz du Nord	Nord	144,22
Limoges	Compagnie générale d'Eclairage et de Force par l Electricité	Haute-Vienne	199,90
Lomme	Electricité et Gaz du Nord	Nord	133,52
Lorient	Société bretonne d'Electricité	Morbihan	172,61
Le Mans	Société lyonnaise des Eaux et de l'Eclairage	Sarthe	152,78
Marseille	Compagnie d'Electricité de Marseille	Bouches-du-Rhône	179,08
Mohon	Est-Electrique	Ardennes	167,14
Montluçon	Compagnie électrique de la Loire et du Centre	Allier	193,35
Mouche (La)	Compagnie du Gaz de Lyon	Rhône	184,33
Orléans	Société lyonnaise des Eaux et de l'Eclairage	Loiret	175,66
Penhoët-Saint-Nazaire	Energie électrique de la Basse-Loire	Loire-Inférieure	152,21
Rai-Couterne	Société de Distribution d'Electricité de l'Ouest	Orne	175,35
Rennes	Compagnie du Bourbonnais	Ille-et-Vilaine	141,30
Roanne	Compagnie électrique de la Loire et du Centre	Loire	168,20
Rouen-Quévilly	Compagnie centrale d'Energie électrique	Seine-Inférieure	129,93
Saint-Dizier	Energie électrique de Meuse et Marne	Haute-Marne	173,86
Saint-Etienne	Compagnie électrique de la Loire et du Centre	Loire	169,40
Sainte-Tulle-Lingostière	Energie électrique du Littoral méditerranéen	Bouches-du-Rhône	182,34
Segré	Société de Distribution d'Electricité de l'Ouest	Maine-et-Loire	169,14
Troyes	Société lyonnaise des Eaux et de l'Eclairage	Aube	183,90
Tuillière-Floirac	Energie électrique du Sud-Ouest	Dordogne	139,12
Valenciennes	Société d'Electricité de la région de Valenciennes-Anzin	Nord	127,49
Vierzon	Le Centre électrique	Cher	199,30
Vincey-Nancy	Compagnie lorraine d'Electricité	Meurthe-et-Moselle	166,28
Région parisienne		Seine et Seine-et-Oise	179,70
		Seine-et-Marne	185,70
Creutzwald	Société des Mines de la Houve	Moselle	153,66
Markolsheim	Société alsacienne et lorraine d'Electricité	Bas-Rhin	184,01
Mulhouse	Forces motrices du Haut-Rhin	Haut-Rhin	198,89
Strasbourg	Société d'Electricité de Strasbourg	Bas-Rhin	173,78

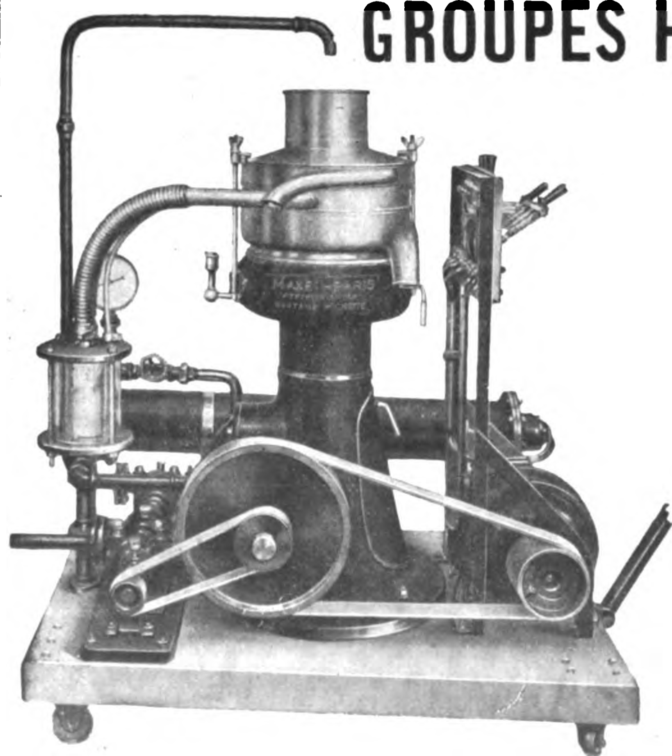
Métallurgie. — LES INDICES DES PRIX D'ACHAT DES MATIÈRES PREMIÈRES ET DES PRIX DE VENTE DES PRODUITS DE L'INDUSTRIE MÉTALLURGIQUE. — Fidèle à une habitude ancienne le conseil d'administration de la Société des Aciéries de Longwy a présenté aux actionnaires, dans le rapport qui a été lu à l'assemblée générale du 22 septembre 1927, un tableau d'ensemble de la situation de l'industrie métallurgique en France. Nous ne pouvons reproduire ici les considérations développées dans ce rapport, malgré l'intérêt qu'elles présentent pour nos lecteurs, dont beaucoup sont des clients de l'industrie métallurgique; nous estimons toutefois devoir en résumer les points essentiels.

Tout d'abord le rapport fait observer que, aux cours actuels du change, 100 francs-or correspondent à 491 francs-papier, et que, le pouvoir d'achat de l'or ayant diminué d'environ un tiers dans les pays comme les Etats-Unis et la Grande-Bretagne, dont la monnaie a conservé sa parité avec l'or, et même ceux, comme l'Italie, où la monnaie s'est dépréciée, il faudrait maintenant 150 francs-or pour se procurer ce qui coûtait 100 francs-or en 1914; en conséquence il faudrait actuellement 491 × 1,5, soit 736 francs-papier pour obtenir ce qui valait 100 francs-or il y a une quinzaine d'années; en d'autres termes, l'indice général moyen des prix de gros en France devrait être de 736; en fait, il n'est encore que 630 et le rapport admet, en raison de ce que le pouvoir d'achat de l'or tend à augmenter, que l'on peut considérer 625 comme l'indice moyen du prix en francs-papier de la généralité des objets et marchandises consommées en France.

Or, si l'on considère les indices des matières premières nécessaires à l'industrie métallurgique, on trouve, pour les charbons, de 580 à 650; pour le ferro-manganèse, 640; pour les huiles pour moteurs à gaz, 650; pour le minerai de manganèse, 850. Dans l'ensemble, l'indice des matières premières paraît dépasser 600.

(1) Les différentes publications des prix relatifs aux années 1921, 1922, 1923, 1924, 1925 et 1926 ont été rappelées dans la note (1) de la page 159 B du « Bulletin R. G. E. » du 14 mai 1927. Les prix relatifs au premier et au deuxième trimestre 1927, ont été publiés dans les numéros des 14 mai 1927, t. XXI, p. 159 B et 13-20 août 1927, t. XXII, p. 51 B.





L'indice des prix du transport de ces matières est 609

L'indice du coût de la main-d'œuvre par journée de travail est compris entre 525 et 550.

L'indice des frais généraux par tonne de produits finis est sensiblement 630.

Celui des impôts est beaucoup plus grand : alors qu'en 1914 les impôts étaient de 2 fr par tonne de produits, ils s'élèvent maintenant à 50 fr; le coefficient est donc 2 500.

Les droits de douane à l'importation étaient en 1914 de 6,50 fr par tonne d'acier en barres; d'après le projet soumis au Parlement, ils seront élevés à 13,50 fr. Leur coefficient est donc de 208 pour 100; ils sont, par suite, diminués d'environ 60 pour 100 en valeur-or.

Les prix de vente des produits métallurgiques sont seulement 4 à 4,4 fois plus élevés que les prix pratiqués avant la guerre aux périodes de forte dépression et 3,2 à 3,8 plus élevés que ceux correspondant aux périodes normales.

La conclusion est que les prix de vente des produits métallurgiques n'ont pas suivi la hausse constatée sur l'ensemble des prix de gros et que, même, ils sont inférieurs à ceux qui sembleraient devoir résulter des indices de prix des matières premières, des transports, de la main-d'œuvre et des impôts. Le rapport estime qu'ils sont anormaux et devraient être majorés d'environ 50 pour 100 pour les mettre en accord avec ceux des autres produits industriels. Il convient toutefois qu'une majoration aussi forte ne se produira pas, d'une part, parce que les progrès techniques déjà réalisés permettent un abaissement du prix de revient des produits métallurgiques, d'autre part, parce que l'industrie métallurgique française aujourd'hui exportatrice devra régler ses prix sur ceux de ses concurrents étrangers et ne pourra, quels que puissent être les droits de douane qui la protégeront, retrouver sur le marché intérieur des prix de vente moyens équivalents, compte tenu de la dépréciation du franc, à ceux d'avant-guerre.

Télégraphie. Téléphonie. — Installation d'un nouveau poste de télégraphie sans fil près de Tunis. — Les travaux d'installation du poste de télégraphie sans fil de la Manoubia, près de Tunis, viennent d'être terminés.

Ce nouveau poste, qui comporte quatre pylônes métalliques de cinquante mètres de hauteur supportant une antenne en nappe de soixante-dix mètres de longueur, permettra d'assurer une liaison permanente entre les bases aéronautiques déjà existantes en Méditerranée et plus tard entre ces bases et Paris, Toulouse et Casablanca. Il complétera le poste de l'aéroport de Khérédine qui assure actuellement les communications radiotélégraphiques avec les appareils en vol de la ligne Antibes-Ajaccio-Tunis.

La mise en service aura lieu très prochainement.

Transports. Communications. — La production européenne d'automobiles en 1926. — Le développement de plusieurs des branches de l'industrie électrique est intimement lié à celui de l'industrie automobile. Les quelques nombres qui suivent, empruntés à « Commerce Reports » du 17 octobre 1927, intéresseront dès lors quelques-uns de nos lecteurs.

La production totale d'automobiles (voitures, camions, omnibus) dans les principaux pays d'Europe s'est élevée en 1926 à 560 213 unités, en augmentation de 21 pour 100 sur celle de 1925 qui n'atteignait que 462 120. Cette production est d'ailleurs encore inférieure aux besoins, puisque, dans cette même année 1926, il a été importé des Etats-Unis en Europe 81 960 automobiles.

La France vient en tête des pays producteurs européens avec une production de 200 000 voitures en 1926, contre 177 000 en 1925. L'exportation a porté sur 30 pour 100 de la production, soit 54 175 voitures et 5 195 camions et autobus; en 1925, l'exportation avait été de 56 689 voitures et 4 782 camions; il y a donc eu, d'une année à l'autre, une diminution du nombre des voitures exportées, non compensée par une légère augmentation de celui des camions.

La production de la Grande-Bretagne en 1926 a été de 158 699 voitures et 40 000 camions, en augmentation de 12 000 unités sur celle de l'année précédente. Il semble que si l'augmentation n'a pas été plus importante, la cause en est à la crise industrielle qu'a subie la Grande-Bretagne en 1926, car depuis quelques années l'industrie automobile britannique progresse rapidement comme le montre la comparaison des productions de 1925 et 1926 avec celle de 1922, qui n'était que de 73 000 unités. L'exportation n'a pas encore pris un développement aussi grand qu'en France : elle n'atteint que 16,6 pour 100 de la production.

Les progrès de l'industrie automobile italienne sont très importants : de 39 473 unités en 1925, la production s'est élevée à 64 760 unités en 1926 ; les 85 centièmes de cette production reviennent à la société Fiat. L'exportation a été de 29 061 unités en 1925 et de 34 194 en 1926.

La production allemande ne semble pas avoir dépassé 55 000 unités en 1925 et 75 000 en 1926.

La production des autres pays européens est indiquée par les nombres suivants, ceux entre parenthèses se rapportant à l'année 1925 : Tchécoslovaquie, 7 500 (5 000) ; Belgique 6 000 (5 400) ; Autriche, 5 290 (4 900) ; Espagne, 1 050 (473) ; Suisse, 1 046 (450); Suède, 410 (400) ; Hongrie, 288 (329) ; Danemark, 200 (75).

Economie industrielle et sociale. — Avis du Ministère du Travail aux employeurs de main-d'œuvre étrangère. — On sait que la législation concernant la main-d'œuvre étrangère, au sujet de laquelle un article a été publié dans la « Revue générale de l'Electricité » du 31 janvier 1925, t. XVII, p. 197-200, croit que, en vue de protéger la main-d'œuvre nationale et la santé publique, les étrangers qui viennent en France pour y exercer une profession salariée doivent présenter à la frontière un contrat de travail régulièrement visé par les services compétents du Ministère du Travail ou du Ministère de l'Agriculture, suivant le cas, ainsi qu'un certificat médical établi par un médecin agréé par les autorités françaises.

Le Ministère du Travail vient de publier un avis rappelant aux employeurs les pénalités auxquelles ils s'exposent en embauchant des ouvriers étrangers n'ayant pas rempli ces formalités. Voici le texte de cet avis :

Un certain nombre d'étrangers, pour échapper aux formalités imposées par la législation, s'abstiennent de déclarer à la frontière leur intention d'occuper un emploi salarié, s'embauchent chez un employeur et sollicitent ensuite l'obtention d'une carte d'identité régularisant leur situation.

Cette façon de procéder est tout à fait irrégulière et les services compétents ne peuvent donner avis favorable aux certificats de travail fournis à l'appui des demandes de cartes d'identité qui leur sont présentées dans ces conditions.

Par suite, non seulement les étrangers qui se trouvent dans ce cas ne sont pas autorisés à travailler, mais ils risquent encore d'être refoulés. Quant aux employeurs embauchant des travailleurs étrangers qui ont ainsi pénétré en France, ils tombent sous le coup de la loi du 11 août 1926 et sont passibles d'une amende de 500 à 1 000 fr.

Les mesures prises depuis un an, en raison du chômage, pour restreindre et contrôler l'introduction de nouveaux

travailleurs étrangers, tant au point de vue du marché du travail qu'au point de vue sanitaire, ayant incité un grand nombre d'entre eux à dissimuler leur qualité de travailleur pour se soustraire à ces mesures, des instructions ont été données pour que les infractions commises, tant par ces travailleurs que par les employeurs qui les occupent régulièrement, soient rigoureusement sanctionnées.

Les prélèvements fiscaux sur les coupons des valeurs mobilières. — Un tableau annexé au rapport de M. de Chappedelaine sur le projet de budget de 1928, qui vient d'être distribué aux députés, montre, une fois de plus, l'importance du prélèvement que fait le fisc sur le montant brut des intérêts ou dividendes des valeurs mobilières. Ce tableau porte sur 245 valeurs parmi les 1 010 titres inscrits à la cote officielle et ayant distribué depuis le 1er janvier 1927 un dividende soumis à l'impôt.

Pour les obligations, le prélèvement est en général de 28 à 32 pour 100, mais il dépasse notablement cette proportion pour certaines d'entre elles ; il est de 36 pour 100 pour celles du Crédit foncier, foncières, 1879, 3 pour 100 ; de 37,1 pour 100 pour des obligations de la Compagnie d'Electricité de la Loire et du Centre, 5 pour 100 ; de 43,5 pour 100 pour celles du Comptoir Lyon-Allemand, 4 pour 100 ; de 53,6 pour 100 pour celles du port de Rosario, 5 pour 100.

Dans le groupe des actions on relève des pourcentages encore plus élevés : Montbard-Aulnoye, 62,2 pour 100 ; Industrie et Force, 70 pour 100 ; Messageries maritimes, 77,7 pour 100 ; Thomson-Houston, 94,5 pour 100 ; Le Nickel, 97,8. Dans le groupe des parts des fondateurs, on en trouve deux dont le prélèvement atteint 100 pour 100 ; autrement dit, tout le revenu a été accaparé par le fisc.

Ajoutons que, dans un article publié dans « L'Information financière » du 10 novembre 1927, M. de Chappedelaine se défend d'avoir publié ce tableau en vue d'obtenir une diminution immédiate des taxes frappant les valeurs mobilières. Il estime que l'équilibre du budget ne permet pas actuellement cette diminution, mais qu'il convient d'envisager sa réalisation dans un proche avenir si l'on veut réhabituer le pays à épargner en vue du rendement annuel des capitaux au lieu de l'inciter à l'achat de valeurs de spéculation.

Enseignement. Recherches. — Conservatoire national des Arts et Métiers. — Les visites-conférences organisées au Conservatoire national des Arts et Métiers commenceront le 4 décembre 1927 et se poursuivront jusqu'à la fin du mois de mars 1928.

Ces conférences ont lieu le dimanche à 10 heures du matin au Musée du Conservatoire national des Arts et Métiers et sont publiques et gratuites.

Don par la Belgique de 750 milligrammes de radium à l'Université de Lille. — On sait que pendant la guerre un comité américain s'était fondé en vue de ravitailler la Belgique. Les sommes recueillies dans ce but n'ayant pas été complètement dépensées, le comité américain a généreusement abandonné le reliquat aux œuvres universitaires. Le président du comité belge de ravitaillement, M. Maurice Le Blan, aujourd'hui décédé, qui habitait Bruxelles mais était originaire de Lille, a voulu que l'Université de sa ville natale profite de cette générosité. Telle est l'origine du don de 750 milligrammes de radium, d'une valeur d'environ un million de francs, qui vient d'être fait à cette université. Ce don a été remis par M. Jaspar, président du Conseil des Ministres de Belgique au recteur de l'Université de Lille au cours d'une cérémonie solennelle qui eut lieu le mercredi 16 novembre 1927 dans la grande salle des fêtes de la préfecture de Lille, cérémonie à laquelle assistaient M. Herriot, ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, M. Labbé, directeur de l'Enseignement technique, ainsi que de nombreuses personnalités du monde universitaire belge et français.

Sociétés. Groupements. — École supérieure d'Électricité. XVIe promotion (1909-1910). — Le dîner annuel des anciens élèves de la XVIe promotion aura lieu cette année le samedi 10 décembre 1927, à 19 h 30, à la Taverne Gruber, 15 bis, boulevard Saint-Denis (tenue de ville). Les anciens élèves de la promotion désireux d'y assister devront prévenir M. Jamin, 82, boulevard des Batignolles, Paris (17e).

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Augmentation de capital. — L'Électro-Entreprise. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 21 novembre 1927, page 1 044, cette société, dont le siège est à Paris, 108, boulevard Haussmann, va porter son capital de 5 300 000 fr à 7 500 000 fr par la création de 22 000 actions de 100 fr chacune, émises avec une prime de 10 fr payable en même temps que le premier quart, lors de la souscription. Les trois autres quarts devront être versés le 10 janvier 1928 au plus tard. Ces actions porteront jouissance à compter du 1er mars 1927. Par le seul fait de la réalisation de cette augmentation de capital, toutes les actions de la société auront le même rang et seront complètement assimilées.

Un droit de préférence à la souscription est réservé aux actionnaires actuels.

Société Électro-Câble. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 14 novembre 1927, page 1 029, cette société, dont le siège est à Paris, 2, rue de Penthièvre, va procéder à l'émission de 50 000 obligations, d'une valeur nominale de 500 fr chacune, représentant un capital de 25 millions de francs.

Ces obligations seront productives d'un intérêt annuel de 7 pour 100, soit 35 fr, payables par coupons semestriels de 17,50 fr, les 1er mai et 1er novembre de chaque année, le premier coupon étant celui du 1er mai 1928.

Le payement des coupons et le remboursement des titres seront effectués nets d'impôts français présents et futurs, à l'exception de la taxe de transmission, dont le montant sera, conformément à la loi, déduit des coupons des titres au porteur.

Ces obligations seront amortissables dans un délai de vingt-cinq années, à partir du 1er novembre 1932, soit au pair, par voie de tirages au sort annuels, ayant lieu en septembre de chaque année, suivant un tableau d'amortissement inscrit au dos des titres, soit par voie de rachat en bourse, au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon. Le premier remboursement aura lieu le 1er novembre 1933 et le dernier le 1er novembre 1957, au plus tard.

Toutefois, la société se réserve la faculté de procéder, à toute époque, à partir du 1er novembre 1932, à l'amortissement par anticipation de tout ou partie des obligations en circulation, soit au pair, par voie de tirages au sort supplémentaires, et moyennant préavis de trois mois, soit par rachats en bourse, au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon.

Établissements électromécaniques de Strasbourg. — Une assemblée extraordinaire, tenue le 11 octobre 1927, a décidé de porter le capital de 2 à 3 millions de francs, par

l'émission au taux de 525 fr, de 2 000 actions nouvelles de 500 fr de valeur nominale.

Société centrale de Distribution d'Énergie. — Une assemblée ordinaire, tenue le 4 novembre 1927, a autorisé le conseil d'administration à émettre, en une ou plusieurs fois, un emprunt obligataire de 20 millions de francs par l'émission d'obligations de 500 fr. Le conseil prendra une décision prochainement quant à l'importance et à la date d'émission de la première tranche.

Divers. — Le Fil Dynamo. — L'assemblée ordinaire, tenue à Lyon le 15 novembre 1927, a approuvé le bilan de l'exercice 1926-1927 se soldant par un bénéfice net de 677 784 fr. Le dividende brut a été fixé à 30 fr par action et 123,55 fr par part.

Une assemblée extraordinaire, tenue ensuite, a régularisé l'augmentation du capital porté de 1 million de francs à 1 100 000 fr par l'émission d'actions nouvelles à vote plural ayant droit à 5 voix. Toutes les résolutions présentées par le conseil ont été votées à l'unanimité.

Société Electro-Cable. — L'assemblée ordinaire de cette société, qui a eu lieu le 9 novembre 1927, a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice clos le 30 juin 1927, se soldant par un bénéfice net de 7 515 584 fr, après 6 592 190 fr d'amortissements pratiques avant bilan. En voici la répartition : réserve légale, 375 779 fr ; intérêt statutaire de 7 pour 100 aux actions privilégiées, 420 000 fr ; intérêt statutaire de 6 pour 100 aux actions ordinaires, 1 440 000 fr ; tantièmes statutaires, 527 980 fr ; au poste « réserves et provisions diverses », 3 551 825 fr ; aux actions, tant ordinaires que privilégiées, 1 200 000 fr.

Le dividende brut a été fixé à 55 fr par action privilégiée et 50 fr par action ordinaire. Il sera mis en paiement sous déduction des impôts, à partir du 10 janvier 1928, contre remise du coupon 14 des actions ordinaires, du coupon 6 des actions privilégiées.

Toutes répartitions faites, l'ensemble des réserves sociales s'élèvera à 24 853 749 fr.

Compagnie de Fives-Lille pour Constructions mécaniques et Entreprises. — Les comptes de l'exercice 1926-1927, qui seront présentés à l'assemblée ordinaire du 22 novembre 1927, se soldent par un bénéfice net de 13 398 614 fr, contre 13 670 273 fr précédemment. Compte tenu du reliquat de l'exercice antérieur, la somme à répartir s'élève à 13 304 195 fr.

Le conseil proposera le maintien du dividende à 85 fr par action.

Société artésienne de Force et Lumière. — L'assemblée ordinaire du 8 novembre 1927 a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldant par un bénéfice net de 7 486 382 fr. Le dividende a été fixé à 62,50 fr brut par action. Il sera mis en paiement à la date que fixera le conseil. Le rapport indique que la société a vendu au cours de l'exercice une énergie de 40 036 801 kw-h et 4 943 946 m³ de gaz. Le nombre des abonnés s'élève à 61 063 pour l'énergie électrique et 8 104 pour le gaz. La société a poursuivi l'électrification rurale de la zone qu'elle dessert. Elle a mis en service 41 distributions communales au cours de l'exercice. Le total des communes desservies s'élevait à 254 au 30 juin dernier.

Société béthunoise d'Eclairage et d'Energie. — Les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldent par un bénéfice de 6 143 452 fr contre 5 506 000 fr en 1925-1926.

Le conseil proposera le maintien du dividende à 17 fr brut par action.

Société des Forces motrices de la Loue. — Les comptes de l'exercice 1926-1927 soumis à l'assemblée ordinaire du 15 novembre se soldent par un bénéfice brut de 3 486 769 fr.

Déduction faite des charges et des amortissements, le solde créditeur ressort à 25 790 fr.

Rappelons que le bilan de l'exercice 1925-1926 ne comportait pas de compte des profits et pertes.

Société de Production et de Distribution d'Energie. — Une assemblée extraordinaire, tenue récemment, a ratifié l'apport fait à l'Energie industrielle du réseau de gaz et d'électricité de Langres, moyennant l'attribution de 35 000 actions d'apport de 100 fr.

Compagnie de Distributions électriques du Midi. — L'assemblée ordinaire, tenue le 3 novembre 1927, a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldant par un bénéfice net de 152 058 fr. Le dividende net a été fixé à 31,91 fr par action au porteur et à 34,35 fr par action nominative.

Forces motrices du Refrain. — L'assemblée générale du 27 octobre 1927 a approuvé les comptes de 1926-1927 accusant, après prélèvement des amortissements, un bénéfice net de 2 471 728 fr contre 2 175 972 fr en 1925-1926. Le dividende a été maintenu à 12 pour 100, soit 60 fr par action. Le solde, soit 20 fr, a été mis en paiement le 5 novembre, à raison de 16,40 fr par action nominative et 10,75 fr par action au porteur. Il a été porté 1 011 894 fr aux réserves et institutions de prévoyance.

Le rapport mentionne qu'au cours de l'exercice il a été produit ou acheté 64 825 391 kw-h contre 67 085 238 kw-h durant l'exercice 1925-1926. Ce déficit de production est dû au ralentissement très sensible de l'activité industrielle de la région desservie, depuis le 1er janvier 1927. Tandis que la production totale pendant le premier semestre de l'exercice a atteint 35 395 311 kw-h, celle du second semestre n'a été que de 29 430 080 kw-h.

Société électrique de Belchamp. — Après affectation de 690 000 fr aux amortissements, les bénéfices nets de l'exercice clos le 30 juin 1927, se montent à 755 303,28 fr contre 590 211,59 fr l'an dernier.

Report précédent compris, le disponible formant un total de 918 177,11 fr a été réparti comme il suit par la dernière assemblée générale :

Réserve légale, 37 765,16 fr ; dividende statutaire de 6 pour 100 aux actions, 224 084 fr ; tantièmes au conseil, 48 345,41 fr ; amortissement du capital, 80 000 fr ; œuvres de prévoyance pour le personnel, 40 000 fr ; superdividende de 4 pour 100 aux actions, 160 000 fr ; impôt sur le revenu payé sur dividendes, 84 311,12 fr ; report à nouveau, 243 671,42 fr.

Société Electrométallurgie de Dives. — Les résultats de l'exercice 1926-1927 se sont traduits par un bénéfice net de 18 594 016,90 fr, en augmentation de 3 400 000 fr sur celui de l'exercice précédent. Y compris le reliquat de l'exercice 1925-1926, le solde disponible ressort à 25 millions 944 988,39 fr.

L'assemblée générale, réunie le 26 octobre 1927, a voté le maintien du dividende à 115 fr par action, dont le montant net est payable depuis le 7 novembre, à raison de 94,30 fr

par action nominative et 85,76 fr par action au porteur (coupon n° 33).

Cette répartition absorbe 11 500 000 fr. Une somme de 9 935 586,70 fr a été reportée à nouveau.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

630 655. — Société dite : N.-V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN; Dispositif destiné à la transformation d'oscillations électriques en vibrations mécaniques, 10 mars 1927.

630 676*. — Société dite : ETABLISSEMENTS EDOUARD BELIN; Radiotélégraphie à grande vitesse, 4 juin 1926.

630 687*. — LEBEAU (M.-H.); Changement de vitesse progressif et automatique pour dynamo démarreur combiné, 8 juin 1926.

630 712. — ZAY (E.); Interrupteur électrique à usages multiples, 11 mars 1927.

630 716. — PARIAS (A.-O.); Perfectionnements à la réception en télégraphie sans fil, 11 mars 1927.

630 719. — Société en commandite : G. GRIMMEISEN ET Cie; Douille pour lampes électriques, 11 mars 1927.

630 721. — LEMAIRE (C.-D.); Appareil de signalisation électrique pour voiture automobile, 11 mars 1927.

630 726. — BERGMANN (G.-E.); Filtre antiparasite et antibrouilleur pour télégraphie et téléphonie sans fil, 11 mars 1927.

630 741. — Société dite : SIEMENS UND SCHUCKERT WERKE G. m. b. H.; Contact d'interrupteur, 12 mars 1927.

630 742. — Société dite : SIEMENS UND HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT; Disposition pour l'indication automatique de l'emplacement d'un transmetteur ou annonciateur déclenché pour l'annonce d'un incendie ou pour une signalisation similaire, 12 mars 1927.

630 744. — Société dite : COMPAGNIE DE SIGNAUX ET D'ENTREPRISES ÉLECTRIQUES; Système de captation d'énergie au passage d'un véhicule, 12 mars 1927.

630 772. — ALONZO (A.); Pied d'orientation pour cadre récepteur d'ondes, 12 mars 1927.

630 792. — Société des ETABLISSEMENTS DESHAYES FRÈRES ET COURTOIS; Perfectionnements aux lampes et valves électroniques de télégraphie sans fil, plus spécialement destinées à être alimentées par le courant alternatif, 15 mars 1927.

INDEX ÉCONOMIQUE

RELATIF A LA TARIFICATION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE POUR LE TROISIÈME TRIMESTRE 1927 (1)

Transmis par le Ministère des Travaux publics.

DÉPARTEMENTS	HAUTE TENSION	BASSE TENSION	DÉPARTEMENTS	HAUTE TENSION	BASSE TENSION	DÉPARTEMENTS	HAUTE TENSION	BASSE TENSION
	fr	fr		fr	fr		fr	fr
Ain	257	360	Gard	254	356	Oise	238	340
Aisne	222	325	Garonne (Haute-)	248	350	Orne	247	349
Allier	266	369	Gers	248	350	Pas-de-Calais	208	310
Alpes (Basses-)	254	356	Gironde	208	311	Puy-de-Dôme	242	344
Alpes (Hautes-)	254	356	Hérault	254	356	Pyrénées (Basses-)	208	311
Alpes-Maritimes	254	356	Ille-et-Vilaine	218	321	Pyrénées (Hautes-)	248	350
Ardèche	254	356	Indre	272	375	Pyrénées-Orientales	254	356
Ardennes	240	342	Indre-et-Loire	236	338	Rhin (Bas-)	252	354
Ariège	248	350	Isère	257	360	Rhin (Haut-)	272	374
Aube	257	359	Jura	227	329	Rhône	257	360
Aude	254	356	Landes	208	311	Saône (Haute-)	259	362
Aveyron	248	350	Loir-et-Cher	260	363	Saône-et-Loire	227	329
Belfort (Territoire de)	259	362	Loire	242	344	Sarthe	226	328
Bouches-du-Rhône	254	356	Loire (Haute-)	242	344	Savoie	257	360
Calvados	224	326	Loire-Inférieure	229	331	Savoie (Haute-)	257	360
Cantal	242	344	Loiret	260	363	Seine	253	355
Charente	212	314	Lot	248	350	Seine-Inférieure	216	318
Charente-Inférieure	208	311	Lot-et-Garonne	212	314	Seine-et-Marne	259	361
Cher	272	375	Lozère	254	356	Seine-et-Oise	253	355
Corrèze	273	375	Maine-et-Loire	236	338	Sèvres (Deux-)	221	323
Corse	319	421	Manche	231	333	Somme	208	310
Côte-d'Or	227	329	Marne	258	360	Tarn	248	350
Côtes-du-Nord	227	329	Marne (Haute-)	247	349	Tarn-et-Garonne	248	350
Creuse	273	375	Mayenne	245	347	Var	254	356
Dordogne	212	314	Meurthe-et-Moselle	239	342	Vaucluse	254	356
Doubs	259	362	Meuse	239	342	Vendée	221	323
Drôme	254	356	Morbihan	238	341	Vienne	273	375
Eure	231	334	Moselle	227	329	Vienne (Haute-)	273	375
Eure-et-Loir	247	349	Nièvre	265	368	Vosges	239	342
Finistère	227	329	Nord	208	310	Yonne	265	368

(1) Les différentes publications relatives aux années 1921, 1922, 1923, 1924, 1925 et 1926 ont été rappelées respectivement dans les notes (1) du « Bulletin R. G. E. » des 11 mars 1922, t. XI, p. 84 B; 16 juin 1923, t. XIII, p. 195 B; 8 mars 1924, t. XV, p. 79 B; 6 juin 1925, t. XVII, p. 94 B; 12 juin 1926, t. XIX, p. 190 B et 14 mai 1927, t. XXI, p. 162 B. Les index relatifs au premier et au deuxième trimestre 1927 ont été publiés dans les numéros des 14 mai 1927, t. XXI, p. 162 B et 13-20 août 1927, t. XXII, p. 54 B.

Rappelons que les prix des charbons servant de base pour le calcul des coefficients sont publiés à la rubrique « combustibles » des informations (voir dans ce numéro, p. 162 B) et que la manière d'utiliser ces nombres pour le calcul du prix maximum de vente de l'énergie électrique a été exposée en détail dans les circulaires du ministre des Travaux publics, du 24 novembre 1919, reproduites dans le numéro de la « Revue générale de l'Electricité » du 10 janvier 1920, t. VII, p. 70 et 71. Voir aussi les notes explicatives publiées dans les numéros de la « Revue générale de l'Electricité » des 2 juillet 1921, t. X, p. 2 et 11 avril 1925, t. XVII, p. 583.

630 799. — Krebs (E.); Perfectionnements aux appareils pour l'électrolyse des solutions de chlorures alcalins, 15 mars 1927.

630 817. — Société dite : « Osa » Participations industrielles (Société anonyme); Machine à monter les supports dans les carcasses de support de lampes électriques à incandescence, 15 mars 1927.

630 824. — de Iongh (J.-H.); Voiture automotrice avec deux essieux orientables commandés dans les courbes de la voie par un ou deux essieux à jeu transversal, 15 mars 1927.

630 832*. — Boutard (L.); Energies magnétiques, 12 novembre 1925.

630 835*. — Naniot (G.), Govaerts (H.); Appareil antiseptique pour usage téléphonique, 9 août 1926.

630 837*. — Société dite : Drammens Armaturfabrik A. S.; Interrupteur pour hautes tensions, 4 septembre 1926.

630 839*. — Société dite : Marconis Wireless Telegraph Co Ltd; Perfectionnements aux systèmes pour la télégraphie et la téléphonie sans fil, 2 octobre 1926.

630 850*. — Société dite : C. Lorenz Ak.; Dispositif pour la commande des oscillations à haute fréquence dans les tubes émetteurs excités par une source étrangère, 13 décembre 1926.

630 853*. — Solomon (J.); Relais destiné à indiquer les dérangements dans les installations électriques, 20 décembre 1926.

630 855*. — Société dite : Wired Radio Incorporated; Système de transmission radiotélégraphique par ondes canalisées, 23 décembre 1926.

630 858*. — Vergnet (J.-L.-C.); Cadre tissé de télégraphie sans fil, 6 janvier 1927.

630 860. — Société dite : Siemens und Halske Aktiengesellschaft; Poste téléphonique de table à connexion automatique, 13 janvier 1927.

630 864. — Dugit-Gros (P.-M.-F.), dit Dugit (M.); Procédé de graduation d'apppareils de mesure, 17 janvier 1927.

630 868. — Société dite : Marconis Wireless Telegraph Co Ltd; Perfectionnements aux dispositifs de circuits employés avec des courants de haute fréquence, 21 janvier 1927.

630 882. — Stern (K.), Glogar (M.); Lampe électrique à arc pour l'emploi dans l'industrie photographique et celle du film, 9 février 1927.

630 887. — Conduché (G.-A.): Attache-contact, 16 février 1927.

630 890. — Tuscher (J.-E.); Système de télémécanique et de transmission de l'écriture à distance, 18 février 1927.

630 902. — Gourdon (G.); Perfectionnements aux métiers à tisser électromagnétiques, 25 février 1927.

630 905. — Rtcheouloff (B.); Dispositif perfectionné pour enregistrer et reproduire des tableaux, images et analogues, 3 mars 1927.

630 912. — Lange (C.-J.-A.), Forest (L.-J.-E.); Dispositif de discrimination du sens de propagation d'un courant, applicable notamment à la commutation dans les installations téléphoniques, 5 mars 1927.

630 913 — Barbier (L.); Dispositif de support des éléments pour batterie d'accumulateurs, 7 mars 1927.

630 945. — Société dite : Det Norske Aktieselskab for Elektrokemisk Industri; Garnitures périphériques en carbone pour électrodes, 16 mars 1927.

630 946. — Neuberger (J.); Instrument de mesure électrique, 16 mars 1927.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Société des Ingénieurs civils de France :

Vendredi 2 décembre 1927, 17 h 30. Hôtel de la Société des Ingénieurs civils de France, 19, rue Blanche, Paris. — Séance supplémentaire. *La cathédrale de Strasbourg*; clichés de projections présentés et commentés par M. Ramspacher.

Vendredi 2 décembre 1927, 20 h 30. — Séance ordinaire. Communication : *Les merveilleux progrès de la technique du flottage pour la séparation et la concentration des minerais. Vue générale sur la production en France des minerais autres que ceux de fer*, par Ch. Berthelot.

Société française de Physique :

Vendredi 2 décembre 1927, 20 h 30. Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Communications ;

I. *Mesure de la dilatation du coefficient thermoelastique et des proprietes électriques des alliages dans un grand intervalle de température. Resultats de l'etude des ferronickels purs et additionnés de chrome* (projections), par M. P. Chevenard;

II. *Réalisation pratique de sources de spectre continu dans l'ultraviolet* (expériences et projections), par MM. Lambrey et Chalonge.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine.

A L'ACQUITTE	1927		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	19 nov.	12 nov.	1926	1925	1913
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris.	1 330	1 330	1 650	1 300	220
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre					173
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre	840,50	832,50	913	891	175,50 184,50
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen	840,50	832,50	913	891	184,50
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen	833	825	905	883,50	184,50
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen					173
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre	3 580	3 475	4 516	3 859	488,50
Etain Banka, liv. Havre ou Paris					480
Etain Billiton, liv. Havre	3 550	3 450	4 474	3 846	482,50
Etain Détroits, liv. Havre	3 440	3 370	4 283	3 761	475,50
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris	303	295	448	493	55,50
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	310	302	452	499,50	56
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris	358	348	478,50	523	57,75
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris	376	366	500	572	
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris					

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 12 nov. 1927	PRIX samedi 19 nov. 1927	PRIX différence
Aciers profilés (1)				
Poutrelle I ordinaire PN	100 kg	72 fr	72 fr	0
Id U id	100 kg	77	77	0
Cornières	100 kg	75	75	0
Larges plats	100 kg	93	93	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris (2)	100 kg	1 330 (5)	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	17 1/2 d	18 3/8 d	+ 7/8 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	674	652	— 22 fr
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	825 (5)	833	+ 8
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	832,50 (5)	840,50	+ 8
Cuivre rouge en fils de 3 mm, liv. Paris (octroi en plus) (3)	100 kg	1 085	1 094	+ 9
Cuivre rouge en planches, liv. Paris (octroi en plus) (3)	100 kg	1 274	1 283	+ 9
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 407	1 416	+ 9
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 757	6 766	+ 9
Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris (3)	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	661	661	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 102	2 102	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris (2)	100 kg	3 475 (5)	3 580	+ 105
Fonte phosphoreuse de moulage, n° 3 P. L., parité Longwy (4)	tonne	420	420	0
Fonte hématite de moulage (4), zone 1 (Lyon)	tonne	585	585	0
Id zone 2 (Montluçon)	tonne	600	600	0
Id zone 8 (Nancy)	tonne	575	575	0
Id zone 10 (Lille)	tonne	555	555	0
Id zone 13 (Paris)	tonne	590	590	0
Huile pour interrupteurs (3), n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
Huile pour interrupteurs (3), n° 310 D, wagon-usine. { pour basse tension	100 kg	260	260	0
Huile pour transformateurs, wagon départ Paris (3) :				
qualité supérieure	100 kg	551	536	— 15
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
Laiton en fils, liv. Paris (3) (octroi en plus)	100 kg	1 165	1 175	+ 10
Laiton en planches, première qualité, liv. Paris (3) (octroi en plus)	100 kg	1 020	1 030	+ 10
Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris (3)	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
Noir de fumée, liv. Paris (3)	100 kg	275	275	0
Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm (3) { épaisseur 7/100 mm	le mètre	7	7	0
Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm (3) { Id 10/100 mm	linéaire	8	8	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen (2)	100 kg	295 (5)	303	+ 8
Résine synthétique (par 500 kg), wagon départ, (3)				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	325	320	— 5
Tôle magnétique extra-sup. 4 10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail (3)	1 m²	18	18	0
Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles (3)		200	200	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris (2)	100 kg	366 (5)	376	+ 10
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

(1) Prix pratiqués sur la place de Paris pour des commandes importantes.
(2) Cote officielle hebdomadaire établie par les courtiers assermentés du Tribunal de Commerce de la Seine.
(3) Cours commerciaux approximatifs par quantités courantes, donnés seulement à titre d'indication.
(4) Prix fixés par l'O. S. P. M.
(5) Cours au 10 novembre 1927.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 12 nov. 1927	samedi 19 nov. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	167	167	0

BULLETIN R. G. E.

MACHINES et APPAREILS

Appareil de mesure de la résistance des prises de terre (Megger earth tester). — La réalisation de prises de terre présentant le minimum de résistance de contact est une question de grande importance qui préoccupe souvent les installateurs et surtout les exploitants, en raison du rôle qu'elle joue au point de vue de la sécurité, en particulier avec l'emploi des tensions élevées. La résistance des prises de terre ne peut être prédéterminée et sa valeur est souvent très variable suivant les saisons. D'où la nécessité d'améliorer parfois l'efficacité des prises de terre par des procédés dans le détail desquels nous ne pouvons entrer ici. Il y a donc lieu après l'établissement d'une prise de terre de juger d'abord de sa qualité et, ensuite, de procéder à un contrôle périodique de sa résistance, en un mot, d'exercer une surveillance dont l'importance n'est plus à démontrer quand on connaît la gravité des accidents occasionnés par des prises de terre défectueuses. Or, les procédés utilisés jusqu'à présent pour ce genre de mesure, comme la méthode des terres multiples, requièrent des mesures longues et délicates qui donnent, au prix de nombreux calculs, des résultats imprécis et peu comparables en raison notamment des effets parasites dus à l'électrolyse et aux courants vagabonds.

Dans le but de réaliser un dispositif permettant d'éviter ces difficultés tout en étant d'un maniement simple et, par conséquent, susceptible d'être placé entre les mains d'agents plus ou moins spécialisés, la société Evershed and Vignoles représentée à Paris par MM. Martinot, 18, rue Aumaire, à Paris, a étudié un appareil de mesure de la résistance des prises de terre, du même type que l'ohmmètre bien connu « Megger ». Cet appareil qui donne par simple lecture la valeur de la résistance de contact d'une prise de terre quelconque (plaque, tube, etc), est basé sur le principe suivant : la prise de terre à mesurer est alimentée par l'appareil au moyen de courant alternatif, tandis que les enroulements actifs de l'instrument de mesure qu'il comporte, véritable ohmmètre, sont alimentés par du courant continu. A cet effet, la bobine de courant de cet ohmmètre est parcourue par un courant continu proportionnel au courant total fourni au moyen d'une petite génératrice contenue dans l'appareil et actionnée à la manivelle. Ce courant, ainsi que le montre le schéma de la figure 1 est, par l'intermédiaire d'un contact tournant entraîné par l'arbre de la génératrice, transformé en courant alternatif qui est envoyé dans la prise de terre à essayer, une plaque de terre temporaire T_1 servant de circuit de retour. D'autre part, la bobine de tension des enroulements actifs de l'ohmmètre est, de son côté, branchée entre la prise de terre et une seconde plaque de terre temporaire T_2, mais par l'intermédiaire d'un autre contact tournant, entraîné également par la génératrice, et qui, cette fois, agit comme redresseur de manière à ce que la bobine de tension soit soumise à une tension continue. Dans ces con-

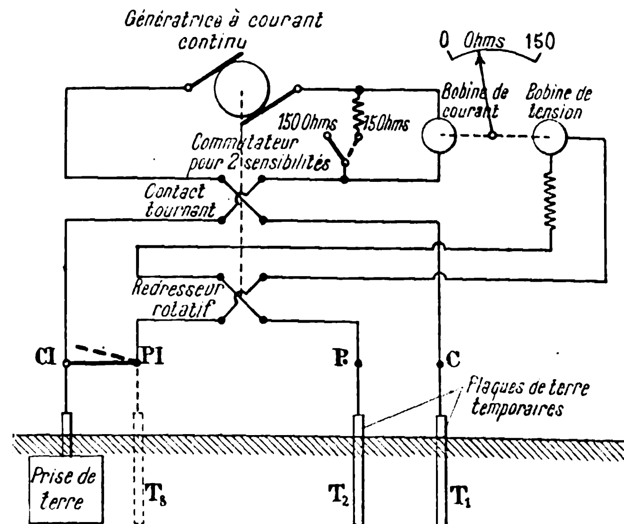


Fig. 1. — Schéma des connexions de l'appareil de mesure de la résistance des prises de terre (Megger earth tester).

ditions, la position de l'équipage de l'instrument de mesure ne dépend que du rapport du courant total à la chute de tension entre la prise de terre et la plaque temporaire T_2.

Un changement dans la résistance de contact de la plaque temporaire T_1 reliée au circuit de courant ne peut altérer la valeur des indications du fait que l'intensité du courant de mesure est affectée dans la même proportion que la tension mesurée entre la seconde plaque temporaire T_2 et la prise de terre.

L'échelle possède deux sensibilités, 0 - 150 ohms et

0-15 ohms. La première correspond aux résistances de l'ordre de grandeur d'une prise de terre défectueuse tandis que la seconde permet une lecture très précise d'une terre d'efficacité satisfaisante.

Cet appareil ne requiert aucunement l'emploi d'une source spéciale d'énergie et sa manœuvre est aussi simple que celle d'un ohmmètre Megger. Il semble donc superflu d'insister sur les avantages qu'il présente et sur les services qu'il est appelé à rendre dans la pratique. — L. V.

Projet de loi concernant l'organisation du Conseil national économique. — M. Raymond Poincaré a déposé sur le bureau de la Chambre des Députés, dans la séance du 17 novembre 1927, un projet de loi, adopté en Conseil des Ministres, établissant le statut définitif du Conseil national économique.

Cet organisme a été créé par un décret du 16 janvier 1925, alors que M. Herriot était président du Conseil des Ministres; la loi de finances du 3 avril 1926 prévoyait, dans son article 134, sa consécration législative, mais jusqu'ici cette consécration n'a pas encore été effectuée, bien que, en février dernier, dans son discours d'ouverture de la session parlementaire M. Poincaré ait déclaré qu'il faudrait bientôt consolider par la loi l'organisation actuelle et « déterminer le rôle exact du Conseil national économique dans les cadres de nos institutions républicaines ». C'est cette organisation, modifiée en tenant compte des améliorations suggérées par l'expérience de près de trois années de fonctionnement, qui est l'objet du projet de loi qui vient d'être déposé.

Le Conseil national économique a montré sous sa forme actuelle l'aide précieuse qu'il ne peut manquer d'apporter au Gouvernement et au Parlement en leur fournissant tous renseignements sur la situation économique de la nation. Bien que ce ne soit guère qu'à l'automne de 1925, après l'organisation de son secrétariat général, qu'il a pu commencer ses travaux, ceux-ci sont déjà importants et se sont manifestés par la publication dans le « Journal officiel » d'une série de rapports établis après étude des questions par des personnalités compétentes. Son premier rapport concernait le problème du logement; une trentaine de rapports sur l'outillage économique et un rapport très complet sur les mesures susceptibles de parer à la crise de chômage furent publiés en 1926 et 1927. Nos lecteurs ont pu se rendre compte par la reproduction faite dans les numéros de cette revue des 23 avril, 7 et 21 mai et 4 juin 1927 des rapports de MM. Henri Cahen, G. Tochon, E.-V. Roy et J. Bethenod, de l'intérêt que présentent ces communications.

Le nouveau statut du Conseil national économique envisagé par le projet de loi prévoit une augmentation du nombre de ses membres titulaires et une extension de ses attributions. Tandis qu'il est actuellement formé de 47 membres titulaires et 96 membres suppléants, il comprendra à l'avenir 150 membres titulaires librement désignés par les groupements professionnels ou sociaux qui participent sous les formes les plus diverses à la production, aux échanges, à la consommation. Les travaux des commissions, qui seront plus nombreuses que les six qui fonctionnent actuellement, seront coordonnés par un comité permanent, chargé de procéder aux études urgentes et de veiller au fonctionnement général des services. De plus, afin d'établir une coopération continue entre le Conseil national économique et les départements ministériels, les directeurs et secrétaires généraux des administrations centrales assisteront de droit aux délibérations du Conseil pour les affaires qui les intéressent.

Exportations et importations de matériel électrique de la Grande-Bretagne en août 1927. — Au cours du mois d'août 1927, la valeur des exportations de matériel électrique de la Grande-Bretagne a dépassé de 1 096 165 livres sterling celle des importations. Le ralentissement dans cette industrie, signalé lors de notre précédente statistique à propos du mois de juillet (*Bulletin R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. XXII, p. 89 B) semble donc avoir pris fin.

D'un mois sur l'autre, les exportations se sont accrues de 100 928 livres sterling. Cette augmentation a porté principalement sur les articles suivants : moteurs et générateurs (46 829 livres); câbles téléphoniques et télégraphiques, (25 460 livres); instruments et appareils télégraphiques et téléphoniques (26 541 livres). Par rapport au mois d'août 1926, le total des exportations est en accroissement de 118 117 livres sterling. Si l'on considère maintenant le total des exportations pendant les huit premiers mois des années 1927 et 1926, il y a augmentation, pour 1 309 254 livres, en 1927 par rapport à 1926.

Les importations ont diminué de 20 054 livres sterling en août 1927 par rapport à juillet de la même année. La rubrique des machines électriques est celle pour laquelle la diminution a été la plus sensible, avec 39 326 livres sterling. Les appareils de télégraphie sont, au contraire, en augmentation assez forte, ce qui a influencé pour beaucoup la diminution signalée plus haut pour le total des importations. Par rapport à celles du mois d'août 1926 il y a en augmen-

	EXPORTATIONS livres sterling	IMPORTATIONS livres sterling	RÉEXPORTATIONS livres sterling
1. Marchandises et appareils électriques non dénommés	171 085	100 543	4 214
2. Câbles et conducteurs isolés	232 278	53 542	572
3. Lampes à incandescence	49 930	33 508	798
4. Lampes à arc et accessoires	480	3 896	64
5. Piles et accumulateurs	117 867	66 655	139
6. Compteurs et instruments de mesure	36 091	20 017	648
7. Charbons	134	8 265	42
8. Machines électriques (non énumérées)	311 793	95 412	8 092
9. Moteurs de traction	22 598		
10. Autres moteurs et générateurs	218 647		
11. Tableaux de distribution	8 560		
12. Câbles et fils télégraphiques et téléphoniques	100 346	11 789	269
13. Câbles télégraphiques et téléphoniques sous-marins	35 269		
14. Instruments et appareils télégraphiques et téléphoniques	217 363	32 619	2 283
Totaux	1 522 441	426 246	17 121

tation pour une valeur de 60676 livres sterling et pour les huit premiers mois, il y a augmentation de 544 126 livres en 1927 par rapport à 1926.

Les réexportations se sont élevées à 17 121 livres sterling en août 1927. Elles sont en diminution pour une valeur de 713 livres, par rapport à juillet 1927 et de 3174 livres par rapport à août 1926. Pour les huit premiers mois, il y a eu diminution de 16 392 livres en 1927 par rapport à 1926.

Le tableau ci-dessus donne le détail, pour les diverses rubriques de marchandises, de la valeur des exportations, importations et réexportations, pendant le mois d'août 1927.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — DÉCRET AUTORISANT, DÉCLARANT D'UTILITÉ PUBLIQUE ET CONCÉDANT LES TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT DES CHUTES DE SAINT-MAURICE, LA TRINITÉ ET SAINT-FIRMIN SUR LA SÉVERAISSE (HAUTES-ALPES). — Le « Journal officiel » du 13 novembre 1927 publie, pages 11624-11631, le décret en date du 6 novembre 1927, approuvant la convention en date du 3 mars 1927 passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société l'Energie électrique dont le siège est à Gap, 24, rue Carnot, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière, ayant pour objet l'établissement et l'exploitation des ouvrages hydrauliques et des usines génératrices destinés à l'utilisation des trois chutes de Saint-Maurice, Saint-Firmin et La Trinité, situées sur le cours inférieur de la Séveraisse, dans le département des Hautes-Alpes et réalisant l'aménagement continu de cette rivière entre le hameau de la Loubière (commune de Villard-Loubière) et La Trinité (commune de Saint-Firmin), département des Hautes-Alpes.

Les hauteurs des chutes (en eaux moyennes) sont les suivantes : Saint-Maurice, 99,25 m ; Saint-Firmin, 72,22 m ; La Trinité, 35,53 m.

Les puissances maxima sont évaluées à : Saint-Maurice, puissance brute, 4 900 kw, disponible, 3 400 kw ; Saint-Firmin, puissance brute, 4 300 kw, disponible, 2 550 kw : La Trinité, puissance brute, 2 400 kw, disponible, 1 550 kw.

Les puissances normales sont évaluées à : Saint-Maurice, puissance brute, 3 350 kw, disponible, 2 300 kw ; Saint-Firmin, puissance brute, 2 940 kw, disponible, 1 800 kw : La Trinité, puissance brute, 1 640 kw, disponible, 1 080 kw.

L'entreprise a pour objet principal la production de l'énergie électrique pour l'éclairage et la force motrice à domicile de nombreuses localités situées dans le département des Hautes-Alpes et les besoins de diverses industries créées ou à créer, ainsi que dans les départements voisins.

Le barrage ou la prise d'eau de l'usine de Saint-Maurice sera placé aux abords du hameau de La Loubière.

Le niveau normal de la retenue sera à la cote 990 m.

Le débit maximum emprunté sera de 5 000 l : s.

Le débit maintenu dans la rivière en aval de la prise d'eau ne devra pas être inférieur à 200 l : s, sauf du 15 avril au 15 octobre où ce débit sera de 1 300 l : s.

Le concessionnaire prendra à ses frais les mesures supplémentaires qui pourraient être nécessaires pour que le débit de 1 000 l : s, réservé au canal des Herbeys pendant la période des arrosages (du 15 avril au 15 octobre), franchisse la vanne d'admission de ce canal. Une échelle indiquant le débit du canal sera placée en ce point par le concessionnaire. Tous les travaux d'installation et de réparation du canal d'amenée de l'eau au canal des Herbeys seront à la charge du concessionnaire.

Les eaux à leur sortie de l'usine alimenteront la dérivation de l'usine de Saint-Firmin.

Le barrage ou la prise d'eau de l'usine de Saint-Firmin sera placé à 1 150 m environ en amont du pont du Séchier construit sur la Séveraisse.

Le niveau normal de la retenue sera à la cote 890,75 m.

Le débit maximum emprunté sera de 6 000 l : s.

Le débit maintenu dans la rivière sera de 400 l : s.

Il est précisé que le débit minimum à mettre à la disposition des arrosants, du 15 avril au 15 octobre, est de 150 l : s.

Les eaux à leur sortie de l'usine alimenteront la dérivation de l'usine de La Trinité.

Le barrage ou la prise d'eau de l'usine de La Trinité sera placé à 205 m environ en amont du pont des Richards, construit sur la Séveraisse.

Le niveau normal de la retenue sera à la cote 818,55 m.

Le débit maximum emprunté sera de 7 000 l : s.

Le débit maintenu dans la rivière sera de 600 l : s.

Les eaux sont restituées à la cote 783 m, à une distance de 335 m environ en amont du pont de La Trinité construit sur la Séveraisse.

Chaque barrage de prise sera constitué par un seuil fixe et une vanne passe-à-gravier, le tout encadré par une digue sur chaque rive.

Le pertuis de prise, toujours sur la rive droite, sera suivi d'un avant-canal d'où l'eau passera par déversement dans le canal proprement dit.

Les canaux de dérivation seront à ciel ouvert ou en souterrain. Ils auront respectivement :

Canal de Saint-Maurice : 5 500 m environ de longueur.

Canal de Saint-Firmin : 4 500 m environ de longueur.

Canal de La Trinité : 1 500 m environ de longueur.

Ils aboutiront à des chambres de mise en charge d'où les conduites forcées partiront.

Les canaux de fuite des deux usines de Saint-Maurice et de Saint-Firmin se verseront normalement dans les canaux d'amenée de l'usine d'aval.

L'UTILISATION INDUSTRIELLE DES CELLULES PHOTOÉLECTRIQUES. — D'après notre confrère « Chemical and Metallurgical Engineering », d'août 1927 (t. XXXIV, p. 513) des essais sont actuellement en cours dans une grande papeterie de Kalamazoo (Michigan) en vue d'obtenir un réglage automatique de l'épaisseur du papier au moyen de cellules photoélectriques. Ces cellules reçoivent la lumière qui traverse le papier au cours de son passage sur les rouleaux de la machine à papier, et dont l'intensité est fonction de la transparence et, par suite, de l'épaisseur du papier.

Economie industrielle et sociale. — LA CONSTRUCTION DE LOGEMENTS A PETITS LOYERS EN ALLEMAGNE. — On sait que l'Allemagne, comme d'ailleurs la Grande-Bretagne, fait depuis plusieurs années des efforts considérables en vue d'assurer le logement des ouvriers et des petits employés (voir *Bulletin R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 12 B). Les prévisions pour l'année 1927 envisageaient la construction de 250 000 à 300 000 logements nouveaux. Il semble bien dès maintenant que ces nombres ne seront pas atteints, les banques ayant rencontré des difficultés à trouver des prêteurs sur première hypothèque ; toutefois, on estime que 215 000 à 220 000 logements seront néanmoins mis à la disposition de la population au cours de l'année.

On estime en Allemagne que les efforts faits pour accélérer la construction n'ont pas atteint complètement le but envisagé car les loyers des nouveaux logements sont trop élevés pour ceux à qui ils sont destinés. Les loyers les plus bas pour ces logements sont, en effet, de 75 à 100 marks par

mois. Or les ouvriers qualifiés, les employés de l'industrie et du commerce reçoivent des salaires mensuels de 250 à 300 marks, desquels il faut déduire avant toute dépense les sommes importantes destinées aux cotisations d'assurances sociales et aux impôts; ils ne peuvent donc guère payer les loyers demandés et il en est de même, à fortiori, pour les ouvriers non qualifiés. Aussi des études sont-elles faites en vue de diminuer le coût de la construction par la production en grande série de ses éléments et aussi par la réduction du nombre et de la grandeur des pièces, des logements petits mais répondant aux lois de l'hygiène sont encore de beaucoup préférables aux taudis que sont obligés d'habiter beaucoup de jeunes ménages d'ouvriers.

Le fonctionnement des caisses d'assurances contre la maladie en Allemagne en 1927. — Des statistiques provisoires qui viennent d'être publiées nous extrayons les renseignements suivants :

En 1926, le nombre des caisses d'assurances ayant fonctionné était de 7535, contre 7667 l'année précédente; il comprend 2161 caisses locales, 432 caisses rurales, 4142 caisses d'entreprises, 782 caisses de corps de métiers et 18 caisses de mineurs. Le nombre total des assurés à ces caisses dépassait un peu 19 millions, dont plus de 13 millions d'hommes et un peu moins de 6 millions de femmes; plus des deux tiers des assurés sont inscrits dans les caisses locales, un sixième dans les caisses d'entreprises, un huitième dans les caisses rurales, les caisses de mineurs ne comprenant que 754000 cotisants et celles de métiers que 454000.

L'état sanitaire a été plus satisfaisant en 1926 que l'année précédente : 8824000 cas de maladie contre 9978000, soit 1 cas pour 2,2 membres contre 1,9; 230489000 jours de maladie au lieu de 245833000, soit, par membre, 12 au lieu de 12,9 jours; la durée de chaque cas de maladie a toutefois augmenté : 26,1 jours en 1926 contre 24,6 en 1925.

Les recettes de 1926, supérieures de 92 millions de marks à celles de 1925, ont atteint 1459,3 millions (soit environ 8,7 milliards de francs), dont 1423,5 millions de marks provenant de cotisations, 14 des intérêts des capitaux. La cotisation moyenne par membre s'est élevée à 74 marks, soit environ 450 fr.

Les dépenses, malgré la diminution des cas de maladie, ont également augmenté : elles ont atteint 1324,7 millions de marks, dont 1133 millions pour les secours de maladie proprement dits, 63,5 pour les secours de maternité (non compris la subvention de 23,6 millions accordée par le Reich), 6,2 pour l'hygiène générale, 15,4 pour les indemnités funéraires et 91,9 millions pour les frais d'administration.

Les 1133 millions de marks dépensés pour les secours de maladie comprennent 433,2 millions pour les indemnités journalières, 268,6 pour les soins médicaux, 50,4 pour les soins dentaires, 154,8 pour les médicaments, 188,6 pour frais d'hospitalisation, 6,3 pour assistance aux convalescents.

Il est à remarquer que les dépenses ont été inférieures aux recettes; il en a été de même en 1925. Ces excédents de recettes ont permis aux caisses d'assurances de reconstituer leur patrimoine qui avait été très diminué par l'inflation. Leur actif s'élevait à 499,4 millions de marks en 1926 contre 372,6 en 1925.

Ajoutons, pour comparaison, qu'en 1914 les recettes étaient de 595,3 millions de marks, les dépenses de 502,5 millions et l'actif des caisses de 385 millions. L'actif a donc augmenté de 114 millions soit d'environ 19 pour 100 : quant aux dépenses, elles ont augmenté de 822 millions de marks, soit de 165 pour 100.

Enseignement. — Cours pratique de Télégraphie sans fil, en vue de la préparation militaire. — Les jeunes gens désirant être incorporés comme radiotélégraphistes dans les bataillons du Génie ou dans la Marine nationale peuvent se faire inscrire jusqu'au lundi 19 décembre inclus, 57, rue de Vanves, Paris (14e), où des cours gratuits de lecture au son et de transmission commenceront le lundi 2 janvier 1928.

Sociétés, Groupements. — Association des anciens Elèves de l'Institut électrotechnique de Grenoble (La Houille blanche). — Le Groupement parisien de l'Association des anciens Elèves de l'Institut électrotechnique de Grenoble a donné samedi dernier 26 novembre 1927 sa soirée annuelle.

Ainsi que nous l'avions annoncé, le programme comportait une représentation artistique. De même que pour l'an passé, M. Jean Hély, président de l'Association, avait bien voulu faire revivre quelques scènes de la vie d'étudiants dans une très spirituelle revue, toute d'actualité, « La Houille blanche à Paris ».

La fête se continua par un bal, au cours duquel un cotillon très animé contribua à la réussite de cette charmante soirée.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

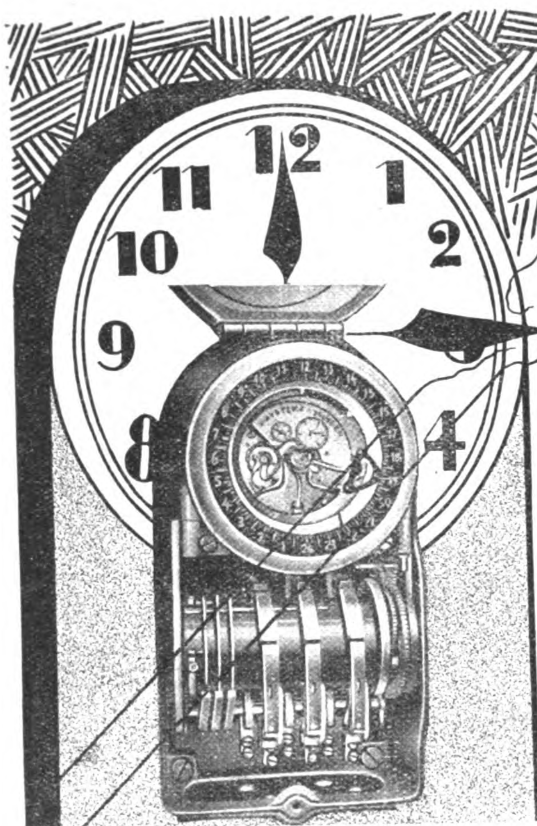
Constitution. — Etablissements Cazelle. — Cette société anonyme, actuellement en formation, aura pour objet l'industrie et le commerce de tout ce qui concerne l'électricité et la mécanique dans toutes leurs applications; l'étude et la construction d'usines génératrices et de réseaux électriques; la recherche, l'obtention et l'exploitation de tous privilèges, monopoles ou concessions, concernant la distribution de l'énergie électrique.

Le siège social sera établi à Toulouse, 48, rue Bayard. Le capital sera fixé à 2 millions de francs en actions de 500 fr, sur lesquelles 2000 seront attribuées en rémunération à l'apporteur-fondateur, M. Louis Cazelle, 48, rue Bayard, à Toulouse, qui recevra, en outre, 200 des 400 parts de fondateur qui seront créées.

Société d'Applications des Méthodes modernes d'Eclairage électrique. — Récemment constituée, cette société anonyme a pour objet la fabrication et la vente de tous appareils d'éclairage électrique ou autres. Le siège est à Châtillon-sur-Saône (Vosges), avec service commercial, à Paris, 97, rue Compans. Le capital est de 625000 fr, en actions de 2500 fr, sur lesquelles 60 ont été allouées à M. Louis-Charles Lemaire, industriel à Fontenay-le-Château (Vosges). Il a été créé, en outre, 460 parts de fondateur.

Société d'Etude et de Construction de Centrales électriques (E. C. C. E.). — Nouvellement constituée, cette société anonyme a pour objet l'étude, la construction, l'installation et l'entreprise de toutes stations centrales, usines et établissements quelconques destinés à la production de l'énergie électrique sous toutes ses formes et à la distribution de cette énergie. Le siège est à Paris, 57, rue Pierre-Charron. Le capital est de 625000 fr, en actions de 500 fr, toutes souscrites en numéraire; il pourra être porté à 2500000 fr.

Augmentation de capital. — Société électrique de l'Ouest de la Creuse. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 28 novembre 1927, page 1070, cette société, dont le siège est à Bénévent-l'Abbaye (Creuse), va procéder à l'émission de 600 actions


12
11
1
10
2
9
8
4

nouvelles de 250 fr chacune, avec faculté pour le conseil de limiter cette augmentation au montant des souscriptions recueillies, s'il est reconnu suffisant pour les travaux à exécuter.

Ces actions, émises en espèces et au pair, seront de même rang que les anciennes et seront payables un quart en souscrivant et le surplus au fur et à mesure des appels du conseil. Elles participeront aux bénéfices, dans la proportion du montant dont les actions seront libérées, à compter du jour de la réalisation de l'augmentation de capital par l'assemblée générale, qui se réunira à cet effet.

Compagnie nouvelle d'Eclairage et de Chauffage par le Gaz et l'Electricité. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 21 novembre 1927, page 1053, cette société, dont le siège est à Bordeaux, 50, cours Georges-Clemenceau, va procéder à l'émission, au fur et à mesure des besoins de la société, de 3000 obligations de 500 fr chacune, remboursables au pair en 30 ans à partir du 1er mai 1930 par voie de tirage au sort, avec faculté d'anticiper l'époque des tirages, d'augmenter le nombre d'obligations à amortir ou de suppléer pour tout ou partie au tirage au sort, par voie de rachat d'obligations au-dessous du pair.

Ces obligations porteront un intérêt annuel de 6 pour 100 net d'impôts, à l'exception de la taxe de transmission

Forces motrices de la Truyère. — Une assemblée extraordinaire, tenue le 14 novembre 1927, a décidé d'augmenter le capital de 25 millions de francs par l'émission, au pair, de 500000 actions nouvelles d'une valeur nominale de 500 fr à souscrire et à libérer en numéraire.

Ces actions obligatoirement nominatives seront dénommées actions B pour les distinguer des 40000 actions actuelles qui seront dénommées actions A.

Les actions B auront droit par préférence, avant toute répartition aux actions A, à un premier dividende, non cumulatif, de 6 pour 100 des sommes dont elles seront libérées et non amorties.

Par contre, le droit de vote attaché aux actions A sera dans les assemblées générales, tant ordinaires qu'extraordinaires, égal à dix fois celui attaché aux actions B.

L'assemblée sous la condition suspensive de la réalisation définitive de l'augmentation de capital et du consentement unanime des attributaires et souscripteurs des 30 000 actions composant le capital originaire de la société, a décidé de supprimer purement et simplement le droit préférentiel qui avait été réservé à ces attributaires et souscripteurs, aux termes de l'article 7 des statuts pour la souscription de la moitié du nombre des actions représentant chaque augmentation de capital à réaliser ultérieurement par la création d'actions à souscrire en espèces.

Compagnie française des Cables télégraphiques. — Une assemblée extraordinaire, tenue récemment, a décidé d'augmenter le capital social de 3 millions de francs et de le porter ainsi à 27 millions par la création de 12 000 actions nouvelles, à droit de vote plural, de 250 fr, dites actions A, les actions actuellement existantes devenant des actions B.

Les statuts ont été modifiés en conséquence.

Compagnie d'Electricité de l'Afrique du Nord. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 28 novembre 1927, page 1071, cette société dont le siège est à Alger, 4, boulevard de la République, va procéder à l'émission de 10 000 actions de 100 fr, à souscrire en espèces, afin de porter le capital de 2 à 3 millions de francs.

Tramways de Mulhouse. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 28 novembre 1927, page 1039, cette société dont le siège est à Mulhouse, 2, rue de Metz, va procéder à l'émission de 7000 obligations de 500 fr, formant un emprunt d'un montant nominal de 3500000 fr; ces obligations rapportant un intérêt de 6,5 pour 100, payable par semestre, net d'impôts, à l'exception de la taxe de transmission sur les titres au porteur.

Les 7000 obligations seront remboursables au pair de 500 fr à partir de la huitième année, par tirage au sort de 35 tranches annuelles de 200 obligations, soit de 100000 fr. Le premier remboursement de 100000 fr sera effectué le 31 décembre 1935 et le dernier le 31 décembre 1969.

Eclairage et Tramways électriques de Beyrouth. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 28 novembre 1927, page 1087, cette société dont le siège est à Paris, 7, boulevard de la Madeleine, va procéder à l'échange de quatre actions ordinaires contre trois actions de priorité, afin de réduire le capital de 16 à 15 millions de francs.

Il sera ensuite effectué une augmentation de capital, par l'émission de 30000 actions de priorité nouvelles de 500 fr chacune, ce qui le portera à 30 millions de francs.

Divers. — **Etablissements Paz et Silva.** — Les comptes de l'exercice 1926-1927 qui seront soumis à l'assemblée ordinaire du 9 décembre 1927 se soldent par un bénéfice net de 2 161 508,75 fr, contre 934 366 fr. Le conseil proposera de porter le dividende de 9 à 10 fr par action et d'affecter, après cette répartition, une somme de 1 million 191 986,64 fr à la réserve extraordinaire.

La Soudure autogène française. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldant par un bénéfice net de 1 million 439 463 fr. Le dividende brut a été fixé à 15 fr par action, payable à partir du 15 décembre 1927 à raison de 12,30 fr net au nominatif et 11,27 fr net au porteur pour les actions A et et de 12, 0 fr net au nominatif et 11,31 fr au porteur pour les actions B.

Une somme de 9 866 fr a été reportée à nouveau.

Compagnie parisienne de l'Air comprimé, Force motrice, Eclairage électrique. — Les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldent par un bénéfice d'exploitation de 2 millions 859 30 fr contre 3015 598 fr en 1925-1926, auquel viennent s'ajouter le produit du compte spécial, 1847 430 fr et les intérêts du portefeuille, 3 487 531 fr.

Déduction faite des frais généraux et des amortissements, le bénéfice net ressort à 7950 666 fr contre 7085 250 fr.

Le conseil proposera vraisemblablement le maintien du dividende à 135 fr par action

L'Energie industrielle. — Une assemblée extraordinaire, tenue le 25 novembre 1927, a approuvé l'apport fait à la société par la Société de Production et de Distribution d'Energie de son réseau de gaz et d'électricité de Langres, ainsi que l'apport fait par l'Energie électrique du Massif central d'un réseau d'électricité situé dans la commune du Mont-Dore, et comprenant l'usine de Compissade et le lac de Guery. Un commissaire aux apports a été nommé.

D'autre part, elle a autorisé le conseil à faire apport à la Société hydroélectrique d'Auvergne du réseau d'électricité de Saint-Nectaire.

Compagnie électrique de la Loire et du Centre. — L'assemblée ordinaire, tenue le 25 novembre 1927, a approuvé

les comptes de l'exercice 1926-1927, se soldant par un bénéfice net de 8 813 032 fr, auquel vient s'ajouter le report des exercices antérieurs, soit 95 979 fr. Le dividende a été fixé à 20 fr par action.

Société d'Applications industrielles. — L'assemblée ordinaire, tenue le 25 novembre 1927, a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927, se soldant par un bénéfice net de 6 102 269 fr, auquel vient s'ajouter le report des exercices antérieurs, soit 541 001 fr.

Le dividende a été fixé à 14 fr brut, soit net 13,65 fr par action nominative et 12,45 fr par action au porteur. Une somme de 1 300 000 fr a été affectée à la réserve extraordinaire et une somme de 408 441 fr reportée à nouveau.

Electricité et Gaz du Nord. — Les comptes de l'exercice 1926-1927, qui seront soumis à l'assemblée ordinaire du 5 décembre 1927, font ressortir un bénéfice brut de 32 955 567,82 fr contre 22 189 202,34 fr en 1925-1926.

Déduction faite des frais généraux, impôts et charges diverses et après affectation de 5 millions de francs au fonds d'amortissement, de 2 500 000 fr au fonds de renouvellement du matériel et de 6 millions de francs à la réserve pour éventualités, le solde créditeur ressort à 15 258 821,57 fr contre 13 655 762,24 fr.

Le conseil proposera de porter le dividende de 25 à 27,50 fr par action et de 257,14 fr à 300 fr par part.

Société électrique du Nord-Ouest. — L'assemblée ordinaire, tenue le 16 novembre 1927, a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldant, après amortissements, par un bénéfice net de 4 926 978 fr. Le dividende a été fixé à 37,50 fr brut par action.

Société de Paris et du Rhône. — L'assemblée ordinaire, tenue le 25 novembre 1927, a approuvé les comptes de l'exercice écoulé se soldant par un bénéfice de 1 948 267,88 fr. Les amortissements étant de 1 030 921,34 fr, le bénéfice net ressort à 917 346,54 fr. Le report antérieur étant de 72 888,15 fr, le solde disponible est de 990 234,69 fr.

Le dividende a été fixé à 8 fr brut par action, soit 6,56 fr net au nominatif et 4,85 fr net au porteur. Un solde de 113 219,44 fr sera reporté à nouveau.

Le rapport du conseil signale que malgré les charges fiscales qui se sont élevées à 817 955,36 fr, le compte de profits et pertes fait apparaître un excédent créditeur intéressant. Au cours de cet exercice la société a maintenu l'avance acquise dans la technique et la construction des équipements électriques d'automobiles. Elle a enregistré dans cette branche un accroissement continu du nombre de ses clients. Elle a, en outre, mis au point un nouveau dispositif d'allumage pour moteurs dont les essais ont été satisfaisants et qu'elle a mis en fabrication dans ses usines.

En ce qui concerne la branche électricité générale, la société a poursuivi notamment la fabrication des dépoussiéreuses « Aspiron », dont la vente a été active en France et à l'étranger. La société signale la mise en construction d'un type d'aspirateur de poussières pour usages industriels.

Société des Forces motrices de la Loue. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldant par un bénéfice net de 25 790 fr, qui a été reporté à nouveau.

Compagnie des Eaux et d'Electricité de l'Indo-Chine. — Les comptes de l'exercice 1926-1927, qui seront soumis à l'assemblée ordinaire du 7 décembre 1927, se soldent par un bénéfice de 10 424 324 fr, contre 9 115 639 fr en 1925-1926.

Le conseil proposera de fixer le dividende à 200 fr par action de capital, égal au précédent, et 175 fr. par action de jouissance. Il proposera également d'affecter 2 247 500 fr au fonds de prévoyance et 1 500 000 fr à l'amortissement du capital.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

630 953. — Société dite : Omega Radio Gesellschaft m. b. h., Ecouteur de casque radiophonique, 16 mars 1927.

630 959. — Ricketts (W.-J.), Paddle (L.-H.); Perfectionnements aux appareils électromagnétiques appropriés en vue de leur emploi conjointement avec des gramophones et des appareils téléphoniques, 16 mars 1927.

630 962. — Gras (P.); Borne pour accumulateur électrique protégeant les connexions contre l'attaque par l'électrolyte, 16 mars 1927.

630 977. — Société dite : Siemens Schuckert Werke g. m. b. h. : Procédé de fabrication de conducteurs téléphoniques à inductivité augmentée, 14 mars 1927.

631 988. — Carré (R.-G.-V.); Perfectionnements dans les montages d'appareils de réception de télégraphie sans fil, 14 mars 1927.

630 992. — Bralerét (J.-A.); Perfectionnements aux condensateurs variables du type « à vernier » plus particulièrement utilisés en télégraphie et en téléphonie sans fil, 14 mars 1927.

631 016. — Gore (R.-E.); Générateur électrique ou pile à gaz perfectionné, 17 mars 1927.

631 055*. — Belin (E.); Perfectionnements aux transmissions des phénomènes de photosensibilité, 11 juin 1926.

631 056*. — Société de Paris et du Rhone; Procédé pour transformer dans les machines électriques les encoches ouvertes en encoches semi-fermées après bobinage, 11 juin 1926.

631 057*. — Delamarre (P.-R.-V.); Perfectionnements aux lampes de télégraphie sans fil, 11 juin 1926.

631 061*. — Société alsacienne de Constructions mécaniques a Mulhouse; Nouvelle machine automatique à souder par arc électrique, 12 juin 1926.

631 066*. — Société anonyme dite : Etablissements B. R. C.; Perfectionnements aux dispositifs régulateurs pour dynamos de véhicules, 12 juin 1926.

631 080. — Société dite : The C.-L.-I. Manufacturing Co Ltd; Perfectionnements dans les interrupteurs automatiques électriques, 17 mars 1927.

631 086. — Betz (P.); Machine pour la fabrication de tubes isolants électriques, 17 mars 1927.

631 099. — Société dite : Etablissements Merlin et Gérin (Société anonyme); Disjoncteur dans l'huile pour grandes puissances, 18 mars 1927.

631 107. — Klein (E.-X.); Perfectionnements aux dispositifs permettant d'emprunter l'énergie électrique aux réseaux industriels de distribution pour alimenter des installations d'une façon régulière et continue, 18 mars 1927.

631 126. — Barosso (L.); Accumulateur électrique, 18 mars 1927.

631 138. — Pechkranz (P.); Elément d'électrolyseur du type filtre-presse, 18 mars 1927.

631 152. — Nikitine (E.); Appareil télégraphique, 19 mars 1927.

631 166. — Société dite : Associated Telephone and Telegraph Co; Perfectionnements aux systèmes téléphoniques, 19 mars 1927.

32 532/611 360. — Société dite : Etablissements Proux; 1er cert. d'add. au brevet pris le 18 février 1926, pour dispositif avertisseur permettant la suppression des risques d'avarie dans les moteurs asynchrones triphasés, 12 novembre 1926.

32 534/605 005. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie ; 1er cert. d'add. au brevet pris le 24 octobre 1925, pour dispositif pour la mise hors circuit sélective d'un redresseur en cas de retour d'allumage à l'intérieur de ce redresseur, 13 novembre 1926.

32 536/607 258. — Société dite : SOCIÉTÉ ANONYME DU MATÉRIEL SIMPLIC; 1er cert. d'add. au brevet pris le 3 décembre 1925, pour borne de raccordement à cavalier de liaison, 16 novembre 1926.

32 537/6 0 230. — POULAIN (A.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 12 août 1926, pour disjoncteur de surintensité, 16 novembre 1926.

32 540/623 676. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ ; 1er cert. d'add. au brevet pris le 26 octobre 1926, pour perfectionnements aux systèmes d'émission de courants de signalisation sur les lignes de transport d'énergie, 17 novembre 1926.

32 547/617 763. — Société dite : COMPAGNIE PARISIENNE DE DISTRIBUTION D'ELECTRICITÉ; 1er cert. d'add. au brevet pris le 18 juin 1926, pour appareil pour la vérification des compteurs d'énergie électrique à courant alternatif, 19 novembre 1926.

32 562/613 664. — MARCELIN (A.-J.) et ANCIENS ETABLISSEMENTS BARBIER, BÉNARD ET TURENNE; 1er cert. d'add. au brevet pris le 29 mars 1926, pour dispositif de transmission de grandeurs à distance, 22 novembre 1926.

REUNIONS, CONFÉRENCES, etc

Association amicale des anciens Elèves de l'Ecole d'Electricité industrielle de Paris (Ecole Charliat) :

Mardi 6 décembre 1927, à 20 h 45, Café Biard, 3, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris (salle du 1er étage). — Réunion mensuelle.

Association des anciens Elèves de l'Ecole spéciale de Mécanique et d'Electricité :

Vendredi 9 décembre 1927, 21 heures, Café Biard, 2, rue d'Amsterdam, à Paris. — Réunion mensuelle.

COURS DE LA LIVRE STERLING ET DU DOLLAR

en novembre 1927

DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR	DATE	LIVRE	DOLLAR
	francs	francs		francs	francs		francs	francs		francs	francs
2	124,0725	25,485	9	124,045	25,46	18	124,0275	25,4425	25	124,0375	25,4275
3	124,0375	25,48	10	124,0475	25,465	19	124,0325	25,44125	26	124,0425	25,4175
4	124,0325	25,47125	14	124,0675	25,45625	21	124,035	25,44	28	124,025	25,42
5	124,0325	25,4725	15	124,055	25,4525	22	124,0375	25,4325	29	124,0225	25,41875
7	124,0325	25,47125	16	124,03	25,44875	23	124,045	25,43875	30	124,0225	25,42375
8	124,0525	25,47375	17	124,03	25,435	24	124,0375	25,435			

EXTRAITS DE LA SÉRIE DES PRIX

DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DES ARCHITECTES

Communiqués par le Syndicat général de la Construction électrique.

Coefficients à appliquer sur les prix de la série du 15 octobre 1924 pour les travaux exécutés à partir du :	1er janvier 1926		1er avril 1926		15 mai 1926		1er août 1926	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Conducteurs électriques : Fils et câbles sous plomb :								
Lumière : 3e et 6e colonnes des nos 58 à 98 et 111 à 121	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Sonnerie : nos 27(1) à 27(11) et 29(1) à 29(11)	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Conducteurs électriques : Fils et câbles autres que sous plomb :								
Lumière et sonnerie	1,38	1,46			1,50	1,60	1,66	1,79
Coefficient s'appliquant à l'ensemble des autres articles de la série.	1,28	1,27	1,23	1,30	1,25	1,33	1,33	1,42
Ouvrages ne comportant que de la main-d'œuvre	1,19	1,26			1,37	1,35	1,27	1,35

Coefficients à appliquer sur les prix de la série 1926 pour les travaux executés à partir du :	15 oct. 1926	1er nov. 1926	1er déc. 1926	1er janv. 1927	1er fév. 1927	1er mars 1927
Conducteurs électriques autres que sous plomb	1,10	1,02	1,02	1,02	0,85	0,79
Id. sous plomb :						
Lumière : nos 68 à 108 et 122 à 132 (3e et 6e colonnes)	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Sonnerie : nos 29 et 30	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Appareillage :						
Gros appareillage : nos 180 à 201 et 377 à 430	1,27	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
Appareillage de branchement : nos 202 à 212 et 320 à 323	1,31	1,41	1,41	1,34	1,26	1,26
Autres articles de la série	1,21	1,23	1,20	1,20	1,15	1,15
Articles ne comportant que de la main-d'œuvre	1,07	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17

Prix de l'heure à partir du :	1er janvier 1926		15 mai 1926			1er novembre 1926	
	élémentaires	de règlement	élémentaires	de règlement (1)	de règlement (2)	élémentaires	de règlement
Heure d'ouvrier téléphoniste, monteur et ajusteur	4 fr	5,90 fr	4,25 fr	6,25 fr	6,60 fr	4,75 fr	7,40 fr
Id d'ouvrier électricien poseur	3,75	5,50	4	5,90	6,25	4,25	6,60
Id d'aide électricien poseur	3,25	4,80	3,50	5,15	5,45	3,75	5,85

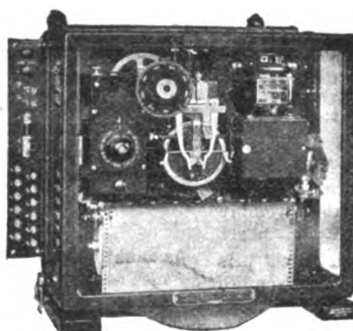
(1) Les coefficients de la colonne (1) s'appliquent aux travaux traités avant le 1er janvier 1926.
(2) Les coefficients de la colonne (2) s'appliquent aux travaux traités après le 1er janvier 1926.

LABORATOIRE

(Intruments étalons)

Pile " WESTON ", Résistance, Inductance et Capacité :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres, Microfaradmètres, Mégohmvoltmètres, Pyromillivoltmètres, Galvanomètres, Potentiomètres, Transformateurs, Instruments pour mesures sous haute fréquence et pour mesures d'électrolyse.

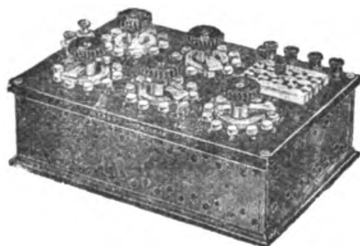


Pyromètre-potentiomètre enregistreur
" LEEDS et NORTHRUP "

CONTROLE

(Instruments de haute précision) :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres (mono et polyphasés et pour bas facteur de puissance), Fréquencemètres Phasemètres, Ponts de self inductance et de capacité, Ponts de résistance (Wheatstone, Thomson, Kelvin et Kohlrausch), Boites de résistance, Inductomètres et Condensateurs, Transformateurs.



Pont de Wheatstone
" LEEDS et NORTHRUP "

INDUSTRIE

(Instruments de mesures portatifs et de tableau)

Fluxmètre, Perméamètre, Luxmètre, Salinomètre, Acidimètre, Photomètre, Interférencemètre, Oscillateur, Générateur de haute fréquence.



P. tentiomètre à lecture directe en PH
" LEEDS et NORTHRUP "

EQUIPEMENTS

pour la mesure de la conductibilité des Électrolytes, les essais magnétiques, la mesure de la résistance électrique des huiles, les essais des transformateurs, la recherche des défauts dans les câbles et la mesure des résistances d'isolement, la mesure du Ph, les essais à sec des câbles, l'étalonnage des couples thermo-électriques, le contrôle automatique de la combustion, l'enregistrement de la lumière du jour.



Étalon " WESTON "
modèle 1

ENREGISTREURS

de mesures électriques, de CO et de CO^2, de pression et de vide, de température, de la hauteur des liquides, du niveau de l'eau, des chaudières, d'humidité, de mouvement et de temps, d'indication de mesures à longue distance.



Wattmètre polyphasé
" WESTON " modèle 329

MESURE DES TEMPÉRATURES

Pyromètres-potentiomètres indicateurs, (portatifs et de tableau) et enregistreurs jusqu'à 16 directions, Pyromètres à résistances, Pyromètres optiques, Pyromètre pour la mesure des températures des gaz, de l'échauffement des machines électriques, des transformateurs et des câbles.



Transformateur

FOURS ÉLECTRIQUES

(Fonte de métaux, Trempe, Cémentation, Revenu).

AUTRES APPAREILS

Transformateurs, Compte-tours, Tachymètres, Ohmmètres, Pont pour la mesure des terres, Compteurs électrolytiques.



Essayeur d'isolement
à magnéto

Adresse télégraphique :
MECIVOCEM

M.E.C.I.

Téléphone : **PROVENCE**
24-01 — 24-02

2, rue du Faubourg Poissonnière, PARIS (Xe)

RÉPARATION DE TOUS INSTRUMENTS DE MESURES ÉLECTRIQUES

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 19 nov. 1927	PRIX samedi 26 nov. 1927	PRIX différence
Aciers profilés (1)				
Poutrelles I ordinaires, PN	100 kg	72 fr	72 fr	0
Id U id	100 kg	77	77	0
Cornières	100 kg	75	75	0
Larges plats	100 kg	93	93	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris (2)	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	18 3/8 d	20 d	+ 1 5/8 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	652	651	— 0
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	833	838,50	+ 5,50 fr
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	840,50	846	+ 5,50
Cuivre rouge en fils de 3 mm, liv. Paris (octroi en plus) (3)	100 kg	1 194	1 199	+ 5
Cuivre rouge en planches, liv. Paris (octroi en plus) (3)	100 kg	1 283	1 288	+ 5
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 416	1 421	+ 5
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 766	6 771	+ 5
Ébonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris (3)	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	661	661	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 102	2 102	0
Étain Banka, liv. Havre ou Paris (2)	100 kg	3 580	3 620	+ 40
Fonte phosphoreuse de moulage, n° 3 P. L., parité Longwy (4)	tonne	420	420	0
Fonte hématite de moulage (4), zone 1 (Lyon)	tonne	585	585	0
Id zone 2 (Montluçon)	tonne	600	600	0
Id zone 8 (Nancy)	tonne	575	575	0
Id zone 10 (Lille)	tonne	555	555	0
Id zone 13 (Paris)	tonne	590	590	0
Huile pour interrupteurs (3), n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
{ pour basse tension	100 kg	260	260	0
Huile pour transformateurs, wagon départ Paris (3) :				
qualité supérieure	100 kg	536	536	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
Laiton en fils, liv. Paris (3) (octroi en plus)	100 kg	1 175	1 180	+ 5
Laiton en planches, première qualité, liv. Paris (3) (octroi en plus)	100 kg	1 030	1 035	+ 5
Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris (3)	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
Noir de fumée, liv. Paris (3)	100 kg	275	275	0
Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm (3) { épaisseur 7/100 mm	le mètre linéaire	7	7	0
{ Id 10/100 mm		8	8	0
Plomb de provenances diverses, marq. ord., liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	303	308	+ 5
Résine synthétique (par 500 kg), wagon départ, (3)				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	320	315	— 5
Tôle magnétique extra-sup. 4 10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail (3)	1 m²	18	18	0
Verre à vitres, mesures courantes (en caisses de 40 feuilles d'une seule mesure (3)		200	200	0
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris (2)	100 kg	376	378	+ 2
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

(1) Prix pratiques sur la place de Paris pour des commandes importantes

(2) Cote officielle hebdomadaire établie par les courtiers assermentés du Tribunal de Commerce de la Seine.

(3) Cours commerciaux approximatifs par quantités courantes, donnés seulement à titre d'indication.

(4) Prix fixés par l'O. S. P. M.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 19 nov. 1927	samedi 26 nov. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	167	167	0

BULLETIN R. G. E.

MACHINES et APPAREILS

Plafond suspendu pour fours et foyers, système A. de Saint-Edme Borne Bonnet. — On sait combien sont longues et coûteuses les réparations qu'il convient d'effectuer dans les fours industriels. Il existe pourtant un moyen simple de les réduire, en utilisant des fours spéciaux à couvertures plates, dits fours à plafond suspendu. En fait la voûte est remplacée par un plafond plat constitué par un grand nombre de briques spéciales accrochées à des armatures convenables. Ce système a déjà fait ses preuves aux Etats-Unis, où l'on a apprécié autant la suppression des efforts horizontaux de dilatation que la possibilité d'augmenter, suivant les besoins la largeur du four. En outre, cette disposition permet de réduire l'épaisseur des murs et d'obtenir sans peine les profils de couverture les plus variés.

Le type de plafond suspendu « Astuce » étudié par M. Borne Bonnet, est particulièrement susceptible de s'adapter à ce genre de four, comme le montre la figure 1. L'unique élément de ce plafond est une brique trapézoïdale suspendue par une pince en tôle pliée, soutenue par un anneau brisé en fer rond. Cet anneau s'accroche sur des entretoises armées d'un tube-fourreau ou sur une simple tringle entre les poutrelles de support tendues entre les murs latéraux. Les avantages de l'emploi de telles briques apparaissent tout de suite. En premier lieu, on n'a plus rien à craindre de la dilatation du plafond, qui s'opère librement en tous sens, puisque le plafond se trouve ainsi être articulé en longueur comme en largeur. En second lieu, la forme et la fixation des briques rendent les réparations très faciles et rapides. Il n'y a aucune précaution particulière à prendre, si ce n'est, dans les parties convexes de petit rayon, de désaxer les pinces des briques et de les disposer en quinconce.

Les briques « astuce » sont généralement en matière réfractaire cuite. Mais, pour économiser la substance réfractaire d'un coût élevé, on peut les mouler en béton de ciment artificiel et de terre cuite et revêtir seulement la partie inférieure d'un chapeau en matière réfractaire, rapporté au moyen d'un assemblage à queue d'aronde. On emploiera à cet effet l'argile, la silice, la bauxite, le carborundum, la zircone, l'alundon ou toute autre substance analogue. Après usure, il suffit de remplacer le chapeau réfractaire.

Notons que la forme en coin des joints entre les briques empêche qu'ils puissent se vider en service. On obtient

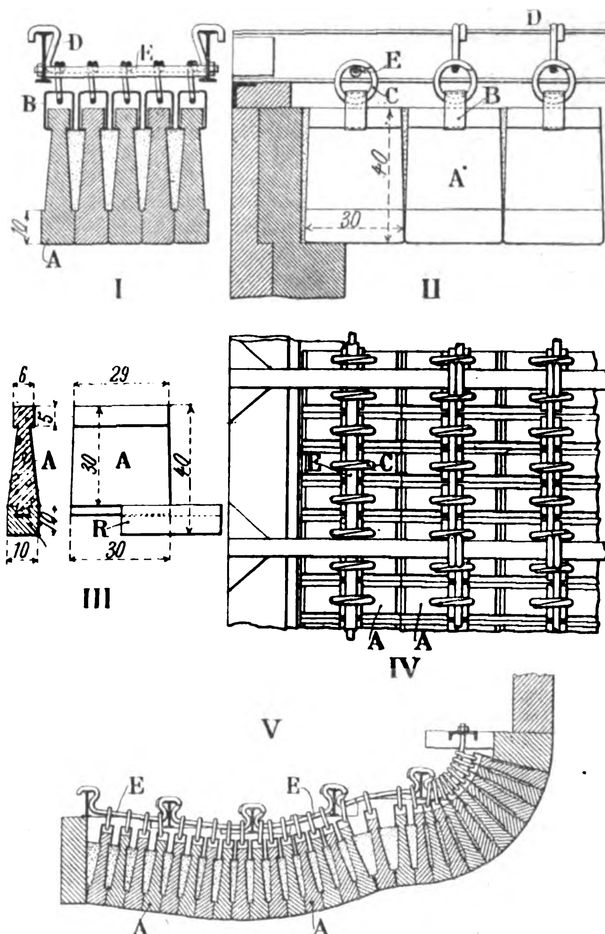


Fig. 1. — Détail et ensemble du plafond suspendu pour fours de M. Borne Bonnet. — I et II. Coupe longitudinale et coupe transversale du plafond : A, brique ; B, pince en tôle pliée ; C, anneau fendu ; D, tringle ; E, entretoise. — III. Détail du revêtement réfractaire R de la brique. — IV. Vue en plan du plafond. — V. Coupe longitudinale d'un plafond sinueux.

ainsi le maximum de sécurité et la surveillance du four est extrêmement réduite.

NOUVELLES et ÉCHOS

La XXXI° session du Conseil supérieur du Travail. — Cette session s'est tenue du lundi 21 novembre au vendredi 25 novembre 1927; elle a été ouverte par le ministre du Travail, M. André Fallières.

D'après les comptes rendus sommaires des séances qui ont été publiés dans les numéros du « Journal officiel » des 22 ou 26 novembre, aux pages 11 916-11 918, 11 943, 11 977, 12 004 et 12 031-12 032, les questions examinées et les résolutions adoptées sont les suivantes :

Contrôle de la législation du travail. — En ce qui concerne les inspecteurs du travail, le Conseil a adopté à l'unanimité les deux vœux qui suivent :

Que le nombre des inspecteurs du travail soit augmenté;

Que l'administration prenne les dispositions qui lui apparaîtront les meilleures pour que les inspecteurs du travail soient déchargés des travaux de bureau, de telle façon qu'ils puissent consacrer plus de temps à l'accomplissement de leur mission essentielle d'inspection.

Par 33 voix, dont 30 des délégués ouvriers, contre 25, dont 23 des délégués patronaux, sur 58 votants, il a adopté le vœu suivant :

Qu'il soit créé auprès du service de l'inspection des assistants à compétence limitée, recrutés par un concours adéquat, agissant sous la direction et la responsabilité des inspecteurs du travail.

A main levée, il a adopté dans sa séance du 22 novembre le vœu suivant :

Qu'il soit institué, dans les industries dangereuses ou insalubres, un registre où les ouvriers pourront consigner leurs observations sur l'application des dispositions légales et réglementaires concernant l'hygiène et la sécurité du travail.

Institution de délégués ouvriers a l'hygiène et a la sécurité dans certaines industries. — Dans sa séance du 24 novembre, le Conseil a adopté le vœu qui suit, par 35 voix (31 ouvriers) contre 26 (23 patrons) :

Le Conseil supérieur du Travail émet le vœu que des délégués ouvriers à l'hygiène et à la sécurité soient institués dans les industries dangereuses ou insalubres.

Dans sa cinquième et dernière séance, celle du vendredi 25 novembre, le Conseil a examiné les modalités d'application de l'institution de délégués ouvriers dans les industries dangereuses ou insalubres. Voici les vœux adoptés :

1. La désignation des industries où seront institués des délégués sera faite par un règlement d'administration publique, après consultation du Comité consultatif des Arts et Manufactures, de la Commission supérieure du Travail dans l'Industrie et des organisations professionnelles intéressées.

2. L'action des délégués devra s'étendre à tous les établissements des industries désignées, quelle que soit l'importance du personnel employé.

3. Les délégués devront être désignés par industrie et non par groupe d'industries. Un règlement d'administration publique fixera la circonscription dans laquelle chaque délégué aura à remplir ses fonctions. Il sera tenu compte dans cette fixation de la situation particulière de chaque industrie.

4. Il sera institué, auprès de chaque délégué, un suppléant chargé de remplacer le délégué titulaire en cas d'empêchement de celui-ci.

5. Les délégués pourront effectuer autant de visites qu'il le jugeront utile pour remplir leur mission.

6. Les délégués auront, en matière d'hygiène et de sécurité du travail, des pouvoirs analogues à ceux des délégués mineurs.

7. Pour la désignation de chaque délégué, le ministre du Travail demandera des propositions aux diverses organisations professionnelles ouvrières de l'industrie et de la circonscription envisagées.

8. Au cas où il n'existerait pas d'organisation professionnelle de l'industrie dans la circonscription, c'est aux fédérations nationales intéressées qu'il appartiendrait de désigner les candidats.

9. Le ministre choisira ensuite, parmi les candidatures qui lui seront soumises, celle qui lui paraîtra émaner de l'organisation la plus représentative.

La décision du ministre sera sans recours.

10. La durée du mandat de délégué sera de trois ans.

11. Les délégués devront avoir trente ans, travailler ou avoir travaillé dans l'industrie envisagée pendant dix ans, apprentissage compris, être Français, jouir de leurs droits politiques, savoir lire et écrire.

12. La rémunération des délégués devra être mise à la charge des exploitants et des compagnies d'assurance, chaque chef d'entreprise ayant à supporter une part proportionnelle au nombre des ouvriers employés par lui.

Ces divers vœux ont été adoptés par 25 à 29 voix (émanant de 24 à 29 délégués ouvriers) contre 16 à 21.

Interdiction du travail de nuit des femmes et des enfants. — Sur cette question, le compte rendu officiel de la séance du 25 novembre donne les renseignements suivants :

Le Conseil a adopté à l'unanimité le principe de l'interdiction du travail de nuit aux enfants de moins de dix-huit ans et aux femmes dans les professions commerciales et les entreprises de transport.

La possibilité d'accorder des dérogations permanentes et temporaires a été prévue, mais le Conseil a adopté une série de dispositions tendant à limiter et à conditionner l'octroi de ces dérogations.

Interdiction de l'emploi des femmes a certains travaux. — Le Conseil s'est prononcé à l'unanimité pour l'interdiction des femmes comme conductrices dans les tramways, autobus et autocars. Par 34 voix (29 ouvriers, 2 patrons, 3 autres membres), contre 20 (19 patrons, 1 autre membre), le Conseil a adopté, sur la proposition de M. Duval-Arnould, le principe de l'interdiction des femmes comme receveuses en cours de marche, dans les tramways et autobus.

Paiement du salaire aux employés empêchés d'accomplir leur service. — Enfin le Conseil a adopté par 30 voix (30 ouvriers) contre 20 (18 patrons et 2 autres membres) un vœu ayant pour but de conserver leur salaire pendant six semaines au plus aux employés du commerce et de l'industrie, qui se trouvent dans l'impossibilité de faire leur service par suite d'une cause indépendante de leur volonté et qui ne provient pas de leur faute.

Exportations et importations de matériel électrique de la Grande-Bretagne en septembre 1927. — Pendant le cours du mois de septembre 1927, les exportations de matériel électrique ont dépassé de 1 059 622 livres sterling la valeur des importations. Cette balance commerciale est sensiblement équivalente à celle que nous avons signalée dans notre « Bulletin R. G. E. » du 3 décembre 1927, p. 170 B, à propos des exportations et importations au cours du mois d'août 1927.

Par rapport au mois d'août, les exportations se sont

accrues pour une valeur de 62 182 livres sterling. Seule la rubrique des câbles télégraphiques et téléphoniques sous-marins est déficitaire pour une valeur de 24 857 livres sterling.

Par rapport à septembre 1926, il y a diminution des exportations, pour une valeur de 499 571 livres sterling.

Si l'on compare maintenant les exportations pour les neuf premiers mois des années 1926 et 1927, il y a augmentation, pour une valeur de 809 683 livres en 1927 par rapport à 1926.

Les importations sont en accroissement de 98 755 livres en septembre par rapport à août 1927 et de 119 028 livres par rapport à septembre 1926. La rubrique des machines électriques entre pour une grande proportion dans cet accroissement. Pour les neuf premiers mois, la valeur des importations en 1927 dépasse de 660 154 livres celle de 1926.

Les réexportations sont en augmentation pour une valeur de 7 686 livres en septembre 1927 par rapport à août et de 4 103 livres par rapport à septembre 1926. Pour les neuf premiers mois, il y a eu une diminution évaluée à 12 289 livres en 1927 par rapport à 1926.

Le tableau ci-dessous donne le détail, pour les diverses rubriques de marchandises, de la valeur des exportations, importations et réexportations, pendant le mois de septembre 1927 :

	EXPORTATIONS livres sterling	IMPORTATIONS livres sterling	RÉEXPORTATIONS livres sterling
1. Marchandises et appareils électriques non dénommés	191 980	106 552	4 436
2. Câbles et conducteurs isolés	289 195	71 040	602
3. Lampes à incandescence	32 406	46 697	563
4. Lampes à arc et accessoires	1 374	2 280	63
5. Piles et accumulateurs	125 007	94 429	236
6. Compteurs et instruments de mesure	27 362	24 480	740
7. Charbons	4 471	4 807	101
8. Machines électriques (non énumérées)	342 250	128 573	12 971
9. Moteurs de traction	32 716		
10. Autres moteurs et générateurs	205 274		
11. Tableaux de distribution	5 579		
12. Câbles et fils télégraphiques et téléphoniques	92 723	6 742	
13. Câbles télégraphiques et téléphoniques sous-marins	10 412	73	
14. Instruments et appareils télégraphiques et téléphoniques	223 874	39 328	5 095
Totaux	1 584 623	525 001	24 807

INFORMATIONS

Industrie électrique. — CONCESSION D'UN RÉSEAU DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE EN SERVICE PUBLIC DANS LES DÉPARTEMENTS DE LA CÔTE-D'OR ET DU JURA. — Le « Journal officiel » du 15 novembre 1927 publie, pages 11 658-11661, la convention en date du 1er septembre 1927 passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société dijonnaise d'Electricité, dont le siège est à Dijon, 14, rue Vauban, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour la distribution de l'énergie électrique :

1° Aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers ;

2° Aux services publics organisés en vue de l'alimentation en énergie des services publics énumérés au paragraphe précédent.

Au moyen d'ouvrages et de canalisations exécutés dans la zone s'étendant sur une partie des départements de la Côte-d'Or et du Jura.

La concession ne fait pas obstacle à ce que, dans la même zone, des permissions de voirie ou d'autres concessions soient accordées dans les conditions de la loi du 15 juin 1906.

L'énergie sera livrée sous forme de courant alternatif triphasé à haute tension. Elle proviendra, entre autres, des différentes sources suivantes :

Usine thermique de Dijon, appartenant au concessionnaire.

Usine thermique de la Société des Mines de Blanzy, reliée au réseau du concessionnaire par une ligne de distribution aux services publics concédés par l'Etat à la Compagnie électrique de la Grosne.

Usine hydraulique de la Société des Forces motrices de Pougny-Chancy, par l'intermédiaire de la Société bourguignonne de Transport d'Energie, concessionnaire d'une ligne de transmission d'énergie concédée par l'Etat et dont le poste de Sombernon est relié à Dijon par une ligne à 70 000 v dont le concessionnaire a obtenu, antérieurement, la concession par acte du 9 juillet 1925.

L'Etat aura le droit, à toute époque, de faire mettre à la disposition du concessionnaire, de l'énergie réservée aux bornes d'une usine hydraulique concédée.

Sous-stations et postes de transformations. — Les postes 40 000/15 000 v de Dijon et des Maillys feront partie intégrante de la concession.

La tension du courant, mesurée aux points d'utilisation en service normal, sera de 15 000 ou 40 000 v, avec une tolérance de 7 pour 100 en plus ou en moins de la valeur exacte qui aura été indiquée à chaque abonné dans son contrat et qui ne devra pas elle-même être différente de plus de 5 pour 100 de l'une des valeurs type ci-dessus.

La fréquence du courant distribué en service normal est fixée à 50 p : s, avec une tolérance de 5 pour 100 en plus ou en moins.

L'AMÉNAGEMENT DES FORCES MOTRICES HYDRAULIQUES DE LA DORDOGNE. — La semaine dernière, la Commission des Travaux publics du Sénat a entendu un exposé de M. Eugène Chanal sur le projet relatif à la concession des forces motrices hydrauliques de la Dordogne et la proposition de M. Albert Mahieu, qui modifie le projet ci-dessus voté par la Chambre.

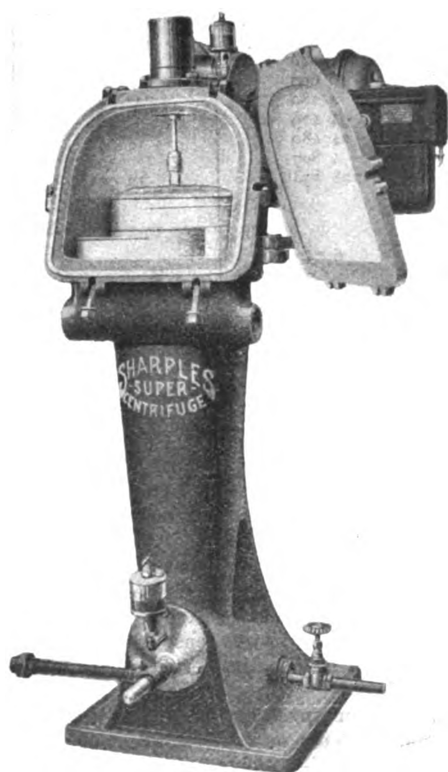
Après discussion, la commission a approuvé les conclusions du rapport qui tendent à l'adoption, avec de légères modifications de forme, du texte présenté par M. Albert Mahieu.

SHARPLES

Toujours

en tête

du PROGRÈS



LE SUPERCENTRIFUGE AUTOCLAVE SHARPLES

pour

La purification sous vide des huiles isolantes fragiles, sans contact aucun avec l'air, et à l'abri de tout effet d'oxydation —

Ce dispositif constitue l'idéal rêve par tous les techniciens
-:- des huiles isolantes -:-

Renseignez-vous à la

Sté Ame DES APPAREILS CENTRIFUGES

70, Rue du Vieux-Pont, RUEIL (S.-&-O.) Téléph. : RUEIL 450-459

Métallurgie. — La production sidérurgique de la France en octobre 1927. — La production française de fonte a marqué en octobre un progrès sensible sur les mois précédents, avec 795 991 t, contre 761 389 t en septembre et 773 483 t en août (voir *Bulletin R. G. E.*, 5 novembre 1927, t. XXII, p. 139 B-140 B).

Cette production se décompose comme il suit :

	Octobre	Septembre
Fonte d'affinage	33 401 t	27 340 t
Fonte de moulage	123 664	120 913
Fonte Bessemer	585	422
Fonte Thomas	615 143	590 387
Fontes spéciales	23 198	22 327
Total	795 991 t	761 389 t

La production totale des 10 premiers mois s'établit à 7 739 950 t.

La production d'acier accuse également une augmentation importante, par rapport à tous les mois écoulés. Elle atteint 722 914 t contre 693 276 t en septembre et 694 029 t en août.

Le détail de cette fabrication est le suivant :

Modes de fabrication.	Octobre	Septembre
Convertisseur acide	4 309 t	4 659 t
Convertisseur basique	511 150	484 484
Four Martin	198 445	195 323
Four à creusets	1 000	1 090
Four électrique	8 010	7 720
Total	722 914 t	693 276 t

La production d'octobre se répartit en 708 455 t de lingots (679 875 t en septembre) et 14 459 t de moulages (13 401 t en septembre).

La production totale d'acier pendant les 10 premiers mois s'établit à 6 856 735 t.

Le nombre des hauts fourneaux en activité était de 143 au 1er novembre ; à la même date, 41 étaient prêts à fonctionner et 36 en construction ou en réparation.

Communications. — Au sujet de l'emploi du téléphone comme moyen de communication entre le public et les receveurs des bureaux de poste. — Dans une question adressée au ministre du Commerce et de l'Industrie, M. Treinintin, député, se plaignait de ce que les receveurs de certains bureaux de poste se refusent à répondre aux communications téléphoniques leur demandant des renseignements ; il ajoutait que ce refus est de nature à nuire aux intérêts du public et que « le téléphone doit être rendu accessible à tous les habitants, même pour faciliter leurs relations avec les pouvoirs et les services publics ».

A cette question, le ministre a fait la réponse suivante publiée dans le « Journal officiel » du 30 novembre 1927, page 3382 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés ».

« Aux termes de la réglementation actuelle, il ne doit pas être donné suite aux demandes de communications téléphoniques formulées à l'adresse des receveurs, sauf lorsque ces derniers sont désignés nominativement. Cette précaution a été prise dans l'intérêt du public. Elle a pour but d'éviter que des personnes non qualifiées — l'identité du demandeur d'une communication téléphonique étant incertaine — puissent se substituer au véritable destinataire pour demander des renseignements ou donner des instructions touchant la délivrance des correspondances postales ou télégraphiques, leur réexpédition, etc. Toutefois, l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones met à l'étude les modifications qu'il conviendrait d'apporter à cette réglementation pour que le public puisse obtenir téléphoniquement des receveurs ou des agents chargés de les suppléer, les renseignements de service qui peuvent être fournis sans inconvénient par ce procédé ».

Economie industrielle et sociale. — Les impôts antiéconomiques. — Sous ce titre, M. Joseph Barthélemy, membre de l'Institut, député, publie dans « L'Information financière » du 1er décembre 1927, un article où il montre les graves et fâcheuses répercussions économiques de quelques-uns des impôts et taxes que nous supportons.

Il cite tout d'abord, comme type, la taxe sur les transmissions immobilières qui atteint le quart de la valeur d'achat et qui ralentit les transactions au point que pendant les sept premiers mois de l'année 1927 il n'a produit que 778 millions de francs alors qu'on en escomptait une recette de 1 133 millions.

La taxe de transmission des valeurs mobilières n'est pas moins antiéconomique. On sait qu'elle est actuellement de 0,50 pour 100 de la valeur moyenne cotée à la Bourse pendant l'année précédente. « Cette base de calcul, écrit M. Barthélemy, donne lieu aux plus ineffables conséquences ; la spéculation se porte sur une valeur, la gonfle artificiellement, puis la laisse tomber ; la spéculation, quelque passagers qu'en aient été les effets, a pour conséquence d'augmenter les impôts à exiger de l'innocent porteur qui croyait que ses valeurs dormaient sans danger dans son coffre. Si, d'autre part, une valeur reste pendant quelques années sans distribuer de dividende, le fisc se rattrape, tout d'un coup, de l'arriéré tout entier sur le premier dividende distribué. Quelle joie pour le porteur d'Electricité et Gaz du Nord quand il apprend qu'il va toucher un coupon de 42,85 fr ; quelle déception aussi quand, sur ce même coupon, le fisc lui réclame 101,01 fr ! Au porteur de Parisienne électrique à qui on attribue fastueusement 20,80 fr, l'Etat prélève 24,70 fr. Pour Kali Sainte-Thérèse, le fisc a été plus modéré ; il s'est contenté de prendre la totalité du coupon de 75,50 fr. Il nous serait facile de multiplier ces exemples véritablement amusants — pour ceux qui n'en sont pas les victimes. »

Délibération de la Chambre de Commerce de Paris concernant l'emploi obligatoire du chèque postal. — Après examen de la proposition de loi déposée au Sénat, le 17 mars 1927, par M. de Monzie, ayant pour objet de rendre obligatoire, pour les commerçants et industriels, l'ouverture d'un compte de chèque postal, la Chambre de Commerce de Paris, au cours de sa dernière réunion, a adopté un projet de lettre au ministre du Commerce, demandant que cette proposition de loi ne soit pas prise en considération par le Parlement.

Tout en appréciant l'utilité de l'emploi du chèque postal, la Chambre de Commerce de Paris estime qu'il convient de ne pas chercher à généraliser cet emploi en imposant, par voie législative, une obligation nouvelle aux commerçants. Ceux-ci sont, en effet, assez soucieux de leurs intérêts pour prendre, en toute liberté, les mesures qu'ils jugent les meilleures pour faciliter leurs transactions.

Au reste, il est apparu à la Chambre de Commerce que le projet de M. de Monzie aurait pour effet d'instituer, au profit de l'Etat, une sorte de monopole pour l'exercice duquel la création de nouveaux postes de fonctionnaires serait nécessaire.

Au sujet des emprunts en monnaie d'or effectués en France par des états étrangers. — Le « Journal officiel » du 18 novembre 1927 publie, page 1 124 des « Débats parlementaires, Sénat », la réponse suivante faite par le ministre des Affaires étrangères à une demande de M. Dominique Delahaye, sénateur :

1° Emprunts émis en France par le Brésil. — Un compromis d'arbitrage a été signé, le 27 août 1927, entre la

France et le Brésil, en vue de soumettre à la Cour permanente de Justice internationale, le différend relatif au payement en or des emprunts fédéraux brésiliens contractés en France.

Ce compromis entrera en vigueur dès l'échange des ratifications. Le gouvernement français fera toute diligence pour que cet échange ait lieu dans le plus bref délai possible. Mais il doit attendre l'accomplissement des formalités légales auxquelles est assujettie, au Brésil, la ratification d'accords de cette nature.

Aussitôt le compromis entré en vigueur, le différend auquel il se réfère sera porté devant la Cour permanente de Justice internationale, qui fixera les délais impartis à chacun des deux gouvernements pour le dépôt de leurs mémoires respectifs.

2° Emprunts émis en France par la Serbie. — Le gouvernement du royaume des Serbes, Croates et Slovènes, a accepté de soumettre à l'arbitrage, suivant le désir exprimé par l'Association nationale des Porteurs français de Valeurs mobilières, la question de savoir sur quelles bases monétaires doit être effectué le service financier des emprunts serbes d'avant-guerre.

Les gouvernements français et yougoslave s'entendent actuellement sur la rédaction définitive d'un compromis soumettant à la Cour permanente de Justice internationale la question de ce règlement.

Les émissions de valeurs étrangères aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne. — Avant la guerre, les grands pays prêteurs de capitaux étaient l'Angleterre et la France. A cette époque, les Etats-Unis ne prêtaient guère à l'étranger; au contraire, ils étaient plutôt emprunteurs, car la mise en exploitation de leurs immenses richesses naturelles exigeait des capitaux que l'épargne américaine ne pouvait fournir à elle seule.

Depuis la fin de la guerre, la situation s'est renversée : la France ne prête plus, en Angleterre le montant annuel des prêts à l'étranger n'est plus guère que la moitié de ce qu'il était avant guerre; par contre, les Etats-Unis prêtent beaucoup. C'est ce que montrent les tableaux suivants publiés dans l' « Information » du 27 novembre 1927 où sont indiqués les montants des émissions des valeurs étrangères dans ces deux derniers pays, exprimés en millions de dollars, en tenant compte du change de la livre sterling en dollars.

Montant des émissions de valeurs en Angleterre.

Années.	Emissions de valeurs étrangères.	Montant total des émissions.	Rapport des émissions étrangères au montant total.
1913	960,0	1 206,4	79,6 %
1920	247,7	1 761,4	14,1
1921	434,9	1 512,3	28,8
1922	649,3	2 592,2	25,1
1923	593,3	1 308,3	45,3
1924	597,2	1 069,5	55,8
1925	479,5	1 179,4	40,6
1926	593,2	1 285,7	46,1
1927 (1)	528,6	1 185,2	44,6

Montant des émissions de valeurs aux Etats-Unis.

Années.	Emissions de valeurs étrangères.	Montant total des émissions.	Rapport des émissions étrangères au montant total.
1920	310,9	3 388,5	9,2 %
1921	415,6	3 582,0	11,6
1922	631,2	4 304,4	14,7
1923	267,0	4 304,4	6,2
1924	996,5	5 593,2	17,8
1925	1 086,3	6 223,9	17,4
1926	1 145,1	6 311,2	18,1
1927 (1)	1 008,1	5 533,2	18,2

(1) Pour l'Angleterre, les nombres se rapportent aux 10 premiers mois de 1927; pour les Etats-Unis, aux 9 premiers mois.

Les nombres de ce tableau montrent, en outre, que tandis que le montant total des émissions anglaises n'a guère varié depuis 1913, celui des émissions américaines a presque doublé; il montrent aussi que la proportion des prêts à l'étranger est notablement plus grande en Angleterre qu'aux Etats-Unis.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — Compagnie des Produits électrolytiques. — Cette société anonyme nouvelle a pour objet la création, l'acquisition et l'exploitation de toutes les usines pour la fabrication de tous produits électrolytiques et chimiques. Le siège est à Paris, 14, rue du Cardinal-Mercier. Le capital est de 1 200 000 fr, en actions de 250 fr, toutes souscrites en numéraire.

Société des Moteurs électriques Douro. — Cette société anonyme nouvelle a pour objet l'exploitation industrielle et commerciale d'un brevet concernant un moteur électrique à double stator et double rotor à axe commun. Le siège est à Strasbourg, 2, rue Charles-Grad. Le capital est de 450 000 fr, en actions de 500 fr, dont 400 d'apport.

Les Postes de Télégraphie sans fil Phal. — Cette société anonyme nouvelle a pour objet la construction, la vente et la location de tous appareils utilisés dans les applications de la radioélectricité. Le siège est à Paris, 7, rue Darboy. Le capital est de 675 000 fr, en actions de 500 fr, sur lesquelles 750 ont été allouées à la société en nom collectif Paul Hinstin et Armand Lehmann, et la Société l'Electro Matériel, à Paris, 7, rue Darboy, qui reçoit, en outre, 750 des 1 350 parts bénéficiaires créées. Le capital pourra, dès à présent, être porté à 3 millions de francs.

Augmentation de capital. — Construction d'Appareillage et de Spécialités électriques. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 5 décembre 1927, page 1 138, cette société dont le siège est à Paris, 78, rue Fondary, va procéder à l'émission de 6 000 actions de 100 fr chacune, à libérer en espèces.

Compagnie française des Cables télégraphiques. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 5 décembre 1927, page 1 137, cette société dont le siège est à Paris, 53, rue Vivienne, va porter son capital social à 27 millions de francs, par l'émission de 12 000 actions de 250 fr chacune, créées jouissance du 1er janvier 1928.

Le prix d'émission est fixé à 315 fr par action (soit avec une prime de 65 fr), payables intégralement lors de la souscription.

Après réalisation définitive de cette augmentation de capital, le capital social sera ainsi de 27 millions de francs, représenté par 108 000 actions de 250 fr chacune, dont 12 000 dites actions « A » et 96 000 dites actions « B ».

Compagnie d'Electricité de l'Ouest parisien (Ouest-Lumière). — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 5 décembre 1927 page 1 130, cette société dont le siège est à Paris, 52, rue de Lisbonne, va procéder à l'émission de 100 000 actions nouvelles de 100 fr chacune de la catégorie « A », disposant, par suite, du privilège de vote prévu aux statuts au profit des actions de cette catégorie, entièrement libérées, jouissance du 1er janvier 1927, lesquelles actions seront distribuées gratuitement aux propriétaires des actions actuellement existantes (sans distinction de catégorie) à raison d'une action nouvelle pour dix actions anciennes présentées.

Ces décisions de l'assemblée générale extraordinaire des actionnaires du 30 novembre 1927 ont été approuvées par l'assemblée spéciale des propriétaires d'actions « A » et l'assemblée spéciale des propriétaires d'actions « B » qui se sont tenues le même jour.

Société de la Haute-Isère. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 21 novembre 1927, page 1 052, cette société, dont le siège est à Lyon, 65, rue de la République, va procéder à l'émission de 18 000 obligations d'une valeur nominale de 1 000 fr chacune, produisant intérêt au taux de 6 pour 100 par an, nettes d'impôts français présents et futurs, à l'exception des droits de transmission, qui, ainsi que les droits de transfert et de conversion, restent à la charge des obligataires.

Ces obligations seront remboursables au pair, à partir du 20 octobre 1932, par voie de tirages au sort annuels, suivant tableau d'amortissement qui sera inscrit au dos du titre.

Le premier remboursement aura lieu le 20 octobre 1933 et le dernier le 20 octobre 1957 au plus tard.

Société électrique du Toulois. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 5 décembre 1927, page 1 145, cette société, dont le siège est à Toul, 18, rue du Général-Foy, va procéder à l'émission de 6000 obligations d'une valeur nominale de 500 fr, productives d'un intérêt de 7 pour 100 net de tous impôts présents et futurs à l'exception de la taxe de transmission. Ces obligations seront émises à 485 fr, jouissance du 1er décembre 1927, avec coupons aux 1er juin et 1er décembre de chaque année.

Elles seront remboursables au pair en 20 annuités égales de 1933 à 1952 par tirages au sort; la société se réserve toutefois le droit d'anticiper à partir de 1933 en tout ou partie, le remboursement du présent emprunt soit par augmentation des tirages normaux, soit par rachats.

Compagnie des Tramways strasbourgeois. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 5 décembre 1927, page 1 129, cette société, dont le siège est à Strasbourg, 2, rue de Bouxviller, va porter son capital de 10 à 20 millions de francs par la création de 11 389 actions ordinaires et 8 620 actions privilégiées nouvelles de 500 fr de valeur nominale chacune, le conseil de surveillance étant autorisé à déterminer les prix et les conditions d'émission des nouvelles actions. Par délibération en date du 26 octobre 1927, le conseil de surveillance a décidé de réaliser l'augmentation de capital précitée et en a fixé comme il suit les conditions et les modalités :

Le taux d'émission des nouvelles actions est fixé au pair pour les actions ordinaires et à 102 pour 100 pour les actions privilégiées. Elles sont offertes aux anciens actionnaires, à titre irréductible, à raison de 500 fr d'actions nouvelles pour 500 fr d'actions anciennes de même catégorie. Les actions non absorbées par l'exercice du droit de préférence peuvent être souscrites, à titre réductible, par des actionnaires et des non-actionnaires, la répartition se faisant, s'il y a lieu, suivant un barème à établir en fin d'opération. Le prix des nouvelles actions est payable, par moitié, plus, pour les actions privilégiées, la prime de 10 fr partitre de 500 fr à la souscription ouverte du 15 au 31 décembre 1927, et le solde le 1er août 1928. Les nouvelles actions recevront, à partir de la date de versement — cette dernière étant admise à cet effet au 1er janvier 1928 pour la part payable à la souscription — et sur les sommes dont elles sont libérées, un intérêt intercalaire égal au dividende. Toutefois, à partir du 1er janvier 1929, les nouvelles actions seront entièrement assimilées aux anciennes actions pour l'application des statuts de la société.

Divers. — Schneider et Cie. — L'assemblée ordinaire, tenue le 30 novembre 1927, a approuvé les comptes de l'exercice clos le 30 avril 1927, faisant ressortir, après amortissements, un solde disponible de 25 531 131 fr. Le dividende brut a été fixé à 80 fr par action payable moitié le 15 décembre 1927 et le solde le 15 juin 1928.

Société d'Entreprise générale d'Electricité. — Une assemblée extraordinaire tenue récemment au Havre a décidé de ramener le capital de 575 000 fr à 17 500 fr par l'annulation de 400 actions de 1 000 fr et la réduction de la valeur nominale des 175 actions restantes de 1 000 à 100 fr. Elle a décidé ensuite de porter ce capital à 300 000 fr par l'émission de 2 825 actions de 100 fr.

Société d'Energie électrique du Rhone. — L'assemblée ordinaire tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice écoulé se soldant par un bénéfice de 35 000 fr affecté à l'amortissement du compte de premier établissement.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

631 193. — Société dite : Siemens und Halske Aktiengesellschaft; Procédé de production de dépôts électrolytiques de métaux ou d'alliages, 21 mars 1927.

631 209. — Firme dite : Paul Strobach; Dispositif pour interrompre automatiquement le circuit du réseau de moteurs polyphasés, 21 mars 1927.

631 243. — Riede (J.-F.); Perfectionnement aux appareils pour le dépôt électrolytique, 22 mars 1927.

631 250. — Raison sociale : Eve et Noizet et M. Politzer (W.); Procédé d'utilisation du courant monophasé, 22 mars 1927.

631 275. — Mersing (J.); Appareils pour éclairage semi-direct, 4 janvier 1927.

631 277. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux tubes à décharge électrique comportant une ou plusieurs électrodes déplaçables par action thermostatique, 14 janvier 1927.

631 278. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux mécanismes de commande des balais pour machines électriques à collecteurs, 14 janvier 1927.

631 279. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux systèmes de réglage des machines et des circuits électriques, 2 février 1927.

631 281. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux dispositifs de protection du type éclateur ou parafoudre, 21 février 1927.

631 315. — Eckhardt (F.), Hohnekamp (M.); Lampe de poche ou petite lanterne portative, 23 mars 1927.

631 358. — Ellinger (F.); Agitateur pour fours de fusion électriques, 24 mars 1927.

631 382. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux procédés et aux appareils d'électrolyse, 25 mars 1927.

631 385. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société ano-

nyme); Perfectionnements aux méthodes de production des matières magnétiques, 25 mars 1927.

631 393. — Société dite : ROBERT BOSCH AK. GES.; Condensateur électrique, 25 mars 1927.

631 396. — SZIGETI (A.), BINET (N.); Fer à souder électrique, 25 mars 1927.

631 401. — Société dite : ALLGEMEINE ELEKTRICITATS GES.; Dispositif de protection des pièces de construction massives dans la zone du champ de dispersion frontal du stator d'alternateurs polyphasés contre les pertes dues au courant tourbillonnaire, au moyen de corps magnétiques à flux de dispersion en fer feuilleté, 25 mars 1927.

631 409. — Société dite : WESTINGHOUSE ELECTRIC AND MANUFACTURING Co; Perfectionnements aux mécanismes des commutateurs électriques, 25 mars 1927.

631 438. — LEFEBURE (E.-C.-H.); Bac à épaulement interne pour accumulateur de batterie fixe à fort isolement, 26 mars 1927.

631 442. — Société dite : LÉVY FRÈRES; Dispositif de montage de condensateurs simples ou multiples, 26 mars 1927.

631 446. — CAUSSÉ (A.); Commutateur perfectionné à lames et cames multiples indépendantes, 26 mars 1927.

631 452. — Société dite : THE GENERAL ELECTRIC Co LTD; Perfectionnements aux lampes électriques à incandescence, 26 mars 1927.

631 454. — DUBOIS (R.); Perfectionnements à la lampe électrique à arc à flamme tournante, 26 mars 1927.

631 458. — Société dite : ASSOCIATED TELEPHONE AND TELEGRAPH Co; Perfectionnements aux systèmes téléphoniques ou similaires, 26 mars 1927.

631 462. — LILIENFELD (J.-E.); Appareil redresseur de courant alternatif, 26 mars 1927.

631 479. — SOCIÉTÉ DES TÉLÉPHONES GRAMMONT; Filtre antidistorsion, 26 mars 1927.

631 483. — MICHAUD (F.); Bobine de self-induction réglable, 26 mars 1927.

631 484. — MICHAUD (F.); Montage neutrodyne, 26 mars 1927.

631 497. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Dispositif de sécurité pour véhicules à traction électrique, 28 mars 1927.

631 501. — Société dite : SIEMENS UND HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT; Bobine d'induction particulièrement applicable comme bobine de charge pour lignes téléphoniques, 28 mars 1927.

32 569/613 846. — SOCIÉTÉ FRANÇAISE GARDY et la COMPAGNIE D'ÉLECTRICITÉ DE L'OUEST PARISIEN (OUEST-LUMIÈRE); 1er cert. d'add. au brevet pris le 1er avril 1926, pour indicateur de surintensité, 23 novembre 1926.

32 575/608 714. — SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS DUCRETET; 1er cert. d'add. au brevet pris le 27 novembre 1925, pour dispositif pour la composition de deux courants électriques variables de forme et de fréquence quelconques, 24 novembre 1926.

32 580/573 174. — BORDENET (A.-J.); 2e cert. d'add. au brevet pris le 16 novembre 1923, pour perfectionnements aux porte-balais pour dynamos ou alternateurs, 25 novembre 1926.

32 588/608 884. — FIGEAC (J.-B.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 31 décembre 1925, pour perfectionnements aux douilles pour lampes électriques, 29 novembre 1926.

32 593/610 082. — CHENAILLE (M.); 1er cert. d'add au brevet pris le 10 août 1926, pour lampe portative à vapeur de mercure, 1er décembre 1926.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc

Société des Amis de la T. S. F. :

Mardi 13 décembre 1927, 20 h 45. Salle de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 44, rue de Rennes, Paris. — Communications :

I. *Télégraphie multiplex*, par M. A. PAGÈS;

II. *Quelques procédés d'amplification des courants photoélectriques et applications à l'émission des bélinogrammes*, par M. P. TOULON.

Société des Ingénieurs civils de France :

Vendredi 16 décembre 1927, 17 h 30. Hôtel de la Société des Ingénieurs civils de France, 19, rue Blanche, Paris. — Communication : *Le basalte fondu*, par M. A. PORTEVIN.

Société française de Physique :

Vendredi 16 décembre 1927, 20 h 30. Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Communications : I. *Sur la tension superficielle des corps solides*, par M. G. ANTONOFF;

II. *Recherches sur la luminescence de la vapeur de mercure excitée par choc électronique* (projections), par M. P. BRICOUT.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine.

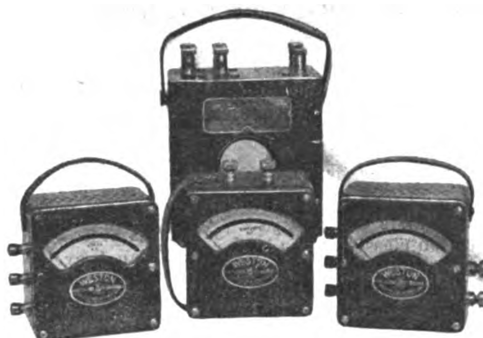
A L'ACQUITTE	1927		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	3 déc.	26 nov.	1926	1925	1913
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris.	1 330	1 330	1 530	1 300	220
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre					174
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre					176,50
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen	857,50	846	839,50	889	181
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen	857,50	846	839,50	889	181
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen	850	838,50	832	881,50	181
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre					174
Etain Banka, liv. Havre ou Paris	3 590	3 620	4 317	3 956	489
Etain Billiton, liv. Havre					481
Etain Détroits, liv. Havre	3 575	3 590	4 247	3 916	483,50
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris	3 490	3 475	4 049	3 845	475,50
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	326	308	406	491	54
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris	333	315	413	498	54,50
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris	359	360	445	536,50	57,75
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris	377	378	465,50	587,25	

LABORATOIRE

(Instruments étalons)

Pile " WESTON", Résistance, Inductance et Capacité :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres, Microfaradmètres, Mégohm voltmètres, Pyromillivoltmètres, Galvanomètres, Potentiomètres, Transformateurs, Instruments pour mesures sous haute fréquence et pour mesures d'électrolyse.



Ampèremètre - Voltmètre - Wattmètre Transformateur " WESTON "

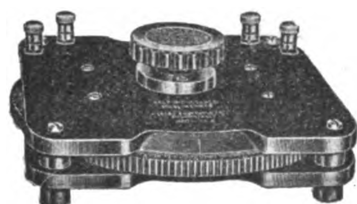
CONTROLE

(Instruments de haute précision) :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres (mono et polyphasés, et pour bas facteur de puissance), Fréquencemètres, Phasemètres, Ponts de sel inductance et de capacité, Ponts de résistance (Wheatstone, Thomson, Kelvin et Kohlrausch), Boîtes de résistance, Inductomètres et Condensateurs, Transformateurs.



Acidimètre " LEEDS et NORTHRUP "



Inductomètre " LEEDS et NORTHRUP



Galvanomètre " WESTON " modèle 440

INDUSTRIE

(Instruments de mesures portatifs et de tableau)

Fluxmètre, Perméamètre, Luxmètre, Salinomètre, Acidimètre, Photomètre, Interférencemètre, Oscillateur, Générateur de haute fréquence.

ÉQUIPEMENTS

pour la mesure de la conductibilité des électrolytes, les essais magnétiques, la mesure de la résistance électrique des huiles, les essais des transformateurs, la recherche des défauts dans les câbles, et la mesure des résistances d'isolement, la mesure du Ph, les essais à sec des câbles, l'étalonnage des couples thermoélectriques, le contrôle automatique de la combustion, l'enregistrement de la lumière du jour.

ENREGISTREURS

de mesures électriques, de CO et de CO^2, de pression et de vide, de température, de la hauteur des liquides, du niveau de l'eau des chaudières, d'humidité, de mouvement et de temps, l'indication de mesures à longue distance.

MESURE DES TEMPÉRATURES

Pyromètres-potentiomètres indicateurs, (portatifs et de tableau) et enregistreurs jusqu'à 16 directions, Pyromètres à résistances, Pyromètres optiques, Pyromètre pour la mesure des températures des gaz, de l'échauffement des machines électriques, des transformateurs et des câbles.

FOURS ELECTRIQUES

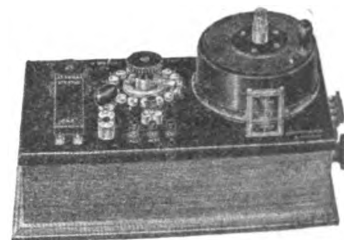
(Fonte de métaux, Trempe, Cémentation, Revenu).

AUTRES APPAREILS

Transformateurs, Compte-tours, Tachymètres, Ohmmètres, Pont pour la mesure des terres, Compteurs électrolytiques.



Testing Set " LEEDS et NORTHRUP"



Potentiomètre type K
" LEEDS et NORTHRUP "



Wattmètre " WESTON " modèle 310

Adresse télégraphique : **MECIVOCEM**

M.E.C.I.

Téléphone : **PROVENCE 24-01 — 24-02**

2, rue du Faubourg Poissonnière, PARIS (Xe)

RÉPARATION DE TOUS INSTRUMENTS DE MESURES ÉLECTRIQUES

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 26 nov. 1927	samedi 3 déc. 1927	différence
Aciers profilés (1)				
Poutrelles I ordinaires, PN	100 kg	72 fr	72 fr	0
Poutrelles U ordinaires	100 kg	77	77	0
Cornières	100 kg	75	75	0
Larges plats	100 kg	93	93	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris (2)	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	20 d	19 1/2 d	— 1/2 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	652	652	— 0
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	838,50	850	+ 11,50 fr
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	846	857,50	+ 11,50
Cuivre rouge en fils de 3 mm, liv. Paris (octroi en plus) (3)	100 kg	1 099	1 112	+ 13
Cuivre rouge en planches, liv. Paris (octroi en plus) (3)	100 kg	1 288	1 301	+ 13
Fil de cuivre guipé — 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 421	1 434	+ 13
Fil de cuivre guipé — 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 771	6 784	+ 13
Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris (3)	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle — blanc	100 kg	661	661	0
Email pour appareillage en tôle — noir	100 kg	2 102	2 102	0
Etain Banka, liv. Havre ou Paris (2)	100 kg	3 620	3 590	— 30
Fonte phosphoreuse de moulage, n° 3 P. L., parité Longwy (4)	tonne	420	420	0
Fonte hématite de moulage (4) — zone 1 (Lyon)	tonne	585	585	0
Fonte hématite de moulage (4) — zone 2 (Montluçon)	tonne	600	600	0
Fonte hématite de moulage (4) — zone 8 (Nancy)	tonne	575	575	0
Fonte hématite de moulage (4) — zone 10 (Lille)	tonne	555	555	0
Fonte hématite de moulage (4) — zone 13 (Paris)	tonne	590	590	0
Huile pour interrupteurs (3), n° 310 D, wagon-usine. — pour haute tension	100 kg	325	325	0
Huile pour interrupteurs (3), n° 310 D, wagon-usine. — pour basse tension	100 kg	260	260	0
Huile pour transformateurs, wagon départ Paris (3) :				
qualité supérieure	100 kg	536	536	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
Laiton en fils, liv. Paris (3) (octroi en plus)	100 kg	1 180	1 190	+ 10
Laiton en planches, première qualité, liv. Paris (3) (octroi en plus)	100 kg	1 035	1 045	+ 10
Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris (4)	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
Noir de fumée, liv. Paris (3)	100 kg	275	275	0
Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm (3) — épaisseur 7/100 mm	le mètre linéaire	7	7	0
Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm (3) — id 10/100 mm		8	8	0
Plomb de provenances diverses, marq. ord., liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	308	326	+ 18
Résine synthétique (par 500 kg), wagon départ, (3)				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	315	310	— 5
Tôle magnétique extra-sup. 4 10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail (3)	1 m²	18	18	0
Verre à vitres, mesures courantes (en caisses de 40 feuilles d'une seule mesure) (3)	la caisse de 40 feuilles	200	190	— 10
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris (2)	100 kg	378	377	— 1
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

(1) Prix pratiqués sur la place de Paris pour des commandes importantes.
(2) Cote officielle hebdomadaire établie par les courtiers assermentés du Tribunal de Commerce de la Seine.
(3) Cours commerciaux approximatifs par quantités courantes, donnés seulement à titre d'indication.
(4) Prix fixés par l'O. S. P. M.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 26 nov. 1927	samedi 3 déc. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	167	166	— 1

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

L'exploitation des Chemins de fer fédéraux suisses en 1926. — D'après le rapport annuel présenté par la Direction générale des Chemins de fer fédéraux, il résulte que les résultats de l'exercice 1926 ne sont guère satisfaisants.

L'année 1926 a marqué, en effet, une régression sur 1925, tant pour la recette-voyageurs que pour la recette-marchandises.

Pour les voyageurs, la recette a été de 137 297 000 fr suisses contre 139 564 000 en 1925, soit une diminution de 2 167 000 fr suisses, bien que le nombre de voyageurs ait augmenté d'un peu plus de 1 pour 100, ayant passé de 101 827 814 en 1925 à 102 993 140 en 1926.

En 1926, dit « l'Economiste français » du 24 septembre 1927, d'où nous extrayons ces renseignements, les mois d'été ont été peu favorables en raison du mauvais temps ; de plus, la cherté des tarifs exerce sur le tourisme étranger une influence déprimante et amène peu à peu un déclassement des voyageurs. Le mouvement des voyageurs a encore souffert de la concurrence des pays à change déprécié. Enfin, à ces causes, il faut ajouter l'augmentation de la circulation automobile.

Depuis 1921, la recette-voyageurs moyenne n'a cessé de fléchir.

Les recettes-marchandises sont en régression avec plus d'ampleur que les recettes-voyageurs. De 248,75 millions de francs suisses en 1924, elles ont successivement fléchi à 222,33 millions en 1925 et à 215 millions en 1926.

L'année 1926 a enregistré cependant une modeste progression du tonnage transporté qui a atteint son chiffre le plus élevé (16 804 000 t contre 16 437 000 en 1925 et 14 615 000 en 1913). Mais la recette moyenne par tonne transportée a de nouveau fléchi, tombant au-dessous de 12,80 fr contre 13,53 fr en 1925 et 17,22 fr, maximum atteint en 1921. En 1913, elle ne dépassait guère 8 fr.

Commentant ces résultats dans sa circulaire de fin avril 1927, la Société de Banque suisse dit :

« La Direction générale des Chemins de fer fédéraux attribue la baisse des recettes-marchandises aux mesures tarifaires qu'elle a prises. Il est certain qu'un abaissement de tarifs, même timide et partiel, a pour effet immédiat et momentané une réduction des encaissements jusqu'à ce que de nouveaux courants favorables de transport se soient établis. Mais, quoique nous n'ayons pas la possibilité de décomposer par catégories et par distance transportée les marchandises qui ont circulé sur les rails des Chemins de fer fédéraux, nous croyons que d'autres causes ont contribué et contribuent encore à former le déficit du trafic-marchandises.

» L'accroissement des quantités transportées montre que, soit pour le transit, soit pour le mouvement intérieur, les marchandises lourdes et payant peu ont augmenté aux dépens d'autres produits à rendement de transport meilleur. L'état actuel des affaires commerciales et industrielles y est-il pour quelque chose ? Cela n'est pas probable, car la situation économique s'est plutôt améliorée en Suisse depuis 1925. Y a-t-il un certain détournement, au préjudice de la Suisse, du parcours de transit des produits intermédiaires et des objets fabriqués ? C'est ce que nous ne savons pas. Mais ce qui est certain, c'est que les Chemins de fer fédéraux ressentent toujours plus vivement la concurrence des camions automobiles, qui ont le sérieux avantage d'éviter le transbordement au départ et à l'arrivée et de raccourcir le temps du transport. La Direction générale a eu la volonté très légitime de lutter contre cette concurrence : elle s'est intéressée en 1926 à la Sesa, Suisse Express S. A., au capital d'un million de francs, dont un peu plus de la moitié a été fournie par les Chemins de fer fédéraux, dans le but d'améliorer les transports par l'institution d'un service complémentaire de camions et de ramener au rail les marchandises qui lui échappent peu à peu.

» Cette entreprise est à ses débuts puisqu'elle n'a commencé son activité que le 1er février dernier. Il faut espérer que, peu à peu, elle donnera de bons résultats, à la fois, pour les Chemins de fer fédéraux et pour le public.

» Mais la Confédération helvétique commettrait une grande faute si elle prétendait, par des mesures fiscales ou autres que celles permises par une libre concurrence, entraver le développement du camionnage privé et créer sur la route un monopole de fait en faveur de ses chemins de fer. Une telle politique serait contraire à l'intérêt général suisse. »

Les recettes globales des Chemins de fer fédéraux, qui étaient de 212 721 000 fr en 1913, se sont élevées, avec des fortunes diverses à 404 510 000 fr en 1924 ; en 1925, elles retombaient à 385 942 000 fr et en 1926 à 376 079 000. Comme

en 1925, le trafic-marchandises a fourni plus de 55 pour 100 du total des recettes, soit à peu près la proportion d'avant la guerre.

Si, en face des recettes, nous plaçons les dépenses, nous constatons que de 142405000 fr en 1913, elles se sont élevées jusqu'à 358 228 000 fr en 1920, chiffre maximum, pour revenir à 276071000 fr en 1925 et à 266152000 en 1926. Il y a eu, on le voit, compression notable des dépenses, puisque comparativement au maximum de 1920, il y a, pour 1926, une amélioration de 92 millions environ.

Comme pour presque tous les réseaux du monde, les dépenses du personnel sont les plus importantes ; elles absorbent près de 56,5 pour 100 des recettes et représentent 80 pour 100 environ des dépenses. La loi sur la durée du travail et les arrêtés fédéraux accordant des allocations de cherté de vie aux employés, ont grevé les Chemins de fer fédéraux de charges très lourdes.

Après les dépenses du personnel, celles résultant des matières de consommation et du courant électrique sont très importantes, bien qu'elles n'atteignent pas le tiers de ce qu'elles coûtèrent en 1921. Le total des dépenses d'exploitation a été en 1926 de 28 711 000 fr contre 32 720 000 en 1925 et 83599000 en 1921. Dans ce total, les dépenses de combustible sont tombées à 14683000 fr en 1926 contre 19059000 fr en 1925 et 79228000 en 1921.

C'est ici que nous rencontrons l'heureuse influence de l'électrification des Chemins de fer fédéraux. Le charbon a baissé de prix, c'est un facteur dont il faut tenir compte, mais le trafic à vapeur a diminué notablement, les tonnes-kilomètres remorquées par des machines à vapeur n'ont été que de 4081315044 en 1926 contre 4945687339 en 1925. Cette diminution est due à l'avancement de l'électrification.

Sur un réseau de 2882 km, 1054 étaient électrifiés fin 1926, cela représentait 32,9 pour 100 de la longueur totale contre 26,1 pour 100 en 1925, 20,3 en 1924, 16,2 en 1923. Le coût moyen du kilomètre-locomotive électrique est en large diminution ; il a été en 1926 de 0,71 fr contre 0,93 en 1925 et 1,14 en 1924 ; cela tient à ce que, à mesure que l'électrification progresse, les usines et autres installations électriques atteignent un meilleur degré d'utilisation, ce qui se traduit par une amélioration du prix de revient de l'énergie fournie par les sous-stations.

Comme les locomotives électriques sont beaucoup plus puissantes que les locomotives à vapeur, elles peuvent tirer des trains plus lourds ; en d'autres termes, un trafic donné nécessite avec la traction électrique moins de courses de machines qu'avec la traction à vapeur, d'où économie considérable de personnel. Cette économie de personnel est d'autant plus importante que la vitesse moyenne des trains électriques est en moyenne de 20 pour 100 plus élevée que la vitesse moyenne des trains à vapeur.

On évalue à environ 346000 t l'économie de charbon réalisée en 1926, grâce à l'électrification ; elle n'était estimée qu'à 80000 t en 1922.

L'électrification n'entraine pas seulement des économies de combustible, elle entraine aussi des économies de personnel. En effet, si l'effectif du personnel des Chemins de fer fédéraux, qui était de 37 863 agents en 1913, avec la journée de dix heures à dix heures et demie, a pu être réduit à 35 271 agents en 1926, malgré une légère augmentation de trafic (le trafic de 1926 était de 3 pour 100 supérieur à celui de 1912), et malgré l'introduction de la journée de huit heures, cela tient en bonne partie aux avantages de la traction électrique. La direction générale calcule que l'économie du personnel réalisée de ce chef, en 1926, dépasse 11 millions de francs. Cette économie est appelée à se développer dans l'avenir.

C'est une perspective qui n'est pas négligeable, car la situation financière des Chemins de fer fédéraux est lourdement grevée par les charges de la Caisse de Pensions et de Secours. Le bilan de cette caisse, au 31 décembre 1926, boucle par une insuffisance des réserves calculées théoriquement pour satisfaire aux engagements de la caisse, autrement dit par un déficit d'environ 385 millions de francs.

Le coefficient d'exploitation qui a atteint, en 1921, 96,59 pour 100, a été, en 1926, de 70,77 pour 100, contre 71,53 pour 100 en 1925.

Quant au résultat final de l'année 1926, il accuse un déficit de 9579341 fr contre un excédent de 1485000 fr en 1925 et de 15153500 en 1924. Ce solde passif correspond à peu près à l'intérêt, calculé à 5 pour 100 du déficit de guerre restant à amortir.

On fait remarquer que le déficit de 9 millions et demi de francs qui ressort du compte de profits et pertes de 1926 pourrait être facilement comblé par un léger accroissement du trafic, mais que d'autres facteurs jouent pour aggraver la situation. Parmi ces facteurs, il y a une insuffisance de recettes annuelles de plus de 11 millions de francs pour la Caisse de Pensions et de Secours, l'amortissement du déficit de 385 millions que nous avons mentionné plus haut, les charges d'intérêt des emprunts qui ont crû dans les deux dernières années de 3 millions de francs par an, les lois sur les salaires.

La dette totale brute des Chemins de fer fédéraux était de 2761 millions en 1926 contre 2 698 millions en 1925. Elle est de 1 118 millions plus élevée qu'en 1913. C'est là une dette directe de la Confédération helvétique qui est responsable de son service.

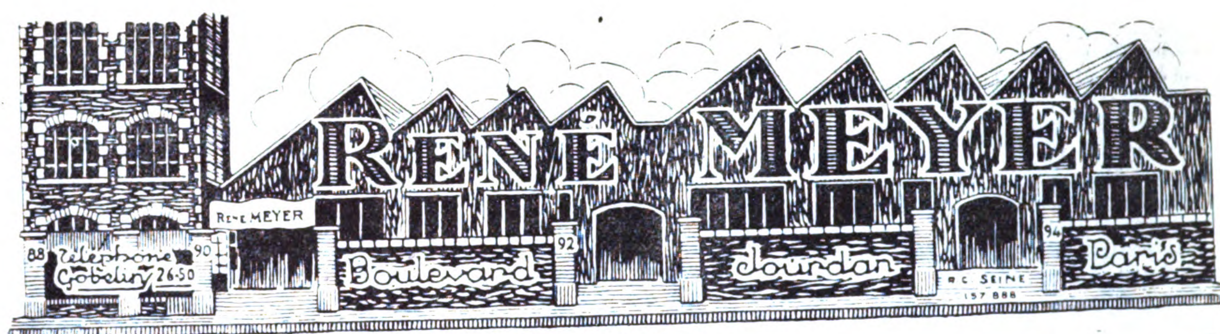
Tels sont les principaux traits des Chemins de fer fédéraux. Il en est, on le voit, qui sont peu satisfaisants, s'il en est de particulièrement intéressants, comme l'effort fait pour le développement de la traction électrique et pour la réduction du personnel.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — DÉCRET AUTORISANT, DÉCLARANT D'UTILITÉ PUBLIQUE ET CONCÉDANT LES TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT DE LA CHUTE DE VEZINS, SUR LA SÉLUNE. — Le « Journal officiel » du 7 décembre 1927 publie, pages 12331-12328, le décret en date du 23 novembre 1927, approuvant la convention en date du 16 février 1927 passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société des Forces motrices de la Sélune, dont le siège est à Avranches, 11, place d'Estouteville, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour l'établissement et l'exploitation des ouvrages hydrauliques et de l'usine génératrice destinés à l'utilisation de la chute d'environ 30 m (en eaux moyennes) existant sur la Sélune entre le pont du chemin de grande communication n° 178 d'Avranches à Saint-Hilaire-du-Harcouët près Saint-Hilaire en amont et le moulin de Vezins en aval, sur le territoire des communes de : Saint-Hilaire-du-Harcouët, Saint-Brice-de-Landelle, Saint-Martin-de-Landelle, Saint-Laurent-de-Terregatte, sur la rive gauche ; Parigny, Virey, Les Biards, Vezins sur la rive droite, département de la Manche.

La puissance maximum brute de la chute concédée est évaluée à 15 000 kw, ce qui correspond, compte tenu du rendement normal des appareils d'utilisation, à une puissance disponible de 10500 kw,

La puissance normale brute est évaluée à 3300 kw, ce qui



LA MAISON DES ISOLANTS

Pièces
Planches
Panneaux
Bâtons Tubes

Ébonite
Galalite
Bakelite
Hardite
Fibre

GRANDE PRODUCTION - GROS STOCKS

correspond de même à une puissance normale disponible de 2310 kw.

L'entreprise a pour objet principal l'alimentation en énergie électrique du réseau de distribution de la Société des Forces motrices de la Sélune et la fourniture d'énergie électrique à des tiers et à des services publics.

Le barrage ou la prise d'eau sera placé aux abords du moulin de Vezins.

Le niveau normal de la retenue sera à la cote 60 m.

Le débit maximum emprunté sera de 50 m³ : s.

Le débit maintenu dans la rivière, en aval de la prise d'eau, ne devra pas être inférieur à 10 l : s.

Les eaux seront restituées à 30 m environ du moulin de Vezins. Le point pris comme repère est le repère placé au passage à niveau du chemin de grande communication n° 18 au kilomètre 30-9 du chemin de fer de Vire à Fougère. Ce repère est à la cote 65,19 m.

Le barrage projeté sera situé à 150 m environ en amont du moulin de Vezins et sur le territoire des communes de Saint-Laurent-de-Terregatte et de Vezins. Il sera construit normalement au lit de la rivière. Son couronnement sera arasé à la cote 61,50 m et aura un développement de 225 m environ. La capacité du réservoir ainsi créé sera d'environ 20 millions de mètres cubes. L'évacuation des crues se fera par un déversoir de 34 m de longueur, situé sur la rive gauche, constitué par quinze vannes de 1,80 m d'ouverture et de 2 m de hauteur. Ces vannes seront manœuvrées au moyen de treuils. Cet ouvrage sera suffisant pour évacuer les plus grosses crues indépendamment de la consommation du matériel hydraulique de l'usine. Cet ouvrage débouchera dans un canal creusé dans le rocher et qui rendra l'eau à la rivière à l'aval du canal de fuite de l'usine.

Le barrage aura une hauteur totale de 38 à 40 m environ, donnant une hauteur de chute brute de 32,50 m environ. Il Il sera du type à arches multiples en béton armé système Considère, établi sur le même principe que celui de Ducey appartenant à la société demanderesse. Il sera constitué par une succession de voûtes en plein cintre, d'un diamètre de 5 m, inclinées vers l'amont à 45°. Ces voûtes reposeront sur des contreforts assis sur la roche en place et inclinés vers l'aval à 70°. Ces contreforts seront entretoisés au moyen de poutres horizontales en ciment armé distantes les unes des autres de 5 m, tant horizontalement que verticalement.

L'usine sera construite sur la rive droite entre le barrage et le moulin de Vezins et tout à fait à proximité du barrage.

L'usine est prévue de suite pour recevoir 4 turbines : 2 de 2000 kw et 2 de 4000 kw. Les deux turbines de 2000 kw seront seules installées au début : les autres groupes seront placés au fur et à mesure des besoins. Chacune de ces turbines aura une prise d'eau particulière placée dans une des arches de barrage constituée par une grille à l'arrière de laquelle se trouvera une conduite sur laquelle est placée une vanne manœuvrée directement. L'eau admise par la vanne sera écoulée par une conduite inclinée qui l'amènera à la turbine. L'ensemble des 4 conduites pourra assurer un débit maximum de 50 m³ : s.

La construction de l'usine entraînera la destruction du barrage existant actuellement pour le moulin de Vezins, ce qui permettra à l'usine de Vezins d'évacuer directement dans le réservoir de l'usine de la Roche-qui-Boit, située à 3,700 km à l'aval et appartenant à la société demanderesse, de la présente concession.

Les ponts des Biards et de Virey, qui traversent la Sélune et sont submergés, seront rétablis et leur tablier sera arasé au moins à la cote 63 m.

Des logements seront établis à proximité de l'usine pour le chef d'usine et au moins trois ouvriers; un atelier de réparation sera annexé à l'usine.

Vœu de la Chambre de Commerce de Strasbourg en faveur de l'électrification des chemins de fer d'Alsace et de Lorraine. — Le développement qu'ont pris les applications de l'énergie électrique en Alsace et en Lorraine au cours de ces dernières années, l'extension des moyens de production, de transmission et de distribution de cette énergie qui en a été la conséquence, enfin la réalisation prochaine du grand canal d'Alsace et de l'usine hydroélectrique de Kembs, ont amené les groupements économiques de la région alsacienne à étudier la question de l'électrification des chemins de fer d'Alsace et de Lorraine. Dans une de ses dernières séances, la Chambre de Commerce de Strasbourg a pris à ce sujet une délibération dont voici un extrait.

... Considérant qu'au point de vue économique et sous réserve d'une étude plus détaillée, l'électrification des chemins de fer d'Alsace et de Lorraine parait se justifier tant en raison de la densité du trafic sur les grandes lignes qu'en raison du profil accusé des lignes de montagne ; considérant que l'électrification a notamment pour effet d'augmenter la capacité des lignes ainsi que la rapidité, la régularité et le confort des trains, que le maintien du mode actuel de traction risque donc de mettre le réseau d'Alsace et de Lorraine, dans un avenir plus ou moins rapproché, en état d'infériorité par rapport aux lignes concurrentes étrangères et notamment aux lignes allemandes, l'Allemagne ayant dès maintenant mis à l'étude l'électrification des lignes situées sur la rive droite du Rhin : que l'électrification des lignes allemandes parallèles au Rhin pourrait, en outre, retirer à la navigation rhénane et au port de Strasbourg, une partie intéressante de leur trafic ; par ces motifs, la Chambre de Commerce émet le vœu que la direction des chemins de fer d'Alsace et de Lorraine entreprenne, d'accord avec les services du Ministère des Travaux publics, une étude approfondie de l'électrification de ce réseau, au triple point de vue technique, économique et financier.

L'achèvement de l'électrification des chemins de fer suisses et sa répercussion sur l'industrie électrique suisse. — Les crédits relatifs à l'électrification des Chemins de fer fédéraux, qui étaient de 27 millions de francs suisses pour l'année 1927 et dont le montant total pour les huit années précédentes atteignait 57 millions de francs, ont été réduits à 4883000 fr dans le budget de 1928, le programme d'électrification dressé pour la période 1918-1928 étant à peu près réalisé. Les lignes principales du réseau ferroviaire suisse sont, en effet, aujourd'hui électrifiées ; il reste encore de nombreuses lignes qui ne le sont pas, mais ce sont des lignes à faible trafic sur lesquelles la traction électrique ne procurerait pas d'économies de combustible suffisantes pour couvrir l'intérêt et l'amortissement des dépenses à engager.

L'achèvement du programme d'électrification ne peut manquer d'avoir une répercussion fâcheuse sur l'industrie électrique suisse dont plus de 10000 ouvriers étaient occupés par l'électrification. Pour y remédier, quelques personnes ont envisagé la construction d'automobiles en grande quantité par les ateliers qui construisent actuellement le matériel électrique. Mais, comme le fait remarquer la « Gazette de Lausanne », cette solution est loin d'être satisfaisante car l'outillage et le personnel technique manquent pour cette fabrication et pour les créer, il faudrait dépenser des sommes considérables empêchant la production à bon marché et, par suite, la vente à l'extérieur : la vente à l'intérieur, actuellement relativement peu importante si on la compare à la production envisagée, ne pourrait d'ailleurs se développer même si l'industrie naissante était fortement protégée par

des droits de douane à l'importation, car elle se trouverait entravée par le prix élevé auquel il faudrait porter les automobiles. La « Gazette de Lausanne » ne voit que les remèdes suivants à la situation : électrification de certaines lignes secondaires de chemins de fer; création de nouvelles usines hydroélectriques, ce qui procurerait du travail aux constructeurs de matériel électrique en même temps qu'elle permettrait d'intensifier l'exportation d'énergie; enfin, développement de toutes les applications de l'électricité dans le pays afin d'intensifier la production des appareils d'utilisation. Quant à l'exportation de ces appareils, elle ne sera possible que si les constructeurs parviennent à abaisser suffisamment leurs prix de revient pour lutter contre les constructeurs étrangers; or, cela leur est difficile car, d'une part, la main-d'œuvre suisse est très chère, et, d'autre part, les tarifs de transports sont très onéreux et le nouveau statut des fonctionnaires, en augmentant encore les charges des Chemins de fer fédéraux, va empêcher pour longtemps les réductions qui seraient indispensables à la vie économique du pays.

Combustibles. — LA PRODUCTION DES HOUILLÈRES FRANÇAISES PENDANT LE MOIS D'OCTOBRE 1927. Les houillères françaises ont réalisé, pendant le mois d'octobre 1927, une production de 4 380 582 t pour 26 jours ouvrables, au lieu de 4 222 848 en septembre, pour 25 jours ouvrables. (Voir *Bulletin R. G. E.*, 12 novembre 1927, p. 147 B).

La production journalière moyenne montre un léger fléchissement sur le mois précédent. Les effectifs accusent une nouvelle diminution.

	Production journalière moyenne, en tonnes.	Personnel occupé.
Année 1913	136 147	203 208
Janvier 1923	121 064	242 566
Janvier 1924	144 680	286 804
Janvier 1925	160 445	311 991
Janvier 1926	170 048	315 204
Janvier 1927	185 179	333 151
Septembre 1927	168 914	321 012
Octobre 1927	168 484	320 217

Dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais, la production journalière moyenne, de 105 842 t, reste en excédent de 14 545 t sur le niveau de 1913.

Dans le Centre et le Midi, la production de 45 480 t n'est en progrès que de 830 t sur celle de 1913.

Ainsi, l'ensemble des mines situées dans les anciennes frontières a fourni, avec 151 322 t, une extraction journalière en progrès de 15 175 t ou 11 pour 100 sur la situation d'avant-guerre.

Les houillères lorraines ont, en outre, apporté un contingent supplémentaire de 17 162 t par journée de travail.

La production de coke métallurgique dans les cokeries des houillères françaises, s'est élevée pendant le mois d'octobre à 350 380 t, dépassant de plus de 100 000 t le chiffre mensuel moyen de 1913.

Transports. — PROJET DE LOI CONCERNANT LA CONSTRUCTION DE DEUX NOUVELLES LIGNES DE CHEMINS DE FER TRAVERSANT LES VOSGES. — Dans la séance de la matinée du vendredi 25 novembre 1927 de la Chambre des Députés, le président du Conseil des Ministres a déposé un projet de loi relatif à la déclaration d'utilité publique de deux nouvelles traversées des Vosges : la ligne de Saint-Dié à Sainte-Marie-aux-Mines et la ligne de Cornimont à Metzeral.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Augmentation de capital. — SOCIÉTÉ DES FORCES MOTRICES DE LA TRUYÈRE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 12 décembre 1927, page 1158, cette société, dont le siège est à Paris, 35, rue Saint-Dominique, va procéder à l'émission et à l'introduction sur le marché de 500 000 actions nouvelles de 500 fr chacune représentant l'augmentation de capital de 250 millions de francs décidée par l'assemblée générale extraordinaire des actionnaires tenue le 14 novembre 1927 conformément à l'article 2 des statuts.

Ces actions, qui seront qualifiées actions B, par opposition aux actions anciennes qualifiées actions A, auront droit au premier intérêt dividende de 6 pour 100 non cumulatif, par préférence aux actions A ; par contre, ces dernières disposeront, dans les assemblées générales tant ordinaires qu'extraordinaires, d'un droit de vote égal à 10 fois celui attaché aux actions B. A tout autre point de vue, les droits attachés aux actions A et B seront identiques.

GAZ ET ÉLECTRICITÉ DE VALENCE — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 12 décembre 1927, page 1164, cette société, dont le siège est à Valence, 17, Grande-Rue, va procéder à l'émission de 10 000 actions nouvelles jouissant des mêmes droits et avantages que les actions déjà existantes.

Ces 10 000 actions nouvelles sont émises au taux de 101 fr et devront être libérées du quart du capital nominal, plus le montant de la prime à la souscription, et des trois quarts de surplus aux époques qui seront fixées par le conseil d'administration.

Elles seront réservées par préférence aux anciens actionnaires à titre irréductible, à raison d'une action nouvelle pour trois actions anciennes et à titre réductible à concurrence des actions restant disponibles, sauf répartition, s'il y a lieu, au prorata du nombre d'actions anciennes possédées.

Elles seront soumises à toutes les dispositions statutaires et auront droit au premier dividende de 5 pour 100 sur le montant de leur capital à compter du commencement de l'exercice social en cours et concurremment avec les autres actions, à la totalité du deuxième dividende.

SOCIÉTÉ HAVRAISE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 12 décembre 1927, page 1158-1160, cette société, dont le siège est à Paris, 80, rue Saint-Lazare, va procéder aux émissions suivantes :

1° 24 000 actions ordinaires de 250 fr chacune absolument identiques aux anciennes qui, comme elles, seront dénommées actions A ;

2° 24 000 actions à vote plural de 250 fr chacune, dites actions B, qui seront différentes des actions A, mais seulement pour leur forme, leur cession ou transmission et leur droit de vote ainsi qu'il est indiqué ci-après :

Les actions B, même lorsqu'elles seront entièrement libérées, resteront essentiellement nominatives.

Toute cession d'actions B, ainsi que toute mutation de ces actions, même par décès, devra, pour devenir définitive, être agréée par le conseil d'administration qui, en aucun cas, n'aura à faire connaître les motifs de son agrément ou de son refus.

Si le bénéficiaire de la cession ou de la mutation des actions B n'est pas agréé, le conseil d'administration aura, dans le délai de deux mois de la notification à lui faite, à procurer un acquéreur qui exercera un droit de préemption en payant le prix indiqué dans la notification ; toutefois, ce prix ne pourra être supérieur à la moyenne des cours (ex-coupon) du marché officiel au comptant de la Bourse de

Paris, dans les trente jours qui auront précédé la date de la notification.

Si les actions B ne figurent pas à la cote officielle, on prendra comme base la même moyenne en appliquant les cours des actions A.

Compagnie africaine d'Électricité. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 12 décembre 1927, page 1160, cette société, dont le siège est à Bordeaux, 42, allées d'Orléans, va procéder à l'émission de 8000 actions nouvelles de 250 fr, à souscrire en espèces au pair, un droit de préférence étant réservé à raison de quatre titres nouveaux pour trois anciens, par voie d'irréductibilité, au profit des anciens actionnaires qui auront à faire valoir ce droit, contre remise du coupon n° 4, avant le 16 janvier 1928, sous peine de forclusion, et par voie de réductibilité, pour le surplus, dans la proportion des actions anciennes possédées.

Établissements électromécaniques de Strasbourg a Bischheim (Bas-Rhin). — Suivant décision de l'Assemblée générale extraordinaire du 11 octobre 1927 et délibération du conseil d'administration en date du 15 novembre, il a été décidé de porter le capital de 3 à 4 millions de francs par l'émission au taux de 525 fr de 2000 actions nouvelles de 500 fr de valeur nominale.

Divers. — Société générale de Force et Lumière. — L'assemblée ordinaire tenue récemment a approuvé les comptes de l'exercice clos le 30 juin dernier laissant un bénéfice net de 12 560 538,56 fr. Le dividende a été fixé à 20 fr brut par action.

Compagnie lyonnaise d'Électricité. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927 se traduisant par un bénéfice net de 648 675 fr. En y ajoutant le report antérieur, le solde disponible ressort à 972 878 fr.

Le dividende a été maintenu à 33,[illegible]7 fr par action ancienne, 2,2[illegible] fr par action nouvelle entièrement libérée et 0,56 fr par action nouvelle non libérée.

Société industrielle d'Énergie électrique. — Les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldent par un bénéfice net de 4 178 063 fr, contre 3 580 393 fr en 1925-1926.

La répartition qui sera proposée par le conseil n'est pas encore connue.

Compagnie des Eaux et d'Électricité de l'Indo-Chine — L'assemblée ordinaire de cette société a eu lieu le 7 décembre 1927 et a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927 faisant apparaître, ainsi que nous l'avons signalé succinctement dans notre « Bulletin R. G. E. » du 3 décembre 1927, p. 173 B, un solde bénéficiaire net de 10 [illegible]2 524 fr, auquel s'ajoute le report antérieur de 2 775 fr.

Le dividende a été fixé à 200 fr par action de capital et à 175 fr par action de jouissance. Des acomptes bruts de 100 fr pour les actions de capital et 87,50 fr pour les actions de jouissance ayant déjà été distribués, le solde d'égale somme est mis en paiement depuis le 15 décembre.

Il a été porté 2 247 500 fr au fonds spécial de prévoyance, 1 500 000 fr à l'amortissement du dixième du capital social. Le report à nouveau est de [illegible] 117 fr.

Le rapport indique que le développement des diverses installations est toujours satisfaisant. La nouvelle usine génératrice de Pnom-Penh a été mise en service. Un deuxième siphon destiné à traverser le Tonlé Sap à Pnom-Penh a été immergé et est en service depuis plusieurs mois. Une étude de renforcement de l'usine des eaux de Pnom-Penh est actuellement en cours. Les travaux seront vraisemblablement exécutés dans le courant de l'année prochaine. Un nouveau contrat de trente ans a été passé avec le résident supérieur en Annam pour la concession d'éclairage électrique de Dalat, centre appelé à un gros avenir en raison de sa situation. De nombreux travaux ont été exécutés au cours de l'exercice, tant pour l'administration que pour des particuliers, et ont laissé des résultats intéressants.

Une assemblée extraordinaire devait suivre l'assemblée ordinaire, afin de statuer sur un projet d'augmentation du capital social qui est actuellement de 15 millions de francs. Il entre dans les intentions du conseil de procéder d'abord à une augmentation de 7,5 millions de francs et de demander l'autorisation de porter éventuellement le capital à 50 millions de francs. Faute du quorum, cette assemblée a été reportée à une date ultérieure.

NOTICES et CATALOGUES (1)

Redresseurs à vapeur de mercure. — La Société anonyme Hewittic, dont le siège social est situé, 11, rue du Pont, à Suresnes (Seine), nous a fait parvenir une brochure, du format 27 cm × 21 cm, relative aux redresseurs à vapeur de mercure « Cooper Hewitt » dont elle poursuit la fabrication.

Nous croyons intéressant de signaler à nos lecteurs que la Société Hewittic construit des redresseurs à ampoule de verre pour des tensions atteignant 500 V en courant continu et des intensités de courant jusqu'à 400 A. Les applications de ces appareils s'étendent sur de nombreux domaines : traction électrique; éclairage et force motrice; recharge de batteries d'accumulateurs; alimentation des moteurs à vitesse variable; alimentation des postes émetteurs de télégraphie sans fil; alimentation des appareils médicaux. Au point de vue de la traction électrique, ces appareils se prêtent admirablement à la constitution de sous-stations automatiques de tramways dont il existe déjà un certain nombre tant en France qu'à l'étranger.

Après avoir rappelé l'historique du redresseur à vapeur de mercure dont le brevet original de Cooper Hewitt date de 1902, la notice expose brièvement les propriétés théoriques du redresseur à vapeur de mercure et ses caractéristiques essentielles. Vient ensuite la description des ampoules Hewittic. Ces appareils sont construits en verre Pyrex et sont à refroidissement naturel pour les intensités de courant inférieures à 40 A. Pour des intensités supérieures, le refroidissement est assuré par un ventilateur disposé à la partie inférieure de l'ampoule. Leur protection est assurée au moyen d'un disjoncteur à maximum d'intensité dont l'action est, pour les tensions élevées, complétée par des fusibles placés sur les circuits d'anode. On évite ainsi les effets d'allumage en retour et un redresseur protégé de la sorte peut supporter, sans avarie, les courts-circuits les plus violents se rencontrant en traction électrique.

Après quelques considérations sur les transformateurs d'alimentation et le réglage de la tension, lequel peut être obtenu au moyen de prises multiples pratiquées sur l'enroulement secondaire du transformateur, par autotransformateur ou encore par régulateur d'induction, il est question, dans la notice, du rendement, du facteur de puissance et de la mise en série ou en parallèle des redresseurs. Le rendement du redresseur Hewittic diminue très peu avec la charge ; le facteur de puissance demeure élevé et n'est pas influencé par les variations de cette dernière. En ce qui concerne la capacité de surcharge, le redresseur Hewittic est apte à supporter une surintensité de courant égale à huit fois la valeur du courant normal. Enfin, sa mise en service est instantanée et son encombrement est six fois moindre qu'un groupe rotatif de même puissance.

La notice se termine par une description des applications du redresseur et une liste des principales références de la Société Hewittic.

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

631 537. — Lévy (L.-M.-M.-A.); Poste émetteur et appareil récepteur de vision à distance sans fil, 29 mars 1927.

631 553. — Société dite : C. Lorenz Aktiengesellschaft; Montage pour émetteurs à ondes courtes, 29 mars 1927.

631 558*. — Lévy (L.); Perfectionnements à la goniométrie magnétique et radioélectrique, 3 avril 1926.

631 559*. — Bechmann (G.); Coupleur à inversion de flux, pour bobines de self-inductance, 6 mai 1926.

631 568*. — Société anonyme pour l'Exploitation des Procédés Edouard Urbain; Nouvelle soupape électrolytique utilisable industriellement, 15 juin 1926.

631 569*. — Hardy (J.); Perfectionnements à la construction des dynamos ou magnétos destinés plus spécialement à l'éclairage des automobiles, cycles, motocycles et autres, 15 juin 1926.

631 574*. — Blot-Garnier (P.-G.); Dispositif de remontage continu et automatique de sonnerie pour pendules et horloges, applicable, notamment, aux horloges électriques à balancier moteur, 15 juin 1926.

631 583*. — Société R. Knoll et R. Marie; Perfectionnements apportés aux filaments des lampes de télégraphie sans fil, 16 juin 1926.

631 585*. — Bethenod (J.); Dispositifs de réchauffage pour moteurs à combustion interne, 16 juin 1926.

631 597. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux transformateurs d'intensité, 18 juin 1926.

631 598*. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux moteurs synchrones, 18 juin 1926.

631 606*. — Claude (R.), Poirette (P.); Condensateur fixe, 19 juin 1926.

631 607*. — Loutchinsky (A.), Paris (M.); Nouveau système d'isolant électrique, 19 juin 1926.

631 622*. — Hemardinquer (P.); Système de réglage pour postes récepteurs de télégraphie sans fil, 22 juin 1926.

631 629*. — Abadie (J.-B.-J.-M.); Perfectionnements aux tubes à atmosphère raréfiée, 23 juin 1926.

631 630*. — Ragonot (E.-L.-M.), Charlin (A.-B.-M.) et Toulon (P.-M.-G.); Reproducteur électrostatique à champ excitateur auxiliaire, 23 juin 1926.

631 631*. — Société dite : La Radiotechnique; Perfectionnements dans la fabrication des triodes et autres lampes à plusieurs électrodes, 23 juin 1926.

631 638*. — Société à responsabilité limitée automatique « Elfa »; Commutateur-disjoncteur à maxima avec déclenchement électrique et thermique, 9 septembre 1926.

631 641*. — Société à responsabilité limitée automatique « Elfa »; Commutateur électromagnétique automatique avec dispositif thermique de retard, 29 septembre 1926.

631 651. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux tubes à décharge électronique particulièrement à la construction et au mode de maintien de leurs électrodes, 20 janvier 1927.

631 671. — Etablissements Merlin et Gérin; Coupe-circuit sectionneur, 15 mars 1927.

631 684. — Société anonyme dite : Compagnie générale d'Electricité; Touret roulant, 24 mars 1927.

631 692. — Société dite : Compagnie générale d'Electricité; Accumulateurs électriques à tension de charge réduite, 28 mars 1927.

631 694. — Société dite : N.-V. Philips Gloeilampenfabrieken; Tube à rayons X, 28 mars 1927.

631 718*. — Société anonyme : Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon; Dispositif pour la protection contre la mise à la terre fortuite des transformateurs, 24 juin 1926.

631 726*. — Lévy (R.); Interrupteur bipolaire, 25 juin 1926.

631 741*. — Chapeau (A.-L.); Interrupteur à bascule, 26 juin 1926.

631 745*. — Nicollic (P.-H.), Claude (M.-J.-E.); Procédé pour assurer l'écoulement des charges statiques résiduelles accumulées sur des matières isolantes quelconques, 26 juin 1926.

631 754*. — Bucourt (M.-L.-F.); Procédé de fabrication de pivots à bille pour compteurs d'électricité et autres appareils, 28 juin 1926.

631 756*. — Roger (P.-M.-E.); Dispositif de couplage pour appareils radioélectriques, 28 juin 1926.

631 758*. — Compagnie générale de Télégraphie et de Téléphonie; Circuit conférence s'adaptant aux centraux automatiques, 29 juin 1926.

631 761*. — Société dite : La Soudure autogène française; Dispositif de commande ou de réglage pour postes de soudure ou de coupage électrique à l'arc, 29 juin 1926.

631 767*. — Bethenod (J.); Perfectionnements aux méthodes de communications comportant l'enregistrement des signaux à la réception, 30 juin 1926.

631 768*. — Champion (L.); Matériel universel pour étude et construction de tous les postes de télégraphie sans fil, 30 juin 1926.

631 770*. — Wisler (L.-A.); Perfectionnements aux blocs motoréducteurs électriques portatifs, 17 juillet 1926.

631 773*. — Bethenod (J.); Perfectionnements aux relais électriques comportant des tubes à gaz, 1er juillet 1926.

631 780. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Procédé de fabrication des éléments de piles électriques, 2 juillet 1926.

631 781. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Procédé de réglage de la variation de la vitesse des moteurs électriques d'induction, 2 juillet 1926.

631 797. — Société dite : Dubilier Condenser Co (1925); Perfectionnement aux isolants électriques, 29 mars 1927.

631 798. — Société dite : Dubilier Condenser Co (1925); Perfectionnements aux condensateurs électriques, 29 mars 1927.

631 802. — Chevallier (P.-E.-L.); Dispositif mécanique et optique de balayage par rayons lumineux, 30 mars 1927.

631 811. — Société dite : Compagnie des Lampes; Perfectionnements aux méthodes et appareils pour le culotage des lampes à incandescence et produits similaires, 30 mars 1927.

32 603/613 150. — Nagy (O.); 4e cert. d'add. au brevet pris le 5 janvier 1926, pour dispositif de contact électrique, 4 décembre 1926.

32 611/617 411. — Mury (O.), Pelet (M.), Société d'Entreprises et d'Exploitation Ateliers d'Arlod; 2e cert. d'add. au brevet pris le 11 juin 1926, pour épurateur électrique, 8 décembre 1926.

32 616/620 558. — de Chateaumorand (P.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 23 août 1926, pour support pour lampe de télégraphie sans fil, 9 décembre 1926.

32 619/600 806. — Société dite : The English Electric Co Ltd; 1er cert. d'add. au brevet pris le 15 juillet 1925, pour perfectionnements relatifs au contrôle et à la protection des transformateurs rotatifs, 11 décembre 1926.

INDICES DE SALAIRES

Établis par le Syndicat des Entrepreneurs de Réseaux et de Centrales électriques.

MOIS	RÉGIONS											
	1 Nord	2 Nord-Ouest	3 Région de Paris	4 Nord-Est	5 Orléanais	6 Jura	7 Sud-Ouest	8 Massif central	9 Alpes	10 Littoral méditerranéen viticole	11 Côte d'Azur	12 Indice général
Mai 1927	141	132	167	147	140	151	128	137	162	157		147
Juin	143	135	166	147	137	153	131	137	161	157		147
Juillet	149	132	173	147	141	159	136	142	161			152
Août	152	128	173	148	141	159	138	158	164	147	159	155
Septembre	157	140	174	142	136	159	136	163	169	147	159	152
Octobre	148	139	176	150	137	164	136	163	173	147	186	154

COMPOSITION DES RÉGIONS

Région 1 (*Nord*) : Aisne, Nord, Oise, Pas-de-Calais, Somme.

Région 2 (*Nord-Ouest*) : Calvados, Côtes-du-Nord, Eure, Finistère, Ille-et-Vilaine, Indre-et-Loire, Loire-Inférieure, Maine-et-Loire, Manche, Mayenne, Morbihan, Orne, Sarthe, Seine-Inférieure, Vendée.

Région 3 (*Région de Paris*) : Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne.

Région 4 (*Nord-Est*) : Ardennes, Aube, Marne, Marne (Haute-), Meurthe-et-Moselle, Meuse, Moselle, Rhin (Bas-), Rhin (Haut-), Vosges.

Région 5 (*Orléanais*) : Cher, Eure-et-Loir, Indre, Loiret, Loir-et-Cher, Nièvre, Yonne.

Région 6 (*Jura*) : Belfort (Territoire de), Côte-d'Or, Doubs, Jura, Saône (Haute-), Saône-et-Loire.

Région 7 (*Sud-Ouest*) : Ariège, Charente, Charente-Inférieure, Creuse, Dordogne, Garonne (Haute-), Gers, Gironde, Landes, Lot-et-Garonne, Pyrénées (Basses-), Pyrénées (Hautes-), Sèvres (Deux-), Tarn-et-Garonne, Vienne, Vienne (Haute-).

Région 8 (*Massif central*) : Allier, Ardèche, Aveyron, Cantal, Corrèze, Loire, Loire (Haute-), Lot, Lozère, Puy-de-Dôme, Tarn.

Région 9 (*Alpes*) : Ain, Alpes (Basses-), Alpes (Hautes-), Drôme, Isère, Rhône, Savoie, Savoie (Haute-).

Région 10 (*Littoral méditerranéen viticole*) : Aude, Gard, Hérault, Pyrénées-Orientales.

Région 11 (*Côte-d'Azur*) : Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Var, Vaucluse.

Indice général 12 : Indice pour toute la France obtenu en faisant la moyenne des salaires payés sur les chantiers dans toute la France.

EXTRAITS DE LA SÉRIE DES PRIX

DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DES ARCHITECTES

Communiqués par le Syndicat général de la Construction électrique.

Coefficients à appliquer sur les prix de la série du 15 octobre 1924 pour les travaux exécutés à partir du :	1er janvier 1926		1er avril 1926		15 mai 1926		1er août 1926	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Conducteurs électriques : Fils et câbles sous plomb :								
Lumière : 3e et 6e colonnes des nos 58 à 98 et 111 à 121	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Sonnerie : nos 27(I) à 27(II) et 29(I) à 29(II)	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Conducteurs électriques : Fils et câbles autres que sous plomb :								
Lumière et sonnerie	1,38	1,46			1,50	1,60	1,66	1,79
Coefficient s'appliquant à l'ensemble des autres articles de la série.	1,28	1,27	1,23	1,30	1,25	1,33	1,33	1,42
Ouvrages ne comportant que de la main-d'œuvre	1,19	1,26			1,27	1,35	1,27	1,35

Coefficients à appliquer sur les prix de la série 1926 pour les travaux exécutés à partir du :	15 oct. 1926	1er nov. 1926	1er déc. 1926	1er janv. 1927	1er fév. 1927	1er mars 1927
Conducteurs électriques autres que sous plomb	1,10	1,02	1,02	1,02	0,85	0,79
Id. sous plomb :						
Lumière : nos 68 à 108 et 122 à 132 (3e et 6e colonnes)	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Sonnerie : nos 29 et 30	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Appareillage :						
Gros appareillage : nos 180 à 201 et 377 à 430	1,27	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
Appareillage de branchement : nos 202 à 212 et 320 à 323	1,31	1,41	1,41	1,34	1,26	1,26
Autres articles de la série	1,21	1,23	1,20	1,20	1,15	1,15
Articles ne comportant que de la main-d'œuvre	1,07	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17

Prix de l'heure à partir du :	1er janvier 1926		15 mai 1926			1er novembre 1926	
	élémentaires	de règlement	élémentaires	de règlement (1)	de règlement (2)	élémentaires	de règlement
Heure d'ouvrier téléphoniste, monteur et ajusteur	4 fr	5,90 fr	4,25 fr	6,25 fr	6,60 fr	4,75 fr	7,40 fr
Id d'ouvrier électricien poseur	3,75	5,50	4	5,90	6,25	4,25	6,60
Id d'aide électricien poseur	3,25	4,80	3,50	5,15	5,45	3,75	5,85

(1) Les coefficients de la colonne (1) s'appliquent aux travaux traités avant le 1er janvier 1926.
(2) Les coefficients de la colonne (2) s'appliquent aux travaux traités après le 1er janvier 1926.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 3 déc. 1927	PRIX samedi 10 déc. 1927	PRIX différence
Aciers profilés (1)				
Poutrelles I ordinaires, PN	100 kg	72 fr	72 fr	0
Poutrelles U ordinaires	100 kg	77	77	0
Cornières	100 kg	75	75	0
Larges plats	100 kg	93	93	0
Aluminium français, 98 99 pour 100, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris (2)	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	19 1/2 d	20 1/8 d	+ 5/8 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	652	635	— 17 fr
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	850	864,50	+ 14,50
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	857,50	872	+ 14,50
Cuivre rouge en fils de 3 mm, liv. Paris (octroi en plus) (3)	100 kg	1 112	1 127	+ 15
Cuivre rouge en planches, liv. Paris (octroi en plus) (3)	100 kg	1 301	1 316	+ 15
Fil de cuivre guipé { 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 434	1 449	+ 15
Fil de cuivre guipé { 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 784	6 799	+ 15
Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris (3)	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle { blanc	100 kg	661	661	0
Email pour appareillage en tôle { noir	100 kg	2 102	2 102	0
Etain Banka, liv. Havre ou Paris (2)	100 kg	3 590	3 568	— 22
Fonte phosphoreuse de moulage, n° 3 P. L., parité Longwy (4)	tonne	420	420	0
Fonte hématite de moulage (4) { zone 1 (Lyon)	tonne	585	585	0
Fonte hématite de moulage (4) { zone 2 (Montluçon)	tonne	600	600	0
Fonte hématite de moulage (4) { zone 8 (Nancy)	tonne	575	575	0
Fonte hématite de moulage (4) { zone 10 (Lille)	tonne	555	555	0
Fonte hématite de moulage (4) { zone 13 (Paris)	tonne	590	590	0
Huile pour interrupteurs (3), n° 310 D, wagon-usine. { pour haute tension	100 kg	325	325	0
Huile pour interrupteurs (3), n° 310 D, wagon-usine. { pour basse tension	100 kg	260	260	0
Huile pour transformateurs, wagon départ Paris (3) :				
qualité supérieure	100 kg	536	536	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
Laiton en fils, liv. Paris (3) (octroi en plus)	100 kg	1 190	1 195	+ 5
Laiton en planches, première qualité, liv. Paris (3) (octroi en plus)	100 kg	1 045	1 050	+ 5
Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris (3)	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
Noir de fumée, liv. Paris (3)	100 kg	275	275	0
Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm (3) { épaisseur 7/100 mm	le mètre	7	7	0
Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm (3) { id 10/100 mm	linéaire	8	8	0
Plomb de provenances diverses, marq. ord., liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	326	315	— 11
Résine synthétique (par 500 kg), wagon départ, (3)				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,25	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,25	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	310	310	0
Tôle magnétique extra-sup. 4 10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail (3)	1 m²	18	18	0
Verre à vitres, mesures courantes (en caisses de 40 feuilles d'une seule mesure) (3)	la caisse de 40 feuilles	190	190	0
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris (2)	100 kg	377	375	— 2
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

(1) Prix pratiqués sur la place de Paris pour des commandes importantes.

(2) Cote officielle hebdomadaire établie par les courtiers assermentés du Tribunal de Commerce de la Seine.

(3) Cours commerciaux approximatifs par quantités courantes, donnés seulement à titre d'indication.

(4) Prix fixés par l'O. S. P. M.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 3 déc. 1927	samedi 10 déc. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	166	166	0

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

L'utilisation de la différence de niveau entre la Méditerranée et la mer Morte pour l'électrification de la Palestine. — Sous ce titre nous avons signalé dans le « Bulletin R. G. E. » du 5 juillet 1925, t. XVIII, p. 1 B, une communication faite à la séance du 15 juin 1925 de l'Académie des Sciences par M. Edouard Imbeaux, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, dans laquelle celui-ci décrivait un projet de dérivation des eaux de la Méditerranée dans la mer Morte, dont le niveau est à 364 m plus bas, permettant d'obtenir une puissance électrique d'environ 400 000 ch.

Récemment, à la séance du 7 octobre 1927 de la Société des Ingénieurs civils de France, la question de l'utilisation de la différence des niveaux des deux mers a été de nouveau soulevée par M. François Mange à la suite d'une communication de M. Ch. Audebeau Bey intitulée « La vallée du Jourdain ». Nous extrayons de cette communication et de celle de M. Mange les renseignements suivants qui complètent ceux que nous avons publiés antérieurement et qui montrent tout l'intérêt que présente la question pour les électriciens.

Le Jourdain prend sa source au pied du Grand-Hermon, couvert de neige pendant la plus grande partie de l'année et dont l'altitude est de près de 2 800 m ; après un parcours d'une cinquantaine de kilomètres il traverse le lac Houleh, d'une superficie de 18 km² et dont le niveau est à la cote 2,13 m ; à une vingtaine de kilomètres au sud de ce lac, il se jette dans le lac de Tibériade, d'une superficie de 171 km² dont les eaux sont à 207,80 m au-dessous de la Méditerranée ; de là, il s'écoule vers la mer Morte, distante de 104 km à vol d'oiseau, en se développant sur une longueur de 144 km en raison des méandres qu'il forme ; cette mer, dont la superficie est de 926 à 1 275 km² suivant les auteurs, a son niveau à 393,67 m au-dessous de celui de la Méditerranée.

En dehors de certaines portions, d'ailleurs peu étendues, situées au pied des montagnes et où coulent quelques sources, les plaines de la vallée du Jourdain sont peu cultivées ; du lac de Tibériade à la mer Morte toute culture disparait, la pluie y étant extrêmement rare et la chaleur tropicale : à Jéricho la hauteur de l'eau tombée annuellement ne dépasse pas 150 mm et souvent s'abaisse à 100 mm ; elle devient de plus en plus faible à mesure qu'on se rapproche de la mer Morte ; quant à la température, la moyenne mensuelle de ses valeurs maxima dépasse 40 °C pour les mois de juillet et août et elle atteint parfois 46 et 47 °C. La fertilité du sol est cependant certaine comme le prouvent les résultats obtenus dans les terrains entourant le lac de Tibériade qui sont irrigués ; seul, le manque d'eau rend la région désertique. Malheureusement l'irrigation serait très coûteuse, l'eau ne pouvant être prise qu'au Jourdain, dont le lit est profondément encaissé ; de plus, l'eau qu'il apporte actuellement dans la mer Morte se trouverait en grande partie évaporée par les produits du sol mis en culture et le niveau de cette mer s'abaisserait de plus en plus.

Il est évident qu'une dérivation de l'eau de la Méditerranée dans la mer Morte résoudrait complètement ces difficultés : le niveau actuel de cette dernière serait maintenu et une partie de l'énergie électrique produite par la chute servirait à élever l'eau douce du Jourdain et du lac de Tibériade pour l'irrigation. C'est ce que faisait observer M. Imbeaux dans sa communication à l'Académie des Sciences rappelée plus haut.

Mais d'après les remarques présentées par M. Mange à la suite de la communication récente de M. Audebeau Bey, l'énergie électrique ne manquerait pas de trouver à bref délai des utilisations industrielles. La région de la mer Morte possède des richesses minérales très importantes dont de nombreux spécimens étaient montrés dans le pavillon de la Palestine édifié à l'Exposition de Wembley de 1924, la Palestine étant, comme on sait, placée sous mandat britannique : les notices éditées à cette occasion estimaient à 8 milliards de livres sterling la valeur des sels industriels à tirer de ce bassin. Le gouvernement anglais se préoccupe de leur exploitation et il fait procéder à des recherches méthodiques pour accorder des concessions en toute connaissance de cause. D'autre part, les industriels allemands s'y intéressent aussi et font procéder à des recherches dont le « Chemiker Zeitung » d'août 1924 signalent les résultats. En France, il importe de suivre la question car les gisements de sels de potasse de la Palestine contiennent, d'après les estimations, plus de 2 milliards de mètres cubes de ces sels et leur exploitation aurait une répercussion certaine sur l'exploitation des gisements d'Alsace. Aussi M. Mange croit-il devoir rappeler le projet qu'il établit en 1903 en collaboration avec M. P. Simon, en vue de l'électrification de la région, projet qui a été décrit dans les numéros de « L'Electricien » des 15 et 22 août 1903.

Ce projet comporte l'amenée des eaux de la Méditerranée

dans la mer Morte par un canal de 75 km de longueur, distance de Jaffa à cette dernière mer. Ce canal serait sensiblement rectiligne et parallèle au chemin de fer de Jaffa à Jérusalem; il serait creusé à ciel ouvert sur une longueur de 15 km et en souterrain sur le reste du parcours, où se trouvent les monts de Judée dont les plus hauts sommets sont à environ 900 m d'altitude; les explorations et les sondages du professeur Lartet ont montré que sa réalisation ne présente aucune difficulté particulière. Le canal aboutirait à l'une des profondes gorges de la rive occidentale de la mer Morte et déverserait l'eau dans un bassin de retenue d'où partiraient les conduites forcées alimentant les turbines. La hauteur de chute disponible serait d'environ 350 m.

M. Mange signale ensuite que des concessions ont déjà été accordées en Palestine. Voici ce qu'il dit à ce sujet :

La concession de l'ingénieur Ruthenberg porte sur l'utilisation du cours du Jourdain, à l'aval du lac de Tibériade. Une chute de 50 m sera divisée en deux paliers de chacun 25 m. L'usine d'amont est en cours de construction: sa puissance sera d'environ 10000 ch. La Palestine electrical Co Ltd possède trois usines thermiques à Tel-Aviv, Haïfa et Tibériade (voir *Engineering*, 9 janvier 1925 et 8 avril 1927).

Mais la concession Ruthenberg est jugée abusive. Elle se trouve attaquée par M. Mavromalis, sujet grec, qui avait obtenu, avant la guerre, des concessions similaires de l'ancien gouvernement turc. Les gouvernements respectifs ayant pris fait et cause pour leurs ressortissants, ce sont eux (Grande-Bretagne et Grèce) qui plaident en ce moment devant la Cour permanente internationale de La Haye. Les jugements auront leur importance pour les concessions à venir, l'applicabilité des dispositions du mandat, etc.

Ajoutons que, depuis la séance de la Société des Ingénieurs civils de France au cours de laquelle M. Mange donnait les renseignements précédents, le journal anglais « The electrical Review » publiait, à la page 775 de son numéro du 4 novembre 1927, une information sur l'état d'avancement des travaux d'aménagement du Jourdain. Voici la traduction de cette information qui complète les renseignements de M. Mange.

Les travaux ont été commencés sur la section Jourdain-Yamuk du projet d'aménagement du Jourdain. Ces travaux constituent une partie de ceux prévus par la concession de 2 millions de livres sterling accordée par le haut-commissaire de la Palestine à la Palestine electric Corporation. Cette concession a pour objet l'utilisation des chutes du Jourdain entre le lac de Tibériade et Jis-el-Myamijeh, où, sur un parcours d'environ 13 km, la chute totale est d'environ 39 m. Le gouvernement de Palestine sera sans doute le principal consommateur de l'énergie produite car il est question d'électrifier les chemins de fer de la région. Les sections Jaffa, Haïfa et Tibériade du projet d'ensemble sont déjà achevées.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — MISE EN SERVICE DU CABLE TÉLÉPHONIQUE PARIS-LILLE. — Inauguré officiellement le 7 décembre 1927 par le ministre du Commerce et de l'Industrie, M. Bokanowski, ce câble, construit par la Société d'Études pour Liaisons téléphoniques et télégraphiques à longue Distance, a été mis en service le 8 décembre. S'ajoutant aux deux câbles déjà en service Paris-Strasbourg-Bâle et Paris-Rouen-Le Havre, il permettra à toute la région située au nord de la ligne Le Havre-Paris-Belfort d'obtenir des communications interurbaines rapides et excellentes.

POSE DU NOUVEAU CABLE TRANSATLANTIQUE LE HAVRE-NEW-YORK. — Le 6 décembre 1927 a été commencée la pose du nouveau câble qui reliera directement la France à Terre Neuve, puis à New-York.

LA PRODUCTION ÉLECTROCHIMIQUE ET ÉLECTROMÉTALLURGIQUE DE L'ESPAGNE. — D'après une information publiée par le « Journal du Four électrique et des Industries électrochimiques », les quantités de produits élaborés par voie électrique dans les usines d'Espagne, durant l'année 1926, se répartissent comme il suit :

Carbure de calcium	24 471 t
Carborundum	259
Chlorate de potasse	1 950
Cuivre électrolytique	5 823
Ferro-manganèse	1 642
Ferro-silicium	207
Acier	9 909

Le nombre des usines de carbure de calcium est de 13 et la puissance totale qu'elles mettent en jeu atteint 15 000 ch.

LE DÉVELOPPEMENT DE L'ÉLECTRICITÉ AU JAPON. — D'après une information parue dans le numéro du 9 juillet 1927 de « Electrical World », la production d'énergie électrique au Japon s'est élevée pour l'année 1925, à 7 734 871 000 kw-h alors qu'en 1914 elle atteignait seulement 1 457 270 000 kw-h. La production de cette énergie se répartit comme il suit : énergie d'origine hydraulique, 6 741 812 000 kw-h; énergie d'origine thermique, 993 059 000 kw-h, quantité dans laquelle l'énergie fournie par les usines génératrices à gaz, entre seulement pour 12 309 000 kw-h. L'importance de la production d'origine hydraulique, qui constitue 87 pour 100 de la production d'énergie totale durant l'année 1925, est digne d'être noté.

Combustibles. — LA SITUATION DES HOUILLÈRES BRITANNIQUES. — D'après les statistiques de l'administration des mines, les résultats du second trimestre de l'année 1927 sont beaucoup moins bons que ceux indiqués par les statistiques du premier trimestre, ainsi que le montrent les nombres du tableau suivant qui les résume :

Production (en tons de 1016 kg)	63 329 841	58 880 719
Vente (en tons)	58 222 345	54 072 749
Coût moyen net (en shillings et pence par tons)	16 sh 1,92	16 sh 0,70
Recette moyenne (en shillings et pence par tons)	17 sh 4,33	15 sh 0,05
Dépenses de production (en livres sterling)	47 042 504	43 496 719
Recettes totales (en livres sterling)	50 539 967	40 640 862

Ainsi donc, malgré que le coût moyen net par ton ait diminué de 1,20 penny, le bénéfice de 1 sh 2,59 par ton réalisé pendant le premier trimestre s'est transformé en une perte d'un peu plus de 1 shilling par ton pour le second trimestre; d'autre part, l'excédent d'environ 2,5 millions de livres des recettes sur les dépenses pendant le premier trimestre, est remplacé par un déficit de 2,8 millions de livres pour le second trimestre.

Ces résultats attestent la gravité de la crise que traverse l'industrie houillère britannique. On sait que l'une de ses causes est la multiplicité des sociétés exploitantes dont beaucoup sont dans l'impossibilité financière d'apporter à leurs exploitations les améliorations techniques qui permettraient d'abaisser, dans une certaine mesure tout au moins, le prix de revient de la ton longue de charbon. Bien des suggestions ont été faites au cours de ces dernières années pour remédier à cette situation; les uns ont proposé le groupement des entreprises, d'autres ont préconisé la limi-

tation de la production de manière à provoquer la hausse des prix de vente, d'autres encore, la diminution des salaires, tandis que les ouvriers mineurs réclamaient la « nationalisation » des mines, c'est-à-dire le rachat de toutes les entreprises et leur exploitation ultérieure par l'Etat. Mais jusqu'ici ni ces suggestions, ni les enquêtes officielles qui ont été faites en vue d'étudier comment elles pourraient être mises en pratique n'ont fourni la solution désirée.

Récemment l'Association des Propriétaires des Galles du Sud a repris l'idée du contrôle de la production afin de mettre fin à la concurrence désordonnée que se font les entreprises. Mais il ne semble pas que cette idée soit accueillie avec faveur par tous les intéressés. Les uns font observer que la limitation de la production aurait pour conséquence certaine d'augmenter encore le nombre des chômeurs et, par suite, les dépenses du fonds national d'assurance contre le chômage : ce serait faire payer à l'ensemble des contribuables les économies de salaires réalisées par les propriétaires de mines : d'autre part, la hausse du prix de vente du charbon engendrerait une augmentation du prix de revient des produits des diverses industries britanniques et diminueraient les possibilités d'exportation de la houille et de ces produits. D'autres, tout en admettant l'idée en principe, estiment que le contrôle de la production doit s'étendre à tous les charbonnages de la Grande-Bretagne, les entreprises prospères prêtant aide à celles qui sont déficitaires, ce qui permettrait d'augmenter la production et d'éviter l'accroissement du nombre des chômeurs. Mais ce plan d'organisation générale au moyen d'un trust omnipotent, préconisé par lord Beaverbrook suscite des critiques non moins nombreuses que celui des propriétaires des Galles au Sud.

La fabrication des combustibles liquides au moyen du charbon. — A la réunion du conseil d'administration de la I.-G. Farbenindustrie qui s'est tenue le samedi 13 décembre 1927, quelques indications ont été données sur l'état actuel des travaux entrepris pour l'obtention de carbures d'hydrogène par hydrogénation du charbon. Il résulte de ces indications, extrêmement concises, que ces travaux se poursuivent favorablement et que la quantité de combustibles liquides produite est appréciable.

Métallurgie. — La situation du marché du cuivre aux Etats-Unis. — Le « Journal of Commerce » fait observer que la production du cuivre est actuellement inférieure à la consommation. Une première preuve en est donnée par la diminution des stocks qui, de 321 957 tons en janvier 1926, se sont peu à peu élevés jusqu'à 378 138 tons en mars 1927 et ont depuis descendu rapidement pour n'être plus que de 329 944 tons à la fin de novembre. D'autre part, les statistiques indiquent que pour les dix premiers mois de l'année 1927 la production mondiale de cuivre n'a été que 1 397 000 tons, dont 1 187 700 tons produites par l'Amérique, alors que pendant les dix premiers mois de 1926 la production américaine avait atteint 1 350 000 tons. Aussi prévoit-on une augmention du prix du cuivre et les milieux autorisés s'attendent à ce qu'il atteigne 14 cents par livre à la fin de l'année et 15 cents par livre au début de 1928.

De plus il semble que le marché du cuivre, qui, au cours de ces dernières années, eut à souffrir du manque d'élasticité de la production et des variations brusques de la consommation, va acquérir de la stabilité par suite de la formation de la General Cable Company, organisme qui représentera près des 40 centièmes de la consommation américaine. Comme déjà une proportion égale est contrôlée par l'American Brass Company, il ne restera plus que les 20 centièmes de la consommation qui ne seront pas organisés. Cette concentration de la consommation est d'ailleurs une réplique à la concentration qui s'est manifestée dans la production et qui a abouti à la formation de la Copper Export Association.

Economie industrielle et sociale. — Les subventions de l'État aux caisses de chômage de novembre 1926 a novembre 1927. — Répondant à une question écrite d'un député le ministre du Travail et de l'Hygiène donne sur ce sujet dans le « Journal officiel » du 6 décembre 1927, page 3559 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés » les renseignements suivants :

« Le montant global des subventions accordées par l'Etat aux divers fonds publics de chômage (fonds municipaux et départementaux) pour les opérations qu'ils ont effectuées, depuis novembre 1926, s'élève pour les périodes : 1er novembre-31 décembre 1926 à 226 439,72 fr ; 1er janvier 1927-31 octobre 1927 à 32 664 303,60 fr, ce dernier chiffre est provisoire, un certain nombre d'états restant encore à liquider. En ce qui concerne les caisses de chômage syndicales, les subventions sont attribuées par semestre, et il n'est, par suite, possible d'indiquer que le montant des subventions semestrielles. Il a été alloué pour les opérations effectuées par lesdites caisses : au cours du deuxième semestre 1926, 186 569 fr, et pour les opérations qu'elles ont effectuées au cours du premier semestre 1927, 360 450 fr. »

Le mouvement des prix de gros en France, en novembre 1927. — Les prix de gros qui, après avoir fléchi de 168 points d'octobre à janvier 1927, s'étaient relevés de 10 points en février et en mars, pour s'abaisser de 5 points en avril, de 8 points en mai et de 6 points en juin, de 3 points en juillet, de 2 points en août, de 18 points en septembre et de 13 points pendant le mois d'octobre ont à nouveau haussé de 7 points en novembre. Ils sont cependant de 297 points inférieurs au maximum atteint au cours de l'année 1926.

L'indice général établi par la Statistique générale de la France, calculé sur la base de 100 en 1914 et portant sur 45 articles, dont 20 denrées alimentaires et 25 matières industrielles, s'établit en effet, en fin novembre, à 607 contre 600 en fin octobre (Voir *Bulletin R.G.E.*, 19 novembre 1927, t. XXII, p. 156-157 B).

On trouvera dans le tableau suivant le détail des indices établis pour le mois de novembre 1927, comparés à ceux des deux mois précédents :

	Articles.	Fin nov. (prov.)	Fin oct.	Fin sept.
Indice général........	(45)	607	600	613
Produits nationaux...	(20)	575	564	582
Produits importés.....	(16)	664	663	669
Denrées alimentaires :				
Ensemble	(20)	532	519	546
Aliments végétaux....	(8)	545	511	558
Aliments animaux....	(8)	485	466	508
Sucre, café, cacao	(4)	609	591	605
Matières industrielles :				
Ensemble.............	(25)	673	676	572
Minéraux et métaux..	(7)	595	590	602
Textiles..............	(6)	729	745	766
Divers	(12)	687	673	658

La hausse de 78 points d'un mois à l'autre porte cette fois-ci principalement sur les prix des produits nationaux, soit 11 points. Ceux des produits importés qui, après avoir été en août, en hausse de 7 points, avaient baissé en sep-

tembre de 12 points et fléchi en octobre de 6 points, ont à peine varié. L'indice des produits nationaux est encore de 89 points inférieur à celui des produits importés.

L'ensemble des prix de denrées alimentaires qui pendant tout l'été n'avait fait que s'abaisser se présente à la fin du mois de novembre en sensible augmentation, soit de 13 points par suite de la hausse de 19 points des aliments animaux et encore davantage, soit de 18 points, de celle des sucre, café et cacao, qui pendant les mois d'août, septembre et octobre avaient fléchi de 46 points.

La légère hausse de 3 points de l'indice d'ensemble des matières industrielles provient du relèvement dans les groupes des minéraux et métaux de 5 points et de 14 points dans les 12 articles des « Divers ». Par contre, les 6 articles composant les « textiles » ont baissé de 17 points.

L'indice du cout de la vie en France au cours du second semestre de l'année 1927. — Les derniers travaux connus des commissions régionales fixent ainsi qu'il suit les indices de la dépense d'une famille ouvrière de quatre personnes :

A Paris (3e trimestre 1927), 507 (525 au 2e trimestre et 524 au 1er trimestre); à Nancy (octobre 1927), 493; à Dijon (novembre), 579; à Marseille (août), 614; à Bordeaux (septembre), 592; à Rouen (octobre), 526.

Ces indices sont donnés sous toutes réserves. Ils sont établis directement par les commissions, en dehors du contrôle de l'administration supérieure d'après les budgets-types différents suivant les régions et, par suite, ne sont pas comparables entre eux.

Les indices du cout de la vie a l'étranger en octobre 1927. — Voici, d'après le « Bulletin de la Statistique générale de la France » les indices pour le mois d'octobre 1927 des prix de détail (coût de la vie) pour les principaux pays :

Royaume-Uni (600 villes), 163 (contre 161 en septembre); Allemagne (71 villes), 152 (contre 151); Tchécoslovaquie, 907 (contre 910); Suède (44 villes), 153 (contre 156) et Etats-Unis d'Amérique (51 villes) 151 (contre 149).

En Belgique, le coût de la vie pour le mois de novembre s'établit à 809 contre 804 en octobre.

L'indice des prix de détail, a Paris, en novembre 1927. — L'indice des prix de détail, à Paris, a fléchi de 20 points au cours du mois de novembre 1927.

Il est, en effet, de 500 en fin novembre, contre 520 fin octobre (voir *Bulletin R. G. E.*, 19 novembre 1927, t. XXII, p. 157 B).

Nous rappelons que cet indice des prix de détail pratiqués à Paris se rapporte à treize denrées choisies parmi les produits de première nécessité (pain, viande, lard, beurre, œufs, lait, fromage, pommes de terre, haricots, sucre, huile, pétrole, alcool à brûler).

Le 47e Congrès de la Fédération américaine du Travail. — Le « Bulletin quotidien » de la Société d'Etudes et d'Informations économiques consacre à ce congrès, qui se tint en octobre 1927, à Los Angeles, un article duquel nous extrayons les renseignements qui suivent :

La Fédération compte actuellement 2 812 407 adhérents (500 000 environ n'ont pas versé de cotisations) qui se répartissent en 49 fédérations d'états, 106 unions nationales ou internationales, 365 unions de commerce ou de travail fédérales et 23 394 unions locales.

Le rapport présenté au Congrès par le Comité exécutif de la Fédération montre que ses principes directeurs restent les mêmes : pas de compromis avec les communistes; collaboration des travailleurs organisés à l'amélioration du rendement (un des objectifs à atteindre étant la semaine de cinq jours de travail); maintien du niveau des salaires en fonction du prix de la vie et de la productivité; aide à l'éducation sociale et industrielle des travailleurs. Le Comité exécutif se plaint de ce que la législation restreint considérablement l'activité des syndicats et il demande qu'elle soit amendée dans un esprit plus large. Il demande aussi l'application générale du système Baltimore-Ohio de coopération entre le syndicat et le directeur de l'entreprise: « l'activité commune de ces deux forces égales, écrit-il, est d'un rendement plus sûr que les systèmes de représentation ouvrière en vue d'une coopération directe avec la direction; c'est là une question qui ne doit pas être résolue par un conflit, à moins que les patrons n'obligent à cette méthode, mais poursuivie par les syndicats individuels aussi bien que par l'ensemble du mouvement ouvrier ».

Le ton général du rapport et les revendications qui y sont présentées sont d'un caractère modéré qui contraste avec la violence qui caractérisait les rapports des congrès antérieurs. On pourrait donc s'étonner de la méfiance qui entoure le syndicalisme aux Etats-Unis et qui se traduit par des mesures judiciaires pour restreindre son développement et par les efforts et les dépenses que font les chefs d'industrie pour créer des syndicats d'entreprise et soustraire leurs salariés à l'emprise de la Fédération. La raison est qu'on se demande si la conversion de la Fédération est bien sincère et si elle n'est pas due à l'affaiblissement de son autorité et à la réaction de l'opinion contre les anciennes méthodes violentes du syndicalisme.

Un discours prononcé en novembre par le président de l'Association nationale des Fonderies, M. Barr, à un congrès de cette association, fait d'ailleurs connaître l'opinion des patrons sur la sincérité de cette conversion. « Le syndicalisme théorique, dit-il, est une chose, mais le syndicalisme pratique en est une autre; son histoire n'est qu'une suite d'actes de violence et d'intrigues en vue de s'ériger en pouvoir absolu. Il est faux de prétendre que la direction syndicale actuelle poursuit une action d'essence constructive; si les chefs se montrent plus raisonnables, c'est qu'ils se rendent compte du ressentiment public contre les méthodes anciennes du trade-unionisme; mais ils ne travaillent qu'en vue de rendre au syndicalisme une position dominante et si ce but était atteint, nous verrions un prompt retour aux méthodes de force brutale. Les chefs syndicaux se sont distingués par leurs attaques contre le communisme; mais ces attaques coïncidaient avec des demandes de concessions analogues aux revendications communistes; il ne faut pas oublier qu'il y aurait peu de différence entre les méfaits du communisme et ceux d'une oligarchie syndicale.

Le secrétaire général de l'Association nationale des Fonderies donnait dans son rapport un exemple concret montrant que, comme il vient d'être dit, la Fédération n'a nullement en vue le développement de l'activité industrielle. Les fabricants de tubes et d'appareils de chauffage des Etats du sud appliquent pour la plupart le système de la « porte ouverte » à tout ouvrier, qu'il soit syndiqué ou non; ceux des Etats du nord ont avec la Fédération un accord d'après lequel ils n'emploient, depuis plus de trente ans, que des ouvriers syndiqués. Ces derniers n'ont pu jusqu'ici, par suite de l'opposition de leurs ouvriers, introduire dans leurs usines les méthodes modernes de fonderie; le résultat est que le prix de revient est beaucoup plus élevé dans le nord que dans le sud, au point que beaucoup d'industriels du nord ont fermé leurs fonderies et achètent les appareils dont ils ont besoin à leurs concurrents du sud.

La conclusion qui semble devoir être tirée de ces indications est que si, comme on l'affirme souvent, il y a collabo-

ration entre patrons et ouvriers américains, cette collaboration n'est pas complète.

Enseignement. Recherche. — BUREAU BIBLIOGRAPHIQUE DE PARIS. — Le jeudi 15 décembre 1927 a eu lieu, en l'Hôtel de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 44, rue de Rennes, à Paris, une réunion du Bureau bibliographique de Paris, créé il y a une trentaine d'années par le général Sebert en vue de constituer une collection de fiches documentaires des ouvrages et articles de périodiques concernant les sciences appliquées.

Cette réunion, à laquelle avaient été conviées diverses personnalités s'intéressant à la documentation, était présidée par M. Sauvage, président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale et vice-président du Bureau bibliographique de Paris; aux côtés de M. Sauvage se trouvaient le général Sebert, président d'honneur du Bureau bibliographique de Paris, et M. Otlet, fondateur et directeur de l'Institut international de Bibliographie, venu de Bruxelles pour assister à cette réunion.

M. Barrau-Dihigo, conservateur de la Bibliothèque de l'Université de Paris, M. Jean Gérard, secrétaire général de l'Union internationale de Chimie pure et appliquée, puis M. Otlet, prirent successivement la parole. Dans leurs allocutions, les orateurs montrèrent combien est indispensable au progrès des connaissances humaines en général la confection et la publication de catalogues bibliographiques complets faisant connaître aux chercheurs les ouvrages accumulés dans les bibliothèques et combien est nécessaire au développement de la science et de l'indutrie l'établissement de répertoires méthodiques donnant tout au moins les titres des nombreux articles scientifiques ou techniques qui sont publiés dans les périodiques; ils indiquèrent ensuite ce qui a été fait jusqu'ici dans le but de donner satisfaction à ces besoins, firent ressortir la nécessité d'une coopération mondiale pour parvenir à réaliser ce but et signalèrent qu'un fort courant d'opinion se dessinait dans les différents pays en vue de coordonner les efforts jusqu'ici dispersés.

Au cours de son allocution, M. Otlet, après avoir rappelé la contribution importante apportée par le général Sebert dans les travaux bibliographiques, remit à celui-ci en hommage de reconnaissance un exemplaire richement relié du premier volume de la nouvelle édition du « Manuel du Répertoire bibliographique universel » dont la première édition, faite en 1905 par l'Institut international de Bibliographie de Bruxelles, était depuis longtemps épuisée. A la fin de la séance une adresse de félicitations et de remerciements au général Sebert fut votée à l'unanimité pour la collaboration précieuse et féconde que, depuis plus de trente années, il apporte au Bureau bibliographique de Paris et à l'Institut international de Bibliographie.

COURS DE MONTEUR-INSTALLATEUR DE POSTES RADIOTÉLÉPHONIQUES. — L'Ecole pratique de Radioélectricité, 57, rue de Vanves, Paris (XIVe), ouvrira le lundi 9 janvier 1928 la quatorzième session de son cours du soir de monteur-installateur de postes radiotéléphoniques destiné à tous ceux qui désirent acquérir la pratique du montage, de l'installation et de la recherche des dérangements des postes radiotéléphoniques privés. Ce cours d'une durée de deux mois et demi est sanctionné par un diplôme et enseigné par des spécialistes.

Les inscriptions seront reçues jusqu'au lundi 2 janvier 1928 inclus.

Syndicats. Groupements. — SYNDICAT DES CONSTRUCTEURS D'APPAREILLAGE ET DE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE. — Le banquet annuel de ce syndicat a eu lieu le lundi 19 décembre 1927, à l'hôtel Lutetia, sous la présidence de M. Legouëz, président de l'Union des Syndicats de l'Electricité. Au dessert, M. Bonvoisin, président du Syndicat, prit la parole pour remercier les invités et les membres du syndicat d'être venus en grand nombre à ce banquet, et signaler brièvement quelques-uns des faits qui ont marqué l'activité syndicale au cours de l'année. Ensuite M. Legouëz prononça une courte allocution.

Après le banquet le commandant Delingette fit une remarquable conférence, dans laquelle il retraça les diverses phases du voyage à travers l'Afrique, d'Oran au Cap, qu'il fit, il y a deux ans, en compagnie de madame Delingette, sur une voiture automobile à six roues, et insista sur l'importance des richesses minérales et végétales des pays traversés ainsi que sur les avantages que procurerait à la France une exploitation plus intense de celles qui se trouvent dans ses colonies. Les nombreuses projections faites au cours de la conférence montrèrent aux auditeurs qu'un voyage de ce genre est loin d'être un voyage d'agrément et demande une endurance et un sang-froid exceptionnels. Aussi ne ménagèrent-ils pas leurs applaudissements au commandant Delingette et leurs félicitations à madame Delingette pour le courage qu'elle ne cessa de montrer au cours du voyage.

ASSOCIATION DES ANCIENS ELÈVES DE L'ECOLE D'ELECTRICITÉ ET DE MÉCANIQUE INDUSTRIELLES (ECOLE VIOLET). — Le bal annuel organisé par l'Association des anciens Elèves au profit de sa caisse de secours réunissait samedi 17 décembre dans les salons de l'Hôtel Continental une nombreuse et brillante société. Cette manifestation coïncidait avec le vingt-cinquième anniversaire de la fondation de l'Ecole, créée en 1902.

Les principaux membres du Comité d'Honneur, formé d'industriels, d'ingénieurs et de professeurs, amis de l'école, donnaient par leur présence à cette fête un éclat de haute tenue.

Le délégué du ministre de l'Instruction publique, après avoir prononcé quelques paroles de bienvenue, a fait le tour des salons, accompagné de M. le général Ferrié, membre de l'Institut, président du Comité d'Honneur, de M. Chaumat, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, président du jury de l'Ecole Violet, des membres du bureau de l'Association des anciens Elèves et de ceux du Conseil d'Administration et du Conseil de Perfectionnement de l'Ecole.

Congrès. Expositions. — CONGRÈS MONDIAL DES ARTS DE L'INGÉNIEUR (TOKIO, OCTOBRE 1929). — Une information parue dans le numéro de novembre du « Journal of the american Institute of electrical Engineers » signale qu'un Congrès mondial des Arts de l'Ingénieur se tiendra à Tokio (Japon) dans la seconde quinzaine du mois d'octobre 1929.

L'organisation de cet important congrès prévoit la répartition des travaux en dix-sept divisions dont voici l'énumération : Problèmes généraux, comprenant instruction, administration, direction, statistiques, normalisation et coopération internationale ; Science de l'ingénieur ; Travaux publics ; Communications et transports ; Energie ; Architecture et science de la construction ; Electricité et mécanique ; Industrie chimique ; Industrie textile ; Constructions navales ; Construction aéronautique et automobile ; Mines et métallurgie ; Matériaux utilisés dans les arts de l'ingénieur ; Combustibles ; Aménagements hydrauliques ; Epuisement, chauffage, ventilation, éclairage, réfrigération ; Organisation scientifique du travail.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Augmentation de capital. — SOCIÉTÉ ÉLECTRIQUE DE BELCHAMP. — D'après une information publiée dans la « Revue des Valeurs régionales de la banque Renauld » du 15 décembre 1927, cette société va procéder à la réalisation d'un emprunt obligataire de 1 million de francs divisé en 2 000 obligations de 500 fr.

Ces titres rapporteront un intérêt de 6,50 pour 100, payable par semestre les 30 juin et 31 décembre de chaque année et remboursables en 20 ans à partir du 30 juin 1933, à raison de 100 obligations par an.

SOCIÉTÉ ÉLECTRIQUE DE BELCHAMP. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 12 décembre 1927, page 1174, cette société dont le siège est à Montbéliard (Doubs) va procéder à l'émission de 2 000 obligations de 500 fr, constituant un emprunt d'un million de francs, autorisé par l'assemblée générale des actionnaires du 28 octobre 1927.

Ces obligations seront productives d'un intérêt annuel de 32,50 fr, payable par semestre, les 31 décembre et 30 juin de chaque année ; elles seront remboursables en un délai de vingt années à partir du 30 juin 1933, à raison de cent obligations au moins par an ; la société se réserve la faculté d'anticiper les remboursements à compter du 30 juin 1933 ; elles sont gagées par tout l'actif social, aucune garantie spéciale n'y est attachée.

Divers. — SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldant par un bénéfice net de 10 139 209 fr.

Le dividende a été fixé à 40 fr par action ancienne et 20 fr par action nouvelle. Une somme de 500 000 fr a été affectée au fonds de prévoyance et une somme de 14 857 fr reportée à nouveau.

SOCIÉTÉ D'ÉCLAIRAGE ET D'APPLICATIONS ÉLECTRIQUES. — L'assemblée ordinaire, tenue le 15 décembre 1927, a approuvé les comptes de l'exercice écoulé se soldant, après amortissements, par un bénéfice net de 71 928 fr, contre 35 326 fr précédemment. Ce bénéfice a été reporté à nouveau.

COMPAGNIE DES EAUX ET D'ÉLECTRICITÉ DE L'INDO-CHINE. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldant par un bénéfice de 10 424 324 fr, auquel vient s'ajouter le report de l'exercice antérieur, soit 2 775 fr. Le dividende brut a été fixé à 200 fr par action de capital et 175 fr par action de jouissance sur lequel un acompte de 100 fr brut par action de capital et 87,50 fr par action de jouissance a déjà été versé. Une somme de 2 347 500 fr a été affectée au fonds spécial de prévoyance et une somme de 1 500 000 fr à l'amortissement du dixième du capital.

L'UNION ÉLECTRIQUE. — L'assemblée ordinaire, tenue le 6 décembre 1927, a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldant, après amortissements, par un bénéfice net de 258 067 fr, auquel vient s'ajouter le report de l'exercice antérieur, soit 297 663 fr. Après prélèvement pour la réserve légale, le solde, soit 542 827 fr a été reporté à nouveau.

ÉLECTRICITÉ ET GAZ DU NORD. — L'assemblée ordinaire, qui a eu lieu le 5 décembre 1927, a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice clos le 30 septembre 1927 accusant un solde bénéficiaire de 15 258 821 fr. En voici la répartition: réserve légale, 762 412 fr ; premier dividende de 10 fr par action, 4 millions de francs, tantièmes statutaires, 481 118 fr; deuxième dividende de 17,50 fr par action, 7 millions de francs ; dividende de 300 fr aux parts, 3 millions de francs ; report à nouveau, 15 290 fr.

Le dividende brut est ainsi fixé à 27,50 fr par action de 300 fr par part payable, sous déduction des impôts, depuis le 6 décembre courant.

LES EXPLOITATIONS ÉLECTRIQUES. — Les comptes de l'exercice clos le 31 juillet 1927, se soldent (après amortissement d'une somme de 510 600 fr, montant du rachat des parts de fondateur et de 500 000 fr sur frais d'augmentation de capital) par un bénéfice de 2 018 184 fr, contre 2 024 756 fr précédemment.

Le conseil proposera la distribution d'un dividende de 18,75 fr brut par action, contre 17,50 fr pour l'exercice précédent. Ce dividende ne s'appliquera pas aux 80 000 actions nouvelles de la dernière augmentation de capital créées jouissance 1er août 1927.

COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉCLAIRAGE DE BORDEAUX. — Les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldent par une perte de 317 348 fr contre une perte de 187 876 fr en 1925-1926.

Compte tenu du report déficitaire antérieur, le solde débiteur total s'élève à 24 737 489 fr.

Rappelons que le procès engagé entre la société et la ville de Bordeaux, relativement au rachat de la concession, est toujours pendant devant le Conseil d'État.

NOTICES et CATALOGUES (1)

Interrupteurs et disjoncteurs dans l'huile. — Sous ce titre, les Ateliers de Constructions électriques de Delle, dont le siège social, antérieurement 28, boulevard de Strasbourg, à Paris, a été transféré cette année auprès de ses usines de Villeurbanne (Rhône), viennent de publier leur nouveau catalogue d'interrupteurs dans l'huile, sous forme d'une brochure de 64 pages du format 27 cm × 21 cm.

On y trouve la description, abondamment illustrée de dessins et de photographies, des interrupteurs de tous modèles pour installations intérieures et extérieures. Ces appareils sont construits pour des tensions jusqu'à 75 000 V et des intensités de courant jusqu'à 5 000 A.

L'examen de ce catalogue montre la place importante qu'y tiennent les catégories d'interrupteurs à grande puissance, dont la technique est à l'ordre du jour depuis que l'accroissement des puissances distribuées et l'interconnexion des réseaux les ont rendus indispensables. A ce sujet, le catalogue débute par une notice intéressante qui met en évidence le danger d'un choix mal éclairé lorsqu'il s'agit d'interrupteurs de manière à aider les exploitants dans la détermination des caractéristiques des appareils qui leur sont nécessaires. Ceci en s'appuyant sur des éléments calculés et sûrs, et non plus sur la garantie illusoire que constitue l'indication d'une puissance de coupure exprimée en kilovolts-ampères et dont la définition ne saurait être établie rigoureusement. A ce point de vue, les Ateliers de Delle ont innové, ce qui n'est pas pour surprendre quand on connaît l'effort réalisé par cette société, qui tient à sa réputation de constructeur « à l'avant-garde du progrès ». Nos lecteurs connaissent cette formule, que les Ateliers de Delle utilisaient récemment encore pour leur publicité dans cette revue, en y rappelant que, les premiers en Europe, ils ont disposé dès 1911 d'un laboratoire d'essais à très haute tension et construit en série le matériel à très haute tension pour 150 000 V (1922) et 220 000 V (Exposition de Grenoble, 1925). Les nombreux perfectionnements réalisés sur les appareils présentés paraissent bien justifier la formule précédente.

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

Les Ateliers de Delle nous ont prié d'indiquer que ce catalogue était envoyé sur demande, à adresser à Villeurbanne ou à leur bureau de vente pour la région parisienne, 16, rue de la Baume, à Paris (8e).

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

631 819. — Fischer de Tovaros (J.); Frotteur de glissement pour conducteurs de lignes de traction électrique, 30 mars 1927.

631 823. — Hay (A.-D.): Perfectionnements aux bagues protectrices de lampes électriques, 30 mars 1927.

631 852. — Société dite : Ferranti Ltd; Perfectionnements aux récepteurs téléphoniques haut-parleurs, 31 mars 1927.

631 867. — Surjaninoff (M.); Emetteur d'ondes électriques, 31 mars 1927.

631 870. — Albaric (E.); Dispositif de régulation automatique de la température applicable à tous appareils de chauffage électrique, 31 mars 1927.

631 875. — Société dite : Maison Breguet; Dispositif de traction électrique appropriée pour l'alimentation en courant continu avec batterie d'accumulateurs ou en courant alternatif triphasé, 31 mars 1927.

631 913. — Société dite : Westinghouse Electric and Manufacturing Co; Perfectionnements aux systèmes de changements de prises de courant sur les transformateurs électriques, 30 mars 1927.

631 937. — Société dite : Robert Bosch Ak.; Machine électrique à courant continu, 1er avril 1927.

631 946. — Cumberland (E.); Procédé et dispositif pour prévenir la corrosion des métaux, 1er avril 1927.

631 971. — Dailly (A.); Dispositif permettant l'alimentation totale des lampes valves, notamment celles des postes de télégraphie sans fil par une distribution à courant alternatif d'éclairage ou de force, 2 avril 1927.

632 010. — Société dite : Rotophon Radio Gesellschaft m. b. h.; Pavillon pour haut-parleurs et dispositifs similaires, 4 avril 1927.

632 033*. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Interrupteur électrique, 5 juin 1926.

632 037*. — Société dite : Appareils électriques et Compteurs Garnier; Compteur électrique enregistrant les pertes dans les transformateurs de puissance, 5 juillet 1926.

632 050*. — Lacourte (E.-J.-A.); Système de signalisation à distance, 6 juillet 1926.

632 051*. — Société dite : Etablissements Davey, Bickford, Smith et Cie; Perfectionnements aux amorces électriques et à leurs procédés de fabrication, 6 juillet 1926.

632 056*. — Hocquart (E.-L.); Procédé et appareils pour la fabrication de tubes, isolateurs pour canalisations électriques, 7 juillet 1926.

632 062*. — Bethenod (J.); Perfectionnements aux dispositifs récepteurs radiotélégraphiques fonctionnant à grande vitesse, 8 juillet 1926.

632 075*. — Fournier (G.), Holweck (F.); Signalisation électrique pour automobiles, 9 juillet 1926.

632 077*. — Société française radioélectrique; Perfectionnements aux transmetteurs pour télégraphie rapide, 9 juillet 1926.

632 078*. — Société anonyme : Etablissements B. R. C.; Dispositif correcteur de température pour les systèmes de régulation de tension de dynamo par vibreur, 9 juillet 1926.

632 083*. — Société dite : Phoebus (Société anonyme); Perfectionnements aux piles électriques, 10 juillet 1926.

632 085*. — Cadot (P.-A.); Système de connexion et de couplage pour cadre pour postes récepteurs de télégraphie sans fil et autres applications, 10 juillet 1926.

632 091*. — Lemonne (R.-E.); Haut-parleur perfectionné, 12 juillet 1926.

632 094*. — Miscarol (C.-E.); Perfectionnements à la fabrication des condensateurs électriques, 13 juillet 1926.

632 121. — Erenyi (P.), Lanyi (L.); Perfectionnements aux rampes d'éclairage électrique, notamment aux rampes pour scènes de théâtre, 21 mars 1927.

632 130. — Vergnet (J.-L. C.); Condensateur variable, 4 avril 1927.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine.

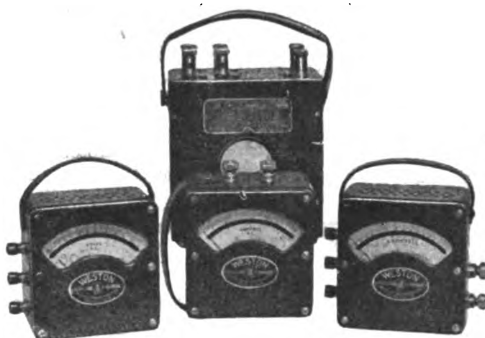
A L'ACQUITTE	1927		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	17 déc.	10 déc.	1926	1925	1913
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris.	1 330	1 330	1 530	1 300	230
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre					171
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre					173.50
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen	872	872	825,25	893.50	175,50
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen	872	872	825,25	892,50	175,50
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen	864.50	864,50	818	884,50	175,50
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre					171
Etain Banka, liv. Havre ou Paris	3 565	3 568	4 067	3 815	467,50
Etain Billiton, liv. Havre					456.50
Etain Détroits, liv. Havre	3 560	3 562	4 048	3 815	460,50
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris	3 485	3 486	3 904	3 761	451,50
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	319	315	403,50	482	53
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris	327	323	411	490	53,50
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris	351,50	356	433,50	528	59,50
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris	369,50	375	453,50	578,25	59.50

LABORATOIRE

(Instruments étalons)

Pile " WESTON", Résistance, Inductance et Capacité :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres, Microfaradmètres, Mégohm voltmètres, Pyromillivoltmètres, Galvanomètres, Potentiomètres, Transformateurs, Instruments pour mesures sous haute fréquence et pour mesures d'électrolyse.



Ampèremètre - Voltmètre - Wattmètre
Transformateur " WESTON "

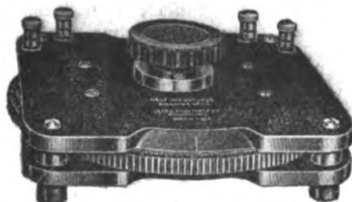
CONTROLE

(Instruments de haute précision) :

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres (mono et polyphasés, et pour bas facteur de puissance), Fréquencemètres, Phasemètres, Ponts de self inductance et de capacité, Ponts de résistance (Wheatstone, Thomson, Kelvin et Kohlrausch), Boîtes de résistance, Inductomètres et Condensateurs, Transformateurs.



Acidimètre " LEEDS et NORTHRUP "



Inductomètre " LEEDS et NORTHRUP



Galvanomètre " WESTON " modèle 440

INDUSTRIE

(Instruments de mesures portatifs et de tableau)

Fluxmètre, Perméamètre, Luxmètre, Salinomètre, Acidimètre, Photomètre, Interférencemètre, Oscillateur, Générateur de haute fréquence.

ÉQUIPEMENTS

pour la mesure de la conductibilité des électrolytes, les essais magnétiques, la mesure de la résistance électrique des huiles, les essais des transformateurs, la recherche des défauts dans les câbles, et la mesure des résistances d'isolement, la mesure du Ph, les essais à sec des câbles, l'étalonnage des couples thermoélectriques, le contrôle automatique de la combustion, l'enregistrement de la lumière du jour.

ENREGISTREURS

de mesures électriques, de CO et de CO^2, de pression et de vide, de température, de la hauteur des liquides, du niveau de l'eau des chaudières, d'humidité, de mouvement et de temps, d'indication de mesures à longue distance.

MESURE DES TEMPÉRATURES

Pyromètres-potentiomètres indicateurs, (portatifs et de tableau) et enregistreurs jusqu'à 16 directions, Pyromètres à résistances, Pyromètres optiques, Pyromètre pour la mesure des températures des gaz, de l'échauffement des machines électriques, des transformateurs et des câbles.

FOURS ELECTRIQUES

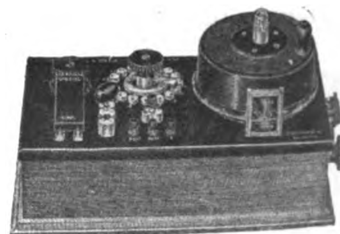
(Fonte de métaux, Trempe, Cémentation, Revenu).

AUTRES APPAREILS

Transformateurs, Compte-tours, Tachymètres, Ohmmètres, Pont pour la mesure des terres, Compteurs électrolytiques.



Testing Set " LEEDS et NORTHRUP"



Potentiomètre type K
" LEEDS et NORTHRUP "



Wattmètre " WESTON " modèle 310

Adresse télégraphique :
MECIVOCEM

M.E.C.I.

Téléphone : **PROVENCE**
24-01 — 24-02

2, rue du Faubourg Poissonnière, PARIS (X)

RÉPARATION DE TOUS INSTRUMENTS DE MESURES ÉLECTRIQUES

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 10 déc. 1927	PRIX samedi 17 déc. 1927	PRIX différence
Aciers profilés (1)				
Poutrelles I ordinaires, PN	100 kg	72 fr	72 fr	0
Poutrelles U ordinaires	100 kg	77	77	0
Cornières	100 kg	75	75	0
Larges plats	100 kg	93	93	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris (2)	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	20 1/8 d	19 1/2 d	— 5/8 d
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	635	631	— 4 fr
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	864.50	864.50	0
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	872	872	0
Cuivre rouge en fils de 3 mm, liv. Paris (octroi en plus) (3)	100 kg	1 127	1 127	0
Cuivre rouge en planches, liv. Paris (octroi en plus) (3)	100 kg	1 316	1 316	0
Fil de cuivre guipé — 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 449	1 449	0
Fil de cuivre guipé — 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 799	6 799	0
Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris (3)	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle — blanc	100 kg	661	661	0
Email pour appareillage en tôle — noir	100 kg	2 102	2 102	0
Etain Banka, liv. Havre ou Paris (2)	100 kg	3 568	3 565	— 3
Fonte phosphoreuse de moulage, n° 3 P. L., parité Longwy (4)	tonne	420	425 (5)	+ 5
Fonte hématite de moulage (4) — zone 1 (Lyon)	tonne	585	570 (5)	— 15
Fonte hématite de moulage (4) — zone 2 (Montluçon)	tonne	600	585 (5)	— 15
Fonte hématite de moulage (4) — zone 8 (Nancy)	tonne	575	575 (5)	0
Fonte hématite de moulage (4) — zone 10 (Lille)	tonne	555	555 (5)	0
Fonte hématite de moulage (4) — zone 13 (Paris)	tonne	590	590 (5)	0
Huile pour interrupteurs (3), n° 310 D, wagon-usine — pour haute tension	100 kg	325	325	0
Huile pour interrupteurs (3), n° 310 D, wagon-usine — pour basse tension	100 kg	260	260	0
Huile pour transformateurs, wagon départ Paris (3) :				
qualité supérieure	100 kg	536	536	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
Laiton en fils, liv. Paris (3) (octroi en plus)	100 kg	1 195	1 195	0
Laiton en planches, première qualité, liv. Paris (3) (octroi en plus)	100 kg	1 050	1 050	0
Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris (3)	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
Noir de fumée, liv. Paris (3)	100 kg	275	275	0
Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm (3) — épaisseur 7/100 mm	le mètre linéaire	7	7	0
Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm (3) — id 10/100 mm	le mètre linéaire	8	8	0
Plomb de provenances diverses, marq. ord., liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	315	319	+ 4
Résine synthétique (par 500 kg), wagon départ, (3)				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,25	12,85	+ 0.60
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,25	11,65	+ 0.40
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	310	310	0
Tôle magnétique extra-sup. 4 10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail (3)	1 m²	18	18	0
Verre à vitres, mesures courantes (en caisses de 40 feuilles d'une seule mesure) (3)	la caisse de 40 feuilles	190	190	0
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris (2)	100 kg	375	369,50	— 5.50
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

(1) Prix pratiqués sur la place de Paris pour des commandes importantes.
(2) Cote officielle hebdomadaire établie par les courtiers assermentés du Tribunal de Commerce de la Seine.
(3) Cours commerciaux approximatifs par quantités courantes, donnés seulement à titre d'indication.
(4) Prix fixés par l'O. S. P. M.
(5) Pour janvier 1928.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 10 déc. 1927	samedi 17 déc. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	166	166	0

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Les industries électrochimiques et électrométallurgiques en Suisse. — Durant l'année 1926, les industries suisses du four électrique ont préservé les activités très variables et l'intensification de la production dans certaines branches a été rendue possible par une utilisation judicieuse des ressources hydroélectriques du pays. Notre confrère « Journal du Four électrique et des Industries électrochimiques » a publié à ce sujet dans son numéro du 15 novembre 1927, un article dont nous donnons ci-dessous le résumé.

Au 1er janvier 1927, la puissance installée relative aux industries du four électrique représentait 14 pour 100 de la puissance installée totale pour l'ensemble des diverses catégories d'utilisation, ainsi que le montre le tableau suivant :

Utilisations.	Puissance en chevaux. Minimum.	Maximum.	Installée.
Force motrice et lumière	363 000	1 081 000	1 183 000
Electrochimie et électrométallurgie	66 000	275 000	278 000
Traction	65 000	267 000	275 000
Industrie textile	23 000	55 000	59 000
Divers	48 000	105 000	110 000

ALUMINIUM. — La production de l'aluminium durant l'année 1926 a marqué la progression soutenue constatée lors des années précédentes. Cette situation due à l'accroissement des débouchés sur le marché mondial a été favorisée par la mise en valeur des ressources hydroélectriques du pays.

Le prix de l'aluminium a subi en 1926 une réduction de 12 pour 100.

L'importance des exportations d'aluminium a atteint, pour 1926, 18 710 t représentant une valeur de 51 766 000 fr suisses.

A ces nombres, il convient d'ajouter encore l'exportation de 1 100 t d'ouvrages en aluminium ou en alliages.

FERRO-ALLIAGES. — La production des ferro-alliages a suivi une progression satisfaisante et l'exportation a passé de 3 130 t en 1925 à 5 940 t en 1926.

La Société Fonte électrique de Bex a produit 2 600 t de ferro-alliages, en particulier de ferro-chrome.

CARBURE DE CALCIUM. — Le développement, durant la guerre, de l'industrie du carbure de calcium dans les pays jadis importateurs de carbure suisse, a continué à influencer défavorablement les exportations suisses qui de 13 900 t en 1925 sont tombées à 8 500 t pour l'année 1926.

Les ventes ont dû être réalisées à des conditions très défavorables afin de pouvoir combiner les débouchés. Les prix pour la consommation suisse sont restés les mêmes, soit de 37 à 42 fr les 100 kg.

Un obstacle important réside dans le coût élevé des transports. Toutefois le marché intérieur s'est amélioré en raison notamment du développement de la soudure autogène dans l'industrie suisse.

CYANAMIDE CALCIQUE. — La production de la cyanamide calcique, estimée pour 1926 à 30 000 t, a marqué une progression importante par rapport à celle de 1925, soit une augmentation de 2 200 t. La consommation suisse est restée stationnaire.

Signalons à propos de la fabrication des engrais azotés qu'avant d'entreprendre la fabrication des nitrates, la Société des Usines de la Lonza va créer à ses usines de Viège une installation de production d'acide nitrique à partir de l'ammoniaque synthétique, ce qui permettra à la Suisse de s'affranchir des importations d'acide nitrique.

CHLORATES. — La situation générale a été plus favorable qu'en 1925 pour l'industrie des chlorates et perchlorates et malgré la concurrence étrangère les conditions d'exportation ont été meilleures.

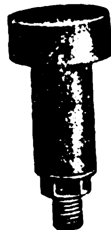
L'emploi du chlorate de soude et du chlorate de calcium liquide pour la destruction des mauvaises herbes s'est développé dans le pays. La production des autres chlorates et perchlorates a été écoulée principalement à l'étranger et l'exportation totale s'est élevée à 1 656 t.

PERBORATE DE SOUDE. — La fabrication du perborate de soude est maintenant exploitée à Mels (Saint-Gall) par un procédé qui paraît avantageux et qui assure une qualité de production fort bien jugée par comparaison avec les produits étrangers. Cette exploitation peut suffire au marché suisse.

SULFATES. — La consommation des persulfates s'est accrue par suite de leur emploi dans le blanchiment des savons et











CAPS ET CONES

avec rondelle protectrice

BOULONS ISOLANTS — BOULES ISOLANTES

ISOLATEURS "OHMITE VERTE"

ACIÉRIES DE GENNEVILLIERS S.A.

Ans Ets

C. DELACHAUX

BUREAUX & USINES
151-153 Rue des Cabœufs
GENNEVILLIERS (Seine)

1er GROUPE : ACIERIE DE MOULAGE
2ème GROUPE : MATÉRIEL TRACTION & ISOLANTS
3ème GROUPE ALUMINOTHERMIE-METAUX PURS

TEL. WAGRAM 99-88
Adresse Télégraphique
MATELEC-GENNEVILLIERS

ÉQUIPEMENT DE LIGNES AÉRIENNES

Isolateurs "Ohmite Verte"
Equipements de poteaux et consoles
Oreilles en laiton estampé

Aiguillages et croisements aériens
Matériel pour mines et appareils de levage

ÉQUIPEMENT DU MATÉRIEL ROULANT

Têtes de trolley à rattrapage de jeu
Bases à déclanchement automatique

Frein "Peacock"
Engrenages et Pignons
Séparateurs d'arc en résistivite

ÉQUIPEMENT DE VOIES

Soudure aluminothermique des rails
Croisements et cœurs soudés

Aiguillages et cœurs acier moulé
Boites de manœuvre, etc.

Ed. Besson

Registre du Commerce : Seine N° , 613

dans celui des textiles. Mais la production des persulfates dans les divers pays du monde est devenue au moins le triple de son importance d'avant-guerre. Les difficultés créées par cette situation sont, pour la Suisse, encore aggravées par les tarifs trop élevés des transports. Ainsi, la concurrence avec les pays voisins est rendue très difficile.

Soude. — La lessive de soude préparée par un procédé spécial dans un état de pureté remarquable a trouvé facilement des débouchés. On note que les prix en ont baissé par suite de la concurrence française de la soude caustique dont les droits d'entrée ont pu être relevés de 1,50 fr à 2,50 fr, tandis que des facilités de transport étaient consenties par les Chemins de fer fédéraux.

Chlorures. — Malgré la réduction des importations de soude et de potasse, il n'a pas été possible d'écouler toute la production suisse. Il en a été de même du chlorure de chaux et de l'eau de Javel. La consommation du chlorure de chaux semble diminuer au profit du chlore liquide dont la production a été en augmentation.

On a également fabriqué une plus grande quantité de chlorure de soufre. Les débouchés des dérivés du chlore ont été maintenus sensiblement au même niveau qu'en 1925.

Sodium et peroxyde de sodium. — Le sodium fabriqué à l'usine du Day et à Monthey trouve peu de débouchés sur le marché intérieur, aussi a-t-on dû en exporter une certaine quantité. L'usine du Day en consomme cependant un peu pour la préparation du peroxyde de sodium. Ce composé utilisé spécialement pour le blanchiment de la paille fait l'objet d'exportations, la consommation intérieure n'absorbant pas la production totale.

Peroxyde d'hydrogène. — Les pronostics pour l'avenir de l'industrie du peroxyde d'hydrogène sont encore plus défavorables que ceux formulés en 1925. Les stocks ont considérablement augmenté dans le premier semestre de 1926. La surproduction étrangère a amené une baisse des prix, de sorte que les exportations ont diminué bien que la consommation intérieure se soit maintenue. Cet état de choses est encore aggravé par le fait que le prix de revient du peroxyde d'hydrogène électrolytique se rapproche de plus en plus de celui des solutions préparées avec le bioxyde de barium.

Sulfate de cuivre. — La Compagnie des Produits électrochimiques de Bex a continué la fabrication du sulfate de cuivre dont elle produit 1 000 à 1 500 t suivant la demande des viticulteurs. Cette société poursuit également la fabrication électrolytique des planches de cuivre.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Projets d'établissement de réseaux ruraux. — Des conférences ont été tenues entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement de réseaux ruraux de distribution d'énergie électrique dans les communes de :

Aube. — Arconville.

Aude. — Montréal, Alairac, Routier, Tréziers.

Eure. — Hacqueville (Hameau de Doux-Mesnil).

Eure-et-Loir. — Lorel-Moussel.

Cantal. — Saint-Mamet, Roannes, Omps, Pers, Roumégoux, Cayrols, Glénat, Giran, La Ségalassière, La Capelle-Viescamp, Parlan, Saint-Gérons, Saint-Saury, Paulhac, Cézens, Cussac, Valuéjols, Tanavelle, Laveissenet, Ussel, Bredons, Laveissière, La Chapelle-d'Alagnon, Celles, Virargues, Chastel-sur-Murat, Chalinargues, Murat et Neussargues.

Marne. — Aubilly, Tramery, Saint-Gilles.

Puy-de-Dôme. — Sauviat.

Rhône. — Charnay.

Savoie. — Queige, Villargerel, Montgirod, Saint-Jean-de-Gouz, Saint-Bon, La Rochette.

Seine-et-Oise. — Saint-Chéron (hameau de Baville).

Tarn. — Syndicat intercommunal de Tanus et environs comprenant les communes de : Tanus, Lacapelle-Pinet, Montauriol, Crespin, Tréban, Faussergues, Padies, Ledas, Saint-Jean-de-Marcel, Rosières, Moulares. Syndicat de Carmausin, Almayrac, Comefa, Jonqueviel, Labastide, Gabausse, Lapparrouquial, Le Ségur, Mirandol-Bourgougnac, Monesties, Montirat, Narthoux, Salles, Saint-Christophe, Sainte-Gemme, Taix, Trévien, Virac.

Vaucluse. — Avignon, Modène.

Vendée. — Syndicat de communes de La Caillière.

Concessions accordées pour l'établissement, soit de lignes de transmission d'énergie, soit de lignes de distribution d'énergie aux services publics, soit de lignes de distribution publique d'énergie. — *Puy-de-Dôme, Cantal, Corrèze.* — La Société hydroélectrique de la Diège a demandé la concession, avec déclaration d'utilité publique d'un réseau de transmission d'énergie électrique entre Clermont-Ferrand, Roche-le-Peyroux et Champagnac.

Basses-Pyrénées. — La Société minière et métallurgique de Pennaroya a demandé la concession avec déclaration d'utilité publique d'une ligne de transmission d'énergie allant de Saint-Criq à Oloron et de Mouguerre à Blancpignon en empruntant le territoire du département des Basses-Pyrénées.

Aisne, Seine-et-Marne. — M. L. Coussieu, ingénieur, a demandé une concession avec déclaration d'utilité publique, en vue d'établir et exploiter une distribution d'énergie électrique aux services publics dans une zone s'étendant sur les départements de l'Aisne et de Seine-et-Marne.

Exercice du contrôle communal des distributions d'énergie par les agents de l'Etat. — *Seine-et-Oise.* — Un arrêté ministériel récent a décidé que le contrôle municipal des distributions d'énergie électrique serait exercé par les agents de l'Etat dans la commune de Vernouillet.

Autorisations provisoires accordées pour l'établissement de lignes électriques. — *Nord.* — La Société artésienne de Force et Lumière a obtenu l'autorisation d'établir :

Sur les territoires des communes de Sailly-sur-la-Lys et de Steenwerck, une ligne à haute tension, à 15 000 v, destinée à alimenter les postes de transformation de la commune de Steenwerck.

Une canalisation électrique aérienne à haute tension, à 26 000 v, au territoire de Bailleul, destinée à alimenter un deuxième poste de transformation de l'asile d'aliénés.

Ces lignes seront comprises dans la concession d'Etat demandée par la société pétitionnaire et actuellement en cours d'instruction.

Somme, Pas-de-Calais. — La Société béthunoise d'Eclairage et d'Energie a obtenu l'autorisation d'établir une ligne à haute tension entre Abbeville et Crécy-en-Ponthieu.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat de-

mandée par la société pétitionnaire et actuellement en cours d'instruction.

Seine-et-Oise. — La Société d'Electricité de Saint-Germain-en-Laye a obtenu l'autorisation d'établir une canalisation souterraine d'énergie électrique à haute tension, à 10 000 v, de Versailles à Saint-Germain-en-Laye.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat demandée par la société pétitionnaire et actuellement en cours d'instruction.

La Compagnie d'Electricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière), 3, quai National, à Puteaux, a obtenu l'autorisation d'établir :

Des canalisations aériennes d'énergie électrique à haute tension : de Bolleboise à Fréneuse avec dérivation sur Méricourt; à La Boissière; à Maulette;

Une canalisation souterraine d'énergie électrique à haute tension, à 15 000 v, à Rambouillet :

Ces lignes seront comprises dans la concession d'Etat demandée par la compagnie pétitionnaire et actuellement en cours d'instruction.

La Société Nord-Lumière (Le Triphasé), siège social, 4, rue de Vienne, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir des canalisations aériennes à haute tension, à 15 000 v, destinées à alimenter : le poste de transformation communal à installer à Guernes; à Buchelay; et le nouveau poste de la commune d'Arnouville-les-Gonesse.

Ces lignes seront comprises dans la concession d'Etat demandée par la société pétitionnaire et actuellement en cours d'instruction.

Gironde. — La Société Energie électrique du Sud-Ouest, 5, avenue du Coq, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir des dérivations aériennes, à 13 000 v, destinées à alimenter : le secteur du village de Cazaux (commune de la Teste-de-Buch); le secteur du quartier Argous, à Bègles.

Ces lignes seront comprises dans la concession d'Etat demandée par la société pétitionnaire et actuellement en cours d'instruction.

Métallurgie. — La production sidérurgique de la France en novembre 1927. — La production française de fonte s'est élevé en novembre à 764 465 t, contre 795 991 t en octobre (voir *Bulletin R. G. E.*, 10 décembre 1927, t. XXII, p. 180 B).

Cette production se décompose comme il suit :

	Novembre	Octobre
Fonte d'affinage	23 232 t	33 401 t
Fonte de moulage	119 875	123 664
Fonte Bessemer	499	585
Fonte Thomas	600 763	615 143
Fontes spéciales	20 096	23 198
Total	764 465 t	795 991 t

La production totale des onze premiers mois s'établit à 8 501 415 t.

Un léger recul apparait dans la production d'acier par rapport à octobre 1927. Le détail de cette production est le suivant :

Modes de fabrication.	Novembre	Octobre
Convertisseur acide	4 238 t	4 309 t
Convertisseur basique	483 937	511 150
Four Martin	186 664	198 445
Four à creusets	873	1 000
Four électrique	7 850	8 010
Total	683 562 t	722 914 t

La production de novembre comprend 670 516 t de lingots et 13 046 t de moulages, contre 708 455 t de lingots et 14 459 t de moulages en octobre.

La production totale d'acier pendant les onze premiers mois s'établit à 7 540 297 t.

Le nombre des hauts fourneaux en activité au 1er décembre était de 140. A la même date, 37 étaient prêts à fonctionner et 43 en construction ou en réparation.

Economie industrielle et sociale. — A propos de l'évaluation des actifs des sociétés en francs-or ; le cas des sociétés de production et de distribution d'énergie électrique. — On a beaucoup discuté les avantages et les inconvénients que présente l'évaluation en francs-or des actifs des sociétés, principalement de celles existant avant la guerre et dont les installations anciennes sont comptées aux bilans pour leurs valeurs en francs-or alors que leurs immobilisations récentes sont évaluées en francs-papier. L'extrait suivant d'un article publié dans le « Journal des Débats » montre que pour les sociétés de production et de distribution d'énergie électrique, la clause du rachat de leurs installations milite en faveur de l'évaluation de celles-ci en francs-or.

« Comment, en effet, sont établis, au tournant monétaire où nous sommes, les bilans de la plupart de nos sociétés ? Le franc-or est ajouté au franc-papier. Cette erreur initiale n'a qu'une importance relative lorsqu'il s'agit d'une valeur secondaire, mais n'oublions pas que le cahier des charges de presque toutes nos affaires de distribution d'électricité contient une clause de rachat par les villes, les départements ou l'Etat de leurs exploitations et de leurs usines.

» Et c'est dans cette hypothèse que la clause du franc-or prend toute son importance. L'intérêt de leurs actionnaires commande, en effet, à nos sociétés d'électricité de tenir un compte exact de la valeur propre de leurs exploitations ; elles sont différentes, en cela, de beaucoup d'affaires françaises, qui, elles, ont un intérêt fiscal à dissimuler leurs bénéfices et la position réelle de leur exploitation.

» Au jour de la stabilisation, les affaires d'électricité seront parmi les premières dont les bilans devront accuser nettement le départ entre les francs-or et les francs-papier, et faire état de leur valeur en or, afin de n'être pas rachetées à un prix dérisoire. Ce jour-là peut réserver des surprises inattendues. Les Allemands ont montré jadis qu'ils savaient mieux que quiconque discerner le papier de l'or : ils ne l'oublient pas davantage aujourd'hui lorsqu'ils procèdent, par doses massives, à l'achat des valeurs françaises d'électricité ou de mines domaniales, comme Kali Sainte-Thérèse, pour lesquelles joue une clause identique. »

Un exemple d'étatisme : les beautés du monopole des tabacs. — La « Chronique des Transports » publie sous ce titre, dans son numéro du 10 décembre 1927, un assez long article dans lequel elle analyse une étude de M. de Fels parue dans la « Revue de Paris » du 15 novembre. Bien que le sujet traité sorte complètement du domaine de l'électricité, il nous parait néanmoins intéressant de signaler cet article et cette étude qui font ressortir une fois de plus tous les inconvénients des monopoles d'Etat.

Tout d'abord dans le monopole des tabacs la crise du recrutement des cadres supérieurs est encore plus aiguë que dans les autres administrations de l'Etat. Ne pouvant espérer avoir à la fin de leur carrière qu'un traitement de moitié inférieur à ceux des postes équivalents de l'industrie privée, les jeunes ingénieurs s'empressent de quitter leurs postes dès qu'une occasion le leur permet : sur 32 ingénieurs

recrutés depuis la fin de la guerre jusqu'au 1er janvier 1926, 11 avaient démissionné et 10 manufactures sur 22 manquaient soit d'ingénieur ordinaire, soit d'ingénieur en chef.

Par contre, le personnel subalterne est pléthorique. Comme il n'existe aucun moyen d'évincer les indésirables une fois admis, car un seul jour passé au service du monopole confère « des droits acquis et ineffaçables qui subsistent jusqu'à la mort », le monopole s'est trouvé en 1921, « sans qu'on ait trop su ni comment ni pourquoi, à la tête d'environ 5000 ouvrières en surnombre; les surnuméraires ont été employés à des travaux improductifs et déficitaires en vertu d'un scandale dont le Sénat s'émut un jour et qui n'a pris fin que par le jeu des décès et des retraites ».

D'autre part, les salaires du personnel subalterne sont de beaucoup plus élevés que dans l'industrie privée si l'on tient compte des avantages spéciaux qui lui sont accordés et qui augmentent les salaires de 40 à 50 pour 100 pour les hommes et de 80 à 100 pour 100 pour les femmes. Quant à la durée de travail journalier, de sept heures avant la guerre, elle est tombée à six heures et demie, et comme « le taux des salaires permet à ces prébendiers de s'octroyer par le moyen d'absences irrégulières environ 50 jours de vacances par an, outre les 12 jours de congé réglementaires », le personnel ne fournit en moyenne que 1605 heures de travail par an, au lieu des 2400 heures que fournit la grosse majorité des ouvriers français. De plus, la discipline est inexistante; les sanctions pour malfaçons ont été supprimées; pour les autres, même les plus légères, il peut être fait appel au directeur général et au ministre et, grâce à l'intervention des parlementaires, cet appel, qui est suspensif, est toujours entendu. « En fait, ajoute M. de Fels, les syndicats et la Confédération générale du Travail sont les maîtres du monopole des tabacs; rien ou presque rien ne fait contrepoids à leur autorité souveraine; le monopole des tabacs est devenu pratiquement leur propriété ».

La direction commerciale est l'objet d'aussi vives critiques de la part de M. de Fels, tant en ce qui concerne les achats et les ventes. Mais ce qui précède donne une idée suffisante de ce qu'est l'organisation du monopole des tabacs. Ajoutons seulement que les renseignements publiés par M. de Fels sont basés non seulement sur les résultats de ses enquêtes personnelles, mais encore sur deux documents de premier ordre : « Le Monopole des Tabacs » de M. Alfred Lamarque et « Le Monopole vu de près » de M. Paul Vanuxem, tout deux anciens ingénieurs des Manufactures de l'Etat.

La stabilisation de la lira. — Ainsi que l'a annoncé la presse quotidienne, un décret-loi en date du 21 décembre 1927 rend convertible en monnaie d'or la monnaie fiduciaire italienne. Dans son numéro du 23 décembre, « La Journée industrielle » publie à ce sujet l'information suivante de son correspondant de Rome.

La nouvelle parité avec l'or s'établit sur la base de 7,919 g d'or fin pour 100 lire italiennes, ce qui correspond à 19 lire pour un dollar et 92,46 lire environ pour une livre sterling, 3,66 lire-papier pour une lira-or.

La force libératoire des billets de la Banque d'Italie, des billets d'Etat actuellement en circulation, des monnaies divisionnaires d'argent en circulation ainsi que des monnaies de nickel et de cuivre ne subit aucune modification.

La réserve d'or de la Banque d'Italie et les devises étrangères des pays où existe la circulation d'or que possède la Banque seront calculées en lire italiennes au taux nouveau. La plus-value résultant de la différence entre l'ancienne et la nouvelle parité d'or de la lira deviendra la propriété du Trésor italien. De cette façon, la dette globale que le Trésor avait encore envers la Banque d'Italie disparait.

Les distributions de dividendes sous forme d'actions gratuites : un essai aux Etats-Unis. — Sous ce titre la « Revue des Valeurs régionales » de la Banque Renauld de Nancy signale que viennent d'être introduites sur les marchés de Londres et de New-York des actions présentant le caractère spécial que leurs dividendes sont payables non en numéraire, mais en actions nouvelles. Ces actions sont celles de la Northern american Company, société productrice et distributrice d'énergie électrique : depuis le 1er avril 1923, l'actionnaire reçoit un dividende de 10 pour 100 sous forme d'un dixième d'action pour chaque action qu'il possède.

Ce mode de paiement des dividendes n'est en fait que la réalisation, de façon annuelle, du système parfois usité en France de distribution de réserves sous forme d'actions gratuites. Mais il semble que la généralisation de ce mode de paiement ne soit pas à recommander car si ce procédé offre pour les compagnies l'avantage de leur permettre d'augmenter sans frais leurs ressources, il a l'inconvénient de les inciter à étendre leurs affaires plus que ne le justifieraient les débouchés offerts à leurs produits. D'autre part, il prive l'actionnaire de la faculté de varier la composition de son portefeuille et, en général, diminue son pouvoir d'achat.

Néanmoins un pareil procédé paraît susceptible d'une certaine extension aux Etats-Unis, où des salaires élevés permettent aux individus d'épargner les revenus de leurs titres, cependant qu'une activité économique sans cesse croissante et disposant d'un marché intérieur non encore satisfait, assure une amélioration constante de la rémunération du capital.

La situation économique de l'Allemagne. — Les données publiées par l'institut créé il y a quelques années pour l'étude de la « conjoncture » font ressortir que l'Allemagne se trouve dans une phase de haute activité économique ne laissant pas apparaitre encore de signes de crise prochaine.

La production industrielle de matières premières et le niveau d'activité des industries de transformation se sont accrus jusqu'à la fin de septembre, mais ont redescendu un peu en octobre. Le chômage a aussi présenté une recrudescence au cours de ce dernier mois, alors qu'il avait régulièrement diminué jusqu'alors ; mais cette recrudescence se limite aux branches d'activité (agriculture, bâtiment) qui obéissent à un rythme saisonnier régulier et ne semble pas avoir atteint une amplitude anormale. Pour l'industrie charbonnière, on note un développement de la consommation intérieure, mais les effets de la concurrence et de la crise mondiale continuent à se faire sentir. Pour l'industrie sidérurgique, il y a non seulement augmentation de la demande intérieure, mais aussi de la vente à l'étranger. D'autre part, l'industrie textile est en pleine activité. L'industrie du bâtiment a également été très active ; le nombre des immeubles construits au cours de cet été pour locaux d'habitation dépasse d'un tiers celui des constructions de l'année dernière.

Comités. Syndicats. Groupements. — **Chambre de Commerce de Paris. Inauguration de son nouvel hôtel.** L'inauguration du nouvel hôtel de la Chambre de Commerce de Paris, situé, 27, avenue de Friedland, a été célébrée le mercredi 21 décembre 1927 par une solennité qui a été présidée par M. Doumergue, président de la République française. A cette occasion la Chambre de Commerce a donné un

dîner, qui réunissait plus de cent cinquante convives, suivi d'une soirée à laquelle assistaient environ dix-huit cents personnes. A l'issue du dîner, M. Kempf, président de la Chambre de Commerce, a prononcé un discours dans lequel, après avoir rappelé les attributions de cette compagnie, il a montré le développement qu'ont pris ses divers services.

Ajoutons que dans le « Journal officiel » du lendemain paraissait, page 12825, un décret, en date du 21 décembre, élevant M. Kempf à la dignité de grand officier dans l'Ordre national de la Légion d'honneur.

Composition du Comité technique des Postes, Télégraphes et Téléphones. — Un arrêté du ministre du Commerce, en date du 30 novembre 1927 et publié au « Journal officiel » du 18 décembre, pages 12716 à 12718, fixe la composition du Comité technique des Postes, Télégraphes et Téléphones, créé par décret du 2 septembre 1916.

D'après cet arrêté, M. Drouet, directeur de l'Ecole supérieure des Postes, Télégraphes et Téléphones, est désigné pour remplir les fonctions de président du comité et M. Valensi, ingénieur en chef pour celles de vice-président.

Le comité est divisé en cinq sections comprenant chacune un président, un secrétaire, trois secrétaires-adjoints, trois représentants du personnel et un certain nombre de membres (de 12 à 20) dont les uns appartiennent à l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones, d'autres au monde scientifique ou industriel. Parmi ces derniers nous relevons les noms de MM. d'Arsonval et Blondel, membres de l'Institut; des professeurs Abraham, Darzens, Gutton, Langevin, Turpain; du général Ferrié; de MM. Brylinski, Jouaust, Labour, Lebaupin, Leboucher, Parodi, etc.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Augmentation de capital. — Usines hydroélectriques de Creuse et Vienne. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 26 décembre 1927, page 1225, cette société dont le siège est à Balesmes (Indre-et-Loire), va procéder à l'émission de 20000 obligations à 6,50 pour 100 de 500 fr de valeur nominale chacune, portant jouissance du 15 décembre 1927 et rapportant un intérêt annuel de 32,50 fr payable par moitié les 15 juin et 15 décembre de chaque année.

Le premier coupon sera mis en payement le 15 juin 1928.

Ces obligations seront amortissables en 30 années au plus comptées à partir du 15 décembre 1927, conformément au tableau d'amortissement inscrit au dos des titres, soit par rachats en bourse au-dessous du pair, compte tenu de la portion de coupon courue, soit au pair par tirages au sort qui seront effectués en novembre de chaque année.

Le premier tirage aura lieu éventuellement en novembre 1928 et le premier remboursement le 15 décembre 1928.

A partir du 15 décembre 1932, la société aura la faculté de procéder par anticipation à l'amortissement de tout ou partie des obligations restant en circulation, soit par rachats en bourse au-dessous du pair, compte tenu de la portion de coupon courue, soit au pair, à chaque échéance de coupons, par tirages au sort, moyennant un préavis de trois mois. Les titres remboursés par anticipation seront imputés sur le ou les derniers tirages d'amortissement.

Société anonyme pour l'Equipement électrique des Véhicules (S. E. V.). — Une assemblée extraordinaire, tenue le 13 décembre 1927, a autorisé la création de 2000 actions à droit de vote privilégié, comportant cinq voix par action au lieu d'une voix pour chacune des 24000 actions existantes. Ces actions seront obligatoirement nominatives et ne pourront être souscrites et ultérieurement transmises qu'avec l'agrément du conseil d'administration.

Afin de ne léser aucun des actionnaires actuels, ceux-ci, au lieu de souscrire des actions nouvelles sujettes à des conditions restrictives au point de vue de leur transmission, pourront, à leur gré, acquérir au prix d'émission, des actions anciennes qu'un syndicat de garantie mettra à leur disposition dans la proportion d'une action pour douze.

Société hydroélectrique des Basses-Pyrénées. — Une assemblée extraordinaire, tenue récemment, a régularisé l'augmentation du capital porté de 8 millions de francs à 10500000 fr par l'émission au pair de 25000 actions B de 100 fr.

Elle a approuvé provisoirement les apports faits, notamment, par la Société civile immobilière du Sud-Ouest, par la Société d'Electricité du Bas-Armagnac et l'Energie industrielle. Des commissaires aux apports ont été désignés.

Forces motrices de l'Aigoual. — Une assemblée extraordinaire, tenue le 10 décembre 1927, a régularisé l'augmentation du capital porté de 1125000 fr à 4125000 fr par la création d'actions privilégiées de 250 fr.

Divers. — Société financière électrique. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldant par un bénéfice net de 6804901 fr, auquel vient s'ajouter le report de l'exercice antérieur, soit 43231 fr.

Le dividende a été fixé à 35 fr par action privilégiée de 1 à 10000; 5,15 fr, par action privilégiée de 10001 à 130000 et 1,25 fr par action ordinaire.

Un acompte de 6 pour 100 ayant été versé aux actions anciennes auxquelles se trouvent substituées aujourd'hui les actions privilégiées de 1 à 10000 et aux 160000 actions ordinaires, le montant brut des coupons s'établira comme il suit : 5 fr par action privilégiée de 1 à 10000; 5,01 fr par action privilégiée de 10001 à 130000 et 1,25 fr par action ordinaire. Une somme de 3581561 fr, a été reportée à nouveau.

Société des Forces motrices de la Vallée d'Aspe. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldant après amortissements, par un bénéfice net de 3599792 fr auquel vient s'ajouter le report de l'exercice antérieur, soit 875748 fr.

Le dividende a été fixé à 25 fr brut par action et 42,85 fr brut par part de fondateur.

Société industrielle d'Energie électrique. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldant par un bénéfice net de 4178003 fr.

Le dividende brut a été fixé à 73,20 fr par action et 69,38 fr par part soit, net, 71,95 fr par action nominative; 65,77 fr par action au porteur; 68,19 fr par part nominative et 62 fr par part au porteur.

Energie électrique du Rouergue. — L'assemblée ordinaire, tenue le 21 décembre 1927, a approuvé le bilan de l'exercice 1926-1927 qui ne comporte pas de compte de profits et pertes, la société étant encore en période d'installation.

Sud-Electrique. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1926-1927 se soldant par un bénéfice net de 2977652 fr, auquel vient s'ajouter le report de l'exercice antérieur, soit 535788 fr.

Le dividende brut a été fixé à 25 fr par action ancienne et 2,76 fr par action nouvelle, soit net 21,70 fr par action ancienne nominative; 19,55 fr par action ancienne au porteur; 2,40 fr par action nouvelle nominative et 2,25 fr par action nouvelle au porteur. Une somme de 899 444 fr a été reportée à nouveau.

Société d'Éclairage électrique de Cannes. — L'assemblée générale ordinaire des actionnaires tenue à Lyon, le 10 décembre 1927, sous la présidence de M. Achard, a approuvé les comptes de l'exercice et voté à l'unanimité toutes les résolutions présentées, notamment un dividende brut de 19,80 fr pour les actions de jouissance, 36,45 fr pour les actions de capital anciennes; 19,92 fr pour les actions nouvelles entièrement libérées, 12,404 fr pour les actions nouvelles non libérées et 7,50 fr pour les parts bénéficiaires qui seront mis en paiement à partir du 20 décembre 1927.

Union électrique de l'Ouest. — L'assemblée ordinaire, tenue le 14 décembre 1927, a approuvé les comptes du premier exercice social, clos le 30 juin 1927 et faisant ressortir une insuffisance de 378 431 fr qui a été portée au débit du compte de premier établissement.

L'assemblée a décidé que le paiement des intérêts intercalaires sera effectué, à partir du 31 décembre 1927, à raison de 60,14 fr net par action nominative complètement libérée et 19,43 fr par action nominative libérée de moitié.

Union hydroélectrique armoricaine. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, a approuvé le bilan de l'exercice 1926-1927, qui ne comporte pas de compte de profits et pertes, la société n'étant pas encore entrée dans la période d'exploitation. Elle procède actuellement à l'achèvement de la chute de Guerlédan.

NOTICES et CATALOGUES (1)

Oscillographie. — La Société anonyme Hewittic, dont le siège social est situé 11, rue du Pont, à Suresnes, vient de publier une brochure du format 21 cm × 13 cm, dans laquelle se trouve décrit l'oscillographe cathodique Western perfectionné par MM. Demontvignier et Touly.

Rappelons que l'oscillographe cathodique système « Western Electric » proprement dit, a fait l'objet d'un article publié dans la « R. G. E. » du 8 septembre 1923, t. xiv, p. 323-330, auquel nos lecteurs pourront se reporter utilement.

L'inconvénient de l'ancien oscillographe cathodique résidait dans l'obtention des courbes sous forme de figures de Lissajous, dont l'interprétation était, pratiquement, très délicate. Le nouvel oscillographe cathodique perfectionné grâce aux travaux de MM. Demontvignier et Touly et construit par la Société Hewittic, permet au contraire de faire apparaître les courbes étudiées sous leur forme habituelle et de les amener à l'immobilité dans le cas d'un régime permanent; ces courbes peuvent ainsi être photographiées ou calquées.

Ces conditions sont réalisées au moyen d'un oscillateur spécial à lampe au néon dont le fonctionnement est combiné avec celui de l'oscillographe cathodique. La notice décrit cet ingénieux dispositif qui a permis de réaliser un appareil répondant à toutes les exigences des études oscillographiques et qui offre une grande simplicité de maniement. Ajoutons, en terminant, que l'appareil présente un encombrement et un poids très réduits.

BREVETS RÉCENTS

Les numéros suivis d'un astérisque correspondent à des brevets ou à des certificats d'addition dont la délivrance a été ajournée à un an par application de l'article 11, paragraphe 7 nouveau, de la loi du 5 juillet 1844. Les brevets ne portant aucune indication de durée sont des brevets de quinze ans.

632 138. — Poiré (L.); Bouton de manœuvre à démultiplication pour mouvements de rotation continue, applicable notamment aux organes rotatifs utilisés en télégraphie sans fil, 5 avril 1927.

632 152. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Fermeture pour accouplements de conducteurs électriques, 5 avril 1927.

632 153. — Société dite : Associated Telephone and Telegraph Co; Perfectionnements aux téléphones, 5 avril 1927.

632 157. — Gérard-Mang (F.); Système de montage pour grille protectrice de lampe balladeuse, 5 avril 1927.

632 171. — Mme Enguiale, née M. Cresteil; Perfectionnements aux commutateurs et inverseurs, plus particulièrement utilisés en télégraphie sans fil, 5 avril 1927.

632 175. — Ziegenberg (R.); Elément galvanique à renversement, 5 avril 1927.

632 188. — Société dite : N.-V. Philips Gloeilampenfabrieken; Dispositif destiné à la transformation d'oscillations électriques en vibrations mécaniques, 5 avril 1927.

632 190. — Société dite : O. Collett et Co A. S.; Relais électromagnétique, 5 avril 1927.

632 192. — Mayer (H.); Lampe électrique à incandescence de forme tubulaire, 5 avril 1927.

632 209. — Koschkin (T.); Bobine du type nid d'abeilles à enroulements de transformateur, 5 avril 1927.

632 210. — Société dite : Compagnie provençale d'Entreprises; Douille de lampe électrique avec prise de courant pour lanterne d'éclairage extérieur, 6 avril 1927.

632 211. — Société dite : Compagnie provençale d'Entreprises; Collier de suspension de lanternes électriques pour l'éclairage extérieur, 6 avril 1927.

632 213. — Lemaire (G.); Contacteur pour télégraphie ou téléphonie sans fil et usages analogues, 6 avril 1927.

632 215. — Tache (M.); Poteaux en béton armé pour transport d'électricité, 6 avril 1927.

632 222. — Société dite : Siemens Schuckert Werke g. m. b. h.; Commande pour interrupteurs à très grande vitesse, 6 avril 1927.

632 236*. — Société dite : Quartz et Silice; Culots ou supports pour lampes à plusieurs électrodes, 15 juillet 1926.

632 266*. — Société des anciens Etablissements Grouvelle et Arquembourg; Magnéto d'allumage, 19 juillet 1926.

632 267*. — Société dite : Etablissements Bardon (Société anonyme); Perfectionnements aux appareils de réception de télégraphie et téléphonie sans fil, 19 juillet 1926.

632 295. — Schutzler (G.); Haut-parleur, 6 avril 1927.

632 296. — Société dite : The English Electric Co Ltd; Dispositif convertisseur de courant électrique, 6 avril 1927.

632 297. — Société dite : The English Electric Co Ltd; Installation électrique pour produire du courant continu, 6 avril 1927.

632 301. — Bergès (A.); Appareil de chauffage électrique par accumulation avec dispositif de réglage automatique de la température, 6 avril 1927.

632 304. — Koulikoff (A.), Chilowsky (C.); Procédé et dispositifs pour la mesure des distances au moyen d'ondes électromagnétiques, 6 avril 1927.

632 312. — Miscarol (C.-E.); Bobine, 6 avril 1927.

632 343. — Ribaud (G.-M.); Procédé et dispositifs pour effectuer des traitements thermiques de matières, plus particulièrement au four électrique, 7 avril 1927.

632 354*. — Risler (J.); Procédé de fabrication des lampes luminescentes, 21 juillet 1926.

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

LA COMP^IE DU P.O.

EQUIPE SES PUISSANTES MOTRICES
AVEC DES APPAREILS DE MESURE
DE ROUMEFORT & CIE

Tension de service : 1500 V.

essayé à 6.000 Volts

PO

Appareils et Transformateurs de Mesure

DE ROUMEFORT et Cie

5, rue de la Banque. - PARIS (2e).

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'ENTREPRISES

ANONYME AU CAPITAL DE 40 000 000 FRANCS

(Registre du Commerce : Seine N° 37 997)

56, rue du Faubourg Saint-Honoré — PARIS (8e)

ENTREPRISES GÉNÉRALES EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Travaux publics
Adductions d'eau, Egouts
Travaux en ciment armé
Constructions industrielles
Electrométallurgie
Electrochimie
Travaux maritimes, Canaux
Travaux hydrauliques
Stations centrales hydrauliques et à vapeur

Aménagement de chutes d'eau
Grandes transmissions d'énergie à haute tension
Réseaux de distribution d'énergie
Chemins de fer, Routes
Tramways électriques urbains
Tramways électriques à courant monophasé à haute tension
Tramways départementaux

632 358*. — Courtecuisse (J.), Courtecuisse (V.); Perfectionnements aux batteries de piles, 21 juillet 1926.

632 3[illegible]6*. — Société dite : Le Nickel; Four électrique à arc à tension élevée, 21 juillet 1926.

632 369*. — Conti (J.-T.-E.); Nouveau mode d'utilisation d'un poste téléphonique, 22 juillet 1926.

632 392*. — Société des Etablissements Gaumont; Dispositif de réglage pour récepteur électromagnétique, 24 juillet 1926.

632 402*. — Société dite : Compagnie des Lampes; Perfectionnements dans la fabrication des lampes électriques sans pointe apparente et appareils analogues, 26 juillet 1926.

632 410*. — Société dite : Anciens Etablissements Sautter-Harlé; Perfectionnement à la ventilation des projecteurs à arc électrique, 27 juillet 1926.

632 427. — Neu (L.); Matériel électrique utilisant des gaz à pression élevée, 24 septembre 1926.

632 433. — Société anonyme dite : Compagnie générale d'Electricité; Accumulateur électrique à électrolyte alcalin, 5 avril 1927.

632 440. — Société dite : Compagnie continentale pour la Fabrication des Compteurs et autres Appareils; Dispositif de moteur pour compteur électrique à champ tournant, 7 avril 1927.

632 459. — Von Myskovszky (E.), Fischer (E.); Dispositif de lampe à incandescence et interrupteur pour la signalisation à main, 8 avril 1927.

632 464. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Dispositif pour la remise en circuit d'interrupteurs après leur déclenchement par un courant excessif, 8 avril 1927.

32 627/606 265. — Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 1er cert. d'add. au brevet pris le 29 décembre 1924, pour système à courant continu, 31 décembre 1925.

32 635/628 545. — Bouteille (J.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 17 février 1926, pour perfectionnements aux amplificateurs de signaux électriques par lampes électroniques, 10 avril 1926.

32 646/611 129. — Féry (C.-J.-V.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 25 mai 1925, pour dispositif séparateur pour accumulateurs électriques au plomb, 26 avril 1926.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Association amicale des anciens Elèves de l'Ecole d'Electricité industrielle de Paris (Ecole Charliat) :

Mardi 3 janvier 1928, à 20 h 45, Café Biard, 3, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris (salle du 1er étage). — Réunion mensuelle.

Société française des Electriciens :

Samedi 7 janvier 1928, 16 h 30. Salle de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 44, rue de Rennes, Paris. — Assemblée générale; renouvellement partiel du Bureau du Comité. — Communications :

1. *Les commutateurs de prise haute tension*, par M. Cornudet, ingénieur à la Compagnie française d'Electricité A. S. E. A. (projections);

2. *L'oscillographe Dufour*, par M. Gondet, ingénieur à la Maison Beaudouin (présentation et fonctionnement de l'appareil);

3. *L'effet Wiedemann*, par M. Fromy, ingénieur aux Laboratoires de l'E. C. M. R.

Société amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Electricité (Groupe de Paris) :

Samedi 14 janvier 1928, à 21 h 30, Salons de l'Hôtel Continental, 2, rue Rouget-de-l'Isle. — Bal organisé par le Groupe de Paris de la Société amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Electricité, au profit de la Caisse de Secours de la Société amicale, sous le patronage de M. Paul Janet, membre de l'Institut, directeur de l'Ecole supérieure d'Electricité.

EXTRAITS DE LA SÉRIE DES PRIX

DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DES ARCHITECTES

Communiqués par le Syndicat général de la Construction électrique.

Coefficients à appliquer sur les prix de la série du 15 octobre 1924 pour les travaux exécutés à partir du :	1er janvier 1926		1er avril 1926		15 mai 1926		1er août 1926	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Conducteurs électriques : Fils et câbles sous plomb :								
Lumière : 3e et 6e colonnes des nos 58 à 98 et 111 à 121	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Sonnerie : nos 27(I) à 27(II) et 29(I) à 29(II)	1,49	1,58			1,73	1,84	1,90	2,03
Conducteurs électriques : Fils et câbles autres que sous plomb :								
Lumière et sonnerie	1,38	1,46			1,50	1,60	1,66	1,79
Coefficient s'appliquant à l'ensemble des autres articles de la série.	1,28	1,27	1,23	1,30	1,25	1,33	1,33	1,42
Ouvrages ne comportant que de la main-d'œuvre	1,19	1,26			1,27	1,35	1,27	1,35

Coefficients à appliquer sur les prix de la série 1926 pour les travaux exécutés à partir du :	15 oct. 1926	1er nov. 1926	1er déc. 1926	1er janv. 1927	1er fév. 1927	1er mars 1927
Conducteurs électriques autres que sous plomb	1,10	1,02	1,02	1,02	0,85	0,79
Id sous plomb :						
Lumière : nos 68 à 108 et 122 à 132 (3e et 6e colonnes)	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Sonnerie : nos 29 et 30	1,16	1,09	1,09	1,09	0,92	0,88
Appareillage :						
Gros appareillage : nos 180 à 201 et 377 à 430	1,27	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
Appareillage de branchement : nos 202 à 212 et 320 à 323	1,31	1,41	1,41	1,34	1,26	1,26
Autres articles de la série	1,21	1,23	1,20	1,20	1,15	1,15
Articles ne comportant que de la main-d'œuvre	1,07	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17

Prix de l'heure à partir du :	1er janvier 1926		15 mai 1926			1er novembre 1926	
	élémentaires	de règlement	élémentaires	de règlement (1)	de règlement (2)	élémentaires	de règlement
Heure d'ouvrier téléphoniste, monteur et ajusteur	4 fr	5,90 fr	4,25 fr	6,25 fr	6,60 fr	4,75 fr	7,40 fr
Id d'ouvrier électricien poseur	3,75	5,50	4	5,90	6,25	4,25	6,60
Id d'aide électricien poseur	3,25	4,80	3,50	5,15	5,45	3,75	5,85

(1) Les coefficients de la colonne (1) s'appliquent aux travaux traités avant le 1er janvier 1926.
(2) Les coefficients de la colonne (2) s'appliquent aux travaux traités après le 1er janvier 1926.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ET DE LA MAIN-D'ŒUVRE ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Etabli par le Syndicat général de la Construction électrique.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX		
		samedi 17 déc. 1927	samedi 24 déc. 1927	différence
Aciers profilés (1)				
Poutrelles I ordinaires, PN	100 kg	72 fr	72 fr	0
Poutrelles U ordinaires	100 kg	77	77	0
Cornières	100 kg	75	75	0
Larges plats	100 kg	93	93	0
Aluminium français, 98/99 pour 100, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris (2)	100 kg	1 330	1 330	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disp. (en pence)	liv. angl.	19 1/2 d	manque	
Ciment Portland artificiel (franco gare Seine et Seine-et-Oise)	1 000 kg	215 fr	215 fr	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	631	manque	
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	864,50	864,50	0
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	872	872	0
Cuivre rouge en fils de 3 mm, liv. Paris (octroi en plus) (3)	100 kg	1 127	1 127	0
Cuivre rouge en planches, liv. Paris (octroi en plus) (3)	100 kg	1 316	1 316	0
Fil de cuivre guipé — 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 449	1 449	0
Fil de cuivre guipé — 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 799	6 799	0
Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris (3)	100 kg	2 700	2 700	0
Email pour appareillage en tôle — blanc	100 kg	661	661	0
Email pour appareillage en tôle — noir	100 kg	2 102	2 102	0
Etain Banka, liv. Havre ou Paris (2)	100 kg	3 565	3 565	0
Fonte phosphoreuse de moulage, n° 3 P. L., parité Longwy (4)	tonne	425 (5)	425	0
Fonte hématite de moulage (4) — zone 1 (Lyon)	tonne	570 (5)	570	0
Fonte hématite de moulage (4) — zone 2 (Montluçon)	tonne	585 (5)	585	0
Fonte hématite de moulage (4) — zone 8 (Nancy)	tonne	575 (5)	575	0
Fonte hématite de moulage (4) — zone 10 (Lille)	tonne	555 (5)	555	0
Fonte hématite de moulage (4) — zone 13 (Paris)	tonne	590 (5)	590	0
Huile pour interrupteurs (3), n° 310 D, wagon-usine — pour haute tension	100 kg	325	325	0
Huile pour interrupteurs (3), n° 310 D, wagon-usine — pour basse tension	100 kg	260	260	0
Huile pour transformateurs, wagon départ Paris (3) :				
qualité supérieure	100 kg	536	536	0
qualité répondant au cahier des charges des syndicats	100 kg	303,75	303,75	0
Laiton en fils, liv. Paris (3) (octroi en plus)	100 kg	1 195	1 195	0
Laiton en planches, première qualité, liv. Paris (3) (octroi en plus)	100 kg	1 050	1 050	0
Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris (4)	1 m²	245	245	0
Mica (les cours suivent les variations de la livre sterling)				
Noir de fumée, liv. Paris (3)	100 kg	275	275	0
Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm (3) — épaisseur 7/100 mm	le mètre linéaire	7	7	0
Papier pour tôle, 79 cm × 75 cm (3) — id 10/100 mm	le mètre linéaire	8	8	0
Plomb de provenances diverses, marq. ord., liv. Havre ou Rouen (2)	100 kg	319	320	+ 1
Résine synthétique (par 500 kg), wagon départ, (3)				
en morceaux à l'état A	1 kg	12,85	12,85	0
poudre à mouler noire, 60 pour 100 de résine synthétique	1 kg	11,65	11,65	0
Soie grège Cévennes premier ordre 13/15, Lyon	1 kg	310	310	0
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
Verre pour cuve d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail (3)	1 m²	18	18	0
Verre à vitres, mesures courantes (en caisses de 40 feuilles d'une seule mesure) (3)	la caisse de 40 feuilles	190	190	0
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris (2)	100 kg	369,50	371	+ 1,50
Porcelaine électrotechnique (coefficient de variation communiqué par la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique)	coefficient de variation	1,10	1,10	0

(1) Prix pratiqués sur la place de Paris pour des commandes importantes.
(2) Cote officielle hebdomadaire établie par les courtiers assermentés du Tribunal de Commerce de la Seine.
(3) Cours commerciaux approximatifs par quantités courantes, donnés seulement à titre d'indication.
(4) Prix fixés par l'O. S. P. M.
(5) Pour janvier 1928.

INDEX STATISTIQUE DE LA MAIN-D'ŒUVRE	samedi 17 déc. 1927	samedi 24 déc. 1927	différence
Industries électriques et connexes de la Région parisienne	166	166	0



PÉRIODIQUES ET OUVRAGES

En vente aux bureaux de la « R. G. E. »

Périodiques

L'Éclairage électrique et La Lumière électrique (2e série), de 1896 à 1916; numéros dépareillés : le numéro, 5 fr.

Revue générale de l'Électricité : numéros dépareillés des 20 premiers tomes, le numéro, 5 fr. Abonnement : France, 100 fr; Etranger, 10 dollars ou 12 dollars suivant conditions postales.

Bulletin de la Société française des Électriciens : années 1920 à 1925, le volume, 100 fr, le numéro séparé, 12 fr.

Journal de Physique théorique et appliquée : de 1896 à 1919 (1915 et 1918 n'ont pas paru et 1919 est incomplète), prix du volume : 50 fr; numéros dépareillés, le numéro, 5 fr. Tables de 1872 à 1901 : 20 fr.

Le Journal de Physique et le Radium : 1920 (6 mois), le volume 50 fr; 1921 à 1927, le volume, 100 fr; numéros dépareillés, 15 fr. Abonnement : France, 150 fr; Etranger, 7 dollars ou 7,5 dollars, suivant conditions postales.

Publications du Ministère de l'Agriculture

I. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région des Alpes). — Compte rendu et résultats des études et travaux. — Tome VIII : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 664 pages avec une pochette de figures et planches, 160 fr; Tome IX : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 450 pages, avec 2 pochettes de figures et planches, 100 fr; Tome X : 1 pochette de figures et planches, 50 fr.

II. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région du Sud-Ouest). — Tome I à VII : Compte rendu et résultats des études et travaux.

Bassin de l'Adour; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 12 fr. — Bassin de la Garonne; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 24 fr.

Les résultats obtenus depuis 1911 par les opérations effectuées pour chaque bassin sont réunis en pochettes-fascicules qui se vendent chacune séparément : *A*, Bassins de la Nive, du Saison et du Gave d'Oloron (5 fascicules); *B*, Bassin de l'Adour (5 fascicules); *C*, Bassin de la Garonne (5 fascicules); *D*, Bassin du Salat (6 fascicules); *E*, Bassins de l'Ariège et de l'Aude (6 fascicules); *F*, Bassins de l'Agly, Têt-Tech, Signe (4 fascicules); *G*, Bassins de l'Hérault et de l'Orb (1 fascicule); *H*, Bassin du Tarn (3 fascicules). — Prix de la collection *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, *H*, comprenant 2 volumes et 35 pochettes : 713 fr.

III. Liste des principales Usines hydrauliques en 1924; 1 volume broché, 26 cm × 17 cm, avec carte en couleur, 10 fr.

IV. Nivellements. — Tome I, fasc. A. Bassin de l'Adour 1 volume broché, 75 fr.

Publications du Comptoir central d'Achats industriels pour les Régions envahies

Le Réseau d'État. — Reconstitution des Réseaux de Transmission d'Énergie électrique dans les régions envahies. Un volume, 27 cm × 18 cm, 336 pages, 231 figures, 36 fr.

Publication du Ministère des Travaux publics

Statistique de la Production et de la Distribution de l'Énergie électrique au 1er janvier 1925. — Une brochure, 21 cm × 13 cm. 64 pages, Prix, broché, 7,20 fr.

Publications du Comité électrotechnique français

Fascicule 10 : Règles françaises d'Unification du Matériel électrique IV. Machines électriques (matériel de traction excepté), 3,50 fr.

Fascicule 11 : Statuts et règlement intérieur, 1,25 fr.

Fascicule 12 : Règles françaises d'unification du matériel électrique, V : Spécification des machines électriques, 1,25 fr.

Annuaires

Annuaire de 1927 de l'Union des Syndicats de l'Électricité. Un volume, 22 cm × 14 cm, 1500 pages, 45 fr.

Annuaire 1926 du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique. Un volume, 28 cm × 22 cm, 360 pages, 51 cartes, 80 fr.

Annuaire 1927-1928 de la Houille blanche, par A. Pawlowski. Un volume, 28 cm × 22 cm, 164 pages, 15 cartes, broché, 25 fr.

Ouvrages divers

Alliévi (Lorenzo). — Théorie du coup de bélier, traduit par Daniel Gaden. Deux volumes brochés, 28 cm × 18 cm, 134 pages de texte, 64 figures et abaques, 7,20 fr.

Blondel (A.). — Abaque universel 1914 pour le calcul mécanique des lignes, 100 cm × 75 cm, 9 fr.

Blondel (A.). — Abaque d'après les tables de Kennelly, 100 cm × 65 cm, en deux couleurs, 18 fr.

Blondel (A.). — Abaque Brown et Blondel, 65 cm × 60 cm, en deux couleurs, 18 fr.

Bougault (P.). — Cahier des charges pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 348 pages, 35 fr.

Bougault (P.). — Manuel des autorisations de voirie pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 480 pages, 25 fr.

Bougault (P.). — La législation nouvelle des chutes d'eau. Un volume, 26 cm × 17 cm, 266 pages, 25 fr.

Bougault (P.). — Manuel pratique de la contribution foncière. L'impôt foncier et la patente des distributions d'énergie électrique. Un vol., 25 cm × 16 cm, 316 pages, 25 fr.

Bougault (P.). — Guide fiscal des sociétés coopératives et groupements coopératifs. Une brochure, 28 cm × 23 cm, 76 pages, 16 fr.

Cambon (V.). — Les échanges franco-américains. Un volume, 22 cm × 14 cm, 44 pages, 1 fr.

Cambon (V.). — Vers l'expansion industrielle. Un volume, 22 cm × 14 cm, 56 pages, 1 fr.

Caminati (C.). — L'échauffement et la ventilation des machines électriques de grande puissance. Un vol., 22 cm × 14 cm, 40 pages, 3 fr.

Chevrier (G.). — Etude sur les résonances dans les réseaux distribution par courants alternatifs. Un vol., 22 cm × 14 cm, 76 pages, 5 fr.

Dalemont (J.). — L'usure anormale des turbines. Un volume, 22 cm × 14 cm, 61 pages avec planches, 5 fr.

Devaux-Charbonnel. — Le télégraphe et la traction monophasée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 7,50 fr.

Girault (P.). — Comment rétablir la sécurité et la prospérité en France et en Europe par la coopération internationale. Une brochure, 24 cm × 16 cm, 16 pages, 2 fr.

Joitel (A.). — Abaques pour le calcul mécanique des conducteurs de lignes aériennes, 64 cm × 46 cm. Le jeu de 6 abaques, 20 fr.

Korda. — La séparation électromagnétique et électrostatique des minerais. Un vol., 22 cm × 14 cm, 219 pages, 10 fr.

Lavanchy (Ch.). — Calcul électrique des lignes par l'emploi de diagrammes et d'abaques. Un volume 27 cm × 17 cm, 80 pages, 14,40 fr.

Lavanchy (Ch.). — Abaques pour le calcul de la tension critique d'apparition d'effluve et pour le calcul de la réactance et de la susceptance par kilomètre pour les lignes aériennes. Deux feuilles, 52 cm × 35 cm et 40 cm × 30 cm. Le jeu de 2 abaques, 7,20 fr.

Mauy (P.). — Emission de signaux par les centrales électriques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 68 pages, 9,60 fr.

Mesnier (J.). — Abaque pour les calculs électriques en courant continu. Loi d'Ohm, calcul : des résistances de démarrage, de chute de tension, d'effet Joule, de puissance, etc., 105 cm × 75 cm, en noir, 12 fr.

Niethammer. — Moteurs à collecteurs à courants alternatifs. Un volume, 22 cm × 14 cm, 130 page, 7,50 fr.

Poincaré (H.). — Conférences sur la télégraphie sans fil, 1909. Un volume, 22 cm × 14 cm, 86 pages, 15 figures, 6 fr.

Valbreuze (R. de). — Notions sommaires d'Electrotechnique. Un volume, 22 cm × 14 cm, 178 pages, 7,20 fr.

(Frais de port et d'emballage en plus.)

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

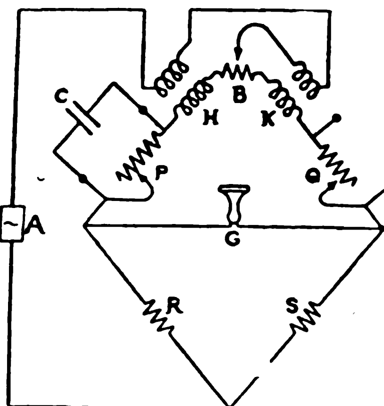
538.1. — L'aimant permanent. *E. u. M.*, 13 mars 1927, t. XLV, p. 216-217, 1 200 mots, d'après *Archiv für Elektrotechnik*, n° 6 de 1926. — La relation théorique entre l'induction B et le champ H à l'intérieur d'un aimant permanent peut s'écrire $B = \mu (H_c + H)$ où H_c est un champ induit. Le champ à l'intérieur de ces aimants a été étudié récemment et indépendamment par MM. Löbl, Kurz et Laub, en utilisant des anneaux fendus à entrefer variable, et en mesurant le flux par des méthodes balistiques. Ces expériences conduisent à une relation linéaire entre B et H. L'énergie d'un aimant permanent diffère de celle d'un aimant doux d'une quantité constante. M. Kurz discute les hypothèses implicites de la théorie, en particulier le parallélisme des vecteurs B, H_c et H. Il en déduit que la relation proposée est confirmée par les expériences, mais qu'elle ne représente pas avec certitude les phénomènes à l'intérieur du fer. — C.-R. M.

538.3.02. — Méthode simple pour l'exposé des relations électromagnétiques. *R. G. E.*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 779-780, 1 700 mots. Analyse d'un article de H.-F. BIGGS publié dans *Phil. Mag.*, novembre 1926, t. II (7e série), p. 1052-1056, 1 800 mots.

MESURES ET ESSAIS

535.89. — Lampe à mercure de petites dimensions et de grande brillance. *R. G. E.*, 21 mai 1927, t. XXI, p. 822, 700 mots. Résumé d'une communication de L. DUNOYER présentée à la séance du 18 mars 1927 de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 18 mars 1927, p. 44 S-45 S.

621.317. — Un pont à capacités de la Cambridge Instrument Co. *El. Rev.*, 7 janvier 1927, t. C, p. 31, 800 mots. — L'appareil est disposé comme le montre le schéma de la figure 1. Les résistances R et S dans deux des branches du pont sont fixes et égales entre elles ; dans les deux autres branches, les résistances P et Q sont réglables simultanément par curseurs; les bobines H et K ont mêmes résistance et self-inductance, et appartiennent à un appareil à inductance mutuelle alimenté en courant alternatif par la source A. L'instrument est muni d'une échelle qui permet de lire directement L variable de 10 à 10^5 microhenrys; les résistances P et Q peuvent avoir les valeurs de 3,162 ; 10; 31,62; 100; 316,2 et 1000 ohms qui donnent pour les capacités des valeurs comprises de 100 μμF à 10 μF. Il est prévu des prises permettant de faire des lectures comprises entre 1 μμF et 30 microfarads. Le rhéostat B possède également une échelle sur laquelle on lit directement les modifications apportées aux valeurs de P et Q, ce qui permet de multiplier par dix la précision des mesures. Pour faire une mesure, les valeurs de P et Q sont choisies pour la valeur présumée de C, le pont, équilibré à l'aide de B, l'appareil de zéro G étant un téléphone ou un galvanomètre à



621.317. Fig. 1. — Schéma du pont à capacités de la Cambridge Instrument Co.

vibrations. Le condensateur C est ajouté ensuite et l'équilibre rétabli en agissant sur B et le couplage de H et K; la lecture à l'échelle de cet appareil donne la valeur de C; la différence de lecture au rhéostat P, le facteur de puissance. Deux condensateurs de capacités différentes peuvent être comparés en plaçant celui de plus grande capacité aux bornes de P, l'autre aux bornes de Q. Une photographie montre l'appareil complet. — E. B.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.181. — Le développement des chaudières à haute pression à chauffage indirect; la nouvelle chaudière de sûreté Schmidt, à haute pression; O.-H. HARTMANN. *E. u. M.*, 1er mai 1927, t. XLV, p. 357-367, 6500 mots, 9 fig. — Le docteur Wilhelm Schmidt, un des pionniers de l'emploi des hautes pressions de vapeur, a commencé ses recherches vers 1885. L'auteur décrit longuement l'évolution de ces recherches et le type de chaudière réalisé actuellement. Ce type se compose schématiquement d'un circuit de vapeur

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.* *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : *France*, 1,50 fr; *Etranger*, 3,50 fr.)

motrice et d'un circuit de vapeur de chauffage. L'eau d'alimentation arrive dans un réchauffeur, passe dans la chaudière d'où elle sort à l'état de vapeur saturée; elle passe ensuite dans un surchauffeur tubulaire, seul organe en contact avec les gaz brûlés. L'eau de chauffage parcourt un circuit fermé comprenant un ensemble tubulaire chauffé par la flamme, produisant de la vapeur sèche à 300°C, la chaudière précédemment citée et le réchauffeur d'eau d'alimentation. La chaudière Schmidt ne peut pas exploser. L'auteur énumère ses nombreux autres avantages. Indiquons à titre d'exemple qu'une chaudière produisant 28 000 kg de vapeur par heure, à 100 kg : cm², exige un foyer de 240 m³. — C.-R. M.

621.434. — **Moteurs Diesel à faible puissance.** *R. G. E.*, 7 mai 1927, t. XXI, p. 722, 150 mots. Résumé d'une communication de Richard Périssé présentée à la séance du 8 avril 1927 de la Société des Ingénieurs civils de France.

621.436. — **Récents progrès dans la construction et l'application des moteurs à huile lourde.** *R. G. E.*, 7 mai 1927, t. XXI, p. 722, 200 mots. Résumé d'une communication de Marcel Bochet présentée à la séance du 8 avril 1927 de la Société des Ingénieurs civils de France.

621.312.3.00.23. — **Appareil nouveau pour la détermination de la courbe de tension des balais**; F. Punga et A. Schliephake. *E. u. M.*, 13 mars 1927, t. XLV, p. 201-205, 3500 mots, 10 fig. — La chute de tension aux balais, qui est la cause des étincelles, se compose d'une partie constante et d'une partie alternative. De cette dernière partie, les maxima sont seuls intéressants, car ce sont eux qui déterminent l'apparition des étincelles. Or, l'article qui nous occupe traite d'un instrument destiné à enregistrer ces maxima et ceci sur le principe suivant : quand on connecte un condensateur parfait entre la plaque et le filament d'une lampe à trois électrodes, la grille étant reliée directement à la plaque, ce condensateur se charge jusqu'à la valeur maximum de la tension alternative à laquelle on soumet la lampe; il suffit de la décharger ensuite dans un galvanomètre balistique pour avoir cette valeur. Ce principe entraine des causes d'erreur, qui font que les mesures sont d'autant plus précises que la courbe de tension est plus aplatie. On diminue les erreurs en employant un condensateur très bien isolé et un galvanomètre très sensible. La résistance intérieure de la lampe entraîne une erreur systématique de l'ordre de 5 pour 100. On en tient compte par un étalonnage. L'erreur relative est particulièrement considérable en dessous de 3 v. ce qui n'empêche pas l'emploi de l'appareil même dans cette zone. Les applications de ce système montrent nettement la disproportion qu'il y a entre les valeurs maxima des tensions sous balais et leurs valeurs moyennes. Elles montrent en particulier que des étincelles peuvent se produire alors que ces valeurs moyennes sont très faibles. Cet appareil permet l'étude comparative des divers types de balais. — C.-R. M.

621.312.2.00.12. — **Limites du couple de décrochage et du couple synchronisant dans les machines synchrones à pôles saillants**; A. Mandl. *E. u. M.*, 6 mars 1927, t. XLV, p. 181-184, 2300 mots, 9 fig. — L'auteur se propose d'examiner les différences entre les machines synchrones à pôles saillants et celles à inducteur lisse pour la marche avec une faible charge, le courant d'excitation étant inférieur, ou peu supérieur à sa valeur correspondant à la marche à vide. Il commence par établir la courbe limite des valeurs de courant correspondant au couple de décrochage en fonction de l'excitation pour diverses valeurs des caractéristiques de la machine. Puis il calcule de même les valeurs de courant actif et réactif en fonction du courant d'excitation, et détermine la valeur maximum admissible du courant réactif pour une charge active faible et une puissance synchronisante données. Il en conclut que dans le cas de saturation normale la machine à pôles saillants est plus avantageuse aux faibles charges que la machine à inducteur lisse. Les résultats des calculs ont été vérifiés expérimentalement sur un alternateur triphasé de 37 kv-A. Les différences entre les deux genres de machines disparaissent à mesure que la saturation augmente, mais ne sont pas négligeables dans les machines normales. — F. P.

621.312.2.00.14. — **De la détermination expérimentale des pertes dans les alternateurs.** *R. G. E.*, 21 mai 1927, t. XXI, p. 833-834, 1 300 mots. Analyse de la discussion d'un article de Ed. Roth publiée dans *J. A. I. E. E.*, novembre 1926, t. XLV, p. 1155-1157, 4500 mots, 1 fig.

621.314. — **La détermination des constantes des circuits équivalents d'un transformateur**; Ad. Thomaelen. *E. T. Z.*, 17 mars 1927, t. XLVIII, p. 358, 900 mots, 5 fig. — Cette courte démonstration est la suite d'autres études du même auteur sur le même sujet. Il s'agit ici de choisir parmi les deux solutions auxquelles on aboutit pour la résistance, quand la valeur trouvée est de l'ordre des erreurs de mesure. — C.-R. M.

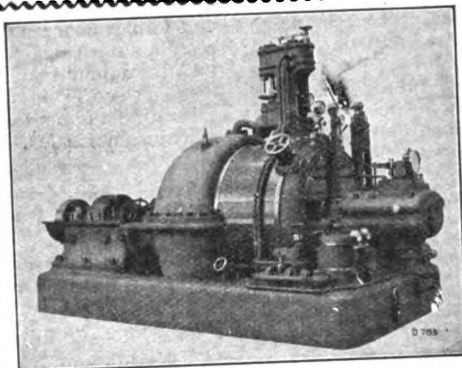
621.314.00.12. — **Calcul des transformateurs et des bobines d'inductance dans lesquels circule normalement un courant continu**; C.-R. Hanna. *J. A. I. E. E.*, février 1927, t. XLVI, p. 128-131, 2 700 mots, 8 fig. — Le problème du calcul des transformateurs et des bobines d'inductance dans lesquels circule un courant continu d'intensité notable acquiert de plus en plus de l'importance en raison des applications nombreuses de ces appareils dans la technique des communications électriques (transformateurs pour amplificateurs thermoioniques, bobines d'inductance pour circuits modulateurs de transmetteurs radiotéléphoniques, etc.). La présence du courant continu dans les appareils du type signalé, contribuant, dans une certaine mesure, à hâter la saturation, a pour effet, simultanément, de réduire la valeur de l'inductance, alors que l'obtention, pour cette dernière, d'un chiffre élevé, est l'un des principaux desiderata dont la réalisation s'impose au constructeur. Pour accroître l'inductance, on a coutume d'introduire dans le circuit magnétique un entrefer proportionné à la grandeur de la force magnétomotrice stable et dont l'importance est déterminée, suivant les errements pratiqués jusqu'ici, par tâtonnements, en recourant à des essais sur modèles d'appareils assemblés. L'auteur décrit, dans le présent article, une méthode directe permettant d'arriver au même résultat. Le problème à résoudre se pose de la façon suivante : soit un noyau de section A et de volume V, avec un circuit magnétique de longueur l; soit I l'intensité du courant continu, L, l'inductance à réaliser; déterminer le nombre de spires N de l'enroulement et la valeur de l'entrefer a. Le procédé proposé par l'auteur consiste à construire, pour la qualité particulière de métal constituant le noyau, une série de courbes représentant la relation entre les expressions $\frac{NI}{l}$ et $\frac{LI^2}{V}$ (fig. 1) et correspondant à des valeurs différentes et convenablement espacées du rapport de a à l. On trace ensuite la courbe enveloppe et on inscrit, en regard de chaque point de contact, la valeur du rapport de a à l, relative à la courbe dont ce point fait partie. On obtient ainsi une échelle qui permet de lire immédiatement la valeur du rapport d'entrefer correspondant à une valeur donnée de l'expression $\frac{LI^2}{V}$; de la valeur de l'abscisse $\frac{NI}{l}$ conjuguée avec cette dernière, on déduit ensuite le nombre N de spires à adopter pour le bobinage. Si ce nombre N conduit, en raison des sujétions d'encombrement, à une résistance de conducteur trop élevée, on procède à nouveau et, plusieurs fois si c'est nécessaire, de la même manière, en choisissant des sections de fer plus

ESCHER WYSS & CIE – ZURICH

TURBINES A VAPEUR

Système Zoelly

CHAUDIÈRES A VAPEUR



TURBO-COMPRESSEUR

TURBINES HYDRAULIQUES

TURBO-POMPES

Bureau de Paris : 39, Rue de Châteaudun, PARIS (9e) 73/27

MESURES ELECTRIQUES



Envoi franco du catalogue

Enregistreurs et appareils de tableaux

AMPÈREMÈTRES, VOLTMÈTRES, WATTMÈTRES

COURANTS CONTINUS ET COURANTS ALTERNATIFS

Modèle à cadre complètement apériodique pour courant continu.
Modèle électromagnétique à apériodicité réglable (Brev. S. G. D. G.), sans aimant permanent.
Millivoltmètres et milliampèremètres. — Boîtes de contrôle. — Ohmmètres. — Ampèremètres-voltmètres simples et combinés pour automobiles.

ENREGISTREURS POUR TOUT CONTROLE INDUSTRIEL

Manomètres — Cinémomètres — Dynamomètres — Thermomètres — Pyromètres
Anémomètres — Baromètres — Hygromètres, etc., etc.

A la même maison : le **Vérascope**, le **Glyphoscope**, le **Taxiphote**, appareils photographiques pour la prise et l'examen des vues stéréoscopiques 45 mm × 107 mm.

Nouveauté : L'**HOMÉOS** permettant de faire 27 vues stéréoscopiques sur pellicules cinématographiques en bobines se chargeant en plein jour.

E^ts JULES RICHARD, S. A. AU CAPITAL DE 6000000 FR — **25, rue Mélingue** (anc. imp. Fessart), **PARIS** (19e) *Reg. du Com. : Seine, 174227*

EXPOSITION & VENTE : 10, rue Halévy (près l'Opéra) (9e)

ZIVY & CIE

PARIS (8e)
29 et 31, Rue de Naples
Téléph. : LABORDE 16-70
Registre du Commerce : Seine n° 3581

COMPTEURS TOTALISATEURS pour tours à bobiner

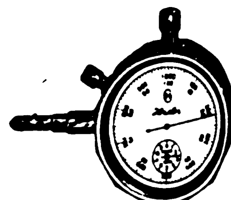
TACHYMÈTRES portatifs et stationnaires

simples et enregistreurs, système « **Dr Th. HORN** »

Compteurs de tours et Compteurs horaires syst. "Hasler"

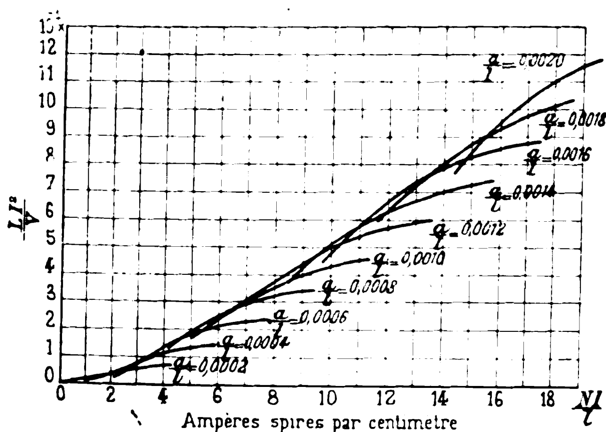
Indicateurs et Enregistreurs de vitesse "Tel"

Pieds à coulisse et Micromètres à cadran, Chronographes



Compteur Universel "Hasler"

grandes. En ce qui concerne la construction des courbes $\left(\frac{NI}{l}, \frac{LI^2}{V}\right)$, il est possible d'arriver au résultat par deux voies différentes : 1° *par le calcul*; soient B l'induction stable due au courant continu; μ le coefficient de perméabilité normal; μ_Δ la perméabilité limitée; on exprime $\frac{NI}{l}$ et $\frac{LI^2}{V}$ en fonction de B, μ, μ_Δ et $\frac{a}{l}$; si l'on assigne à $\frac{a}{l}$ une valeur déterminée, différente pour chacune des courbes, la seule variable subsistant dans le second membre des



621.314.00.12. Fig. 1. — Courbe représentant la relation entre $\frac{NI}{l}$ et $\frac{LI^2}{V}$ pour différentes valeurs de $\frac{a}{l}$.

équations est B; 2° *par l'expérience*; on utilise un noyau portant un enroulement dans lequel on fait circuler successivement des courants continus de valeurs différentes; un entrefer est aménagé dans le circuit magnétique et son épaisseur est modifiée pour chacun des essais individuels correspondant à la courbe particulière à construire; l'appareil est introduit dans une des branches d'un pont de Wheatstone et l'on mesure l'inductance L de l'enroulement en courant alternatif. — L. D.

621.314.2.00.12. — Courbes du champ et pertes dans les transformateurs de grande puissance à cinq noyaux; R. Küchler et H. Stallmann. *E. T. Z.*, 10 mars 1927, t. XLVIII, p. 314-317, 4 300 mots, 3 fig. — On sait que ce modèle de transformateur est souvent adopté lorsqu'un appareil de grande puissance doit être expédié tout monté par chemin de fer et que les autres dispositions habituelles conduiraient à un encombrement incompatible avec le gabarit. Il se compose des trois noyaux dans un même plan des transformateurs ordinaires, portant les enroulements, et de deux noyaux supplémentaires, toujours dans le même plan, raccordés sur les mêmes culasses, mais ne portant pas d'enroulements. L'auteur calcule la répartition du flux entre les cinq noyaux et les éléments de la culasse et détermine les courbes d'induction. Dans une application numérique il montre que les pertes dans la culasse sont environ 24 pour 100 plus grandes et les pertes totales dans le fer, environ 12 pour 100 plus grandes que celles d'un type normal à trois noyaux. Ceci semblerait faire rejeter cette construction; mais il convient de considérer que des pertes à vide de 15 pour 100 trop grandes et un prix de revient supérieur, sont de faibles inconvénients devant l'avantage de terminer le transformateur en usine et de le mettre en service sans complication de montage à pied d'œuvre. — B. H.

621.314.2.00.12. — Les corrections nécessaires à la théorie de la similitude dans les transformateurs de puissances croissantes; A.-V. Trambitzki. *Electritchestvo*, mars 1927, n° 3, p. 85-89, 5 400 mots, 6 tabl. — La théorie de la similitude appliquée aux transformateurs d'un même type, sans tenir compte des contingences matérielles de la construction, aboutit aux conclusions suivantes : si la puissance est multipliée par b, les dimensions linéaires varient comme $\sqrt[4]{b}$; le poids des métaux actifs, comme $\sqrt[4]{b^3}$; la puissance par unité de poids, comme $b^{-\frac{1}{4}}$; l'intensité du courant et la tension, comme $\sqrt{b}$; les pertes à pleine charge avec cos $\varphi = 1$, comme $\sqrt[4]{b^3}$; la chute de tension non inductive à pleine charge, comme $b^{-\frac{1}{4}}$; la surface de refroidissement, comme $\sqrt{b}$; les pertes par unité de surface, comme $\sqrt[4]{b}$; la tension par spire, comme $\sqrt{b}$; la chute de tension inductive, comme $\sqrt[4]{b}$. Cette théorie ne tient pas compte de diverses réalités : 1° Des transformateurs semblables sont faits pour des tensions égales. Il en résulte que l'intensité du courant varie comme b et non $\sqrt{b}$; 2° Ces transformateurs doivent avoir des régimes de température identiques; la puissance par unité de surface réfrigérante est donc constante; 3° La condition d'un bon fonctionnement en parallèle nécessite que les transformateurs d'une même série aient une même tension de court-circuit, ce qui réagit sur les chutes de tension inductive et non; 4° Le montage des tôles et des enroulements ne permet pas d'établir une relation simple entre la puissance et les dimensions linéaires. Il y a donc lieu d'apporter des corrections à la théorie précédente. Dans ce but, l'auteur propose d'admettre comme constants le coefficient de remplissage du paquet de tôles, l'induction magnétique, le coefficent de remplissage du cuivre, la densité de courant. Il calcule une série de transformateurs sur ces bases, ce qui permet de constater des divergences non négligeables entre la similitude simplifiée et le calcul réel. — C.-R. M.

621.314.7.00.12. — Expression élémentaire du courant ondulé des redresseurs à vapeur de mercure. *E. T. Z.*, 10 mars 1927, t. XLVIII, p. 328-329, 800 mots, d'après un article de K.-E. Müller publié dans *Archiv für Elektrotechnik*, n° 2, t. XVI, p. 113. — Plusieurs formules ont été proposées qui permettent de discuter les caractéristiques des redresseurs à vapeur de mercure. Mais toutes étaient établies en supposant des conditions toutes particulières. La résistance des circuits ou l'inductance de la bobine d'anode étaient négligées, ou bien l'inductance de la bobine de cathode était supposée infiniment grande. L'auteur établit une formule qui tient compte de toutes les caractéristiques et qui reste donc valable dans tous les cas. Cette formule est présentée sous la forme $i = A + K \sin(p\omega t + x)$, où p est le nombre d'anodes du redresseur et A, K, x des constantes très complexes qu'il détermine. De cette formule, il déduit celle de la tension du courant continu obtenu. — B. H.

669.71 : 621.315.1] 539.4. — La sécurité mécanique comparée des lignes en aluminium et en acier et aluminium; A. Burklin. *E. T. Z.*, 17 mars 1927, t. XLVIII, p. 355-357, 3 000 mots, 4 fig. — La sécurité d'une ligne aérienne peut être caractérisée par la surcharge qu'elle peut supporter avant que la fatigue du métal atteigne une valeur dangereuse. L'auteur a calculé, en fonction de la section, de la portée et de la fatigue en service normal, la valeur de cette surcharge nouvelle, qui entraîne la rupture. Les résultats de ses calculs sont donnés pour un taux de travail normal de 9 kg : mm² dans le cas de l'aluminium. Il compare ensuite les surcharges admissibles pour le cuivre, le bronze et l'acier et aluminium. Cette comparaison mécanique montre un avantage très net en faveur du câble mixte. Les câbles d'aluminium sont suffisants pour satisfaire à la réglementation du Verband deutscher Elektrotechniker. Mais si l'on doit faire face à des conditions climatiques particulièrement sévères, il faut avoir recours au câble mixte. — C.-R. M.

669.12 : 621.315.1. — Emploi de conducteurs en fer pour la transmission de l'énergie électrique; Skobeltsin. *Electritchestvo*, mars 1927, n° 3, p. 90-95, 6 500 mots, 6 fig. — Dans le cas des transmissions à faible distance, la section des conducteurs de cuivre est imposée uniquement par les conditions mécaniques. Dans de tels cas, il est intéressant de pouvoir employer du matériel plus solide et moins coûteux, tel que le fer. On peut obtenir une économie importante non seulement sur le prix d'établissement, mais même sur le prix de revient de l'énergie. La limite économique de l'emploi du fer dépend évidemment de sa résistance, laquelle dépend non seulement de la section, mais encore de la densité de courant. L'auteur donne une représentation graphique de cette résistance et de la réactance, toutes deux résultant de mesures expérimentales effectuées indépendamment par M. Bunet (*Bulletin de la Société française des Electriciens*, 1924, n° 38, p. 849), par M. Bougoutchev et par l'auteur. Le plus grand écart entre les indications relevées par ces différents auteurs atteint 6 pour 100. — C.-R. M.

621.315.00.12. — Diagrammes des tensions et des courants dans les lignes de transmission d'énergie à longue distance; A.-K. Kotelnikoff. *R. G. E.*, 21 mai 1927, t. XXI, p. 813-820, 5 300 mots, 12 fig. — Dans cet article est exposée une méthode de résolution graphique des équations de la propagation des ondes de tension et de courant sur les lignes de transmission d'énergie. Cette méthode est basée sur le fait que ces ondes peuvent être considérées comme la superposition d'une onde incidente et d'une onde réfléchie, ainsi qu'il ressort des expressions connues de la tension et du courant en fonction des constantes de la ligne de transmission. L'auteur rappelle rapidement au début quelles sont ces expressions et, après avoir exposé le principe de la méthode graphique, il en montre l'application à deux exemples numériques ; ces mêmes exemples ont été traités analytiquement dans les « Transactions of the american Institute of the electrical Engineers ».

621.315.1.00.272 (73). — Construction de la ligne de transmission d'énergie électrique à 110 000 volts de la Washington Power Company. *R. G. E.*, 21 mai 1927, t. XXI, p. 832-833, 1 700 mots. Analyse d'un article de Lester-R. Gamble publié dans *J. A. I. E. E.*, décembre 1926, t. XLV, p. 1255-1264, et de la discussion p. 1309, 6 300 mots, 26 fig.

621.315.1 : 531.32. — Les phénomènes de vibration sur les lignes aériennes de transmission; K. Draeger. *E. u. M.*, 6 mars 1927, t. XLV, p. 185-189, 3 700 mots, 13 fig. — L'auteur rappelle d'abord que certains cas de ruptures de conducteurs de lignes aériennes ont d'abord paru inexplicables, mais qu'après des observations méticuleuses, il a été possible d'en faire remonter la cause aux vibrations des conducteurs sous l'influence de causes extérieures comme le vent. Bien que les conditions de naissance de ces vibrations ne soient pas encore exactement connues, il est certain qu'elles sont d'origine mécanique : les efforts électriques ou magnétiques entrant en jeu pour les conditions habituelles de tension et de portée sont en effet pratiquement négligeables. Les vibrations provoquées par la rupture de portées sous une charge de neige ou de glace sont fort amorties, tandis que celles prenant naissance sous l'effet prolongé d'un vent transversal sont beaucoup plus dangereuses et peuvent donner lieu à des phénomènes de résonance. D'après les observations faites surtout aux Etats-Unis, la naissance des vibrations est très irrégulière et, dans des conditions identiques, le phénomène ne se reproduit pas toujours ; cependant on peut admettre que ces vibrations diminuent lorsque le vent augmente de vitesse pour faire place, à la limite, à une oscillation pendulaire du conducteur. L'auteur examine ensuite les résultats d'essais de Th. Varney, qui ont été déjà analysés dans « R. G. E. », 12 mars 1927, t. XXI, p. 426, et mentionne qu'il existe deux remèdes : soit éviter les vibrations au moyen de dispositifs efficaces comme celui de Stockbridge, mentionné également par Varney, soit amortir ces vibrations sur la ligne même, sans affecter les pylônes, ce que réalise un dispositif spécial de suspension souple utilisé en Suisse et décrit par l'auteur. Celui-ci donne ensuite la description d'une machine spéciale construite par la Porzellanfabrik Rosenthal pour des recherches en usine sur les effets des phénomènes de vibration dans les chaînes d'isolateurs ; le nombre de vibrations peut être réglé entre 300 et 400 par minute et l'amplitude, entre 2 mm et 3 mm. Les résultats de ces essais seront donnés ultérieurement. — F. P.

621.315.61. — Perforation des isolants au papier imprégné sous le choc électrique et sous d'autres formes de la tension appliquée; F. Grunewald. *E. T. Z.*, 27 janvier 1927, t. XLVIII, p. 103-106, 3 800 mots, 16 fig. — L'auteur relate les essais qu'il a effectués sur l'isolant dit « pertinax » en forme de tubes ou de plaques. Cet isolant se compose de papier bakélisé, à haute teneur de bakélite pour les tubes et à faible teneur pour les plaques. Dans les tubes, l'isolant est très feuilleté et cette particularité le rend presque insensible à l'occlusion de petites quantités d'air qui ont forcément une faible épaisseur, donc une rigidité diélectrique comparable à celle de l'isolant. Les essais ont été effectués avec des électrodes de plomb de 10 mm de diamètre coulées dans des trous percés dans les pièces isolantes. La tension fut appliquée soit au choc électrique, soit en courant alternatif à 50 p : s, soit en courant continu. Le choc électrique était réalisé par le montage de Tœpler, de condensateurs se déchargeant sur des résistances. L'auteur donne les résultats suivants : des tubes de 2 mm d'épaisseur ont été perforés sous 130 000 v en tension continue, sous 70 000 v en tension alternative et sous 73 000 v comme tension de choc. Les tensions de perforation ne diminuaient que très peu lorsqu'on augmentait la durée d'application. Les essais à des températures variant de 15°C à 110°C ont montré que la tension de perforation était indépendante de la température. Pour les tubes, la rigidité diélectrique apparaît beaucoup plus grande dans les essais sous tension continue et sous tension alternative que dans ceux sous une tension de choc. Pour les plaques c'est le contraire qui fut observé : la rigidité diélectrique est plus grande qu'en tension continue et en tension alternative. — L'auteur explique ces différences par la structure feuilletée de l'isolant et donne les résultats d'essais avec chocs de tension répétés. — B. H.

621.315.62. — Essais de court-circuit sur les chaînes d'isolateurs type « motor »; W. Stoermer. *E. u. M.*, 13 mars 1927, t. XLV, p. 206-207, 1 200 mots, 5 fig. — Ces essais ont été réalisés pour montrer que les arcs qui se produisent sur une chaîne d'isolateurs ne détruisent pas sa solidité mécanique. Ils ont été effectués à l'air libre et dans des locaux fermés. Les éléments des chaînes sont constitués par des cloches en porcelaine, surmontées d'un cylindre muni d'une couronne ; ils ont 175 mm de hauteur et 240 mm de diamètre, et doivent supporter une tension de 17 000 v. Pour que les conditions les plus sévères fussent réalisées, les arcs formés étaient maintenus pendant un temps appréciable (4 minutes environ). Au bout de ce temps, l'isolateur était détruit ou point de vue électrique. Néanmoins, il ne se produisait pas de rupture, bien que la chaîne fut chargée à 500 kg, comme en service. Des essais réalisés après cette épreuve conduisaient à une rupture de la chaîne sous 5800 kg. D'autres essais de 7 à 10 minutes de durée conduisaient à des charges de rupture des chaînes de 7 000 à 8 000 kg. Les courts-circuits produisant une énergie réduite pendant un temps prolongé sont plus dangereux que ceux produisant une énergie considérable pendant peu de temps. Les isolateurs du type essayé ont montré une endurance thermique remarquable. Ils conservent en général leur solidité mécanique après rupture de la couronne par des immersions répétées dans un bain de plomb à 320°C. — C.-R. M.

621.315.1... — Un pylône électrique original et économique; A. Troller. *La Nature*, 1er janvier 1927, n° 2752, p. 18-19, 1 200 mots, 4 fig. — Ce nouveau pylône a été conçu par M. Darrieus de façon à reporter sur les conducteurs les efforts dans le sens de la ligne provenant de la rupture d'un ou plusieurs fils ou résultant de la poussée du vent parallèle à la ligne. Ce pylône n'a donc plus qu'à supporter les fils et leur surcharge éventuelle. Il est constitué par un chevalet articulé dont les deux pieds formés d'une poutre en treillis reposent par une articulation à rotule sur un dé en béton. La tête de ce chevalet est également articulée sur ces deux pieds qui sont entretoisés par deux haubans. En cas de rupture d'un conducteur de la ligne, le chevalet se déforme en se gauchissant mais reste maintenu par les fils qui subsistent. Les efforts dans le sens de la ligne sont donc supportés par les conducteurs eux-mêmes qui doivent être calculés en conséquence (ce qui a aussi l'avantage d'entraîner une diminution des pertes en ligne) et par des pylônes d'arrêt répartis le long de la ligne à de grands intervalles. Des expériences effectuées sur une ligne pour essais construite au Bourget ont confirmé les prévisions de l'auteur. Ces pylônes plus légers que ceux des modèles ordinaires ne nécessitent que des fondations minimes et conduisent à une économie importante dans l'installation des lignes de distribution d'énergie à haute tension. — J. S.

621.317.1. — Indicateur d'ondes transitoires; O. Lohaus. *E. T. Z.*, 3 mars 1927, t. XLVIII, p. 267-268, 1 600 mots, 3 fig. — Plusieurs dispositifs compliqués ont déjà été proposés pour indiquer le passage des ondes transitoires et même mesurer leur tension. L'appareil très simple que l'article décrit ne sert qu'à accuser leur passage. Une capacité, montée en série avec une inductance, est couplée entre la ligne à contrôler et la terre. Aux bornes de l'inductance est montée la grille d'un triode par l'intermédiaire d'un condensateur shunté par une résistance. Dans le circuit plaque est disposé un électroaimant qui attire une palette dont le déplacement détermine soit le déclenchement d'un signal optique ou lumineux, soit l'enregistrement. Le fonctionnement est facile à comprendre. L'onde transitoire crée une chute de tension entre le filament et la grille du triode et l'arrêt de la circulation de courant dans le circuit du filament et de la grille. Cet arrêt fait déclencher le système annonciateur jusqu'au moment où la charge de la grille étant écoulée, celle-ci reprend son potentiel primitif et laisse circuler le courant dans le circuit du filament et de la plaque. Le choix des capacité et résistance introduits dans le circuit de la grille permet de régler le temps que la grille met à reprendre cette tension. La capacité de couplage sur le conducteur est facilement réalisée au moyen d'un fil de 1,5 à 2 m de longueur tendu parallèlement à la ligne. — B. H.

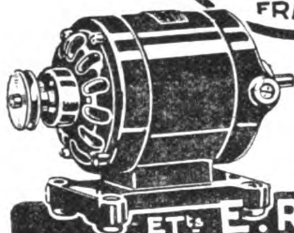
TRACTION ET LOCOMOTION

621.33.00.4. — Consommation et récupération d'énergie sur les tramways et sur les chemins de fer électriques à interstations courtes; A. della Riccia. *Bulletin de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Institut électrotechnique Montefiore*, novembre 1926, t. IV (7e série) p. 167-180, 5 500 mots, 1 fig., 4 tabl. — Considérant le parcours entre deux stations, l'auteur établit le travail mécanique (positif ou négatif) accompli pendant les cinq périodes suivantes : *a*) Démarrage pendant la période de mise sous tension des moteurs ; *b*) Accélération des moteurs sous la tension normale du réseau ; *c*) Course sur l'erre ; *d*) Freinage à l'aide d'un frein mécanique ou des moteurs fonctionnant en génératrices ; *e*) Arrêt du train. Considérant ensuite deux parcours de longueurs L' et L'', dont les tracés et les profils produisent l'effet d'une même rampe fictive et parcourus de façon telle que les deux diagrammes simplifiés de la vitesse en fonction du temps soient géométriquement semblables, il montre que les quantités d'énergie, rapportées à 1 tonne-kilomètre, à dépenser sont les mêmes pour tous les diagrammes de la vitesse en fonction du temps géométriquement semblables, soit qu'on se serve d'un simple système moteur fonctionnant exclusivement pendant le démarrage et la marche normale du train, soit qu'on utilise un système moteur-récupérateur fonctionnant en outre pendant le freinage ; c'est-à-dire, par exemple, que l'économie procurée par un système à récupération sera la même sur un parcours de 2 000 m effectué en 120 secondes que sur un parcours de 500 m effectué en 60 secondes. L'auteur développe des applications numériques et il y montre en particulier l'influence de l'indice $A = \frac{L}{T^2}$ (L distance totale entre deux stations et T durée totale des quatre périodes de marche) sur la consommation unitaire d'énergie. Il montre ainsi que l'emploi de la récupération réduit les écarts que la consommation unitaire peut subir du fait de nombreuses circonstances. — J. S.

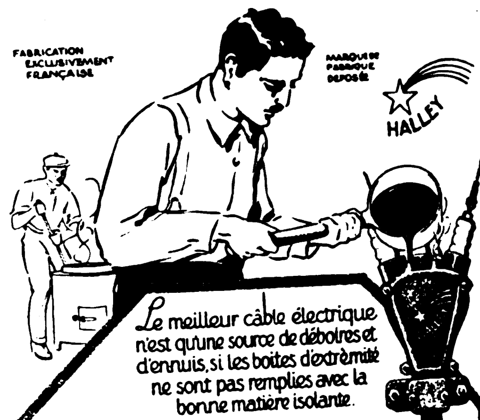
621.335. — La locomotive type C-C pour trains de marchandises des Chemins de fer fédéraux suisses. *Revue B B C*, mars 1927, t. XIV, p. 78-86, 3 500 mots, 13 fig., dont 1 hors texte. — Cet article donne les caractéristiques principales de la nouvelle locomotive type C-C construite par la Société anonyme Brown, Boveri et Cie et la Société suisse pour la Construction de Locomotives et Machines à Winterthur, pour le compte des Chemins de fer fédéraux suisses. Cette locomotive est destinée à remorquer des trains de marchandises sur la ligne du Seetal exploitée depuis 1922 par les Chemins de fer fédéraux. Cette ligne devant d'ici quelques années être englobée dans leur réseau, ces locomotives ont dû être prévues pour être utilisées sous courant monophasé, soit à 5 500 v, 25 p : s, soit à 15 000 v, 16 2/3 p : s. En outre il fallait dans la construction de ces machines utiliser autant que possible des éléments identiques à ceux déjà employés sur d'autres locomotives des Chemins de fer fédéraux. Le choix du type C-C a permis d'utiliser, au moins pour la partie électrique, des éléments de locomotives de manœuvre type C-C. Les conditions d'exploitation comportent le remorquage de trains de 200 t sur une pente de 36 pour 1000. La vitesse maximum de la locomotive doit être de 40 km : h sous tension et de 50 km : h sans courant. Elle est équipée de deux moteurs avec connexions à résistances dans le rotor développant 600 ch au régime unihoraire sous 560 v à 550 t : mn. Chaque moteur attaque par l'intermédiaire d'un faux essieu et d'un système de bielles à trois essieux. La puissance de ces moteurs est un peu plus forte que celle strictement nécessaire d'après les diagrammes de marche; mais, d'une part ils présentent l'avantage d'être les mêmes que ceux des locomotives type 1-C ; d'autre part, comme la ligne suit en grande partie le tracé de la route, on est obligé de restreindre la ventilation artificielle, sinon on aurait un empoussiérage inadmissible du moteur. Ces moteurs sont placés sous des capots d'extrémité ainsi que leur moteur de ventilation, le compresseur à piston pour le frein à air dans un des capots et les shunts dans l'autre. Le reste de l'appareillage électrique est placé dans un compartiment central à chaque extrémité duquel est une cabine de conduite. Il comporte tout d'abord un transformateur de 570 kv-A en service continu. Pour permettre le passage d'une tension d'alimentation à l'autre le primaire comporte des bornes de commutation qui ne sont d'ailleurs pas sorties du couvercle. Du côté du secondaire il y a 13 sorties permettant de régler la tension entre 117 v et 670 v dans un cas (alimentation à 8 500 v) et entre 113 v et 646 v dans l'autre cas. Le graduateur de tension placé au-dessus du transformateur est à commande à la main à partir de l'une ou l'autre des cabines de conduite. Les inverseurs de marche branchés dans le circuit de chaque moteur, ainsi que l'interrupteur du côté de la haute tension sont également commandés à la main, ce qui simplifie les services auxiliaires. Dans ce même but on a supprimé la génératrice à courant continu existant sur toutes les autres locomotives, la batterie d'accumulateurs qui a été conservée servant uniquement à l'alimentation des relais de déclen-

MOTEURS UNIVERSELS
1/50 à 1/4 C.V.





Ets E. RAGONOT
15 RUE DE MILAN, PARIS, TEL: LOUVRE 41-96



Le meilleur câble électrique n'est qu'une source de déboires et d'ennuis, si les boîtes d'extrémité ne sont pas remplies avec la bonne matière isolante.

„HALLEY"

C'EST LE MEILLEUR ISOLANT POUR CÂBLES

CARACTÉRISTIQUES APPROXIMATIVES

HAUTES RÉFÉRENCES

LE FIBROMICA

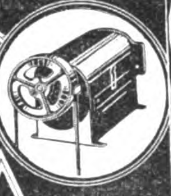
LE RAINCY (S.-&-O.)

TÉLÉPHONE N° 300 — TÉLÉGRAMMES FIBROMICA-LE RAINCY (S.-&-O.)

R. C. PONTOISE N° 6027

CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES





ELECTRO-AIMANTS
ELECTRO-FREINS

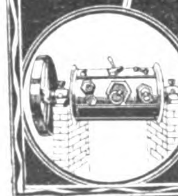
CONTROLEURS
CONTACTEURS

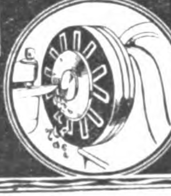




COMMANDES
AUTOMATIQUES

PALANS
OUTILS ELECTRIQUES





TRIEURS
Plateaux magnétiques

PAUL BACHELET
60 ter Rue HAXO
PARIS - XXe



chement. On a renoncé à tout dispositif de freinage électrique. — J. S.

621.335. — Une nouvelle machine automotrice à un seul employé; A.-E. Muller. *E. T. Z.*, 17 mars 1927, t. xlviii, p. 351-355, 3500 mots, 11 fig. — A l'inverse des voitures construites aux Etats-Unis, remarquables par la complexité de leurs installations, la voiture dont il s'agit est d'une grande simplicité dans l'appareillage et a une sécurité accrue. Elle est due aux Ateliers de Sécheron, près Genève, et fonctionne depuis quelque temps sur la ligne Berne-Müri-Worb. Elle peut être utilisée soit isolément, soit en tête de convoi, suivant l'intensité du trafic. Dans ce dernier cas, un deuxième employé est adjoint au conducteur. Elle est portée par deux boggies à roues inégales (du type à traction maximum) et permet de remorquer un poids total de 90 t à 25 km : h sur une rampe de 36 pour 1000. Sa puissance totale est de 150 ch pendant une heure, et son poids à vide de 20 t. L'archet adopté comme prise de courant, se manœuvre soit à la main, soit par un ressort commandé à distance. Les deux moteurs sont blindés, n'ont pas de ventilation et sont rapidement démontables. Ils commandent les essieux moteurs par des engrenages à réduction. Ils sont alimentés à une tension variable de 550 à 750 v. Les résistances de démarrage et de frein sont installées dans la toiture, ainsi que deux disjoncteurs automatiques ; l'installation d'éclairage comprend deux circuits de 6 lampes en série. Le chauffage est obtenu à l'aide de 12 rhéostats de 700 w chacun. Le poste du conducteur est muni de chaufferettes de pieds. Les installations de sécurité, qui ont été très étudiées, comportent en particulier une commande automatique électrique du frein à air comprimé. — C.-R. M.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.395.34. — Nouveau sélecteur à action rapide; F. Aldendorff. *E. T. Z.*, 10 mars 1927, t. xlviii, p. 309-314, 7000 mots, 10 fig. — L'auteur indique tout d'abord que la plupart des systèmes de téléphonie automatique ont adopté le sélecteur Strowger, mais que de très nombreux modèles ont été proposés et même essayés. Il rappelle principalement les sélecteurs à action rapide qui explorent plusieurs centaines de touches par seconde et donne le principe de fonctionnement d'un nouveau modèle qu'il propose. Ce sélecteur présente l'avantage, de pouvoir être adapté aux installations de petite et de grande importance et être utilisé comme sélecteur, comme chercheur, ou comme présélecteur. Comme il peut explorer sans erreur au moins 300 touches à la seconde, on voit que le nombre de lignes par groupe peut être considérablement augmenté, d'où simplification des systèmes qui deviennent plus maniables et moins coûteux. Enfin cet appareil peut être facilement établi en grandes séries, ce qui réduit encore le prix de revient des installations. On trouvera dans l'article une description du fonctionnement et du montage de l'appareil pour ses différents usages. — B. H.

621.395.624 + 621.396.623. — Rendement des haut-parleurs; C.-M.-R. Balbi. *The Wireless World and Radio Review*, 25 août 1926, t. xix, p. 277-279, 2 000 mots, 2 fig. — On ne se rend généralement pas compte que seulement 1 pour 100 environ de l'énergie fournie à un haut-parleur ordinaire sous forme d'énergie électrique est convertie en son. Si l'on arrivait à élever le rendement à 80 pour 100 par exemple, chiffre assez ordinaire pour les moteurs et transformateurs électriques, on pourrait utiliser les appareils à galène pour le fonctionnement en haut-parleur. Il est donc intéressant de se demander pourquoi le rendement des haut-parleurs modernes demeure si faible et d'examiner les raisons qui empêchent de l'accroître. Ces raisons sont les suivantes : résistances, hystérésis, courants de Foucault, pertes mécaniques dans le diaphragme, pertes acoustiques dans le récepteur et pertes acoustiques dans le pavillon. L'auteur calcule que les pertes peuvent se chiffrer de la façon suivante : pertes par effet Joule 36 pour 100, par hystérésis 20 pour 100, par courants de Foucault 8 pour 100, pertes mécaniques 12 pour 100, pertes acoustiques dans la base 14 pour 100, pertes acoustiques dans le pavillon 9 pour 100. — G. M.

621.395.73 (485). — Le réseau de câbles téléphoniques en Suède. *E. T. Z.*, 10 mars 1927, t. xlviii, p. 332-334, 1 700 mots, 2 fig., d'après *Tekniska Mäddelanden fron Kungl. Telegrafstyrelsen*, 1925, n°s 11 et 12. — Le tronçon de Stockholm à Norrköping (177 km) faisant partie de la section Stockholm-Malmö, vient d'être mis en service. Il est prévu pour le trafic qu'il aura à assurer en 1940. Par rapport au tronçon déjà construit, Stockholm-Göteborg, l'écartement des bobines de Pupin fut réduit de 2 760 m à 1 830 m, les mêmes caractéristiques des bobines étant conservées. On a adopté des quartes faiblement pupinisées pour les liaisons extérieures à grande distance, des quartes moyennement pupinisées pour les futures liaisons extérieures et les longues liaisons intérieures et enfin des paires moyennement pupinisées pour les futures liaisons intérieures. Le nombre de quartes varie de 109 à 114 ; le diamètre des conducteurs en cuivre est de 0,9 et de 1,3 mm. Le câble a été enterré. Sur les tronçons où est prévue l'électrification des chemins de fer, le câble est muni d'une double armure de feuillard, en plus de la chemise de plomb. Le câble fut fabriqué en tronçons de 130 m. Son poids variait de 11 kg à 24 kg par mètre suivant le mode de protection adopté. Les caractéristiques électriques garanties et obtenues sont résumées dans des tableaux. — B. H.

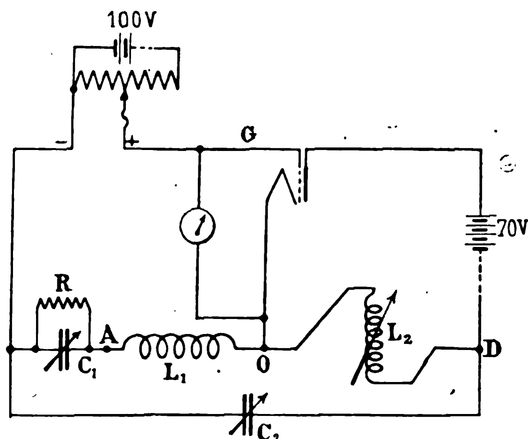
621.395.733/4. — Les organes de raccordement sur les lignes téléphoniques à parcours aéro-souterrains. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1927, t. xvi, p. 205-219, 3 000 mots, 14 fig., dont 1 hors texte. — On expose dans cet article les différentes solutions adoptées principalement par l'Administration française des Postes et Télégraphes pour réaliser le raccordement entre une section aérienne en fil nu et une section en câble sous plomb avec conducteurs isolés au caoutchouc ou au papier (câbles souterrains). On y examine les trois cas suivants : raccordement entre câbles à un ou deux conducteurs ; raccordement direct avec un câble sous caoutchouc à paires multiples disposées en peigne ; et enfin raccordement direct des lignes aériennes avec un câble sous papier à paires multiples par l'intermédiaire d'un organe de terminaison supporté par le potelet de concentration. Dans cette dernière catégorie un nouveau matériel mis récemment à l'essai à Monte-Carlo et à Monaco semble donner toute satisfaction. Il se compose essentiellement d'une série d'éléments se vissant les uns sur les autres, chaque élément étant constitué par un tube en fer garni intérieurement d'isolant et muni d'une espèce de tête vissée en aluminium, formant chambre de sortie des deux fils d'une paire. La sortie des fils, de cette tête, se fait au moyen d'un isolateur en porcelaine traversé par une vis creuse maintenue par un écrou qui serre contre la porcelaine, et contre lequel vient serrer un contre-écrou à tête moletée avec interposition d'une rondelle en laiton. Le fil dénudé du câble sous plomb est passé dans la vis creuse et soudé à l'extrémité extérieure ; le fil aérien peut être soit serré sous l'écrou à molette, soit soudé à l'extrémité du fil qui sort de la vis creuse. Bien que le dispositif présente par lui-même toute la protection électrique voulue, on peut par mesure de sécurité couler à l'intérieur une composition isolante. — J. S.

621.396.11. — Les limites de ma théorie de propagation; F. Kiebitz. *L'Onde électrique*, mars 1927, t. vi, p. 127-131, 2 300 mots, 2 fig. — La théorie de la propagation exposée dans un précédent article est basée sur les équations de Maxwell dans lesquelles l'auteur a supposé que le champ magnétique et le champ électrique sont égaux. Dans le présent article, l'auteur réfute les objections de M. Mesny relatives à cette théorie. Cette note est suivie d'une nouvelle réponse de M. Mesny qui conteste la rectification de M. Kiebitz. — J. S.

621.396.24-4. — Télégraphie et téléphonie multiplex sur ondes courtes; M. VEAUX. *L'Onde électrique*, mars 1927, t. VI, p. 120-126, 3 300 mots, 2 fig. — Le principe de la téléphonie ou télégraphie multiplex sur ondes courtes consiste à moduler une onde porteuse unique à diverses hautes fréquences et à séparer après détection au poste récepteur la ou les fréquences que l'on désire recevoir. L'auteur expose le principe de cette méthode en se basant sur la théorie classique de la modulation. Il montre que si Ω, ω et ω' sont la pulsation du courant porteur et de deux forces électromotrices de modulation, on peut avoir dans l'antenne soit l'un, soit tous les courants de pulsation Ω, $\Omega-\omega$, $\Omega+\omega$, $\Omega-\omega'$, $\Omega+\omega'$. Au poste récepteur on peut, d'autre part, grâce à l'emploi de circuits à résonance aiguë ou de filtres de bandes, sélectionner les courants de pulsations ω, et 2ω, ω' et $2\omega'$. L'auteur examine ensuite le cas où les ondes modulatrices de pulsations ω et ω' sont elles-mêmes modulées à des pulsations plus faibles ω_1 et ω_2 (cas de la téléphonie), et enfin, celui où ω et Ω sont de même ordre de grandeur. — J. S.

621.396.615 : 538.561. — Production d'oscillations sans montage en réaction; effet de l'émission d'électrons secondaires dans une lampe; H. KRÖNCKE. *The Wireless World and Radio Review*, 24 mars 1926, t. XVIII, p. 467-468, 1 100 mots, 6 fig. — Grâce au couplage en réaction inventé par Meissner en 1917, il est possible de produire des oscillations entretenues avec un triode; tous les montages imaginés depuis ne sont que des modalités de celui de Meissner que le couplage soit réalisé par une inductance, un condensateur ou une résistance. Quant au dispositif de Kühn, dans lequel les circuits d'anode et des grilles sont tous les deux accordés et qui, par conséquent, est capable de produire des oscillations et de travailler comme émetteur sans couplage en réaction apparent, on peut le considérer comme résultant du couplage interne entre la capacité de l'anode et la capacité de la grille. Le dynatron de A.-W. Hull est un des rares types de lampes qui donne des oscillations entretenues sans réaction; on sait que son anode émet des rayons secondaires dus à l'impact des électrons émis par le filament. Si on construit la caractéristique du courant du circuit d'anode en fonction de la tension d'anode, on constate que, dans toutes les parties descendantes, le courant diminue quand la tension croît, contrairement à la loi d'Ohm et c'est un fait bien connu que, dans ces conditions, la génération d'oscillations entretenues est possible; or M. Rottgardt a réussi à répéter avec une lampe ordinaire les phénomènes observés avec le dynatron; le montage est très simple. On réunit la grille à la plaque par l'intermédiaire d'une résistance élevée et la batterie de plaque est reliée au filament à travers un milliampèremètre; si l'on construit la caractéristique du courant et de la tension du circuit d'anode, on constate que la courbe se développe régulièrement; puis, pour une tension V_1, le courant saute brusquement à une valeur très élevée et, si l'on continue à faire croître encore la tension, le courant augmente de nouveau lentement; en procédant maintenant dans l'ordre inverse, c'est-à-dire en faisant décroître lentement la tension, on franchit le point correspondant à V_1 sans difficulté et ce n'est que pour une tension un peu plus faible que V_1 que le courant décroît brusquement jusqu'à une valeur bien inférieure à celle qu'il avait lors de la montée brusque dans la première phase de l'expérience. C'est cette portion négative de la caractéristique qui a été utilisée par Rottgardt pour la production d'oscillations entretenues avec un circuit comprenant une lampe de 250 w, une tension d'anode de 800 v et une résistance de 125 000 ohms. — B. C.

621.396.615. — Circuit thermoionique oscillatoire intermittent; Lauriston-S. TAYLOR. *Journal of the Franklin Institute*, mars 1927, t. CCIII, p. 351-374, 6 000 mots, 16 fig. — On obtient un circuit oscillatoire intermittent avec le montage de la figure 1, quand on emploie des valeurs convenables de la résistance R et de la capacité C de grille. Le circuit, siège des oscillations interrompues, est constitué par L_1, C_1, L_2, C_2. L'auteur a adopté $R = 10^6$ ohms, $C_1 = 5$ à



621.396.615. Fig. 1. — Schéma du circuit oscillant à tension de grille réglable.

8 µF. Ses études ont consisté à étudier les variations du courant de plaque et de la fréquence des interruptions (ou battements) en fonction des éléments variables L_1, L_2 et C_2. La fréquence dépend du couplage entre L_1 et L_2. Elle décroît quand C_1 augmente. La capacité C_2 a une influence toute particulière : quand elle atteint ou dépasse une certaine valeur critique, les interruptions disparaissent; les oscillations sont entretenues à la façon ordinaire. La courbe tombe brusquement. Cette valeur critique est très nettement marquée, à 0,001 µµF près. Il existe deux zones de battements en fonction de C_2. Les valeurs critiques de C_2 varient peu avec C_1 et considérablement avec L_2. En utilisant ces résultats à l'aide de l'analyse graphique, l'auteur a pu représenter la fréquence F des battements par minute par la formule

$$F = A e^{\frac{L_2 - KC_2}{2L_1}}$$

où A et k sont des constantes. Cette formule ne représente évidemment la courbe que dans les zones où les battements existent. Les résultats expérimentaux ont une grande importance du fait qu'une très faible variation de C_2 peut produire une très grande variation de F. Le courant de plaque décroît quand L_2 augmente. En donnant à la grille une tension variable à l'aide du potentiomètre indiqué sur la figure, on fait apparaître des tensions critiques, séparant les zones de battements des zones d'oscillations permanentes. On peut expliquer ces phénomènes de la façon suivante. En l'absence de toute oscillation, il y a néanmoins transfert d'électrons à la grille. Il existe donc un courant de charge de la grille, d'un sens déterminé, en dehors des oscillations. Pendant une oscillation, dans la demi-période où la grille est positive, la plaque est négative, ce qui contribue à accroître le courant de grille. Mais il n'y a pas symétrie entre les deux demi-périodes et il en résulte une charge incessante de la grille. Il arrive un moment où, sous l'influence de cette charge, les phénomènes intermittents disparaissent. — C.-R. M.

SECTION DE LÉGISLATION

345 (44) 31 : 337. — Le projet de loi portant revision du tarif général des douanes. *R. G. E.*, 21 mai 1927, t. XXI, p. 845-848, 3700 mots.

347.266.7 : 621.31. — L'établissement de lignes en vue de la restitution de l'énergie, sous forme électrique, en cas d'éviction de droits particuliers à l'usage de l'eau. *R. G. E.*, 21 mai 1927, t. XXI, p. 848, 500 mots.

621.31 : 351.711.5. — Arrêté du 10 mars 1927 déterminant les mesures particulières applicables dans les chantiers de construction et d'entretien des entreprises de distribution d'énergie électrique. *R. G. E.*, 23 avril 1927, t. XXI, p. 677-680, 5000 mots.

621.311.21 : 351.711.5. — Décret du 18 mars 1927 portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 16 octobre 1919 en ce qui concerne la forme et la procédure d'instruction des demandes d'autorisation d'usines hydrauliques. *R. G. E.*, 16 avril 1927, t. XXI, p. 639-640, 2200 mots.

351.714.5 : 347.723.2.036.25. — Sur la détermination de l'impôt général sur le revenu applicable aux gérants des sociétés en commandite par actions. *R. G. E.*, 23 avril 1927, t. XXI, p. 680, 150 mots.

351.714.52.027.13. — Sur le contrôle des déclarations concernant les bénéfices industriels et commerciaux. *R. G. E.*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 808, 400 mots.

351.714.52.027.5. — Sur le mode d'établissement de l'impôt sur les bénéfices industriels réalisés pendant une période de plus de douze mois. *R.G.E.*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 560, 300 mots.

351.714.52.027.6. — Sur la déclaration devant être faite par les commerçants dont l'impôt sur les bénéfices était jusqu'ici calculé d'après le chiffre d'affaires. *R. G. E.*, 30 avril 1927, t. XXI, p. 720, 300 mots.

351.714.52.027.7. — Sur la possibilité de déduire des bénéfices commerciaux la dépréciation des valeurs mobilières. *R. G. E.*, 30 avril 1927, t. XXI, p. 720, 300 mots.

351.714.52.027.7. — Sur la possibilité de déduire des bénéfices industriels et commerciaux les amortissements pour dépréciation du portefeuille. *R.G.E.*, 9 avril 1927, t. XXI, p. 599-600, 300 mots.

351.714.52.027.7. — Sur la non-possibilité de déduire des bénéfices d'un exercice un supplément d'imposition concernant un exercice antérieur. *R.G.E.*, 9 avril 1927, t. XXI, p. 600, 200 mots.

351.717. — Sur l'imposition au titre des patentes des loyers des emplacements loués dans un garage public par un commerçant pour la remise de ses automobiles. *R.G.E.*, 12 mars 1927, t. XXI, p. 440, 180 mots.

621.316 : 31 + 351.82] (4) + (73). — Législation et données statistiques en Europe et en Amérique, en matière de distribution d'énergie électrique. *R. G. E.*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 553-559, 6500 mots. — Dans cet article sont analysées sept communications présentées au Congrès de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique qui s'est tenu à Rome en septembre 1926. Sept communications ont été présentées : la première, de M. D. Civita, constitue le rapport général sur la législation et la statistique dans les différents pays tels que l'Allemagne, l'Angleterre, la Belgique, l'Espagne, les Etats-Unis, la France, l'Italie, la Norvège, la Pologne, la Suède et la Suisse. La législation belge est plus amplement traitée dans le rapport suivant de M. Van Halteren. Pour ce qui concerne la France, un rapport concernant la législation a été présenté par M. G. Marty et des données statistiques ont été développées dans un mémoire de M. Tochon. Dans un autre rapport, M. D. Civita a donné, au sujet de la législation italienne, des renseignements plus détaillés que ceux qu'il avait pu incorporer dans le rapport général. Les questions relatives à la statistique ont fait l'objet d'un rapport de M. Bielinski dans lequel l'auteur conclut à l'uniformisation internationale des statistiques de la production et de la distribution de l'énergie électrique. Enfin, un dernier rapport de M. Ganguillet donne des résultats statistiques concernant la production d'énergie électrique des usines suisses.

621.316 : 31 + 351.82] (4) + (73). — Sur la situation électrique dans les différents pays. Législation et statistique. *R. G. E.*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 553-556, 2800 mots. Résumé d'un rapport de D. Civita présenté au Congrès de Rome de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (septembre 1926).

621.316 : 351.82 (44) — Sur la législation française de distribution d'énergie électrique. *R.G.E.*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 556-557, 250 mots. Résumé d'un rapport de Georges Marty présenté au Congrès de Rome de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (septembre 1926).

621.316 : 351.82 (493). — Etude sur la législation belge en matière de distribution d'énergie électrique. *R.G.E.*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 556, 750 mots. Résumé d'un rapport de Van Halteren présenté au Congrès de Rome de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (septembre 1926).

621.316 : 351.82 (45). — La législation de l'électricité en Italie. *R. G. E.*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 557-558, 800 mots. Résumé d'un rapport de D. Civita présenté au Congrès de Rome de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (septembre 1926).

351.83... (44). — Sur l'application de la loi du 30 janvier 1923 concernant l'emploi obligatoire des pensionnés de guerre. *R.G.E.*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 560, 400 mots.

351.721.36 « 1926 ». — Loi du 26 mars 1927 portant : 1° régularisation de crédits ouverts par décrets au titre de l'exercice 1926 ; 2° ouverture et annulation de crédit sur l'exercice 1926 au titre du budget général et des budgets annexes. *R. G. E.*, 30 avril 1927, t. XXI, p. 718-720, 2600 mots.

351.721.36 : 621.316 « 1927 ». — Amélioration en faveur des distributeurs du tarif des redevances pour les lignes téléphoniques dites de sécurité. Loi du 26 mars 1927 (article 103) ; Paul Bougault. *R. G. E.*, 30 avril 1927, t. XXI, p. 715-718, 3300 mots. — Dans cet article, l'auteur rappelle les tarifs anciens et commente les dispositions de l'article 103 de la loi de finances du 26 mars 1927.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. Blondin.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.1. — **Les équations de Maxwell et la dynamique de l'atome**: A. Bramley. *Journal of the Franklin Institute*, décembre 1926, t. CCII, p. 775-808, 13 700 mots. — Les questions traitées dans ce travail entièrement théorique, et d'allure plus mathématique que physique, sont les suivantes : Mécanique et électrodynamique; relation entre les équations de Maxwell et l'équation du mouvement d'un corps chargé; application aux radiations; l'activité des forces. — L. B.

537.261 : 533.3. — **Détermination de la constante diélectrique de l'air par une méthode de décharge**; A.-P. Carman et K.-H. Hubbard. *Phys. Rev.*, février 1927, t. XXIX, p. 299-308, 4 200 mots, 2 fig. — Deux condensateurs à air presque égaux, dont l'un est destiné à contenir l'air à étudier, et l'autre sert de système de comparaison, sont chargés à des différences de potentiel égales. On établit le contact entre les armatures de noms contraires (positive et négative, respectivement) et la charge qui en résulte traverse un galvanomètre. Le réglage consiste à maintenir l'équipage mobile du galvanomètre à zéro. On a établi pour réaliser ces opérations un commutateur tournant de forme spéciale, et caractérisé par de faibles résistances au contact et de valeur constante. On peut ainsi obtenir le rapport des capacités du condensateur de mesure, selon qu'il contient l'air ou que l'on y fait le vide. La moyenne de 40 mesures séparées conduit à $\varepsilon = 1,000594$ pour l'air à 0°C et sous une pression correspondant à celle d'une colonne de mercure de 760 mm. Ce nombre est en accord très remarquable avec celui de Boltzmann. Il est nettement supérieur aux valeurs obtenues par l'emploi de décharges oscillantes. — L. B.

537.4 — **Observations sur les variations du gradient des potentiels terrestre et atmosphérique au cours de l'année 1926 suivies de quelques considérations sur les conditions résultant de l'existence d'un système solaire fortement électrifié**. *Bulletin of the terrestrial electric Observatory of Fernando Sanford*, t. IV, p. 5-22, 6 000 mots, 9 fig., 6 tabl. — Dans le tome III sont décrites les méthodes adoptées à l'observatoire de Fernando-Santo à Palo-Alto (Californie) pour suivre les variations du gradient des potentiels terrestre et atmosphérique au moyen de deux électromètres à quadrant Dans le présent mémoire sont réunis, sous forme de tableaux et de courbes, les résultats obtenus au cours des observations de l'année 1926 qui ont porté sur 214 jours pour les variations du potentiel terrestre et sur 225 jours pour celles du potentiel atmosphérique. Ces observations ont montré que lorsqu'il se produit des variations brusques et quelconques du potentiel terrestre, elles se produisent en général en groupes ou séries et, d'autre part, que certaines perturbations qui se sont reproduites plusieurs jours de suite à la même heure sont certainement dues à une influence solaire. Des résultats de ces observations, on a également déduit les variations du potentiel terrestre dues à l'influence de la lune, pendant une période de 216 jours. Pour les variations du potentiel atmosphérique, elles semblent dues parfois aux mêmes causes que celles du potentiel terrestre, parfois à des causes différentes qui n'affectent pas celui-ci (chute de pluie). Les auteurs du mémoire estiment qu'à moins de mettre en doute la sincérité des observations, les phénomènes décrits dans ce mémoire et les précédents ne peuvent s'expliquer qu'en admettant que le soleil et les autres éléments du système solaire possèdent une charge électrique négative énorme. De cette hypothèse ils déduisent que les forces répulsives résultant de ces charges électriques des planètes sont implicitement comprises dans la gravité. D'autre part, celles qui s'exercent ainsi entre corps d'une certaine étendue ne suivent pas la loi de l'inverse du carré de la distance, ce qui permettrait d'expliquer les irrégularités de certaines planètes dont l'orbite est très fortement excentré (Mercure, par exemple). Ces charges électriques des planètes auraient donc une influence sur les taches solaires en en favorisant la formation sur l'hémisphère opposé à une planète considérée et en les faisant disparaître sur l'hémisphère tourné vers cette planète. On a constaté que les variations journalières magnétiques terrestres sont beaucoup plus fréquentes pendant les années de grande activité solaire que pendant celles d'activité ralentie. Cette différence doit être due à un changement dans le champ magnétique ou électrique solaire, et si on admet que la couronne solaire est une atmosphère électronique, ses différences d'aspect suivant l'activité solaire conduisent à penser que les changements dans le champ électrique solaire sont dus à des changements de distribution de la charge électrique et non à des variations de cette charge elle-même. Pour terminer, les auteurs développent certaines considérations sur l'atmosphère électronique terrestre, basées sur l'observation des aurores boréales. — J. S.

537.5. — **Théorie de Townsend et perforation de l'air par tension de choc**. *E. T. Z.*, 31 mars 1927, t. XLVIII, p. 439, 900 mots et *E. u. M.*, 27 mars 1927, t. XLV, p. 256-257, 600 mots, d'après un article de W. Rogowski, publié dans *Archiv für Elektrotechnik*, n° 6, 1926, t. XVI. — On sait que la théorie de Townsend a été vérifiée qualitativement et

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : France, 1,50 fr; étranger, 3,50 fr.

quantitativement pour la perforation électrique des gaz et qu'elle s'est avérée très exacte pour les phénomènes statiques ou à variations très lentes. D'après les observations des différents auteurs on peut conclure avec sécurité que, pour une onde à front vertical, un champ homogène et un éclateur d'un écartement de 1 cm, à la pression atmosphérique la tension d'amorçage est, avec une durée d'application de 10^{-6} s et peut-être de 10^{-7} s, la même que dans le cas d'une longue durée d'application. Ce n'est que pour des durées du choc de l'ordre de 10^{-8} s que la tension d'amorçage commence à croître. Mais cette croissance est lente à mesure que se réduit la durée du choc. La théorie de Townsend indique le processus suivant de l'amorçage de la perforation : quelques électrons libérés à la cathode par des phénomènes photoélectriques et lancés par le champ intense déterminent, à la suite de l'ionisation par choc, une brusque augmentation du courant. Pour que l'amorçage se produise, il faut que les ions positifs ainsi formés puissent ioniser le milieu. S'il en est ainsi un courant d'intensité i prend naissance, tel que

$$i = i_0 \frac{(\alpha - \beta)\, e^{(\alpha - \beta)d}}{\alpha - \beta e^{(\alpha - \beta)d}},$$

où d représente l'écartement des électrodes; α et β, le nombre des ions qui sont formés, par centimètre de trajet, par un électron et un ion positif. Ce courant est dit courant « obscur ». Townsend indique que la condition formelle de l'amorçage est que ce courant tende vers l'infini, ce qui se produit lorsque le dénominateur s'annule. Rogowski simplifie cette condition et il calcule le temps au bout duquel ce courant obscur a atteint une valeur double de sa valeur initiale. L'amorçage effectif ne doit se produire qu'après un temps notablement plus long. L'intégration par approximation des équations différentielles du mouvement des ions montre que, pendant le temps qu'un ion positif met à parcourir la distance entre les deux électrodes, l'intensité du courant obscur augmente de 1 à 2. Dans un champ de 30 000 v : cm correspondant à la perforation de l'air à la pression atmosphérique, la vitesse des ions positifs est d'environ 10^5 cm : s. Pour un écartement des électrodes de 1 cm, l'amorçage exigerait donc plus de 10^{-5} s. Les temps ainsi obtenus sont supérieurs à ceux déterminés expérimentalement. L'auteur en conclut que les ions positifs ne jouent pas, dans la perforation, le rôle que leur attribue la théorie de Townsend. — B. H.

USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.316.00.44. — L'utilisation des grands réseaux de transmission et l'Union des Producteurs d'Electricité des Pyrénées occidentales. *R. G. E.*, 21 mai 1927, t. XXI, p. 810-812, 2400 mots. Résumé d'une communication de J. Maroger, présentée à la séance commune du 29 avril 1927 de la Société des Ingénieurs civils de France et de la Société française des Electriciens.

627.83.00.22(46.71). — Les travaux de percement des lacs exécutés en Catalogne. *R. G. E.*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 762, 600 mots. Résumé d'une communication de H. Buchberr faite à la séance commune du 29 avril 1927 de la Société des Ingénieurs civils de France et de la Société française des Electriciens.

621.317.8. — Nouvelle tarification de l'énergie électrique à Paris dite « tarif de nuit » en vue de développer les consommations « hors pointe » pour usages autres que l'éclairage; L. Chereau. *R. G. E.*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 799-801, 2 000 mots, 4 tabl. — On sait que, depuis plusieurs années, les sociétés de distribution d'énergie électrique se préoccupent de supprimer la « pointe » en développant les applications autres que l'éclairage. Mais pour atteindre ce but, il ne suffit pas de faire de la propagande pour les appareils domestiques ou autres : il faut, pour inciter l'abonné à n'utiliser ces appareils dans la mesure du possible qu'en dehors des heures de pointe, lui consentir une réduction intéressante sur le prix de vente de l'énergie consommée pendant que la charge du réseau est faible. La Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité qui, déjà en 1923 (*R. G. E.*, 5 mai 1923, t. XIII, p. 751-752), établissait une tarification spéciale en vue de développer les applications domestiques de l'électricité, a examiné la possibilité d'obtenir une meilleure répartition de la charge dans la journée en créant trois tarifs différents pour les « usages autres que l'éclairage » correspondant chacun respectivement à une période de charge minimum, moyenne et maximum du réseau. Dans la note qui nous occupe sont exposés le principe de cette tarification, le mode de son application et les avantages qui en résultent pour l'abonné, avantages qui peuvent se traduire par une notable réduction du prix moyen de l'énergie, ainsi que le montrent les quelques exemples traités par l'auteur.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.25. — Rotor de moteur asynchrone sous forme de cylindre de fer massif; Cl. Schenfer. *E. T. Z.*, 10 mars 1927, t. XLVIII, p. 328, 650 mots, 1 fig., et *E. u. M.*, 27 mars 1927, t. XLV, p. 254, 500 mots, d'après *Archiv für Elektrotechnik*, n° 2, 1926, t. XVI, p. 168. — L'auteur décrit un nouveau modèle de rotor qu'il a établi pour moteur d'induction à cage. Il se compose d'un cylindre de fer, muni à ses deux bases de plaques annulaires de bronze ou d'un autre métal très conducteur et percé suivant ses génératrices d'un certain nombre d'encoches. Les plaques annulaires jouent le rôle des anneaux de court-circuit dans les rotors ordinaires. Les encoches augmentent la réluctance des circuits suivis par les flux de dispersion et les grosses dents massives tiennent lieu de conducteurs. Le courant ne pénètre que très peu dans l'épaisseur du fer. Pour les essais décrits, l'auteur a utilisé le stator d'un moteur de 7,5 ch ordinaire. Il a effectué six essais différents : d'abord sans encoches, puis avec 8 encoches, enfin avec 16 encoches, en procédant dans chacun des trois cas avec et sans plaques annulaires. Des résultats obtenus il déduit que l'intensité du courant de court-circuit croît avec le nombre d'encoches dans le rotor et reste, toutes choses égales, avec les plaques annulaires, plus grand que sans elles. Le facteur de puissance du moteur croît avec le nombre d'encoches tandis que le glissement diminue. Ce glissement peut être très élevé puisque dans le cas d'un rotor sans encoches et sans plaque annulaire, il atteint 37,5 pour 100. Il n'est plus que de 3,4 pour 100 avec un rotor à 32 encoches muni des plaques annulaires en cuivre. Le couple de démarrage croît avec la résistance du rotor, donc avec le nombre d'encoches. — B. H.

621.313.21-25 : 621.344. — Comparaison entre les moteurs à collecteur et les moteurs asynchrones pour la manœuvre des instruments de levage. *E. u. M.*, 24 avril 1927, t. XLV, p. 352-353, 850 mots. — Il s'agit d'une discussion relative à cette question. M. Schiedeler retient, à l'avantage du moteur asynchrone, son rendement élevé en fonctionnement normal, fonctionnement qui est le seul à considérer dès que la hauteur de levage est assez considérable. Ce moteur permet, d'autre part, une vitesse de descente de 2 à 2,5 fois plus grande que la montée. Le moteur Deri, défendu par M. Jungblut, ne permet qu'une majoration de vitesse de 40 pour 100, et nécessite des artifices spéciaux. Ce dernier auteur fait valoir la moindre consommation du moteur Deri à demi-vitesse, la plus grande rapidité de manutention et les grandes vitesses de descente qu'il permet par simple débrayage. Il possède un couple de démarrage beaucoup plus énergique que le précédent, sans néanmoins mettre en danger la sécurité mécanique de la construction. Il est d'un prix d'installation plus élevé, mais la différence est rapidement compensée par l'économie de courant et la vitesse de manutention. — C.-R. M.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33 : 625. — L'électrification des chemins de fer; P. Bunet. *La Science moderne*, mars 1927, t. IV, p. 105-114, 4000 mots, 9 fig. — Après quelques généralités sur la traction électrique, relatives notamment à la nature du courant, et quelques considérations sur la liaison entre les réseaux de distribution d'énergie électrique pour la traction et ceux d'intérêt général, l'auteur décrit dans leurs grandes lignes les installations de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans : transmission et distribution de l'énergie, puis matériel roulant. — J. S.

656.253 : 625.421 (43.6). — La signalisation automatique du chemin de fer métropolitain de Vienne; Arndt. *E. u. M.*, 24 avril 1927, t. XLV, p. 337-345, 6000 mots, 16 fig. — Les voies comportent un troisième rail pour l'amenée du courant moteur. Les rails de traction sont divisés en sections isolées entre elles, chacune constituant une section de signalisation et étant munie d'un transformateur à une extrémité et d'un relais de bloquage, ou relais « block », à l'autre extrémité. Ce relais est court-circuité par les essieux, pendant tout le temps où la section est parcourue par un convoi, et commande dans ce cas une lampe rouge. Il n'est excité que lorsque le dernier axe du convoi a franchi le signal suivant. Ce dispositif définit ainsi la distance minimum qui doit séparer deux trains successifs. Le courant du circuit de relais d'une section est triphasé à 500 v et 50 p:s, fourni par deux transformateurs statiques dont l'un assure automatiquement une alimentation de secours, en cas de défaillance de l'autre. Des bobines d'inductance sont installées à chaque extrémité des sections de signalisation pour permettre le retour du courant de traction, sans que les relais soient mis en court-circuit. L'article contient une représentation schématique du système, puis une description complète des circuits électriques et de l'appareillage : transformateurs, relais, tableaux, bobines d'inductance, lampes. — C.-R. M.

621.132.8 : 625.042 (43). — Les automotrices à moteurs de la Krefelder Eisenbahngesellschaft. *E. u. M.*, 13 mars 1927, t. XLV, p. 213-214, 800 mots, d'après *Verkehrstechnik*, n° 39 de 1926. — Ces automotrices ont été fournies concurremment par les Deutsche Werke de Kiel et l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, pour l'équipement aussi économique que possible de 60 km de voies d'un réseau local. Les voitures des Deutsche Werke ont un moteur Mercédès d'aviation de 100 ch, dont la fixation sur le châssis a dû être modifiée à la suite d'essais. L'embrayage est à lamelles. Elles pèsent 20 t à vide et possèdent 55 sièges. Celles de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft ont deux moteurs de 75 ch; l'embrayage est à commande électropneumatique, agissant sur des plaques de Ferrodo. Ces voitures parcourent, sans revision, des longueurs de l'ordre de 55000 à 80000 km. Elles pèsent 24 t à vide et possèdent 54 sièges. Les deux types de voitures remorquent des trains de 60 t à 40 km : h en palier. Dans ce cas, les voitures remorquées sont chauffées par des chaudières spéciales et éclairées sous 12 ou 24 v. La consommation spécifique de combustible, plus grande sur les voitures de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, est très variable avec la saison, les conditions atmosphériques et l'habileté du conducteur. Récemment, une nouvelle voiture, construite par les ateliers Krupp, a été essayée. Elle pèse 25 t à vide pour 66 sièges et possède deux moteurs de 100 ch, munis d'embrayages coniques à friction. — C.-R. M.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.395.5 (064). — La téléphonie à grande distance; A. Curchod. *R. G. E.*, 14 et 21 mai 1927, t. XXI, p. 781-799 et 823-832, 20200 mots, 29 fig. — A l'occasion de l'Exposition internationale d'Instruments de Mesures électriques et d'Organes d'Equipement des Lignes téléphoniques à grande Distance qui fut organisée à Paris en décembre dernier par le Comité consultatif international des Communications téléphoniques à grande Distance, il a paru tout indiqué à l'auteur de donner un aperçu des résultats obtenus dans le développement de l'application de l'électricité à la téléphonie à grande distance, qui reste l'apanage de quelques techniciens spécialisés et dont les progrès sont relativement peu connus d'un grand nombre d'électriciens. Ce développement est le fruit d'une organisation qui a été reconnue indispensable dès les débuts de la téléphonie ; elle existe maintenant et est représentée par le comité consultatif précité autour duquel viennent se grouper les établissements industriels privés qui s'intéressent à cette branche de la technique. Les plus importants de ces établissements sont mentionnés dans le cours de l'article. Quels sont les problèmes qui se posent en téléphonie à grande distance ? La pupinisation des lignes, l'amplification de l'énergie, l'utilisation simultanée des lignes pour la télégraphie et la téléphonie, la protection contre les perturbations et enfin, l'importante question des mesures téléphoniques. Ces différents sujets sont traités dans l'article d'un point de vue essentiellement descriptif, les solutions citées ayant toutes un intérêt pratique, puisqu'il s'agit de méthodes et de procédés qui ont été réalisés et qui ont fait leurs preuves. A propos des mesures, on trouvera la définition des unités introduites dans l'étude des lignes à courant faible, notamment de l'unité de transmission ; il est fait allusion également aux moyens de déceler les perturbations de causes diverses susceptibles de se produire sur les circuits téléphoniques qui se caractérisent par leur complexité et leur sensibilité. On constatera dans la solution de ces principaux problèmes le rôle important de la lampe à trois électrodes, ainsi que le fait remarquer l'auteur dans sa conclusion. Ajoutons que bien que les organes destinés à l'équipement et au contrôle des postes d'abonnés aient été représentés à l'exposition qui a inspiré cet article, il n'en est pas question ici, cette étude se bornant à l'examen général de ce qui concerne la transmission proprement dite, bien plutôt que l'émission et la réception des communications téléphoniques.

621.395.5 (43.6). — Le réseau autrichien de câbles pour communications téléphoniques à grande distance; R. Heider. *E. u. M.*, 3 avril 1927, t. XLV, p. 269-281, 8500 mots, 23 fig. — Cet article reproduit une conférence faite par l'auteur le 3 février 1927 à l'Elektrotechnischer Verein, à Vienne, à l'occasion de la mise en service du câble de Vienne à Passau, dont l'exécution fait partie du programme général des liaisons internationales en cours de réalisation. L'auteur, après avoir rappelé les grandes lignes de ce programme, qui comporte la pose d'environ 2000 km de câbles, passe à la description des divers dispositifs adoptés pour assurer le trafic avec une netteté suffisante de transmission : disposition spéciale des conducteurs dans les câbles, emploi des amplificateurs à triodes, transmission à deux et à quatre fils, pupinisation à divers degrés suivant la distance. Il décrit ensuite les dispositions prises pour la réalisation pratique des divers appareils correspondants ; il mentionne en particulier les suppresseurs d'échos, dont une description a déjà été donnée dans « R. G. E. », 28 mars 1927, t. XXI, p. 508-513. Il indique ensuite les aménagements relatifs à l'alimentation de l'installation (batteries d'accumulateurs, groupes de charge, etc.). L'installation du câble de Vienne à Passau a coûté environ 20 millions de schillings; elle permet 114 liaisons à partir de Vienne et 1800 à 1900 conversations par heure. Des dispositions spéciales ont été prises pour l'entretien et la réparation des dérangements, nécessitées par l'importance que prend un arrêt du trafic et les pertes qui en résultent. — F. P.

621.396.11. — La réfraction ionique et la propagation des ondes courtes; *Q. S. T. français et Radioélectricité réunis*, mai 1927, t. III, p. 43-47, 2800 mots, 6 fig. — Comme le montre l'auteur, la théorie de la réfraction ionique

basée sur les lois d'ionisation de l'atmosphère par les rayons ultraviolets du soleil, fournit une explication commode de la propagation des ondes courtes autour de la terre. Elle n'explique pas tout, mais les principaux faits de propagation se trouvent interprétés d'une manière simple, et il est probable que les progrès de la théorie générale de la propagation tenant compte du champ magnétique terrestre permettront de combler les lacunes existant actuellement. — G. M.

621.396.11-82. — Dispositif atténuant les effets du fading. Applications et conséquences; H. DE BELLESCIZE. *L'Onde électrique*, mars 1927, t. VI, p. 110-119, 3400 mots, 9 fig. — Le dispositif décrit dans cet article consiste en un asservissement entre le courant détecté et le courant amplifié, par le fait duquel l'onde porteuse se trouve régularisée. La caractéristique de cet asservissement est qu'il n'y a aucune relation définie entre l'agent asservi et l'agent moteur (courant détecté). Des dispositifs destinés à atténuer les effets des évanouissements ont déjà été créés; mais l'auteur montre que, comme ils établissaient une relation bien définie entre les deux agents indiqués, les résultats ne pouvaient être satisfaisants. Le système proposé permet d'améliorer la qualité des auditions. De plus, il est applicable au cas d'un montage antiparasite. — J. S.

621.396.2-821. — Transmissions radiotélégraphiques. système Verdan, affranchies de parasites; R. MALO. *Le Génie civil*, 9 avril 1927, t. XC, p. 356-360, 6300 mots, 6 fig. — Après quelques généralités sur la nature des parasites et leur élimination dans les communications radiotélégraphiques, l'auteur expose le principe du système Verdan. Ce système est basé sur le fait que les parasites sont distribués au hasard et que, par suite, si on répète plusieurs fois le message à transmettre il y a fort peu de chances pour qu'un même signal se trouve déformé par les parasites dans ces transmissions répétées. Si donc à l'arrivée on combine les réceptions successives du message, on pourra reconstituer celui-ci dans son intégralité. L'auteur développe l'explication de ce principe en supposant que la réception se fait par perforation de bandes. En pratique la répétition du signal se fait automatiquement et chaque signal est émis trois fois. M. Verdan a appliqué ce principe à l'appareil Baudot et l'auteur montre au moyen de schémas élémentaires comment cette application a été réalisée, ainsi que la façon dont les trois signaux répétés sont combinés à la réception par un jeu de relais convenables. D'après ce qui a été dit sur le principe de ce système on conçoit que l'élimination des parasites est d'autant plus parfaite que le nombre de répétitions est plus grand. L'auteur développe à ce sujet un calcul montrant l'influence du nombre de répétitions; ainsi, pour une transmission en Morse où il y aurait un mot sur deux inexacts à la vitesse de 60 mots à la minute, il y en aurait 1 sur 58982 en système Verdan avec deux répétitions et un sur 614 avec une seule répétition. Ce système, après avoir été essayé entre la Corse et Cros-de-Cagne (près Nice), la Croix-d'Hins et Villejuif, vient d'être adopté pour la liaison à grande distance, entre la Croix-d'Hins et Tananarive, où il permet une transmission permanente de 60 mots à la minute au lieu de 20 à 25 mots aux heures les plus favorables pendant la nuit. L'auteur termine en décrivant un dispositif supplémentaire imaginé par M. Verdan et désigné sous le nom de contacteurs différés dont le but est d'augmenter l'intervalle de temps entre les émissions successives de la même lettre pour éviter que, lorsque des parasites arrivent par groupe, ils agissent à la fois sur un signal et sur sa répétition. Le système Verdan est applicable non seulement aux appareils Baudot, mais à ceux dérivés de celui-ci (multiplex Morkrum ou Creed) ainsi qu'à ceux utilisant un code différent du code Baudot. J. S.

621.396.615.00.22. — Détails de fabrication des lampes émettrices et réceptrices modernes; J. GRACIE. *The Wireless World and Radio Review*, 6 avril 1927, t. XX, p. 406-414, 4000 mots, 6 fig. — Les méthodes de fabrication des lampes, surtout des lampes réceptrices, se sont considérablement transformées au cours de ces dernières années. Actuellement, il existe peut-être 150 types différents de lampes réceptrices, auxquelles il faut ajouter tous les nouveaux types de lampes imaginés pendant ces dernières années et dont la carrière fut brève. L'industrie des lampes a eu à résoudre un double problème : 1° améliorer les modèles de lampes existants et en créer de nouveaux possédant de meilleures caractéristiques; 2° améliorer la technique de fabrication afin de réduire le prix de revient et, par suite, le prix de vente. Alors qu'il y a quatre ans la fabrication d'une lampe durait 2 heures et demie, la même lampe est fabriquée actuellement en moins d'une demi-heure; alors que cette fabrication nécessitait une grande habileté de la part des ouvriers chargés du montage des électrodes, du vidage, etc., actuellement le même travail s'accomplit très aisément grâce à l'adoption de machines automatiques et de procédés électrochimiques pour le vidage de la lampe. Les plaques qui, autrefois, étaient laminées à la main sont maintenant tournées par des machines automatiques à la cadence de plusieurs centaines par heure; les grilles, qui étaient enroulées à la main et jonctionnées soigneusement à un fil amortisseur, sont maintenant enroulées et soudées par points à chaque reprise; le vidage par bombardement, qui durait deux heures ou plus, est effectué avec des pompes spéciales combinées à des systèmes à haute fréquence qui produisent des lampes à vide très poussé au nombre de 300 par heure. La machine généralement employée pour les opérations de vidage consiste en un conduit circulaire portant jusqu'à 24 connexions en caoutchouc dans lesquelles sont placées les tiges des lampes à vider. Les tubes en caoutchouc sont reliés à un système de pompes de telle sorte que, le conduit circulaire étant animé d'un mouvement de rotation, chaque lampe soit soumise à un processus de vidage de plus en plus intense. En même temps, la lampe passe dans un four à gaz maintenu à la température de 400 à 450°C, ce qui a pour effet de chasser tout gaz occlus dans le verre. Au moment où la lampe arrive à la fin du circuit, la pression de gaz à l'intérieur est de l'ordre de celle d'une colonne de mercure de 0,01 mm; il reste encore beaucoup trop de gaz dans la lampe pour permettre la formation d'un revêtement d'une substance telle que le thorium, tandis que le gaz lui-même deviendrait ionisé au cas où une émission pourrait se produire et donnerait naissance à des courants de grille qui réduiraient le rendement de la lampe. On utilise du magnésium préalablement fixé à l'anode pour enlever les gaz résiduels. Un circuit oscillant est disposé de telle sorte qu'une bobine parcourue par un fort courant à haute fréquence puisse être abaissée sur la lampe dans l'une des positions finales de la pompe. Il en résulte des courants de Foucault dans les parties métalliques de la lampe, courants suffisants pour élever l'anode au rouge sombre et volatiliser le magnésium qui quitte l'anode sous forme de vapeur et se condense sur la surface la plus froide dans son voisinage immédiat, ordinairement sur la paroi de l'ampoule. Les gaz résiduels sont balayés en même temps que ceux qui quittent l'anode lors du chauffage, ce qui réduit la pression du gaz à celle d'une colonne de mercure 0,0001 mm environ. Les perfectionnements apportés dans la technique des lampes et décrits par l'auteur se traduisent, non seulement par une plus grande production et une réduction de la main-d'œuvre et, par suite, du prix de revient, mais aussi par une amélioration de la qualité et une uniformité parfaite des caractéristiques pour les lampes d'un même type. — G. M.

621.396.615.4.00.41. — La compensation de la réaction anodique; *E. T. Z.*, 17 mars 1927, t. XLVIII, p. 368, 800 mots, d'après un article de L. MÜLLER publié dans *Archiv für Elektrotechnik* n° 3, t. XVI, p. 251. — Dans les tubes à double grille, on a une relation linéaire entre le courant anodique I_a et le courant de charge spatiale I_r, quand deux seu-

Isolateur N° 1170



20000 Isolateurs de ce modèle sont en service à 60 000 volts dont plusieurs milliers depuis 10 ans



Télégr. ISOREX-REIMS

Téléphone 21 et 20-51

SOCIÉTÉ ANONYME DES

VERRERIES CHARBONNEAUX

au capital de huit millions de francs

Route de Cormoutreuil. — REIMS

ISOLATEURS EN VERRES

Pour Basses et Hautes Tensions

PRODUCTION JOURNALIÈRE

17 000 PIÈCES

Agents à Paris

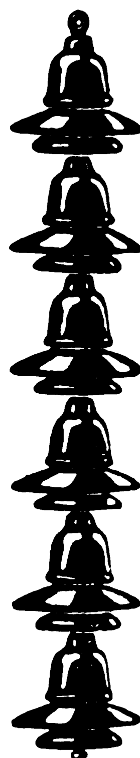
MM. H. PARADIS & RABBY

115, Rue du Faubourg-Poissonnière

Téléphone : Trud. 37-71, 22-86
Inter. : 65

Envoi du Catalogue sur demande

Registre du Commerce : REIMS n° 991



Cette chaîne composée de 6 éléments 2201 supporte sous pluie 310 000 volts

SOCIÉTÉ DU GAZ DE PARIS

Société anonyme au Capital de 100 000 000 francs

PARIS (9e) — 6, rue Condorcet, 6 — PARIS (9e)

Registre du Commerce : Seine, N° 45 943.

CHAUFFAGE AU GAZ

TOUTES LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fours, Etuves, Marmites, Chaudières à Eau chaude et à Vapeur, etc.

TRAITEMENT THERMIQUE DES MÉTAUX

Pour tous Renseignements, s'adresser au SERVICE de VULGARISATION

COKES

CHAUFFAGE INDUSTRIEL — CHAUFFAGE CENTRAL — CHAUFFAGE DOMESTIQUE **(Suppression des Fumées)**

SOUS-PRODUITS

de la Fabrication du GAZ et de la Distillation du GOUDRON

HUILES : Créosotage, Chauffage, Moteurs, Lavage du Gaz, Noir de fumée, etc.
ALCALI, Densité 0,923 — BRAI : Sec, Gras, Liquide, pour Agglomérés, etc.
BENZOL, BENZINE, NAPHTALINE, ANTHRACENE, PYRIDINE
SULFATE D'AMMONIAQUE. Engrais 20,80 0/0 d'Azote, minimum garanti.
VIEILLES MATIERES D'EPURATION — Cyanogène, Azote, Soufre.
CRASSES DE CORNUES — GRAPHITE pour Electrodes, Creusets, etc.

Pour tous renseignements, s'adresser au SERVICE COMMERCIAL

lement des électrodes froides ont un potentiel positif. Cette relation $I_a + I_r = 0$ suppose que le tube travaille à saturation. On utilise cette propriété pour supprimer, dans les amplificateurs, l'effet nuisible de réaction anodique, dû à la capacité du système grille et anode. Cet effet entraîne des sifflements dans les appareils. Sa suppression est obtenue en calculant convenablement les résistances du circuit anodique et du circuit de charge spatiale, résistances qui, d'après l'équation citée, ont des influences opposées sur la grille de réglage. L. Müller donne les formules nécessaires à ce calcul. Ses expériences n'ont vérifié que qualitativement ses prévisions. — C.-R. M.

621.396.62-22. — Etude expérimentale du montage « négadyne »; L. Richtera. *E. u. M.*, 3 avril 1927, t. XLV, supplément *Die Radiotechnik*, t. IV, p. 37-39, 1 500 mots, 4 fig. — L'auteur se propose d'étudier les caractéristiques du montage récepteur négadyne; ce montage est basé sur l'emploi d'une lampe bigrille où la grille intérieure et la plaque sont reliées à la même batterie d'accumulateurs, tandis que la grille extérieure est reliée au moyen d'une résistance élevée à une extrémité du filament et avec interposition d'un condensateur d'arrêt à la grille extérieure. L'auteur donne le schéma du montage qui a servi pour ses essais au cours desquels il a étudié l'influence des divers facteurs. Les résultats de ces essais explicités au moyen de courbes ou de tableaux montrent l'influence : *a*) de la tension de chauffage; *b*) de la longueur d'onde; *c*) de la valeur de la capacité du condensateur d'arrêt; *d*) de la valeur de la résistance de fuite de la grille extérieure; *e*) de la tension appliquée à la plaque. — F. P.

621.396.663 : 621.396.11. — Le chemin du rayon électromagnétique; L. de la Forge. *Q. S. T. français et Radioélectricité réunis*, mai 1927, t. III, p. 6-11, 3 700 mots, 1 fig. — Le Department of scientific and industrial Research vient de faire paraître un rapport spécial consacré aux variations des relèvements apparents des stations radiotélégraphiques émettrices. L'auteur s'est proposé d'étudier les faits qui ressortent de la discussion de ces très nombreuses observations, en visant tout particulièrement un but pratique, celui de fournir à l'usager, c'est-à-dire au navigateur aérien ou maritime, des renseignements sur la confiance qu'il peut attribuer aux relèvements qu'il prend. Les résultats des observations montrent qu'il est nécessaire, d'une part, de poursuivre les expériences et, d'autre part, de rechercher quelques explications théoriques. On est encore dans l'ignorance des causes qui font varier les relèvements radiogoniométriques d'une façon brutale. L'effet de nuit invoqué ne suffit pas; pendant les mois d'hiver, on a imaginé qu'il se prolongeait pendant plusieurs heures après le lever du soleil. On pourrait peut-être dire tout aussi justement qu'il précède le coucher du soleil, car la durée du jour est très courte. Le fait que les déviations sont moindres dans le sens du nord au sud ne proviendrait-il pas de ce que, dans ce cas, les ondes traversent un milieu qui se trouve dans les mêmes conditions horaires et que l'ionisation des couches supérieures est analogue? Autant de points à discuter, mais dont l'importance ne peut être niée, car il est impossible actuellement de préciser au navigateur aérien ou maritime dans quelles conditions il peut avoir confiance dans son relèvement radiogoniométrique. — G. M.

621.396.644. — Mesure de l'amplification dans les amplificateurs en basse fréquence; M. von Ardenne. *E. u. M.*, 6 mars 1927, t. XLV, supplément *Die Radiotechnik*, t. IV, p. 25-28, 2 000 mots, 8 fig. — L'auteur rappelle les méthodes de mesure de l'amplification; la méthode de compensation de A. Franke a l'inconvénient de nécessiter un appareil coûteux et de ne pas permettre la mesure pour des fréquences de plus de 3 000 p : s, alors que les fréquences maxima à envisager en radiodiffusion vont jusqu'à 10 000 p : s. La méthode du pont a été utilisée, avec une source convenable de courant alternatif, par Pirani et L. Müller pour la mesure de l'amplification de transformateurs de liaison. L'auteur préconise la méthode de mesure directe des tensions à l'entrée et à la sortie de l'amplificateur, car, avec des instruments à grande résistance intérieure (de plus de 10^7 ohms) et à faible capacité, il est possible de faire des lectures très exactes pour des tensions de quelques volts; cette méthode, employée par Mühlbrett avec un voltmètre à triode, a été utilisée par l'auteur qui se sert d'un électromètre unifilaire. Il décrit le montage adopté pour la production de la tension d'alimentation au moyen d'un amplificateur spécial, donnant des résultats indépendants de la fréquence entre 30 et 3000 p : s, et devant subir une légère correction entre 3 000 et 10 000 p : s. Il est question ensuite du montage de l'électromètre pour la mesure de l'amplification de transformateurs de liaison et d'amplificateurs; les résultats obtenus sont illustrés par de nombreux graphiques. L'auteur conclut en indiquant que le procédé de mesure décrit permet des mesures rapides avec une bonne précision et peut même être utilisé pour des mesures industrielles de contrôle de fabrication en série, l'électromètre étant gradué en degrés d'amplification; ses essais lui ont en outre montré la concordance des résultats mesurés avec ceux calculés par la formule de Barkhausen. — F. P.

621.396.62. — Dangers de l'alimentation des appareils de réception en téléphonie sans fil par les réseaux de distribution à courant continu; M. Sichter. *E. T. Z.*, 31 mars 1927, t. XLVIII, p. 417-419, 3 500 mots, 7 fig. — Les batteries de piles et d'accumulateurs des récepteurs de radiocommunications constituent une gêne sérieuse. Les piles sont trop vite usées et les accumulateurs sont une cause de sujétion pour leur charge et pour leur entretien. Dans le cas où on dispose du courant continu d'un réseau de distribution, on est tenté de l'utiliser pour l'alimentation du poste. Dans le cas général où le pôle négatif est mis à la terre, aucune difficulté ne surgit. Mais, dans certains cas, celui d'une distribution à plusieurs fils, ou celui de redresseurs, le pôle négatif peut être isolé et le pôle positif, à la terre. Comme le fil de retour de l'appareil récepteur doit être relié au pôle négatif, on voit que si l'antenne est mise à la terre, il s'ensuit un court-circuit. Pour l'éviter, on peut intercaler un condensateur de forte capacité entre l'antenne et la terre. Mais de nombreux dangers subsistent. Les antennes extérieures peuvent être touchées par les couvreurs ou les télégraphistes. Les antennes intérieures, souvent mal isolées, risquent d'entrer en contact avec les tuyaux de gaz. Si le chauffage par batterie de piles ou d'accumulateurs est conservé, la batterie est portée à la tension de la distribution; son contact est dangereux et si elle est posée sur le sol, il faut veiller à son isolement. Dans tous les cas il y a danger à toucher les écouteurs s'ils ne sont pas montés sur un transformateur destiné à les séparer du réseau. — B. H.

621.396.7-24(42). — La radiotélégraphie par ondes courtes dirigées. *The Electrician*, 25 mars et 8 avril 1927, t. XCVIII, p. 319-320 et 378-379, 4 600 mots, 3 fig. — La Marconi's Wireless Telegraph Company vient d'achever l'équipement pour le compte du British Post Office des deux stations à ondes courtes dirigées de Grimsby et Skegness qui constituent un nouveau maillon de la chaîne des stations destinées à assurer la liaison entre la métropole et les Dominions. Ces deux stations sont destinées à desservir l'Inde et l'Australie, celle de Grimsby servant à la transmission et celle de Skegness à la réception. Les articles en question donnent une description des principales dispositions de ces stations. Toutes les machines fournissant l'énergie aux circuits de plaque, de grille et au chauffage des filaments dans les deux systèmes de transmission sont en trois exemplaires, dont un sert ordinairement de machine de réserve, les deux autres pouvant alimenter indifféremment l'un ou l'autre des transmetteurs; mais ces machines ne peuvent être branchées en parallèle. La stabilité de la longueur d'onde est obtenue par les soins particuliers apportés à la construction des appareils, munis d'écran, par le système

spécial d'alimentation d'énergie et enfin par l'emploi d'un oscillateur principal qui est complètement entouré d'un écran. Les longueurs d'onde utilisées sont 35 et 16 m pour l'Inde et 26 m pour l'Australie. Les antennes sont portées par cinq mâts pour l'Inde et trois mâts pour l'Australie. Dans les deux cas ces mâts sont alignés suivant une perpendiculaire au grand cercle passant par la station de Grimsby et la station conjuguée dans l'Inde ou en Australie. Dans le cas de l'Australie il y a deux antennes permettant l'envoi des signaux soit par l'est, soit par l'ouest suivant la direction la plus convenable d'après l'heure de la transmission. Les mâts portent à la fois les antennes et les systèmes réflecteurs. Dans le cas de l'Australie, il n'y a qu'un système réflecteur placé entre les deux systèmes d'antennes situés dos à dos. Il est important de maintenir, quelle que soit en particulier la force du vent, une distance aussi fixe que possible entre les fils d'antenne et ceux du réflecteur, distance qui est d'ailleurs une fonction de la longueur d'onde employée. Des dispositifs spéciaux de suspension des fils et de contrepoids ont été prévus dans ce but, qui sont décrits dans l'article. Le courant à haute fréquence est amené aux antennes par un système d'alimentation constitué de deux tubes de cuivre concentriques, le tube extérieur étant mis à la terre. Ce système a été étudié de façon à réaliser une symétrie mécanique et électrique aussi parfaite que possible; c'est ainsi, par exemple, que la longueur de tube entre le transmetteur et chaque antenne individuelle est rigoureusement la même. L'article donne quelques détails sur les dispositions adoptées dans ce but. La symétrie obtenue est telle que le système d'alimentation se comporte vis-à-vis du transmetteur comme une résistance pure. Les prises de terre ont reçu également une attention particulière. — J. S.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.365 : 669.2 7. — L'emploi des fours électriques dans la métallurgie des métaux non ferreux; Donald-F. Campbell. *Engineering*, 18 mars 1927, t. cxxiii, p. 334-336, 2 900 mots, 4 fig.; *El. Rev.*, 1er avril 1927, t. c, p. 537-538, 2 400 mots. — On a d'abord utilisé dans la métallurgie des métaux non ferreux des fours à arc dérivés du type Héroult ou Stassano, puis ensuite des fours à induction. Parmi ceux-ci le four Ajax-Wyatt est le modèle le plus employé dans les fonderies de bronze. Il se compose d'un creuset cylindrique terminé à la partie inférieure par un canal en V qui entoure l'enroulement primaire et son noyau. L'inconvénient de ce four est que, pendant les périodes de repos, il faut le maintenir chaud au moyen d'un courant de faible intensité dans l'enroulement primaire et en laissant un peu de métal dans le canal en V. L'auteur donne dans l'article quelques chiffres relatifs à la consommation en énergie électrique d'un four de ce modèle et au coût de la fusion de 1 t de métal, ainsi que, dans un but de comparaison, ceux correspondants dans le cas d'un four chauffé au charbon de terre. Un nouveau modèle de four, le four Ajax-Northrup, présente plusieurs caractéristiques intéressantes. C'est un four à induction à haute fréquence constitué par un creuset de forme cylindrique autour duquel est enroulé le bobinage inducteur; l'espace libre entre eux est rempli de zirconite ou de tout autre matière calorifuge qui sert en même temps de support mécanique au creuset. Avec ce four, il n'y a aucune dépense d'énergie pendant les périodes de repos; toutefois son rendement total est, en tenant compte du groupe moteur-générateur de courant à haute fréquence, inférieur à celui du four Ajax-Wyatt : 60 pour 100 contre 82 pour 100. Ce four d'induction à haute fréquence convient à la fusion de presque tous les métaux, sauf en particulier l'aluminium et ses alliages qui demandent un bain de fusion très calme. L'auteur cite en exemple deux installations, l'une pour la fusion de déchets de cuivre et d'alliages de nickel et l'autre pour la préparation d'alliages aux fer et nickel destinés à charger les câbles télégraphiques sous-marins. Il donne quelques chiffres relatifs à la consommation d'énergie de ce type de four. Il termine par un aperçu rapide sur l'utilisation du chauffage électrique pour le traitement thermique des métaux, pour l'émaillage et le vernissage des poteries. — J. S.

ÉCLAIRAGE

621.32.00.4. — Nécessité d'un éclairage plus intense; L. Bloch. *E. T. Z.*, 21 avril 1927, t. xlviii, p. 530-535, 8 500 mots, 7 fig. — Le siècle qui se termine cette année a vu naître en Allemagne l'éclairage au gaz et à l'électricité. Bien que les éclairements atteignent dans l'éclairage artificiel des valeurs élevées, ils sont encore dérisoires en comparaison de ceux de l'éclairage solaire. Cette pénurie relative a, vis-à-vis de la santé publique, une importance considérable qui a été souvent signalée. La technique de l'éclairage est pourtant assez perfectionnée pour donner une lumière meilleure que celle du soleil, tant en ce qui concerne l'intensité que le choix des radiations. On se pose d'ailleurs la question de savoir si l'on n'emploie pas actuellement des sources lumineuses individuellement trop puissantes. Les principales étapes de l'évolution sont les lampes Nernst, celles à filaments d'osmium, de tantale et de tungstène. L'intensité lumineuse la plus courante est celle de 25 bougies. C'est celle qui a permis à l'électricité de lutter victorieusement contre le gaz dans l'éclairage des habitations. Après la guerre, la diminution relative du prix de l'énergie électrique vis-à-vis de celui du gaz a accentué cette évolution. Enfin, depuis quelque temps, des études nombreuses ont eu pour but d'évaluer en argent les avantages d'un éclairage intense appliqué à divers travaux. Le résultat de ces études doit toujours porter sur des moyennes. Les avantages d'un éclairage intense et judicieux sont toujours considérables, car les frais qu'il entraîne sont de l'ordre de 0,30 pour 100 des salaires, au maximum. En consentant cette dépense, on a réalisé, aux Etats-Unis, des majorations de 10 à 20 pour 100 sur la production. Des expériences poursuivies en Angleterre ont montré un bénéfice moins considérable, mais pourtant très net. Les mêmes résultats ont été obtenus en Allemagne. La rapidité de travail croît, pour tous les travaux, avec l'éclairement, jusqu'à une certaine valeur de cet éclairement, variable avec la nature des travaux. — C.-R. M.

621.328.15. — Application de l'électricité aux enseignes lumineuses : Le journal lumineux; A. Curchod. *R. G. E.*, 7 mai 1927, t. xxi, p. 735-740, 3 700 mots, 5 fig. — Les « journaux lumineux », dont il est question dans cet article, sont ces enseignes sur lesquelles défilent des annonces et des nouvelles, résultant de l'allumage de lampes à incandescence convenablement combinées et dont il existe un certain nombre d'applications dans la plupart des grandes villes. Les dispositifs qui assurent cette combinaison des lampes allumées simultanément sont, en principe, constitués par un jeu de commutateurs dont la conception varie d'un système à l'autre. Les deux systèmes plus particulièrement décrits dans cet article sont dus, l'un à M. Coleman, et l'autre à M. Duchard; ils ont, l'un et l'autre, plusieurs applications, notamment à Paris.

665.68 : 629.113. — Un projecteur de lumière non éblouissant pour automobiles; J.-L. Pech. *La Science moderne*, mars 1927, t. iv, p. 124-126, 900 mots, 6 fig. — Le projecteur en question est constitué par les deux moitiés d'un projecteur parabolique ordinaire sectionné par un plan passant par son axe optique et décalées l'une par rapport à l'autre par translation parallèlement à l'axe optique de façon que la source lumineuse se trouve comprise entre les deux foyers de chacune des moitiés. L'auteur montre que dans ces conditions tous les rayons réfléchis sont réunis d'un seul côté du plan de section du projecteur. Des photographies prises sur un appareil réalisé au laboratoire montrent nettement que le faisceau lumineux réfléchi par le projecteur est demi-circulaire et de grande portée, limité au-dessus du sol par un plan passant par l'axe optique du

projecteur. Elles montrent aussi que ce faisceau n'est pas éblouissant pour un observateur dont les yeux sont au-dessus de ce plan. — J. S.

DIVERS

691 912 : 693.14 : 691.32. — Machine à forer les puits bétonnés pour fondations système Stern; D.-S. Mitrani. *Le Génie civil*, 2 avril 1927, t. xc, p. 337-340, 2 800 mots, 12 fig. — M. Ottokar Stern, ingénieur à Vienne, a étudié un système de fondations par puits bétonnés, consistant à établir une série de « cônes de fondation » de diamètre uniforme, mais de profondeur variable, répartis à intervalles égaux sous les murs. Ces cônes peuvent devenir au besoin, suivant la résistance du sol et la charge à supporter, de véritables pieux. On peut, de plus, élargir leur base et même préparer en quelque sorte un lit de blocs de béton formant un banc rocheux artificiel, ce qui permet d'établir des constructions dans des terrains (vase, remblais) réputés jusqu'ici inutilisables. Ces opérations sont exécutées au moyen d'une machine inventée par M. Stern et dont l'article donne une description complète. Cette machine qui fonctionne à l'air comprimé opère d'abord comme une sondeuse pneumatique. Elle comporte donc un organe de forage actionné intérieurement par un mouton à air comprimé. Quand le forage est fait à la profondeur voulue, l'organe de forage est arraché au moyen de l'air comprimé et, au moyen d'un tube central traversant toute la longueur de l'appareil, on coule du béton dans le vide laissé par l'organe de forage qui est d'ailleurs utilisé au pilonnage de ce béton. Un ictographe est monté sur la machine qui enregistre le nombre et les effets des coups de mouton, permettant de contrôler de façon permanente la résistance opposée par les couches de terrain successivement traversées et d'établir ainsi en chaque point du bâtiment une fondation en raison de la charge supportée et de la résistance du sol. — J. S.

COMBUSTIBLES ET CHAUFFAGE

621.182.14. — L'emploi du charbon pulvérisé pour le chauffage des chaudières à vapeur. *R. G. E.*, 23 et 30 avril 1927, t. xxi, p. 663-670 et 704-711, 13 000 mots, 1 tabl. — Dans cet article sont analysés cinq rapports présentés au Congrès de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, tenu à Rome en septembre 1926. Dans celui de M. J. Arrighi de Casanova, on trouve un exposé général de la situation actuelle de la question; celui de M. E. Dupré traite le même problème, en ce qui concerne plus spécialement l'Italie. La Société intercommunale belge d'Electricité a fait un exposé des résultats obtenus dans ses propres installations; enfin dans le volumineux rapport de M. L. Orengo, qui comprend les réponses adressées par un certain nombre de sociétés utilisant le chauffage au moyen de combustibles pulvérisés, les industriels pourront puiser des renseignements précieux sur les avantages que le nouveau mode de chauffe pourrait présenter pour leurs propres générateurs de vapeur. Un dernier rapport qui émane de la Compagnie d'Electricité de la Dendre traite du dépoussiérage des gaz de combustion, problème d'une importance particulière dans le chauffage au charbon pulvérisé et auquel il était indispensable de trouver une solution efficace. S

662.93 : 621.182.14. — Emploi du charbon pulvérisé pour le chauffage des chaudières à vapeur. *R. G. E.*, 23 avril 1927, t. xxi, p. 663-665, 2 500 mots. Résumé d'un rapport de J. Arrighi de Casanova, présenté au Congrès de Rome de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (septembre 1926).

662.93 : 621.182.14. — Combustion avec combustibles pulvérisés. *R. G. E.*, 23 avril 1927, t. xxi, p. 665-670, 4 300 mots. Résumé d'un rapport de E. Dupré, présenté au Congrès de Rome de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (septembre 1926).

621.182.14 (493). — Le chauffage des chaudières au charbon pulvérisé dans les usines de la Société intercommunale belge d'Electricité. *R. G. E.*, 30 avril 1927, t. xxi, p. 707-711, 4 000 mots. Résumé d'un rapport de la Société intercommunale belge d'Electricité présenté au Congrès de Rome de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (septembre 1926).

621.182.14 : 662.769. — Note sur le dépoussiérage des gaz de combustion. *R. G. E.*, 30 avril 1927, t. xxi, p. 704-707, 2 500 mots. Résumé d'un rapport de la Compagnie d'Électricité de la Dendre présenté au Congrès de Rome de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (septembre 1926).

662.73/4 (4) + (7). — Carbonisation à basse température en Europe et en Amérique. *R. G. E.*, 26 mars 1927, t. xxi, p. 513-514, 1 100 mots, 1 tabl. Analyse d'un article de H.-W. Brooks publié dans *Journal of the Franklin Institute*, septembre 1926, t. ccii, p. 337-374, 7 000 mots, 22 fig.

662.73/4. — La prédistillation des houilles et lignites. *R. G. E.*, 7 mai 1927, t. xxi, p. 740-750, 10 500 mots, 5 tabl. — Dans cet article sont analysés trois rapports relatifs à cette question de prédistillation qui ont été présentés par M. Jean Siegler, rapporteur général, MM. R. Courau et L. Herry au Congrès de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique tenu à Rome en septembre 1926.

662.73/4. — Rapport général sur la prédistillation des houilles et lignites. *R. G. E.*, 7 mai 1927, t. xxi, p. 740-743, 3 500 mots. Résumé d'un rapport de Jean Siegler présenté au Congrès de Rome de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (septembre 1926).

662.73/4. — Distillation des combustibles à basse température. *R. G. E.*, 7 mai 1927, t. xxi, p. 743-749, 5 500 mots. Résumé d'un rapport de R. Courau présenté au Congrès de Rome de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (septembre 1926).

662.73/4. — La carbonisation à basse température. *R. G. E.*, 7 mai 1927, t. xxi, p. 749-750, 1 500 mots. Résumé d'un rapport de L. Herry présenté au Congrès de Rome de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (septembre 1926).

662.74. — La carbonisation de la houille à basse température, le four Sauerbrey. *Le Génie civil*, 26 mars 1927, t. xc, p. 320-321, 1 300 mots, 2 fig. — Cet article est un résumé d'une étude de M. A. Than dans « Stahl und Eisen » des 4 et 11 novembre 1926 sur les différents types de fours en usage pour la carbonisation de la houille à basse température. Il classe ces fours en 6 catégories : fours à chauffage extérieur et à marche discontinue, fours à chauffage extérieur à marche continue et fours tournants, fours à chauffage par bain de métal, fours à introduction de vapeur d'eau ou de gaz chauds, fours à marche continue sans agitation de la charge. La difficulté de la carbonisation de la houille à basse température réside dans la faible conductibilité calorifique du charbon aux températures utilisées. Dans son étude, M. A. Than décrit succinctement, avec de nombreux renvois bibliographiques, divers types de fours. On donne dans l'extrait une description du four Sauerbrey constitué par 4 cylindres tournants à 12 à 15 t : mn que les gaz chauds parcourent successivement du cylindre inférieur vers le cylindre supérieur, tandis que le charbon entraîné par des nervures longitudinales extérieures tombe d'un cylindre sur l'autre du haut vers le bas. — J. S.

SECTION ÉCONOMIQUE

ÉCONOMIE SOCIALE

331.6. — Le problème du chômage et de la capacité d'emploi. *R. G. E.*, 19 février 1927, t. XXI, p. 311-316, 5800 mots.

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

382 : 31 (44). — Importations et exportations françaises pendant les douze mois de l'année 1926 ; Marcel Blondin. *R. G. E.*, 12 mars 1927, t. XXI, p. 429-438, 9 tabl.

621.312.4.00.23. — Variation pour l'année 1926 du cours des matières déterminantes utilisées pour la construction du matériel électrique ; Marcel Blondin. *R. G. E.*, 19 mars 1927, t. XXI, p. 471-474, 2 planches.

621.31.00.36 (43). — Schéma de l'établissement des dépenses de la Berliner städtischen Elektrizitätswerke Aktien-Gesellschaft ; H. Rückwardt. *E. T. Z.*, 14 avril 1927, t. XLVIII, p. 489-492, 5000 mots, 2 fig., 1 tabl. — Comme toute entreprise industrielle de fabrication, les sociétés de production et de distribution d'énergie électrique doivent établir le montant des dépenses occasionnées par les différents organismes de leur administration, à partir de la production même de l'énergie jusqu'à la fourniture de cette énergie. Lors de la stabilisation du mark, en 1923, la Berliner städtischen Elektrizitätswerke Aktien-Gesellschaft a dû faire une étude très complète de ses dépenses pour établir de nouveaux tarifs. Ce sont la méthode employée pour la classification des dépenses et la disposition adoptée pour l'enregistrement de ces dépenses qui sont décrites dans cet article. La diversité des modes de distribution (30 000 et 6 000 v) et d'utilisation de l'énergie complique cette comptabilité et en justifie une étude approfondie. On trouvera dans ledit article le tableau des différents chapitres des dépenses et des commentaires de l'auteur sur chacun d'eux. — A. C.

621.316 : 31 (45). — Statistique de la production d'énergie des centrales suisses d'électricité. *R. G. E.*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 559, 700 mots. Résumé d'un rapport de Oscar Ganguillet présenté au Congrès de Rome de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (septembre 1926).

621.316 : 31 (017) (∞). — Sur l'uniformisation internationale de la statistique de la production et de la distribution de l'énergie électrique. *R. G. E.*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 558-559, 700 mots. Résumé d'un rapport de Stanislaw Bielinski présenté au Congrès de Rome de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (septembre 1926).

627.8 : 621.31 : 31 (44). — La houille blanche en France. *R. G. E.*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 557, 650 mots. Résumé d'un rapport de G. Tochon présenté au Congrès de Rome de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (septembre 1926).

621.3 (42) « 1926 ». — L'industrie électrique britannique en 1926. *R. G. E.*, 16 avril 1927, t. XXI, p. 637-638, 1500 mots.

338 : 6 (73). — Les facteurs de la prospérité industrielle des Etats-Unis d'après une enquête d'une commission britannique. *R. G. E.*, 30 avril 1927, t. XXI, p. 713-714, 2 200 mots.

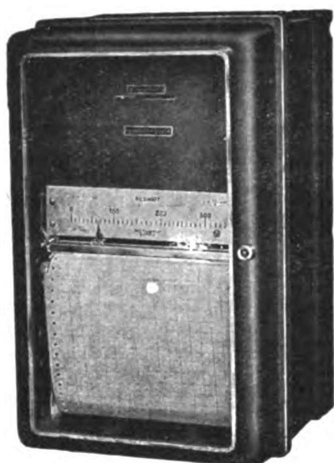
382 : 621.3 : 31 (43) « 1926 ». — Exportations de matériel électrique de l'Allemagne en 1926. *R. G. E.*, 16 avril 1927, t. XXI, p. 638, 450 mots.

621.311.21.00.3. — L'aménagement des chutes d'eau et la crise actuelle ; G. Tochon. *R. G. E.*, 7 mai 1927, t. XXI, p. 753-759, 6 500 mots. — Cet article reproduit un rapport présenté au Conseil national économique. L'auteur y montre tout d'abord l'importance de la crise qui empêche les producteurs et distributeurs d'énergie électrique de développer l'aménagement de nos chutes d'eau. Ensuite il en indique les causes : défiance de l'épargne et, surtout, la hausse du loyer de l'argent, qui s'ajoute à la hausse des prix ; considérant successivement les entreprises d'électrochimie et les entreprises de production et de distribution d'énergie électrique, il établit que ces entreprises, plus particulièrement les dernières, ne peuvent, dans les conditions économiques actuelles, augmenter leurs installations que si leurs recettes sont multipliées par un coefficient variant de 1,6 à 6 suivant l'importance des nouvelles installations par rapport aux anciennes. Dans la troisième partie, M. Tochon expose les moyens qui permettraient de remédier à la crise et assureraient l'équilibre financier des sociétés : augmentation des recettes par une majoration des prix de vente de l'énergie, diminution des charges financières par des subventions ou des avances à faible intérêt consenties aux sociétés, les capitaux nécessaires à ces subventions ou avances étant fournis par l'établissement d'une taxe spéciale sur l'énergie électrique consommée.

621.311.22.00.3. — Les disponibilités en énergie des usines sidérurgiques et plus particulièrement de celles de l'est de la France ; Eugène-Victor Roy. *R. G. E.*, 21 mai 1927, t. XXI, p. 835-844, 9 000 mots. — Dans cet article, qui est la reproduction d'un rapport présenté au Comité national économique, l'auteur, après avoir rappelé les économies importantes réalisées par l'industrie sidérurgique dans la consommation de charbon, établit que les producteurs de fonte et d'acier disposent aujourd'hui d'excédents de gaz combustibles pouvant être utilisés à la production d'énergie électrique, laquelle, grâce aux lignes d'interconnexion entre usines, peut être transmise aux centres de consommation éloignés : une usine métallurgique moderne produisant 1 000 t d'acier par jour est, en effet, capable de fournir en permanence à ces centres de consommation une puissance de 20 000 kw. Rien que dans la région de l'est, on disposerait ainsi de 400 000 kw. Même dans le cas où toutes les usines métallurgiques n'emploieraient pas les procédés les plus perfectionnés, on peut compter qu'une puissance d'au moins 100 000 kw pourrait être mise à la disposition des diverses industries de la région ; comme les besoins de celles établies dans le bassin métallurgique sont de l'ordre de 50 000 kw, il resterait encore une puissance de 50 000 kw pouvant être transmise aux consommateurs de la région économique de l'est.

621.311.21/2.00.3. — Recommandations du Conseil national économique concernant l'aménagement des chutes d'eau et l'utilisation des excédents de gaz des usines sidérurgiques pour la production de l'énergie électrique. *R. G. E.*, 21 mai 1927, t. XXI, p. 809-810, 800 mots.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant* : J. Blondin.



TRUB, TAUBER & Cie

ZURICH — PARIS

3, rue Ampère — 36, Bd de la Bastille

Téléph. : Diderot 14-90 — *Télégr.* : Dyn
Registre du Commerce : Seine n° 20 624

FABRIQUE d'INSTRUMENTS de MESURES

électromagnétiques, caloriques,
à cadre mobile, dynamométriques.
Ferraris et Statiques

INSTRUMENTS DE LABORATOIRE

***TRANSFORMATEURS de MESURES** jusqu'à 120 000 volts*

Enregistreur : diagramme utile 150 mm coordonnées rectilignes | **Réparations Appareils toutes Marques**

Siège social et Usine à TRÉVOUX (Ain)
Registre du Commerce Trévoux (Ain) N° 2 896

SOCIÉTÉ ANONYME DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX

CAPITAL : 2 000 000 FRANCS

Anct Manuf. d'Appareillage électrique spécial
M. A. E. S.

Téléph. : 52
Adr. télég. : CONDENSATEURS-TREVOUX
TRÉCONDENS-PARIS

CONDENSATEURS

TÉLÉPHONIQUES
ET TOUS USAGES
SPÉCIALITÉ de CONDENSATEURS
MICA T. S. F.
Licence exclusive
"DUBILIER"

Bureaux à Paris :
52, rue de Dunkerque (X°)
Téléph. : Trudaine 68-61

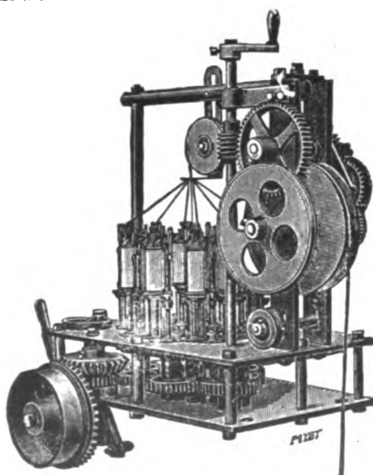
RHÉOSTATS à CURSEURS

toutes intensités,
toutes résistances,
tous genres
de commandes.

CONDENSATEURS STATIQUES
pour l'amélioration du fact. de puiss.

Concess. exclusif pour la vente France et Colonies :
Cie Fse pour l'Exploitation des Procédés
THOMSON-HOUSTON
Capital 300 000 000 fr
Service com.al : 173, Boulevard Haussmann, Paris (8°

Agences en
BELGIQUE
ITALIE
TCHECO-SLOVAQUIE, etc
Concessionnaires à
LONDRES
NEW-HAVEN (Conn.)



TRESSEUSES

L. DEBRON

CONSTRUCTEUR

91, rue du Centre
LA GARENNE-COLOMBES
(Seine)

Registre du Commerce
Seine N° 9 743

Téléphone : La Garenne 87

RECHANGES
ACCESSOIRES

FUSEAUX — BOBINES — POMPES
SUPPORTS de BOBINES
CLIQUETS en acier estampé
PORCELAINES — CASSE-FILS
PIGNONS DENTÉS pour tirage
TAMBOURS, etc.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.1. — **La constante diélectrique et la susceptibilité magnétique dans la nouvelle théorie des quanta. 1re partie : Démonstration générale de la formule Langevin-Debye** ; J.-H. VAN VLECK. *Phys. Rev.*, mai 1927, t. XXIX, p. 727-744, 7 500 mots. — Cette formule, qui s'est montrée en contradiction avec l'ancienne théorie, a nécessité une théorie nouvelle et des démonstrations en ont déjà été données. L'étude qui nous occupe a pour but de réduire les hypothèses nécessaires à ces démonstrations. L'auteur suppose seulement que l'atome possède un moment vectoriel constant en grandeur, et une fréquence précessionnelle relativement faible. La suite de son étude comportera l'application aux constantes diélectriques, au magnétisme, et spécialement au paramagnétisme de l'oxygène et de l'oxyde d'azote.— C.-R.M.

537.262. — **Oscillations de grande fréquence produites au cours des expériences de décharges électriques à la surface des isolants** ; S. MOCHIZUKI. *J. I. E. E. of Japan*, mars 1927, n° 464, p. 257-264, 14 fig. — Au cours de ses essais sur la décharge en surface, le professeur Nishi constata la production d'oscillations amorties dans les circuits en expérience, mais il ne fit aucune tentative pour en déterminer la fréquence. L'auteur refit ces expériences dans le but de rechercher cette fréquence. Il a pu observer les faits suivants : 1° L'oscillation produite a une fréquence parfaitement définie, indépendante du moment considéré pendant le cours de la décharge, mais fonction des caractéristiques des circuits, les capacités par rapport à la terre étant prises en considération ; 2° Même dans le cas où l'isolant est soumis à une contrainte exagérée, près de la rupture même, la fréquence des oscillations est inchangée ; 3° Si une couche mince d'air est intercalée en série entre les électrodes avec l'isolant solide, on obtient des oscillations beaucoup plus fortes que dans le cas où les électrodes sont en contact intime avec l'isolant. — E. B.

537.5 : 621.396.662.3. — **Les systèmes à courant constant de M. Boucherot et leur relation avec les filtres électriques** ; A.-C. BARTLETT. *J. I. E. E.*, mars 1927, t. LXV, p. 373-376, 2 000 mots, 12 fig. — L'auteur rappelle d'abord les circuits imaginés par M. Boucherot qui permettent d'obtenir un courant d'intensité constante dans un circuit d'utilisation d'impédance quelconque lorsque la tension aux bornes du premier circuit est constante. Il montre ensuite que cette propriété appartient aussi à tous les filtres électriques pour une ou plusieurs fréquences dans les bandes de fréquences qu'ils laissent passer. — J. S.

537.531.00.4. — **Recherches oscillographiques et spectrographiques sur les rayons de Röntgen**. *E. u. M.*, 13 mars 1927, t. XLV, p. 214-215, 800 mots, d'après une étude de R. GLOCKER et E. KAUPP, publiée dans *Zeitschrift für technische Physik*, n° 9 de 1926. — Les auteurs ont effectué ces recherches en vue des besoins de la médecine et en particulier en ce qui concerne les rayons durs, c'est-à-dire de courte longueur d'onde. Ils ont utilisé un dispositif photographique spécial et ont expérimenté cinq appareils dont deux du type à induction, deux redresseurs à haute tension et une installation à courant continu munie de condensateurs et de soupapes électroniques. Ils donnent les conclusions comparatives de leurs expériences. — C.-R. M.

537.5.... — **Sur le pouvoir réflecteur de l'atome de carbone pour les radiations de haute fréquence**. *R. G. E.*, 30 avril 1927, t. XXI, p. 692, 750 mots. Analyse d'un article de M. PONTE, publié dans *Phil. Mag.*, janvier 1927, t. III, (7e série), p. 195-209, 5 500 mots, 5 fig.

SCIENCES DIVERSES

532.5. — **Nouvelles expériences sur la relation entre la perte de chaleur et le frottement au contact dans les conduits cylindriques** ; B. DEL NUNZIO. *L'Elettrotecnica*, 15 avril 1927, t. XIV, p. 234-239, 4 200 mots, 6 fig. — Il y a actuellement un désaccord entre les résultats expérimentaux et ceux des recherches théoriques, en ce qui concerne cette question. Reynolds a donné une première formule qui, d'après les expériences de Sønneken et de Stanton, ne tient pas compte de tous les facteurs et, par suite, est approximative. C.-J. Taylor a donné une formule qui tient compte de la conductibilité du fluide. Les écarts de cette formule avec l'expérience sont encore de 25 pour 100. L'Aeronautical Research Committee a effectué de nouvelles recherches avec l'air. M. del Nunzio expose ici celles qu'il a effectuées sur l'eau. Le principe de son appareil consiste à faire couler de l'eau dans un tube de laiton ; ce tube est, d'une part, inséré dans un circuit électrique, ce qui permet de mesurer l'énergie électrique qu'il absorbe et, d'autre part, placé dans un récipient où on a fait le vide. La connaissance de la tension aux bornes du tube et de l'intensité du courant donne à la fois la température du tube et la quantité de chaleur transmise à l'eau. La connaissance de la résistance de frottement était déduite des indications d'un dispositif piézométrique relié aux deux extrémités du tube. Enfin la température de l'eau était obtenue par la mesure de la résistance d'un fil de platine placé suivant l'axe du tube.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.* *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : *France*, 1,50 fr; *Etranger*, 3,50 fr.)

Il existe une discontinuité dans le phénomène quand on opère dans le voisinage de la vitesse critique, limite entre l'écoulement laminaire et l'écoulement tourbillonnaire. Néanmoins l'auteur a trouvé qu'il y a proportionnalité, d'une part, entre le logarithme de la quantité de chaleur H transmise et celui de la vitesse moyenne V_{moy}, d'autre part, entre celui de la résistance de frottement R et celui de V_{moy}. Les résultats s'écartent encore de façon appréciable de ceux donnés par la formule de Taylor. — C.-R. M.

539.1. — Observations concernant la désintégration artificielle des éléments. *R. G. E.*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 778-779, 1 200 mots. Analyse d'un article de J. Chadwick, publié dans *Phil. Mag.*, novembre 1926, t. II (7e série), p. 1056-1075, 7 700 mots, 2 fig.

MESURES ET ESSAIS

621.315.61.00.14. — Une nouvelle méthode d'essai des isolants; Edmund Renz. *E. T. Z.*, 21 avril 1927, t. XLVIII, p. 539, 850 mots. — Les méthodes habituellement utilisées donnent une valeur moyenne de la résistance des isolants, et ne permettent pas de déceler les points faibles. La méthode décrite ici a pour but de remédier à ce défaut. Quand on relie les deux faces d'un isolant aux deux armatures d'un électromètre par des contacts de peu d'étendue, la vitesse de décharge de l'électromètre dépend de la seule résistance entre les points de contact, les autres régions n'exerçant aucune influence. Il en résulte qu'on peut, par ce principe, explorer point par point un isolant, et se rendre compte non seulement de la valeur moyenne, mais encore de la constance de sa résistance. Les divers points explorés sont d'autant plus résistants que la vitesse de décharge est plus faible. — C.-R. M.

621.326 : 535.247. — Note préliminaire sur l'emploi des cellules photoélectriques pour la photométrie de précision des lampes électriques; T.-H. Harrisson. *Proceedings of the optical Convention 1926*, t. I, p. 245-252, 3 700 mots, 1 fig., 2 tabl. — L'auteur rend compte des résultats de recherches entreprises par la division « photométrie » du National physical Laboratory sur les possibilités d'emploi de cellules photoélectriques pour la comparaison des intensités lumineuses de lampes électriques par une méthode d'égalisation des colorations imaginée par Norman Campbell au laboratoire de recherches de la General electric Company à Wembley; cette méthode serait dix fois plus sensible et, en même temps, plus précise que la méthode visuelle. Après avoir mentionné les défauts des cellules photoélectriques (courant non rigoureusement proportionnel à la lumière incidente, variations avec l'utilisation et le temps), l'auteur indique les buts poursuivis dans les essais considérés (comparaison des intensités lumineuses dans diverses directions de lampes à étudier, sous la tension et pour l'intensité lumineuse correspondant à l'égalité de coloration avec une lampe étalon d'intensité lumineuse connue). Il donne ensuite la description du dispositif expérimental adopté et un schéma des circuits de mesure; des cellules de sodium et de rubidium furent utilisées pour les essais; et pour les mesures des tensions, l'auteur employa l'électromètre à quadrants. Les résultats des essais sur une série de 8 lampes de 40 w, donnant les variations de la tension pour un même réglage d'égalité de coloration, ainsi que les variations d'intensité lumineuse, sont donnés sous forme de deux tableaux. L'auteur conclut que la méthode, malgré certains effets de fatigue des cellules, permet des mesures avec une précision de 1 pour 100 pour les tensions, et de 0.5 pour 100 pour les courants; les mesures d'intensité lumineuse sont réalisables avec une approximation de 1 pour 100. On peut espérer, en perfectionnant la méthode, arriver à une précision plus grande, bien qu'elle soit déjà supérieure à ce point de vue aux méthodes visuelles pour l'étalonnage de lampes de comparaison. — S. S.

537.73. — Les mesures électriques en haute fréquence; S.-L. Brown et M.-Y. Colby. *Phys. Rev.*, mai 1927, t. XXIX, p. 717-726, 2 200 mots, 8 fig., 9 tabl. — L'étude présentée a pour but de montrer que l'emploi d'un voltmètre à tube à vide permet d'obtenir, en haute fréquence, dans la mesure des faibles grandeurs, une précision de l'ordre des mesures en basse fréquence. Les auteurs indiquent les divers montages à employer et la façon d'opérer pour mesurer la résistance, l'inductance, la capacité et l'impédance. Ils indiquent également les formules à appliquer. Dans le cas d'une résistance, les écarts des mesures entre elles sont de l'ordre de 0,5 pour 100. Les différences de ces résultats avec ceux de la formule du Bureau of Standards sont négligeables. La méthode s'applique à la mesure de la résistance des condensateurs. La mesure des inductances a une précision du même ordre, pour des inductances de la grandeur de 0,01 μH. Appliquée à la mesure des capacités, cette méthode permet de déterminer la capacité des lampes à vide, ce qui a une grande importance dans la technique des ondes courtes. Suivant qu'on considère la capacité de grille et filament, de plaque et filament ou de grille et plaque, le résultat varie pour les petites lampes, de 0,25 μμF à 12 μμF. Les auteurs terminent en donnant une courbe d'étalonnage d'un condensateur variable, et les résultats de mesures effectuées sur des condensateurs téléphoniques. — C.-R. M.

537.732. — Un voltmètre de précision pour les fréquences usuelles; C. Dannatt et N. Holt. *World Power*, mai 1927, t. VII, p. 241-245, 3 800 mots, 5 fig., 2 tabl. — La tension moyenne induite dans une bobine liée à un flux alternatif a pour valeur $E_{moy} = 4fT\Phi_{max} \times 10^{-8}$, f étant la fréquence, T, le nombre de spires et Φ_{max}, le flux alternatif maximum. Le courant de charge moyen d'un condensateur est $I_{moy} = 4fK\ V_{max}$, K la capacité du condensateur, V_{max} la valeur maximum de la tension. La valeur moyenne de la tension ou du courant est obtenue en redressant l'onde et en mesurant son amplitude avec un appareil à cadre mobile. On peut utiliser dans ce but la lampe à trois électrodes; mais les valeurs obtenues dépendent de la tension à cause de la courbure de la caractéristique. Les auteurs ont employé un redresseur mécanique ayant beaucoup d'analogie avec le disque de Joubert et permettant de faire des mesures en nombre aussi grand qu'on le veut sur toute l'onde; on obtient ainsi la forme de cette onde ainsi que son amplitude maximum. En plus du disque mentionné ci-dessus, l'appareil comporte un microampèremètre donnant toute sa déviation pour 100 microampères, et une boite de résistance permettant des variations entre 1 000 et 1 000 000 ohms. L'exécution du disque de contact doit être très soignée, les angles doivent être rigoureux à moins de 0.1 pour 100. Les essais ont été faits entre 50 et 100 p : s sur une onde parfaitement sinusoïdale et l'écart n'a pas dépassé 0,21 pour 100. L'appareil peut être utilisé pour la détermination de l'induction maximum dans le fer soumis à un champ alternatif, pour celle de la valeur maximum de l'onde d'un circuit à haute tension et de la forme d'onde de grandeurs périodiques, etc. — L. B.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.17. — L'emploi des hautes températures et des hautes pressions dans les installations à vapeur; Ch. Dantin. *Le Génie civil*, 12 mars 1927, t. XC, p. 269-272, 4 000 mots, 6 fig., 2 tabl. — Dans cet article l'auteur résume un mémoire de MM. A.-L. Mellanby et William Kerr présenté à la réunion du 21 janvier de l'Institution of mechanical Engineers. Dans les nouvelles installations fixes on emploie couramment de la vapeur à une pression comprise entre 28 et 40 kg : cm² avec une température de surchauffe de 400°. Quelques installations à 50 et 80 kg : cm² existent et on étudie même la réalisation de chaufferies à 100 ou 125 kg : cm². Dans les installations marines, on peut citer les essais faits sur le King Charles V avec des chaudières timbrées à 38 kg : cm². Il semble que dans ce domaine l'emploi des

hautes pressions permettrait à la vapeur de reprendre le pas sur les moteurs Diesel. Pour les locomotives, la pression varie actuellement entre 15 et 20 kg:cm². La locomotive à turbine permettra peut-être l'emploi des hautes pressions. On peut citer les essais faits en Allemagne avec une locomotive à trois cylindres, à chaudière Löffler, qui fonctionnerait sous des pressions de 80 à 90 kg:cm². Les auteurs examinent ensuite l'influence des pressions élevées sur les matériaux. Ces pressions élevées entraînent des températures également élevées auxquelles les métaux montrent une diminution marquée de résistance, qui atteint par exemple jusqu'à 60 pour 100 pour de l'acier au carbone à 400°C. Ils passent ensuite en revue les principaux types de chaudières à haute pression (chaudières Benson, Atmos, Löffler) et montrent que plus la température adoptée pour la vapeur est élevée, plus il est nécessaire d'alimenter la chaudière avec de l'eau pure. Ils examinent ensuite rapidement les turbines. L'emploi des hautes pressions y introduit une difficulté relative au guidage avec le minimum de frottement d'un fluide très dense passant par de petits orifices à très grande vitesse. Pour l'échappement il faut utiliser soit le système à double courant, soit celui à échappement multiple. D'autre part, les auteurs conseillent de séparer les étages de la haute et de la basse pression en compoundant la turbine, ce qui permet de donner aux différentes sections la vitesse la plus favorable. Ils étudient ensuite les limites probables du cycle d'utilisation de la vapeur, c'est-à-dire l'influence de divers facteurs (température, soutirage de vapeur pour le réchauffage d'eau d'alimentation) sur la limite supérieure du cycle. Ils arrivent dans cette étude aux conclusions suivantes : pour les installations fixes de puissance élevée, les meilleures conditions de rendement et de fonctionnement seraient les suivantes : pression, 88 kg:cm²; température, 480°C environ; deux réchauffages; huit ou neuf prélèvements de vapeur; chaudière sans économiseur, mais chauffage préalable de l'air de combustion établi pour une température d'échappement des gaz à la cheminée de 120°C environ. Les auteurs terminent leur mémoire en donnant les résultats d'installations thermiques existantes ou projetées. — J. S.

621.17.00.3. — La valeur économique des hautes pressions de vapeur; H.-L. Guy. *El. Rev.*, 29 avril 1927, t. c, p. 697-699 et 738-741, 2 700 mots, 6 fig., 2 tabl. — Cet article est un extrait d'une partie du mémoire présenté par l'auteur devant une section de l'Institution of mechanical Engineers. Dans ces dernières années le rendement thermique des usines génératrices d'énergie a augmenté de 50 pour 100 grâce à l'emploi de pressions de vapeur de plus en plus élevées, de hautes températures, de vide plus poussé et enfin de nouveaux cycles d'utilisation de la vapeur comportant le réchauffage de l'eau d'alimentation au moyen de la vapeur soutirée aux turbines et quelquefois le resurchauffage de la vapeur entre deux étages de détente. Dans son mémoire l'auteur se propose d'étudier l'influence de l'augmentation de la pression de vapeur sur le rendement, sur le coût et la construction des différentes parties d'une installation et de donner des indications sur le choix de la pression la mieux appropriée en chaque cas. Ces résultats sont donnés sous formes de courbes et de tableaux dont les principaux sont reproduits dans cet extrait. L'auteur suppose une température de 370°C, la pression à l'échappement correspondant à celle d'une colonne de mercure de 2,4 cm; il prend comme base la vapeur à 14 kg : cm² et se sert des tables de Callendar. Il établit aussi des courbes donnant la variation de la quantité totale de chaleur fournie à la vapeur avec la pression par rapport à celle de la vapeur à 14 kg:cm², la variation de la chute adiabatique de chaleur disponible, la variation du rendement thermique, la variation de ce rendement avec les conditions de condensation, etc. Dans une autre série de courbes, il montre les variations en fonction de la pression de la vapeur des puissances prises par les différents services auxiliaires. En résumé, dans le cas d'une installation à 4 soutirages avec cycle régénérateur et chaudières munies d'économiseurs et de réchauffeurs d'air, on arrive aux chiffres du tableau ci-dessous.

Gain additionné de rendement thermique en pour 100	Augmentation correspondante de pression en kg : cm²	Changement dans la pression en kg : cm²	Pression correspondante approximative en kg : cm²
3	4,5	14 — 18,5	17,5
6	6,5	18,5 — 25	24,5
9	10	25 — 35	35
12	18	35 — 53	52,5
15	40	53 — 93	91,5

J. S.

621.31 : 662.66-64]00.3. — Production de l'énergie électrique avec de la houille au point d'utilisation ou transmission à distance de l'énergie électrique produite avec du lignite pur; Block. *E. T. Z.*, 21 avril 1927, t. xlviii, p. 525-529, 6 800 mots, 1 fig. — Ces deux solutions envisagées pour la production et la distribution de l'énergie électrique ont leurs partisans. La discussion, ouverte à ce sujet en Allemagne en 1916, n'est pas close à l'heure actuelle; M. Block a proposé une solution intermédiaire. Elle consiste à installer, au point où se trouvent les combustibles de bas prix, des usines génératrices qui fourniraient d'une façon permanente, à l'ensemble de la région la quantité minimum de l'énergie demandée, au-dessous de laquelle la dépense ne descend pas. L'énergie des « pointes » serait fournie par des usines prévues aux lieux d'utilisation. Cette proposition, faite en 1917, était basée sur des données de prix et de rendement d'avant la guerre. L'auteur examine dans quelles conditions ses conclusions se trouvent modifiées par les données actuelles. Son étude concerne l'alimentation exclusive des centres industriels, d'une consommation minimum de 40 000 kw avec cos φ = 0,9 à l'arrivée, et une distance de transmission de 130 km. Il fait d'autre part toutes les hypothèses de prix et de conditions techniques nécessaires à l'étude d'un cas particulier. Le prix d'installation d'une usine génératrice au charbon est de l'ordre de 275 marks par kilowatt de puissance installée. Il est à peu près le même pour celles au lignite. Tant que le gisement de lignite est à une distance d'une rivière inférieure à 20 km, il y a intérêt, avec les hypothèses faites, à placer l'usine au bord de la rivière, et à consentir la dépense supplémentaire du transport de charbon. La ligne de transmission calculée pour 80 000 kw à 100 kv revient à environ 50 000 marks par kilomètre. L'installation des postes de transformation est estimée à 33 marks par kilowatt. Les dépenses autres que celles dues au combustible, rapportées à l'unité d'énergie, diminuent considérablement quand la durée annuelle de service augmente. Compte tenu de tous ces facteurs, il résulte que l'usine au lignite, même grevée des frais de la transmission de l'énergie, est toujours préférable, quelle que soit la durée annuelle d'utilisation, à la production avec de la houille au lieu d'utilisation. En dehors de ce cas particulier moyen, l'auteur a étudié et représenté graphiquement le prix du kilowatt-heure dans chacune des deux solutions en fonction de la durée annuelle de service, pour des prix compris entre 24 et 35 marks pour la houille et 7,20 et 14,40 marks pour le lignite. — C.-R. M.

621.312.1.00.12. — Les limites de puissance des grosses machines à courant continu. *E. u. M.*, 8 mai 1927, t. xlv, p. 389-390, 900 mots, 3 fig., d'après un article publié dans *Siemens-Zeitschrift*, t. vi, n° 11. — La limitation en poids et puissance des machines à courant continu est définie par les conditions d'échauffement et de commutation. La première condition dépend surtout des ampères-conducteurs par centimètre de périphérie, et par suite elle varie considérablement suivant qu'on adopte la réfrigération naturelle ou à circulation. La condition de la commutation conduit à une relation hyperbolique entre la puissance limite et la vitesse. Les diverses données numériques qui limitent actuellement les machines à courant continu sont : diamètre d'induit 4,30 m; densité de courant par unité de longueur de la périphérie de l'induit, soit 500 A : cm; tension entre lames 20 v; vitesse circonférentielle 30 m : s. — C.-R. M.

MACHINES ÉLECTRIQUES SPÉCIALES

(Maison fondée en 1898)

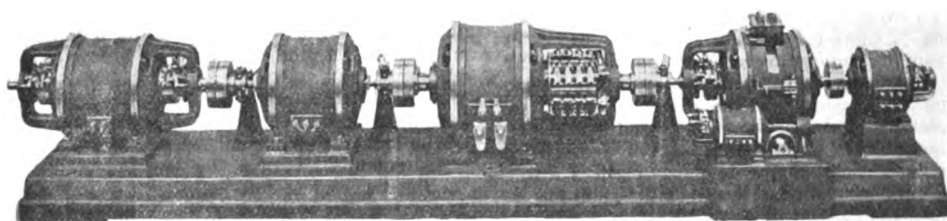
19-20, Rue Saint-Gilbert,
LYON (VIIe)
Téléphone :
VAUDREY 24-09

MICHEL BONNIER

Construction sur commande de MACHINES POUR TOUTES LES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

GÉNÉRATRICES - MOTEURS - ALTERNATEURS - CONVERTISSEURS ROTATIFS, ETC. Puissances de 0,01 à 100 kw.

Maison à Paris, 9, rue Sedaine (XIe). — Téléphone : ROQUETTE 53-48



GROUPE POUR ÉTALONNAGE DES COMPTEURS

MACHINES POUR LABORATOIRES. — Groupes convertisseurs à fréquences et tensions multiples. — Groupes d'étalonnage et décaleurs de phases.

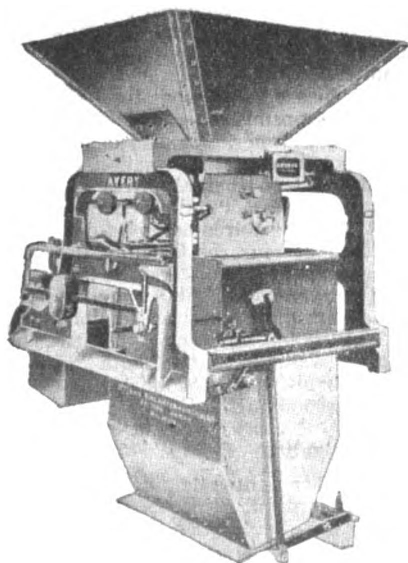
MACHINES POUR T. S. F. — Alternateurs et transformateurs à fréquences musicales. — Génératrices à courant continu jusqu'à 10 000 volts. — Génératrices à double circuit magnétique : haute tension, d'une part ; basse tension, d'autre part. — Groupes convertisseurs horizontaux et verticaux.

MACHINES POUR APPLICATIONS INDUSTRIELLES. — Moteurs à vitesses lentes depuis 300 t : mn et moteurs à très grandes vitesses jusqu'à 10 000 tours (alternatifs ou continus). — Moteurs synchrones. — Commutatrices et transformatrices horizontales et verticales. — Régulateurs d'induction.

GÉNÉRATRICES A GRANDE INTENSITÉ, POUR ÉLECTROLYSE ET ÉLECTRO-MÉTALLURGIE. — Moteurs à courant continu pour traction. — Dynamos-frein. — Alternateurs-freins. — REDRESSEURS DE COURANT A BALAIS DE MERCURE système A. LATOUR (Licence exclusive).

Toutes nos machines étant exécutées sur commande sont de construction très soignée, de grande puissance spécifique et fournissent les plus hauts rendements

---



AVERY

Balances automatiques
à charbon
pour le contrôle de
la consommation de vos
chaudières

CONSTRUCTION FRANÇAISE

SOCIÉTÉ DES BALANCES ET BASCULES



S. A. au capital de 2 500 000 francs

Télégr. : PONDERO-PARIS — **26, rue Cadet, PARIS (9e)** — Téléph. : Louvre 08-17

USINES : PARIS et LYON

621.312/3.00.12. — Les caractéristiques particulières des différentes formes de bobines des induits; Y. Otsu. *J. I. E. E. of Japan*, mars 1927, n° 464, p. 265-285, 30 fig. — La forme de la bobine élémentaire d'un induit a la plus grande importance en ce qui concerne sa résistance à la perforation sous tension, soit par rapport à la masse, soit entre les bobines elles-mêmes. Les matériaux isolants utilisés sont en général excellents et les épaisseurs plus grandes qu'il ne serait nécessaire, mais les contraintes auxquelles ils sont soumis diminuent considérablement leurs qualités et les courts-circuits ne sont pas rares. Les matériaux isolants supportent mal les contraintes mécaniques. Il est de la plus grande importance de donner aux bobines des formes convenables réduisant au minimum les efforts auxquels les isolants doivent résister. La forme d'une bobine destinée à une machine ordinaire logée dans son encoche est analogue à celle d'un pas de vis enlevé au tour dans le métal à la surface d'un cylindre, d'un cône ou sur un cercle. En partant de ce principe, l'auteur examine différentes formes de bobines: 1° enroulement réparti à la surface d'un cylindre; 2° enroulement horizontal disposé à la surface d'un cercle; 3° enroulement sur une surface conique; 4° enroulement en forme de tore. Ces différentes formes de bobines sont étudiées avec beaucoup de soin; des croquis montrent leurs formes dans l'espace et des photographies leur réalisation pratique. — E. B.

621.314.2.00.44. — La protection des transformateurs statiques; D.-W. Mc Jannet. *El. Rev.*, 15 avril 1927, t. c, p. 589-592, 3 000 mots, 11 fig. — Dans cet article l'auteur décrit rapidement les différents systèmes de protection adoptés pour les transformateurs statiques. Les transformateurs de faible puissance sont généralement protégés contre les surcharges par des fusibles et contre les décharges à haute fréquence par des bobines de choc. Différents systèmes, tel qu'un écran fendu, en cuivre, mis à la terre, isolé des enroulements ont été étudiés pour éviter que le secondaire ne se trouve porté à une tension trop haute par suite de défaut d'isolement entre les enroulements primaire et secondaire. Pour la protection contre les surcharges, un système simple est celui dit « core-balancing » qui a le défaut de ne protéger que contre les mises à la terre et de nécessiter la mise à la terre du point neutre de l'enroulement primaire, ce qui n'est pas toujours possible. De tous les systèmes, le système Merz-Price est suffisamment connu pour qu'il suffise de le signaler. Certains de ses défauts sont évités par le système « self-balancing » qui protège contre les courts-circuits entre phases ou les mises à la terre. Ce système est basé sur une comparaison des courants entrant et sortant des enroulements. Il faut donc pouvoir atteindre les deux extrémités de chaque enroulement primaire et secondaire, ce qui limite l'emploi de ce système presque exclusivement aux transformateurs de construction récente. Le système Mc Coll présente une amélioration du système Merz-Price, par l'utilisation de relais à armature inégalement influencée par les deux bobines d'attraction. — J. S.

621.314.7.01. — Une théorie simplifiée du redresseur kénotron; S. Kanazawa. *J. I. E. E. of Japan*, mars 1927, n° 464, p. 300-305, 9 fig. — L'auteur explique brièvement le fonctionnement d'un redresseur simple fournissant une tension de pulsation relativement petite. En supposant que le courant primaire soit sinusoïdal, il donne la relation entre la résistance effective du kénotron et la résistance de charge. Il indique ensuite comment on peut trouver la valeur de cette résistance effective en partant de la courbe caractéristique statique. En comparant les résultats du calcul à ceux de l'observation, on trouve une concordance particulièrement satisfaisante. — E. B.

621.315.1-4. — Réduction du front des ondes par la pénétration du courant dans le circuit. *E. T. Z.*, 17 février 1927, t. xlviii, p. 212-213, 1 600 mots. L'article résume une thèse de doctorat de F. Moeller publiée dans *Archiv fur Elektrotechnik*, t. xv, p. 547. — Une onde qui, à l'origine des temps, a un front vertical, est décomposée en une série d'ondes sinusoïdales de périodes et d'amortissements différents. Au bout d'un certain parcours, les ondes dont les fréquences sont les plus élevées sont presque complètement amorties et l'onde initiale prend une forme de plus en plus sinusoïdale. L'étude porte sur des ondes dont la longueur est inférieure à 1 km et qui suivent des conducteurs complètement isolés. Comme la présence de la terre, des pylônes et des isolateurs est négligée, on est sûr que, pratiquement, la réduction de la raideur du front sera supérieure à celle indiquée par le calcul. Dans l'expression de la réduction intervient le terme α défini par

$$\alpha = \frac{1}{4\zeta R}\sqrt{\frac{\mu}{\chi c}\,\frac{\sqrt{\varepsilon_a}}{\lambda_1}}\,s,$$

où on représente par R le rayon du conducteur, en centimètres; μ la perméabilité du conducteur; χ la conductibilité en unités absolues; c la vitesse de la lumière; ε_a la constante diélectrique de l'entourage du conducteur; λ_1, la longueur de l'onde fondamentale, en centimètres; s la longueur du trajet parcouru, en centimètres; ζ, une caractéristique de la ligne. La réduction est très approximativement donnée par

$$\Delta e = \frac{2,8}{0,017 + \alpha^2},$$

ce qui permet de calculer la chute de tension en volts par centimètre de parcours,

$$\Delta E = \frac{E_{0n}}{\lambda_1}\,\Delta e,$$

E_{0n} étant l'amplitude de l'onde primitive. Cette réduction reste malgré tout relativement peu importante. Par exemple, une onde à front vertical, de 500 m de longueur, suivant une ligne aérienne en câble de cuivre de 120 mm² de section et ayant une amplitude de tension de 60 kv, possède, après 50 km de parcours, une raideur de 20 v : cm. Pour un câble, la même raideur serait atteinte, toutes choses égales, après un parcours de 10 km. Les résultats d'expérience corroborent suffisamment ces déductions théoriques. — B. H.

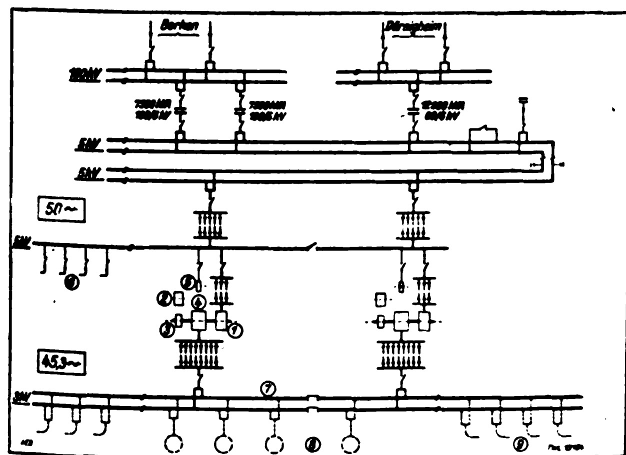
621.311.74.00.12. — Température d'un contact et sa corrélation avec les problèmes concernant l'interruption d'un courant. *R. G. E.*, 14 mai 1927, t. xxi, p. 803-804, 1 800 mots. Analyse d'un article de J. Slepian publié dans *J. A. I. E. E.*, octobre 1926, t. xlv, p. 930-933, 2 500 mots, 6 fig. et de la discussion publiée dans le numéro de décembre 1926, p. 1 308-1 309, 1 200 mots.

621.311.74. — Les interrupteurs dans l'huile; E.-B. Wedmore et W.-B. Whitney. *El. Rev.*, 22 avril 1927, t. c, p. 660-661, 2 500 mots; *The Electrician*, 29 avril 1927, t. xcviii, p. 462, 1 200 mots. — Cet article est un résumé d'un mémoire présenté par les auteurs à l'Institution of electrical Engineers sur le nombre d'essais nécessaires permettant d'établir la puissance de rupture d'un interrupteur dans l'huile. Les essais ont d'abord été faits sur des appareils monophasés, puis sur des appareils triphasés et ont été suffisants pour montrer que dans ce deuxième cas les 2/3 des essais nécessaires pour les premiers appareils donnent des résultats certains. L'analyse d'un grand nombre d'essais sur un interrupteur donné montre que l'énergie mise en jeu dans un appareil unipolaire à une seule coupure peut varier, par seconde, de 1 à 50 kJ. Il faut donc un grand nombre d'essais avant de pouvoir estimer la puissance de rupture même à 50 pour 100 près. Les auteurs ont basé leurs conclusions sur une étude de la valeur de l'énergie de l'arc entre les contacts. Ils ont choisi un maximum arbitraire de 50 kJ par seconde, et ont étudié le nombre d'essais à faire pour atteindre ce chiffre; ils ont examiné ensuite la valeur des résultats obtenus en ne faisant que cinq, dix ou vingt essais, le nombre total nécessaire des

essais étant très grand, de l'ordre d'un millier. Dans le mémoire original, les auteurs donnent les résultats du calcul sous forme d'une famille de courbes indiquant la variation des valeurs maxima. De toutes façons le nombre d'essais à faire est trop élevé et entraînerait des dépenses excessives. Lorsqu'il s'agit ensuite non plus de vérifier la puissance de rupture d'un interrupteur, mais de l'établir, les difficultés pratiques sont encore grandes. Les auteurs estiment que la seule solution du problème réside dans l'étude systématique de chaque variable entrant dans la formation de l'arc et dans l'établissement des lois réglant les relations entre ces variables. La lecture de ce mémoire a été suivie d'une discussion dans laquelle les résultats et les conditions d'essais ont été en général assez critiqués. — J. S.

USINES, SOUS-STATIONS ET RESEAUX

621.316 : 621.314... (43). — Installation de grosse puissance pour transformation de fréquence en Allemagne; Rudolf Schumacher. *E. T. Z.*, 17 mars 1927, t. xlviii, p. 345-351, 4 100 mots, 13 fig. — L'usine génératrice de Francfort-sur-le-Mein, produisant actuellement du courant monophasé à 45,3 p : s, est en voie de transformation pour produire du courant triphasé à 50 p : s. La demande du réseau urbain s'accroissant rapidement, on évite, pendant les travaux, l'extension du système condamné, en utilisant l'énergie d'un réseau extérieur (triphasé à 50 p : s) et en transformant cette énergie à l'aide du dispositif Krämer. L'ensemble des machines de transformation comprend (fig. 1) : un moteur asynchrone triphasé à 50 p : s (1), un générateur synchrone



621.316 : 621.314... (43). Fig. 1. — Schéma de l'installation de transformation de Francfort-sur-le-Mein.

monophasé à 45,3 p : s (4), un convertisseur rotatif (2) dont les bagues sont alimentées par le courant rotorique de (1), un moteur à courant continu (3) monté sur le même arbre que (1) et (4), et alimenté par le collecteur du convertisseur. On voit facilement qu'un tel dispositif permet de récupérer l'énergie électrique produite dans le rotor asynchrone, grâce à l'intermédiaire du convertisseur (2) et du moteur (3). Il en résulte que les pertes sont à peu près indépendantes du glissement. Les moteurs (1) et (4) étant tous à 8 pôles, cette circonstance permet d'utiliser ce système comme transformateur de fréquence, bien qu'il ne soit en réalité qu'un régulateur de vitesse pour moteur asynchrone. Le réglage automatique de la vitesse est obtenu par un régulateur Tirril. Ce régulateur a pour effet d'agir automatiquement sur l'excitation du moteur continu. L'installation de Francfort donne à l'auteur l'occasion d'examiner les systèmes similaires : machines à collecteur avec excitation rotorique et à couplage électrique ou mécanique, machines à collecteur à excitation statorique et couplage électrique (système Scherbius) — C.-R. M.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.32-34] : 62 64. — Le développement des applications industrielles, agricoles et domestiques de l'électricité y compris l'éclairage et les tarifs; S. Parker-Smith *J. I. E. E.*, mars 1927, t. lxv, p. 351-364, 13 500 mots. — Cet article est formé de cinq rapports sur les sujets suivants : Applications industrielles, par M. W.-E. Highfield ; Eclairage, par M. J.-W.-T. Walsh ; Applications agricoles et applications domestiques, par M. R. Borlase Matthews ; Tarifs, par M. J.-W. Beauchamp. Dans chacun de ces rapports, l'auteur indique quel a été le développement en Angleterre, au cours de l'année passée, des applications de l'électricité dans la branche envisagée. Il y montre non seulement l'accroissement de l'emploi de l'électricité, mais aussi les directives nouvelles de cet emploi. Chacun de ces rapports étant déjà présenté sous une forme assez condensée, il n'est pas possible d'en donner ici un résumé. Nous signalerons en particulier ceux relatifs aux applications agricoles et domestiques de l'électricité. — J. S.

621.3 : 63. — Discussion sur l' « Electricité à la ferme ». *J. I. E. E.*, mars 1927, t. lxv, p. 376-378, 2 500 mots. Discussion à la réunion de Longhborough du 26 octobre 1926 d'un mémoire de M. Borlase Matthews publié dans le tome lxiv, p. 801 et 960 de *J. I. E. E.* et résumé dans *R. G. E.*, 9 octobre 1926, t. xx, p. 124 D. — Cette discussion a porté principalement sur les difficultés financières présentées par l'électrification des fermes. A ce sujet l'auteur dans sa réponse a signalé l'existence d'une association qui avance à des conditions avantageuses le capital nécessaire à l'achat des appareils d'électroculture. Au sujet de la diminution du frottement du soc de la charrue dans les terres au moyen d'un courant passant du soc à la terre, l'auteur en réponse à un des interlocuteurs dit qu'il se produit un phénomène d'électroendosmose qui entraîne la formation sur le soc de la charrue, chargé négativement, d'une pellicule très fine d'eau qui agit comme un lubrifiant. L'intensité du courant qui passe varie avec la résistance du sol (de 1 à 19 A par exemple, sous 110 V), et on n'a pas constaté d'autre part d'attaque du soc de la charrue. Il est également d'accord qu'une entente devrait intervenir entre les constructeurs de moteurs électriques et ceux de machines agricoles afin que soit adapté à ces différentes machines un même moteur de vitesse normale. — J. S.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.335. — Locomotives électriques de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans ; A. Bidault des Chaumes. *Le Génie civil*, 12 mars 1927, t. xc, p. 257-265, 7 200 mots, 20 fig., 1 tabl. — Dans cet article, l'auteur donne une description rapide des différents types de locomotives électriques adoptés ou en essais pour l'électrification de la ligne de Paris à Brive et de quelques-unes des lignes transversales du réseau de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans. Le lot le plus important comprend 200 locomotives pour trains de voyageurs et de marchandises, construites par différents groupements de constructeurs, mais ayant des caractéristiques semblables. Ce sont des locomotives à adhérence totale, à deux boggies de deux essieux moteurs, actionnés chacun par un moteur à suspension par le nez développant 300 ch environ en régime continu sous 1 500 V. Ces locomotives pèsent, en ordre de marche, de 69 à 76 t suivant le constructeur et peuvent remorquer à 65 km : h sur la ligne de Paris à Vierzon des trains de 650 t. En double traction elles peuvent remorquer des trains de 1 800 t. Le système de commande est électropneumatique ; il permet le couplage en série, en série parallèle et en parallèle des moteurs et le shuntage des inducteurs à 72 pour 100 et 57 pour 100 pour chacun de ces couplages. Les locomotives à grande vitesse,

qui ne sont que des machines d'essai, sont au nombre de cinq. Deux fournies par la Société Ganz de Budapest, du type 2-D-2, sont à commande par bielles l'une avec bielles hyperstatiques, l'autre avec bielles isostatiques. Elles développent de 4 200 à 4 400 ch au régime continu (4 moteurs à 8 pôles) et sont parmi les plus puissantes du monde. Pour la locomotive à bielles isostatiques, il y a un mode d'entraînement élastique sur le rotor des moteurs. Ces locomotives sont munies d'un dispositif spécial de rappel des boggies directeurs décrit dans l'article. Elles ont fait preuve aux essais d'une bonne tenue de voie comparable à celle d'une voiture à voyageurs à boggies. Elles permettent, l'une neuf régimes de marche économique (trois couplages et trois valeurs du champ inducteur : 60 pour 100, 80 pour 100, 100 pour 100) et l'autre treize régimes de marche grâce à l'emploi de cinq valeurs du champ inducteur. La commande est à système électromagnétique. Deux autres locomotives à grande vitesse, du type 2-D-2 également et développant 3 600 ch au régime unihoraire, ont été fournies par la Société Brown, Boveri et Cie. Elles sont à moteurs entièrement suspendus entraînant chacun un essieu moteur par la transmission à biellettes, système Brown, Boveri et Cie, bien connue. Ces machines ont fait preuve également d'une excellente tenue de voie, telle qu'il serait possible d'envisager des vitesses de 140 à 150 km : h sur des voies renforcées à cet effet. Elles permettent l'une onze, l'autre treize vitesses de marche économique. La commande est par système électropneumatique. La dernière des locomotives à grande vitesse, fournie par la Société d'Etudes pour l'Electrification des Chemins de fer français d'après les données de la General Electric Co est du type 2-C + C-2 « gearless », c'est-à-dire que les trois essieux moteurs de chaque demi-locomotive sont entraînés directement par les rotors des moteurs correspondants qui sont calés sur l'essieu. Les moteurs sont donc bipolaires ; ils sont bobinés pour 750 v et sont toujours couplés par groupes de deux au moins en série sous la tension totale de 1 500 v. Les trois couplages utilisés sont donc : les six moteurs en série, deux groupes de trois moteurs en série et enfin trois groupes de deux moteurs en série. La commande se fait par contacteurs entraînés par un arbre à came entraîné lui-même par servomoteur pneumatique. Enfin, le parc de locomotives est complété par des automotrices pour le service de banlieue. Ces automotrices sont à deux boggies moteurs, chaque essieu étant entraîné par un moteur de 247 ch au régime unihoraire, à suspension par le nez. Ces moteurs bobinés pour 750 v sont toujours branchés par deux en série sous la tension totale. La commande par système électropneumatique permet le couplage en série ou en parallèle des deux groupes de moteurs, le réglage du champ inducteur et la commande en unités multiples. — J. S.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394.735(43 + 469.9). — Le nouveau câble allemand de Borkum aux Açores. *E. T. Z.*, 24 février 1927, t. XLVIII, p. 255-257, 3000 mots, 1 fig. — Le réseau allemand de câbles sous-marins composé de 39000 km de câbles estimés à 78 millions de marks, a été livré aux alliés par le traité de Versailles. En particulier, les deux câbles transatlantiques ont été cédés l'un à la France, l'autre à la Grande-Bretagne. La Deutsch-Atlantische Telegraphen Gesellschaft s'est efforcée de le reconstituer après la guerre, et a terminé récemment la pose d'un tronçon entre Borkum et les Açores. Les communications au delà des Açores sont assurées provisoirement par la Western Union Telegraph Co. Ce câble se compose de cinq circuits pouvant transmettre chacun 300 signaux par minute. Le toron de fils de cuivre pèse 275 kg par mille, il est enveloppé de permalloy (78 pour 100 de nickel et 22 pour 100 de fer) pesant 30 kg par mille. L'isolant est en gutta-percha, à l'intérieur duquel se trouve de l'asphalte. La protection adoptée est variable avec les régions traversées. La pose a été faite par le « Neptun », bâtiment neuf pouvant emporter 8000 t de câble. Elle s'est opérée en deux sections. L'une de 666 milles concerne la Mer du Nord et la Manche, mers peu profondes. L'autre concerne l'Océan et a une longueur de 1 216 milles. La profondeur maximum est de 5 500 m. La pose s'est faite à une vitesse de 6 à 8 nœuds (11 à 15 km : h). La tension du câble pendant l'opération allait de 1,5 à 3,5 t. D'après son inclinaison à la surface, on a calculé que, par 4 000 m de fond, il ne touchait le fond qu'à 25 km derrière le bateau. — Le cahier des charges admettait un coefficient d'amortissement de 8,4 entre les extrémités pour une fréquence de 50 p : s. L'amortissement réalisé a été inférieur de 10 pour 100 à cette valeur. Il en résulte qu'on peut envisager une majoration de 20 pour 100 de la vitesse de trafic. — C.-R. M.

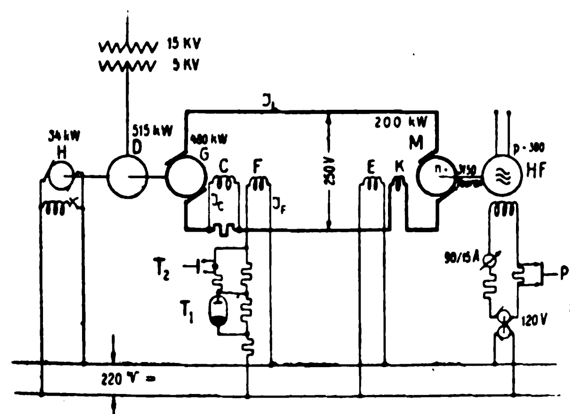
621.395.34.00.1. — Application du calcul des probabilités à la détermination du nombre d'organes et leur mode de connexion dans un bureau de téléphonie automatique ; M. Merker. *R. G. E.*, 23, 30 avril, 7 et 14 mai 1927, t. XXI, p. 643-648, 683-692, 723-733 et 769-780, 27 000 mots, 20 fig., 1 tabl. — Au cours de cette étude à la fois claire et bien documentée, le docteur M. Merker indique tous les services que peut rendre à cette technique l'application du calcul des probabilités. Il rappelle en premier lieu les cinq principes fondamentaux de ce calcul et son interprétation à la téléphonie automatique, ainsi que les formules de Bernoulli et de Poisson et leur signification. Il envisage les variations de la probabilité pour qu'une communication soit établie, en fonction de l'augmentation du nombre des abonnés et de la diminution de la durée moyenne de la conversation. Il considère le cas où le nombre d'organes est limité et celui où il existe un dispositif d'attente et résout divers problèmes relatifs au nombre d'appels en attente et à la durée de l'attente. Il examine aussi le cas des appels perdus, leur nombre et l'influence de la grandeur du groupe d'abonnés. Dans une seconde partie, il décrit le fonctionnement des multiples gradués et la détermination des organes. Il entre dans le détail d'une installation à multiples gradués à plus de deux étages et compare les différentes combinaisons possibles. Le cas le plus complexe est celui de multiples gradués avec mélange et glissement. L'auteur détermine en outre la probabilité dans le cas de chercheurs primaires et secondaires et analyse le mélange des lignes de jonction avec les chercheurs secondaires. Les calculs et les abaques de cette étude sont susceptibles d'être immédiatement appliqués aux divers cas de la pratique de la téléphonie automatique.

535 + 621.396.2. — Optique et radiolectricité. III° partie ; L. Bouthillon. *L'Onde électrique*, mars 1927, t. VI, p. 97-109, 6 200 mots, 5 fig. — Dans cette troisième partie de son étude, l'auteur expose les règles générales relatives aux systèmes complexes formés de combinaisons soit d'antennes isolées soit de systèmes simples. Il établit d'abord la règle d'addition, c'est-à-dire l'expression du champ électromagnétique en un point quelconque de l'espace produit par un nombre quelconque d'antennes implantées d'une façon quelconque et traversées par des courants quelconques. La courbe polaire représentant ce champ en fonction de l'orientation de la projection des antennes dans le plan horizontal peut présenter un ou plusieurs maxima et montre ainsi le pouvoir directeur du système. Il établit ensuite la règle de substitution et étudie la transmission et la réception dirigées, ainsi que la combinaison de deux systèmes dirigés, l'un émetteur, l'autre récepteur. Dans ces études l'auteur a supposé les systèmes rayonnant également dans toutes les directions. Aucun système pratique ne remplit exactement cette condition, il examine donc alors ce qui se passe avec des systèmes (cadre ou antenne) réels ; et, pour terminer, la réalisation technique des conditions d'un système dirigé soit à l'émission, soit à la réception. — J. S.

621.396.611.3. — Formules générales relatives à deux circuits couplés syntonisés. *R. G. E.*, 21 mai 1927, t. XXI, p. 821, 600 mots, 1 fig. Analyse d'un article de R.-M. Wil-

MOTTE, publié dans *Phil. Mag.*, novembre 1926, t. II (7e série), p. 1 098-1 108, 3 200 mots, 6 fig.

621.311.9 : 621.396.614 (43). — Contribution à l'étude des régulateurs de vitesse pour alternateurs à haute fréquence; R. MAYER et A. VON ENGEL. *E. u. M.*, 1er mai 1927, t. XLV, supplément *Die Radiotechnik*, p. 49-55, 6 000 mots, 13 fig. — La constance de la vitesse que l'on doit réaliser dans les alternateurs à haute fréquence est de l'ordre de 1 pour 1000. On peut employer dans ce but le système Léonard, appliqué à Eilvese, et constitué de la façon suivante (fig. 1). Un moteur à courant alternatif D entraîne, deux génératrices à courant continu G à 480 v et à 220 v, servant d'excitatrice. La dynamo G possède deux enroulements



621.311.9 : 621.396.614(43) Fig. 1. — Convertisseur Léonard employé à Eilvese.

inducteurs, l'un alimenté par une source indépendante sous 220 v, l'autre (C) par la machine même et ayant une action démagnétisante ; elle alimente un moteur en courant continu M, muni d'une excitation série et d'une excitation indépendante; ce moteur entraîne l'alternateur HF à 3 150 t : mn. Ce système est caractérisé par une chute de tension à courant continu pouvant atteindre 50 pour 100. La régulation consiste à modifier l'excitation indépendante de la dynamo G. Dans ce but, le relais électronique T_1 fonctionne à la cadence des signaux Morse à transmettre, et réalise un réglage grossier. Un réglage plus précis, de l'ordre de 0,5 pour 1000 est réalisé par le relais T_2. Celui-ci est commandé par un indicateur de vitesse de Riegger, sensible à des variations de 0,1 pour 1000. L'indicateur Riegger consiste en un ensemble de circuits électriques et électroniques et peut se monter directement sur l'alternateur. Avec ce système, la vitesse varie sinusoïdalement autour de sa valeur moyenne, avec une amplitude relative de 0,12 pour 1000 et une période d'environ 1,2 s. Pendant ce temps, la charge varie autour de sa valeur moyenne suivant des segments d'exponentielles, séparés par les fonctionnements successifs de T_2. La construction de ce relais demande des soins spéciaux afin que soient évités des retards excessifs. — C.-R. M.

621.396.616. — Emetteur à cristal; R.-W.-H. BLOXHAM. *The Wireless World and Radio Review*, 13 avril 1927, t. XX, p. 449-457, 1 500 mots, 2 fig. — L'auteur donne quelques résultats pratiques concernant le réglage des émetteurs à galène et décrit un appareil de construction et de maniement pratiques. Comme il n'est pas possible d'appliquer une tension dépassant 400 v à l'oscillateur à cristal, il est nécessaire d'employer des étages d'amplification si l'on veut fournir plus de 5 à 8 w à l'antenne. Deux solutions sont possibles : on peut employer un cristal avec une fréquence fondamentale égale à celle du courant final, ou bien on peut employer un cristal oscillant à une fréquence harmonique de la fréquence finale. La première méthode est d'application difficile, bien que l'amplification par étage soit quelque peu plus élevée que celle obtenue par la méthode harmonique; mais la difficulté provient de la naissance d'oscillations propres dès que le circuit de plaque d'une lampe est accordé à la même fréquence que le circuit de grille. La manipulation constitue une autre difficulté; la méthode généralement employée implique l'arrêt des oscillations dans le dernier amplificateur. Si toutes les lampes sont alimentées en haute tension par une source commune (avec la tension convenablement réduite par des résistances sur les divers étages) le départ et l'arrêt des oscillations dans la lampe prenant le plus de courant entraîne des fluctuations considérables de la haute tension appliquée aux autres lampes. Cette difficulté peut être tournée de deux façons : l'appareil peut être manipulé en quelque point du circuit d'antenne; ou bien, on peut disposer une source à haute tension séparée pour la dernière lampe. Dans le cas du fonctionnement harmonique, il est possible de manipuler l'amplificateur de la façon ordinaire et d'alimenter l'oscillateur et l'amplificateur avec une source à haute tension commune; la tendance à la naissance d'oscillations propres dans l'amplificateur est également très réduite dans ce cas et il est facile d'en empêcher la production. Rappelons, pour terminer, que les oscillations engendrées ont une fréquence absolument constante et résistent à toute tendance de variation de cette fréquence, à tel point qu'il est possible à l'aide d'une source à haute tension alternative mal redressée d'obtenir une onde entretenue pratiquement pure. — G. M.

621.396.64-615.4. — L'amplification en fréquence intermédiaire à l'aide de lampes bigrilles; E. MITTELMANN. *E. u. M.*, 3 avril 1927, t. XLV, supplément *Die Radiotechnik*, t. IV, p. 39-41, 1 500 mots, 2 fig. — L'auteur, utilisant des formules mathématiques simples, étudie les conditions dans lesquelles un circuit récepteur peut transformer par la méthode de modulation une longueur d'onde en une autre plus grande qui constituera la fréquence intermédiaire à amplifier. Considérant l'emploi de la lampe bigrille, il différencie son fonctionnement comme modulatrice du fonctionnement des montages superhétérodynes; au cours de son étude, il mentionne les travaux de Barthélemy et Bedeau sur le même sujet. — F. P.

621.396.663 : 629.135.2. — Radiogoniométrie et aviation; J. VIVIÉ. *Q. S. T. français et Radioélectricité réunis*, mai 1927, t. III, p. 77-84, 3 600 mots, 19 fig. — La radiogoniométrie est appelée à jouer un grand rôle en aviation : il est, en effet, difficile à un avion de naviguer au compas au-dessus de la mer, la dérive occasionnant de trop grandes erreurs. La distance que pourra franchir l'avion sera plus grande s'il peut suivre la route loxodromique, c'est-à-dire la ligne la plus courte reliant un point à un autre sur le globe terrestre. L'auteur décrit successivement les installations du « Plus Ultra » et du « Bréguet XIX A_2 »; le premier a effectué la traversée de l'Océan atlantique par le Cap Vert, le second a effectué le voyage radiogoniométrique de Paris à Rabat. Le récepteur de ce dernier appareil était un superhétérodyne à 7 lampes placé assez loin des magnétos du moteur et protégé, d'autre part, de l'action pertubatrice des étincelles par la paroi pare-feu en aluminium située entre le moteur et le pilote. — G. M.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

621.373.00.31. — L'hydrogène électrolytique et l'azote fixé à bon marché; Fairley-G. CLARK. *Chem. and Metall. Eng.*, mai 1927, t. XXXIV, p. 308-309, 1 800 mots. — Dans cette communication, l'auteur considérant que le problème de la préparation peu coûteuse de l'hydrogène pour la synthèse de l'ammoniaque réside dans la question de l'oxygène, prétend démontrer au point de vue économique qu'il est possible d'obtenir de l'oxygène pur à moins de 8 dollars par tonne, à condition que le prix de l'énergie électrique n'excède

pas 20 dollars par cheval-an. Il prétend aussi que les emplois de l'oxygène se développent d'autant plus que son prix de revient est plus bas et qu'en particulier à partir de 12 dollars par tonne son utilisation dans divers procédés chimiques ou dans certains fours métallurgiques pour enrichir l'air et obtenir des températures plus élevées conduit à des économies. — J. S.

MATIÈRES PREMIÈRES

620.121.4-7 : 669.342. — Influence du traitement thermique sur la densité du laiton; *E. T. Z.*, 2 décembre 1926, t. XLVII, p. 1 424, 900 mots. — On sait que la densité exacte des métaux est très difficile à déterminer à cause de leur porosité et une erreur d'au moins 5 pour 1000 est souvent commise. Les auteurs ont établi que la densité des alliages de cuivre et de zinc, dont la teneur en cuivre est comprise entre 100 et 71 pour 100, varie proportionnellement à cette teneur et reste indépendante du traitement thermique ou mécanique subi. Ces alliages se composent de cristaux α qui ne subissent aucune modification au cours du refroidissement. Pour ceux dont la teneur en cuivre varie de 70 à 57 pour 100, les cristaux β apparaissent à côté des cristaux α et la densité présente de notables variations suivant le traitement. Ces variations cessent avec l'alliage à 52 pour 100 qui ne contient plus que des cristaux β et on les explique par les actions réciproques des deux sortes de cristaux quand elles coexistent. Ainsi, pour un alliage à 65,2 pour 100 de cuivre, la densité du métal fondu est de 8,457 et celle du même métal recuit à 500°C est de 8,400. Ces variations ne peuvent s'expliquer que par celles de la porosité d'ordre moléculaire qu'il est impossible de mesurer. Au point de vue technique, il est curieux de constater qu'un alliage peut être rendu ou non compact par un traitement thermique. — B. H.

621.315.61. — Aperçus sur la bakélite et ses applications; D. TEXIER. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, novembre 1926, t. VIII, p. 1071-1093, 11 000 mots. — Les résines synthétiques sont des produits susceptibles de remplacer dans l'usage les résines naturelles ; toutefois elles n'ont pas, comme ces dernières, de point de fusion défini et ont des solubilités variables. On peut les classer en trois groupes : résines de coumarone ou d'indène, résines obtenues par condensation du phénol ou des crésols sur la formaldéhyde et résines diverses. Les premières études sur la bakélite furent faites par Bayer en 1872. Des chimistes français Fayolle, Delaire et Trillat étudièrent la question et réalisèrent vers 1900 la fabrication de diverses résines. En 1908, le Docteur Baekeland classa les produits et imagina les procédés permettant leur utilisation. La bakélite est fabriquée par la réaction du phénol sur la formaldéhyde à 40 pour 100 avec une solution de soude comme catalyseur. La condensation des produits obtenus a lieu dans le vide et leur déshydratation est obtenue par chauffage. Le produit liquide est ensuite solidifié dans des moules. Suivant le stade de condensation, le produit se présente sous trois formes A, B, C ; ce dernier état est le produit définitif solide, insoluble dans tous les dissolvants, infusible, résistant à une température de 300°C et non plastique, même à chaud. Sa rigidité diélectrique a pour valeur 20000 v:mm et sa densité est de 1,28. La bakélite à l'état A entre dans la composition des vernis isolants et des poudres à mouler dont les matières de charge sont l'amiante, la farine de bois ou la poudre de papier. Ces deux premières poudres sont employées respectivement dans des buts chimiques et électriques. La bakélite à l'état C est utilisée dans les industries de luxe mélangée à des substances colorantes, elle imite l'écaille ou l'ivoire. Les vernis à la bakélite servent à l'imprégnation des tissus, papiers ou cartons isolants utilisés dans la confection des tubes isolants, bornes, etc., pour constituer des revêtements susceptibles d'acquérir un beau poli et remplaçant l'émail, comme peinture et enfin comme substance d'imprégnation des bobinages. Ce dernier procédé, dit l'auteur, permet de tolérer des surélévations très élevées de température et par conséquent d'augmenter la puissance massique des machines électriques pourvues de tels bobinages. L'auteur s'étend sur d'autres applications de la bakélite relativement aux industries textiles, à la soudure, à l'imperméabilisation des pièces métalliques et à l'imprégnation des bois. — L. V.

621.315.61 : 620.124.1. — Notes et observations sur l'essai des papiers isolants; A.-R. MATTHIS. *Bulletin de la Société belge des Electriciens*, août et septembre 1926, t. XL, p. 205-216 et 283-248 et février 1927, t. XLI, p. 46-54, 8 500 mots, 4 fig., 23 tabl. — L'essai de traction appliqué aux papiers isolants est particulièrement intéressant dans le cas où ce papier est employé sous forme de bandes pour l'enrubannage de conducteurs. La résistance à la traction d'un papier s'exprime généralement par la longueur d'une bande de papier de largeur déterminée qui, suspendue par un bout, se casserait à ce bout sous l'effet de son propre poids. Il est d'ailleurs facile de passer de ce chiffre à celui de l'effort total de rupture connaissant soit le poids du papier au mètre carré, soit la longueur et le poids de la bande soumise à l'essai. L'auteur donne dans l'article, sous forme de tableaux, des longueurs de rupture ou des efforts de rupture pour des papiers d'épaisseurs variables et de différents poids rapportés au mètre carré. Certains cahiers des charges spécifient l'effort de rupture non pas pour une bande de longueur et de largeur données, mais en kilogramme par millimètre carré de section. L'auteur montre par un exemple qu'il n'y a pas une correspondance uniforme entre ce chiffre et celui de la longueur de rupture et qu'un papier peut satisfaire aux conditions voulues quant à la longueur de rupture et non plus quant à l'effort de rupture. L'auteur traite ensuite de la pratique des essais de traction et indique toutes les précautions à prendre dans ces essais et dans la préparation des bandes devant servir d'éprouvettes. Il traite des moyens de reconnaître sur un petit échantillon de papier le sens de la longueur de la machine à papier, la résistance n'étant pas la même suivant que la bande est prise dans ce sens ou perpendiculairement à ce sens. Il montre ensuite l'influence de la longueur de la bande essayée. La bande modèle normalement employée est une bande de 180 mm de longueur et 15 mm de largeur. A l'examen de résultats d'essais donnés dans deux tableaux on peut constater que la résistance à la traction varie inversement à la longueur. Enfin la vitesse à laquelle on procède à la traction de la bande a, elle aussi, une influence très marquée sur le résultat, les résistances à la traction obtenues dans les essais variant comme la vitesse de traction. La vitesse normalement adoptée par l'auteur correspond à un allongement de la distance entre mâchoires de 90 mm par minute. Il examine ensuite l'influence du degré hygrométrique de l'air ambiant et par suite de la teneur en humidité du papier sur la résistance à la traction. Le degré hygrométrique normal adopté est celui de 65 pour 100. Enfin la chaleur, elle aussi, a une influence marquée sur la résistance à la traction des papiers. Elle a en général un effet destructeur dont l'amplitude dépend de la durée et de la température d'exposition. Au début du chauffage, par suite du séchage produit, la résistance à la traction augmente, tandis que l'allongement à la rupture diminue. Si on continue le chauffage, la résistance à la traction, après avoir atteint un maximum, diminue et le papier, pour un chauffage très prolongé, peut finir par devenir pulvérulent. L'effet de la chaleur varie d'ailleurs suivant la composition du papier : nature de la pâte et des fibres. — J. S.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant* : J. BLONDIN.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.43 : 725.39 : 669.812.2. — Protection des réservoirs à pétrole contre la foudre. *J. A. I. E. E.*, février 1927, t. XLVI, p. 179-180, 2700 mots. Compte rendu d'une discussion à la réunion de Salt Lake City du 8 septembre 1926 d'un mémoire de M. Peek Jr. publié dans le numéro de décembre 1926, p. 1246 du *J. A. I. E. E.* et résumé dans *R. G. E.*, 9 juillet 1927, t. XXII, p. 74-76. — M. Slepian, tout en admettant que les essais sur modèles reproduisent correctement, toutes proportions gardées, les phénomènes d'ordre électrostatique qui prennent naissance au cours de la période qui précède la décharge, exprime l'opinion qu'il n'en est plus de même lorsque cette dernière vient à se produire; la décharge dépend, en effet, des distances moléculaires et celles-ci restent inchangées, tandis qu'on réduit les dimensions des autres éléments; la question se pose donc de savoir si les résultats obtenus demeurent à peu près invariables lorsqu'on opère, pour des expériences successives, avec des échelles de réduction différentes. L'auteur répond affirmativement. — M. Sorensen rend compte d'essais entrepris à Pasadena (Californie), sur les lignes générales adoptées par M. Peek, mais dont les résultats sont en désaccord avec ceux annoncés dans le mémoire. Sur la base des données ainsi recueillies on a été conduit à conclure que la protection dans le cercle de rayon égal à quatre fois la hauteur du paratonnerre est non pas complète, mais seulement de l'ordre de 43 pour 100. On a trouvé que cette protection, dans le cas de trois paratonnerres symétriquement répartis autour du réservoir, n'était que très imparfaitement assurée contre les décharges issues de points situés sur la verticale du centre du cercle inscrit correspondant et que des dispositifs du même genre à quatre et même six paratonnerres n'offraient pas non plus des garanties de sécurité absolues. Sans prétendre, en l'absence d'informations plus précises, élucider d'une façon péremptoire le désaccord signalé par le contradicteur, l'auteur estime qu'il s'explique très probablement par l'emploi, dans les essais cités, d'intervalles d'éclatement relativement faibles donnant des décharges oscillatoires assez différentes, comme effets, de celles fortement amorties caractérisant un coup de foudre ou des étincelles de grande longueur. — M. Howard décrit un procédé employé par lui pour protéger des sections de câble téléphonique aérien contre les décharges inductives provoquées par la foudre et qui, jusqu'ici, lui a donné satisfaction. Les poteaux sont munis, de dix en dix, d'un fil de terre relié au câble porteur et à la gaine du câble téléphonique et prolongé par une projection en pointe faisant saillie de 15 cm environ au-dessus de l'appui correspondant. Sollicité de donner son avis sur la valeur du dispositif, M. Peek fait observer que les forêts de pins représentent un système de déchargeurs basé sur le même principe et certainement plus parfait; ce qui n'empêche pas les arbres de telles forêts d'être fréquemment frappés par la foudre. Pour conclure, l'auteur, après avoir donné quelques précisions sur des essais récents effectués avec du courant continu à la tension de 350 kv, remarque que « les rapports de protection » indiqués par lui dans son mémoire sont des valeurs extrêmes correspondant aux limites de la zone protégée; dans la pratique il conviendra d'adopter des chiffres modifiés en tenant compte d'un certain facteur de sécurité. Mais, même avec cette réserve, il semble qu'on ne puisse, en appliquant la plupart des dispositifs de protection vraiment réalisables du point de vue économique, espérer davantage que réduire dans une proportion très importante, heureusement, les risques occasionnés par la foudre. — L. D.

537.5... — La distribution des vitesses des électrons émanant de petits orifices; R.-H. DALTON et W.-P. BAXTER. *Phys. Rev.*, février 1927, t. XXIX, p. 248-251, 1200 mots, 2 fig. — Les auteurs mesurent la distribution des vitesses d'un faisceau d'électrons de 50 v émanant d'un trou de 0,022 cm de diamètre pratiqué dans une lame de cuivre de 0,02 cm d'épaisseur. On trouve que 70 pour 100 des électrons conservent approximativement leur vitesse initiale. En enduisant les bords du trou de noir de fumée, 95 pour 100 des électrons sont transmis sans perte appréciable d'énergie. On a obtenu des résultats similaires avec de la toile de cuivre. — L. B.

537.5... — Quelques expériences exécutées avec des rayons cathodiques de grande vitesse passant à l'extérieur du tube générateur; W. COOLIDGE et C.-N. MOORE. *Journal of the Franklin Institute*, décembre 1926, t. CCII, p. 722-735, 4000 mots, 10 fig. — On décrit dans ce travail quelques expériences exécutées au moyen du tube à fenêtre de nickel établi par W.-D. Coolidge. On a étudié notamment les scintillations qui se produisent dans la calcite soumise à l'action des rayons cathodiques, les actions chimiques de ces rayons, leur action sur les bactéries, sur les insectes, sur les tissus animaux ou végétaux. — L. B.

538.53 : 621.396.621. — La résistance aux fréquences de 150000 à 6000000 périodes par seconde de bobines à une seule couche de conducteurs de nature et de dimensions différentes; E.-L. HALL. *Technologic Papers of the Bureau of Standards*, 27 octobre 1926, n° 330, p. 109-119, 2700 mots, 7 fig., 3 tabl. — Des mesures ont été effectuées sur des

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : France, 1,50 fr; étranger, 3,50 fr.

“L’Aluminium Français„

Société anonyme au Capital de 15000000 Francs

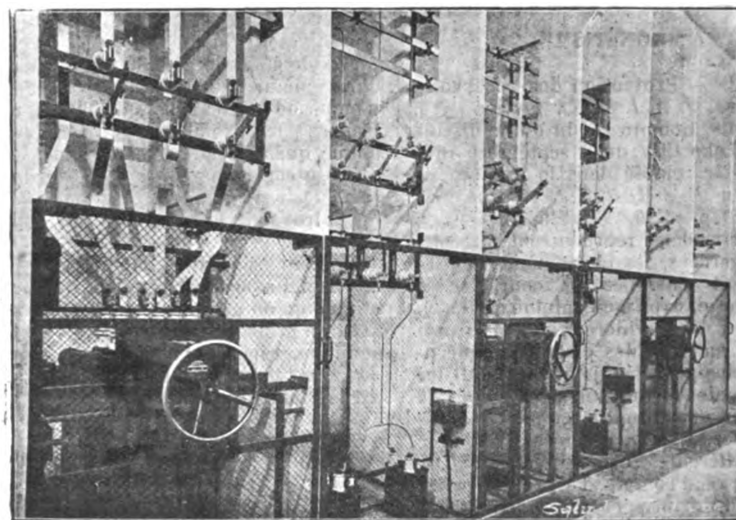
Siège social : 23 bis, Rue de Balzac, PARIS (8e)

Adresse Télégraphique — **Téléphone : CARNOT 54-72 à 77 inclus**

ALUMIFRANC (T.T.)-PARIS — **Inter : CARNOT 95 et 96**

(Cliché Revue de l’Aluminium)

Barres omnibus méplates ou tubulaires



Basse, moyenne et haute tension

Cellule 6600 V avec barres en aluminium

BARRES DE TABLEAU
FILS ET CABLES

en ALUMINIUM, ALUMINIUM-ACIER et

Densité	= 2.7	**ALMELEC**	*Résistivité à 0° écroui* = 2.98 μΩ/cm
Tenacité	= 35 kg/mm²	**A HAUTE RÉSISTANCE MÉCANIQUE**	*Résistivité à 0° recuit* = 2.70 μΩ cm
Allongement	= 6 %		*Coef. de température* α = 0.0038
Module élast.	= 6.450		*Conductivité* % = 54 (cuivre 100)
Coef. dilatat.	= 0.000023		

LIGNES DE TRANSMISSION D’ÉNERGIE

RÉSEAUX RURAUX

LIGNES TÉLÉPHONIQUES

RENSEIGNEMENTS ~~~ ÉTUDES ~~~ DEVIS

bobines à une seule couche constituées par des conducteurs de nature et de dimensions différentes, à des fréquences variant de 150000 à 6000000 périodes par seconde, dans le but de déterminer le conducteur le plus convenable, c'est-à-dire ayant la plus faible résistance en haute fréquence, pour constituer les bobines d'un fréquencemètre étalon. Les conducteurs essayés ont été des fils de cuivre nu, des câbles de fils nus, des câbles de fils isolés du tube de cuivre et du ruban d'aluminium. Les bobines étaient enroulées sur un mandrin cylindrique isolant, rainuré de façon que les différents bobinages réalisés aient à peu près la même inductance et comprennent la même longueur de conducteur. Les mesures ont été faites par la méthode de la variation de la résistance. Les résultats donnés sous forme de courbes et de tableaux montrent qu'entre 150000 et 1500000 p : s, il y a avantage à employer du câble de fils isolés à un grand nombre de conducteurs. Au delà, l'avantage est au conducteur unique en cuivre de grande section ou, mieux encore, à un tube de cuivre de 5,25 mm de diamètre extérieur et de 5,26 mm² de section utile. On a également étudié l'influence de fils cassés dans un bobinage en câble toronné. On a constaté que la diminution du nombre des fils réduit le rapport de la résistance en haute fréquence à la résistance en courant continu du câble envisagé. — J. S.

SCIENCES DIVERSES

532.5 + 533.7. — Initiation aux progrès récents de la mécanique des fluides. Leur relation avec l'électrodynamique: G. Darrieus. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, septembre-octobre 1926, t. LXXIX, p. 953-1013, 23000 mots, 39 fig. — L'auteur expose d'abord la relation de similitude d'Osborne Reynolds qui exprime la condition de l'existence simultanée de la similitude géométrique de deux systèmes et de leur similitude dynamique. Il examine ensuite les différents régimes d'écoulement correspondant aux valeurs croissantes du « nombre de Reynolds », régimes caractérisés par la prédominance dans un cas de la viscosité et dans un autre, par celle de la viscosité et de l'inertie. La relation de Reynolds est établie en supposant la compressibilité négligeable; l'auteur montre comment on peut obtenir une condition de similitude dans le cas où il n'en est plus ainsi. Dans un second chapitre, il envisage le cas des fluides parfaits, c'est-à-dire de ceux où on suppose la viscosité négligeable dans ses effets par rapport à ceux dus aux forces de pression et d'inertie. Dans l'étude des caractères généraux du mouvement, il montre que la détermination des formes d'écoulement autour d'un profil d'aile a pu être remplacée par l'exploration du champ électrique dans un électrolyte baignant un conducteur cylindrique de même profil ou dans une plaque mince aboutissant à une électrode de section semblable à ce profil. Il examine ensuite les mouvements cycliques et tourbillonnaires. L'application des notions tirées de cette étude aux turbomachines, puis la cause de la circulation autour des aubes et des profils fuselés et, à ce propos, le paradoxe de d'Alembert. Il montre quelques analogies électrodynamiques des phénomènes étudiés. C'est ainsi que l'on peut rapprocher la force magnétomotrice le long d'un circuit qui résulte du passage de courants à travers ce circuit de la circulation le long d'un contour qui est liée par le théorème de Stokes au passage à travers ce contour de noyaux, tubes ou filets-tourbillons. Il y a de même une analogie entre les forces exercées dans les deux systèmes, mais avec un changement de signe de l'un à l'autre. Dans le dernier chapitre, l'auteur traite de la théorie de l'aile portante de Lanchester et Prandtl. — J. S.

535.1. — Principaux points de divergence entre la théorie électromagnétique de la lumière et la théorie des quanta appliquée à la lumière; F.-A. Lindemann. *Proceedings of the optical Convention 1926*, t. 1, p. 17-23, 4000 mots. — L'article situe les positions des deux théories en présence : la théorie ondulatoire et la théorie d'émission. Il fait ressortir les difficultés rencontrées dans chacune d'elles, leurs points de désaccord et les contradictions qu'elles présentent avec la réalité. Mais l'auteur estime qu'il est impossible dans l'état actuel de nos connaissances d'adopter l'une des deux solutions plutôt que l'autre. — S. S.

535.215. — L'utilisation des ampoules photoélectriques remplies de gaz; N.-R. Campbell. *Phil. Mag.*, mai 1927, t. III (7ᵉ série), p. 1041-1051, 4000 mots, 4 fig. — L'article expose les quatre méthodes les plus courantes d'utilisation de ces ampoules. La première, applicable avec les éléments sensibles plans, consiste à imprimer à l'ampoule, outre l'éclairement à déceler et à mesurer, un éclairement permanent, de façon que soit utilisée la région de sensibilité maximum de sa caractéristique. La deuxième, adoptée avec les éléments sphériques, consiste à substituer un amplificateur thermoionique à la résistance prévue habituellement. L'amélioration obtenue est particulièrement considérable si on opère dans une région instable de la caractéristique. Les deux autres méthodes utilisent les variations de la fréquence qui se produisent dans la région instable de cette courbe, quand l'éclairement varie. La troisième, qui permet de déceler une bougie décimale à un kilomètre, exige des éléments sphériques et utilise la région correspondant à la fin de la décharge instable de Townsend. La dernière s'applique aux éléments plats et utilise au contraire la région où le phénomène commence à être stable. — C.-R. M.

535.241. — Lampes étalons secondaires à incandescence en atmosphère gazeuse : B.-P. Dudding et G.-T. Winch. *Proceedings of the optical Convention 1926*, t. 1, p. 275-276, 1000 mots, 3 fig. — Les auteurs font un court exposé de l'évolution dans la fabrication de lampes électriques utilisées comme étalons secondaires; ils indiquent les conditions à remplir, qui sont : filament plan pour faciliter la mesure de la distance du filament à l'écran photométrique; constance des contacts nécessaire pour que les caractéristiques électriques de la lampe ne varient pas d'un jour à l'autre; ampoule sans défauts qui donneraient des inégalités d'éclairement sur l'écran photométrique. — Ils décrivent ensuite deux types de lampes, correspondant à des dispositions différentes du filament en atmosphère gazeuse ; ce genre de lampes, qui n'a pu être réalisé que tout récemment, a montré aux essais une grande constance de ses caractéristiques électriques et photométriques. La température du filament atteint 2500° Kelvin, alors qu'on n'avait pu arriver qu'à 2400° Kelvin avec les lampes à filament dans le vide; leur durée utile est d'environ 100 heures, avec une intensité lumineuse constante dans la limite des erreurs de mesure. — S. S.

535.241. — Notes sur les lampes électriques à incandescence employées comme étalons secondaires dans les laboratoires de photométrie, et sur la conservation de l'unité d'intensité lumineuse au moyen de telles lampes; W. Barnett. *Proceedings of the optical Convention 1926*, t. 1, p. 277-288, 5600 mots, 5 fig. — L'auteur de cette communication indique d'abord que des lampes de bonne fabrication, destinées à l'éclairage, ne sont pas en général utilisables pour des mesures photométriques, car elles présentent des intensités lumineuses différentes de 2 à 3 pour 100, alors que la photométrie peut avoir à comparer des valeurs différentes de moins de 1 pour 100. Après avoir mentionné la nécessité de lampes spécialement établies pour la photométrie, il passe en revue les différents types réalisés : *a*) à filament de carbone en forme de boucle plane, simple ou double ; *b*) à filament de tungstène dans le vide consommant 30 w ou 75 w sous 100 v ; puis il mentionne leurs conditions d'emploi. Il passe ensuite au compte rendu des mesures effectuées sur des séries de lampes à filament de tungstène dans le vide, de type défini par une consommation de 1,5 w par bougie : ces essais effectués au National physical Laboratory ont mis en évidence une diminution d'intensité lumi-

neuse de moins de 1,7 pour 100 après 100 heures de fonctionnement, ce qui correspond à 10 années de service. Des essais analogues poursuivis sur des lampes récentes de même genre, mais à haut rendement, ont montré une variation de moins de 0,5 pour 100 dans les 100 dernières heures d'un essai de 130 heures. Des comparaisons internationales furent entreprises en 1906 et 1908 sur des lampes à filament de carbone définies par une consommation de 4 w par bougie, pour aboutir en 1909 à la fixation de l'unité internationale d'intensité lumineuse d'accord entre les laboratoires officiels anglais, américains, français et allemands. Des comparaisons du même genre avec des lampes à plus haut rendement (filament métallique dans le vide) furent poursuivies en 1912-1913, puis 1924-1926 ; ces étalons secondaires préparés par le National physical Laboratory servirent aux mesures faites par le Bureau of Standards, le Laboratoire central d'Electricité et le Reichsanstalt. Les résultats en sont résumés sous forme de tableau. L'auteur mentionne enfin les lampes à filament de tungstène en atmosphère gazeuse, qui lui semblent intéressantes, mais auxquelles il reproche une régularité moindre que celle des lampes à vide. Une courte discussion sur les lampes à atmosphère gazeuse a suivi cette communication. — F. P.

51:535.733.1. — Application des mathématiques à la vision des couleurs ; valeurs élémentaires et leur emploi ; W. Peddie. *Proceedings of the optical Convention 1926*, t. 1, p. 225-237, 7 500 mots, 3 fig. — Comme Helmholtz le fit remarquer, il n'y a que trois variables indépendantes, dont les variations peuvent faire apparaître différentes, à nos yeux, deux lumières identiques. Ce sont : l'intensité lumineuse ou l'éclat, la couleur et la pureté de cette couleur. La première partie de la communication est relative aux lois qui régissent l'intensité et la composition des couleurs, ainsi qu'aux « valeurs élémentaires » qui sont les valeurs limites de perceptibilité. Ces valeurs tiennent compte de toute variation dans la sensation causée par un agent extérieur donné, ce qui amène à considérer la « valeur de la sensation due à tel agent extérieur », c'est-à-dire la faculté plus ou moins grande qu'a cet agent de produire la sensation. Dans la seconde partie de la communication est discutée la relation qui donne les valeurs élémentaires en fonction de l'agent extérieur. Puis cette relation est généralisée pour tenir compte des réactions mutuelles et de l'influence des lumières auxquelles l'œil a été préalablement exposé. Cette théorie fournit une explication du phénomène particulier, étudié en détail par le professeur Frank Allen et ses collaborateurs, concernant l'influence d'une fatigue préalable de l'œil, et de la nature de cette fatigue sur la visibilité du spectre des couleurs. Une assez longue discussion de M. J. Guild sur les conceptions de l'auteur a suivi cette communication. — S. S.

USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.31 (71.6). — L'énergie électrique dans l'Empire britannique. XIII. La production de l'énergie électrique dans la province de la Nouvelle-Ecosse ; W.-F. Mc Knight. *World Power*, mai 1927, t. VII, p. 224-232, 7 700 mots, 1 carte. — La Nouvelle-Ecosse n'est pas aussi richement dotée que les autres parties du Canada au point de vue de l'énergie hydraulique disponible ; cependant les premiers réseaux de distribution empruntaient l'énergie aux chutes d'eau et à quelques usines thermiques. La découverte de bassins houillers de grande importance permit une extension rapide et économique des réseaux de distribution. L'auteur décrit les caractères physiques de la Nouvelle-Ecosse ; il donne un aperçu rapide de la législation des chutes d'eau et montre que la puissance disponible est d'environ 300 000 ch. L'organisation de l'exploitation de cette puissance hydraulique est entre les mains d'une commission spéciale qui détermine les prix de revient et de vente du courant. Cette commission dispose actuellement d'une puissance d'environ 25 000 ch. L'extraction du charbon est très importante ; elle atteint 6 000 000 tonnes par an environ ; un assez grand nombre d'usines génératrices appartiennent aux mines qui utilisent la plus grande partie de la puissance. Des carrières de gypse, des mines d'or, les industries de la pâte à papier et de la pêche utilisent l'excédent. La puissance installée actuelle atteint 75 000 kv-A, dont 50 000 kv-A sont produits dans des usines thermiques à vapeur. — E. B.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.344 : 621.72. — Transporteur hydroélectrique pour poche de fonderie. *Engineering*, 8 avril 1927, t. CXXIII, p. 412-414, 1 800 mots, 18 fig. — Cet appareil construit par les Ateliers de Constructions électriques de Charleroi constitue une sorte de grue roulante, à pivot, comportant cinq mouvements principaux : la translation sur les rails de roulement à niveau, l'orientation de la flèche (disposée horizontalement), la translation de la poche sur la flèche, l'inclinaison de la poche pour la coulée et enfin, le relèvement vertical de la flèche supportant la poche. Tous ces mouvements sont actionnés par des moteurs électriques, sauf le dernier qui est hydraulique, le pivot formant piston d'une presse hydraulique dont le cylindre mobile supporte l'ensemble de la cabine et de la flèche. Le courant continu est capté sur deux conducteurs installés dans un caniveau dans l'axe de la voie de roulement ; il est introduit dans la cabine à l'aide d'anneaux mobiles et de frotteurs. Dans l'article est décrit l'ensemble des connexions ; une planche montre clairement les dispositions mécaniques et les détails de la charpente de l'appareil. — E. B.

TRACTION ET LOCOMOTION

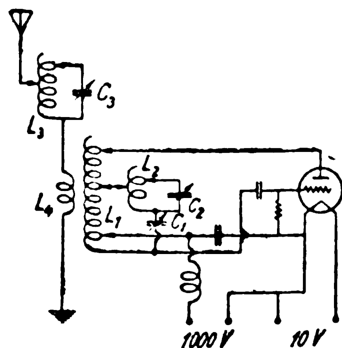
621.335 (73). — La voiture de tramways entièrement en aluminium du Cleveland Railway. *E. R. J.*, 9 avril 1927, t. LXIX, p. 655-658, 1 600 mots, 12 fig., 1 tabl. — Le Cleveland Railway a construit pour le meeting annuel de l'American electric Railway Association une voiture de tramways entièrement en aluminium sur laquelle, après quatre mois de services déjà, on n'a constaté aucune faiblesse de la partie mécanique. Cette voiture a été établie suivant les plans d'une voiture ordinaire en acier ; seules les sections des panneaux latéraux, des traverses de caisse et des longerons du châssis ont été augmentées. Les parties qui ne sont pas en aluminium sont les portes et fenêtres, les cornières de la ceinture de caisse, les essieux montés, les ressorts, les engrenages, les boîtes à graisse, les réservoirs d'air comprimé, les grilles de résistance, la base de trolley, la carcasse des moteurs électriques et le corps du compresseur d'air. Par contre, toutes les canalisations d'air, la timonerie de frein, les cylindres de frein sont en aluminium. Le temps manquant pour la mise au point du rivetage, on a utilisé des rivets en acier. L'emploi de l'aluminium a permis de réduire de 20 t à 13,8 t le poids de la voiture. Par contre le prix des matériaux serait à peu près doublé ; mais il faut tenir compte de ce que l'aluminium a une valeur beaucoup plus grande que le fer comme vieux métal. — J. S.

621.335 (73). — Les récentes locomotives électriques ou pétroléoélectriques aux Etats-Unis. *The Tramway and Railway World*, 12 mai 1927, t. LXI, p. 233-237, 3 700 mots, 8 fig. — Cet article donne une description rapide des nouvelles locomotives électriques Westinghouse destinées au Great Northern Railway et des automotrices pétroléoélectriques de Detroit, Toledo and Ironton Railroad. Les locomotives électriques sont du type 1-D-1, et pèsent 350 tonnes environ en ordre de marche, dont 280 tonnes de poids adhérent. Elles sont alimentées en courant monophasé 25 p : s. 11 000 v. transformé sur la locomotive même par un transformateur et un groupe moteur synchrone et génératrice à courant continu, 600 v. Ce groupe comprend en plus en bout d'arbre deux petites génératrices à courant continu, l'une pour l'excitation des moteurs de traction dans la marche en

récupération, l'autre, de 75 kw, fournissant sous 125 v le courant d'excitation des diverses machines et assurant l'alimentation de certains circuits auxiliaires. Les moteurs de traction sont à suspension par le nez et à ventilation forcée. La commande se fait par système électropneumatique Westinghouse, l'accélération étant obtenue par des variations de l'excitation de la génératrice et des moteurs de traction. Les automotrices pétroléoélectriques sont à deux boggies dont un seul est moteur. Elles pèsent environ 66 tonnes et comprennent une cabine de conduite, un compartiment postal, un compartiment à bagages, un compartiment de fumeurs à six places assises et un compartiment de non-fumeurs de trente-quatre places assises. Les groupes électrogènes, de 150 ch chacun, sont suspendus sous la caisse, un de chaque côté et en arrière du boggie moteur. Les deux groupes tournent en sens inverse l'un de l'autre pour que soient réduites les vibrations de la caisse. Les moteurs à explosion tournent à 1 700 t : mn environ. Ils sont à graissage par circulation d'huile sous pression, à refroidissement par l'eau. Les génératrices sont à excitation shunt avec un enroulement supplémentaire à excitation séparée pour un amorçage rapide. Elles donnent 750 v à 1 700 t : mn et 600 v à 1 400 t : mn. Les deux moteurs de traction peuvent être alimentés ensemble ou séparément par l'un ou l'autre des groupes convertisseurs. Une batterie d'accumulateurs fournit sous 32 v le courant pour le démarrage des moteurs et l'éclairage. Une autre batterie fournit sous 12 v le courant pour l'allumage des moteurs à explosion. Le système de commande est pneumatique. Le réglage de la vitesse se fait par la variation de la tension des génératrices assurée en agissant soit sur leur excitation, soit sur la vitesse des moteurs à pétrole. L'arrivée des gaz à ces deux moteurs est commandée simultanément par une même soupape dans le poste de conduite. — J. S.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.396.615. — La transmission simultanée d'une onde fondamentale et d'un de ses harmoniques par un générateur d'ondes électronique. *E. u. M.*, 1er mai 1927, t. XLV, p. 55-56, 450 mots, 1 fig., extrait du *Proceedings of Radio Engineers*, janvier 1927. — Le problème de l'émission simultanée de plusieurs longueurs d'ondes, intéressant surtout pour la radiodiffusion, a été résolu jusqu'à présent par l'emploi d'un tube pour chaque longueur d'onde. On peut n'employer qu'un tube pour deux ondes différentes, quand l'une d'elles est un des harmoniques de l'autre. Le montage employé par H.-J. Walls dans ce but est représenté sur la figure 1. Il comporte deux circuits oscillants L_1C_1 et



621.396.615. Fig. 1. — Schéma de montage pour transmission simultanée d'une onde et d'un de ses harmoniques.

L_2C_2 montés en série. L'antenne comporte également un circuit oscillant auxiliaire. Les circuits L_2C_2 et L_3C_3 sont accordés sur l'harmonique supérieur, et les intensités relatives des deux émissions se règlent par couplage entre L_1 et L_2. A partir d'une onde fondamentale de 500 m, on obtient de bons résultats jusqu'à l'harmonique du dixième ordre. Le fonctionnement s'explique par une réaction de L_2C_2 sur la grille. Le système est applicable à l'étalonnage des ondemètres. — C.-R. M.

621.396 62. — L'alimentation des postes de réception de téléphonie sans fil par les réseaux de distribution; P.-R. Coursey et H. Andrews. *The Electrician*, 29 avril 1927, t. XCVIII, p. 466, 1 200 mots. — Les postes de réception qui emploient les lampes à plusieurs électrodes utilisent différentes sources de courant : 1° pour le chauffage du filament; 2° pour le circuit de plaque; 3° pour la polarisation du circuit de grille. La première source est à basse tension, de 4 à 6 v et doit fournir un courant qui atteint rarement 2 A; la deuxième est à tension assez élevée variant entre 40 et 150 v et doit débiter quelques milliampères; la troisième est à tension réduite, 4 à 10 v, et doit fournir un courant très faible. En général, les sources sont des accumulateurs et des piles; l'entretien de ces éléments est assez délicat et dispendieux et depuis longtemps on a songé à leur substituer le courant des réseaux de distribution, courant continu ou alternatif; dans ce dernier cas il faut installer un redresseur. Le courant continu industriel est encore trop irrégulier pour être employé directement dans le circuit de plaque et il faut installer un filtre composé de bobines de self-inductance et de condensateurs; les auteurs donnent un certain nombre de modèles de réalisation pratique; la subdivision de la tension pour les besoins du poste est obtenue à l'aide de potentiomètres dont les résistances peuvent varier entre 10 000 et 100 000 ohms. Les auteurs ne reprennent pas la description du fonctionnement du filtre; ils examinent seulement les conditions pratiques d'établissement telles que : 1° la résistance des enroulements et son effet sur la régularité du fonctionnement; 2° les fréquences de résonance du filtre et leur effet sur le bruit de fond du poste; 3° l'impédance du filtre aux fréquences audibles. Ils discutent les causes de déformation des principaux systèmes de filtres au moyen de diagrammes convenables et indiquent que les résultats sont d'autant meilleurs que les valeurs des inductances et des capacités sont plus grandes; mais l'inductance ne doit pas être augmentée au delà d'une certaine limite afin que ne soit pas trop réduite la puissance disponible. La fréquence de résonance doit être relativement basse; sur les réseaux à courant alternatif, elle doit être inférieure à 50 p : s. A plus haute fréquence, le filtre diminue notablement la puissance. L'ondulation sur le circuit de plaque ne doit pas dépasser 0,1 v; cependant certains filtres donnent une ondulation voisine de 1 v et elle est ainsi beaucoup trop importante. Les auteurs traitent de différentes méthodes de mesure de la puissance et donnent un jeu de courbes relatives à divers types de filtres, ainsi qu'un certain nombre de schémas pour la polarisation du circuit de grille. Ils signalent que de nouvelles lampes ont été créées spécialement pour la conversion de courant alternatif en courant continu; leur résistance interne est relativement faible et leur débit atteint 100 milliampères. Sur un réseau à courant continu, l'alimentation du filament est relativement simple bien que peu économique, la plus grande partie de la tension devant être absorbée par une résistance. Les redresseurs sont de types divers; ils doivent fournir en général un courant voisin de 1 A; les auteurs donnent quelques conseils pour l'emploi des divers types proposés; les circuits de réception étant ainsi reliés au réseau, il peut en résulter quelques inconvénients et dangers; on en évitera la plus grande partie en intercalant un condensateur convenable entre l'appareil récepteur et la terre. — E. B.

621.396.5.62. — Facteurs régissant l'intensité de réception en radiotéléphonie; W.-H.-F. Griffiths. *The Wireless World and Radio Review*, 20 avril 1927, t. XX, p. 497-500, 3 700 mots, 5 fig. — Dans la réception radiotéléphonique, l'intensité réelle du signal, telle qu'elle est perçue à l'oreille, ne dépend pas seulement de l'énergie mise en jeu en haute fréquence, mais aussi de l'importance de la modu-

lation. En fait, les variations du rapport de modulation (ou variations de fréquence acoustique) de l'émetteur peuvent produire de plus grandes variations d'intensité réelle du signal que celles causées par les variations de la haute fréquence. Mais il est possible de contrôler ce rapport de modulation pendant les transmissions; si l'on suppose donc que ce rapport est maintenu à une valeur constante moyenne, l'intensité réelle du signal (ou audibilité) dépendra seulement de l'amplitude de l'onde porteuse à haute fréquence et cette dernière pourra être mesurée à la station réceptrice, quel que soit le rapport de modulation, sauf en cas de fluctuations subites et de très faible durée de ce rapport, dues à une surmodulation facile à détecter. Même avec des appareils de mesure spéciaux, il n'est pas facile de déterminer de faibles variations de l'onde porteuse à moins de connaître complètement tous les facteurs variables de l'extrémité réceptrice. Ce sont ces divers facteurs que l'auteur passe en revue; il attire l'attention sur l'importance qu'il y a à employer la variation de résistance de l'isolement en courant continu de l'antenne comme indication des variations de la perte diélectrique totale aux hautes fréquences; les commutateurs de mise à la terre placés à l'extérieur constituent une cause fréquente de pertes. — G. M.

621.396.71 (42). — La station de radiotélégraphie dirigée de Grimsbey. *Engineering*, 25 mars 1927, t. CXXIII, p. 354, 900 mots. — Cette station a été érigée pour la communication directe par ondes courtes avec l'Australie, d'une part et avec les Indes, d'autre part. Elle comporte donc deux systèmes d'antennes dirigées dans les sens convenables. La puissance nécessaire au fonctionnement de la station est empruntée à la distribution urbaine sous forme de courant triphasé à 50 p : s. sous la tension de 6 300 v ramenée à 400 v par des transformateurs d'une puissance totale de 250 kw. Deux groupes de redresseurs sont utilisés pour la transformation en courant continu à haute tension, l'un pour l'antenne d'Australie, l'autre pour celle des Indes; des bobines de self-inductance et des condensateurs disposés convenablement assurent la régularité du courant continu fourni aux circuits d'utilisation. La longueur d'onde utilisée pour la transmission avec l'Australie est de 26 m. Pour l'Inde, deux longueurs d'onde sont employées, 16 et 35 m, l'une pendant le jour, l'autre pendant la nuit : le changement de longueur d'onde est effectué en sept minutes. La manipulation est faite avec une clef Morse et le dispositif d'absorption est identique à ceux employés à Bodmin. L'antenne pour l'Australie est supportée par trois pylônes de 85 m de hauteur et espacés de 190 m ; celle pour les Indes comporte cinq pylônes de 25 m de hauteur, espacés de 190 m : la première antenne utilise les deux premiers intervalles, la seconde, les deux derniers. Aux câbles supportés par les pylônes sont suspendus les fils verticaux formant antenne et réflecteur; l'amenée du courant aux antennes a été exécutée avec beaucoup de soins; les essais ont été très satisfaisants et la station va être mise en service public. — E. B.

621.396.337 + 621.397.25. — Téléphotographie et télévision : système Alexanderson; A. Dinsdale. *The Wireless World and Radio Review*, 20 avril 1927, t. XX, p. 476-480, 3 200 mots, 3 fig. — La transmission des images par télégraphie sans fil a été essayée en utilisant les deux méthodes ordinaires de radiocommunications : par modulation et par interruption. Bien que de meilleurs résultats aient été obtenus par la méthode de modulation, Alexanderson considère que l'adaptation de la méthode télégraphique de communications à la transmission des images constitue un des problèmes essentiels. Ce n'est que de cette façon, estime-t-il, que l'on pourra éliminer les effets néfastes du « fading » et des parasites, et il a imaginé une méthode d'émission de demi-tons utilisant les méthodes les plus efficaces employées en radiotélégraphie. Les effets de demi-tons sont obtenus en faisant décomposer par le mécanisme transmetteur l'image en cinq (ou plus) teintes séparées : blanc, gris clair, gris moyen, gris sombre et noir. Ceci est obtenu automatiquement et le mécanisme récepteur rassemble automatiquement les teintes. Diverses méthodes ont été imaginées pour traduire en signaux radiotélégraphiques ces différentes propriétés lumineuses. Une méthode consiste à employer une longueur d'onde séparée pour chaque teinte, ce qui nécessite, dans le cas considéré, cinq longueurs d'onde. On peut n'employer qu'une longueur d'onde en faisant à tout moment choisir automatiquement par le mécanisme transmetteur la teinte la plus voisine de l'une des cinq teintes. Un signal télégraphique est alors envoyé qui choisit la teinte correspondante dans la machine réceptrice. Ce procédé n'est pas aussi compliqué qu'il le parait, car le code télégraphique grâce auquel sont choisies les diverses teintes dépend du synchronisme des deux machines, synchronisme nécessaire dans toutes les circonstances. C'est ainsi que les surfaces noires de l'image à l'extrémité transmettrice sont reproduites au récepteur par exposition du papier sensible à la tache lumineuse enregistreuse pendant quatre tours successifs du cylindre porte-papier. Le gris clair est produit par une simple exposition pendant un tour seulement et aucune exposition pendant les trois tours suivants. On remarquera donc que le cylindre récepteur doit tourner à une vitesse égale à quatre fois celle du cylindre transmetteur, mais il a la même vitesse de déplacement axial. L'ensemble du processus est progressif de façon que les divers degrés de lumière et d'ombre dans l'image soient également gradués. L'appareil de télévision proprement dit consiste en une source lumineuse, une lentille et un tambour tournant, portant un certain nombre de miroirs. Le tambour a la forme d'un volant d'environ 0,75 m de diamètre autour duquel sont montés vingt-quatre miroirs d'environ 0,20 m et 0,10 m. Ce tambour est directement accouplé à un moteur électrique à grande vitesse. La nouveauté des expériences d'Alexanderson réside dans la méthode employée pour résoudre la difficulté que présente la nécessité d'éclairer suffisamment un grand écran pendant le très court intervalle de temps disponible. Alexanderson utilise sept taches lumineuses au lieu d'une et il obtient de cette façon un éclairement utile 49 fois plus grand. On ne voit pas à priori pourquoi le gain de lumière est proportionnel au carré du nombre de taches lumineuses utilisé; il suffit, cependant, de vérifier qu'avec une seule tache lumineuse et un tambour portant 24 miroirs, la tache lumineuse passera sur l'écran vingt-quatre fois. Si sept sources lumineuses et sept taches lumineuses sont utilisées, il y aura un total de 168 passages de taches lumineuses sur l'écran pour chaque tour du tambour. Un autre avantage de l'emploi de sept faisceaux lumineux est que la vitesse à laquelle le faisceau lumineux doit se déplacer sur l'écran peut être réduite au septième approximativement, car chaque tache lumineuse individuelle n'a que 24 trajets à suivre au lieu de 168. Enfin un autre avantage du faisceau multiple résulte de ce que chaque tache lumineuse individuelle ne devant se déplacer qu'au septième de la vitesse nécessaire quand une seule tache lumineuse doit couvrir l'écran tout entier, le nombre total d'impressions lumineuses à effectuer sur l'écran peut également être réparti entre les sept faisceaux. — G. M.

621.394.337 (73). — La transmission commerciale des images; A. Dinsdale. *The Wireless World and Radio Review*, 27 avril 1927, t. XX, p. 510-517, 3 900 mots, 12 fig. — En Amérique, la commercialisation de la transmission des images a été entreprise récemment par l'American Telephone and Telegraph Company et la Bell Telephone Laboratories Inc. Leurs efforts ont été couronnés de succès et, actuellement, sept stations téléphotographiques réparties sur toute la longueur du continent américain assurent un service journalier régulier. Ces sept stations sont les suivantes : Boston, New-York, Cleveland, Chicago, Atlanta, San-Francisco, Los Angeles. Une huitième station est en construction à Saint-Louis. Le système établi utilise les lignes de transmission de la Bell Telephone Co qui couvrent le pays tout entier. On a d'ailleurs vérifié que la transmission des images par télégraphie sans fil est tout aussi

facile que par fils lorsque les conditions atmosphériques sont favorables, à savoir en l'absence de « fading » et de parasites. Le système décrit par l'auteur a été prévu pour la transmission des images par fils, en partie à cause des difficultés rencontrées dans l'emploi de la télégraphie sans fil lorsque les conditions atmosphériques sont défavorables, en partie parce que la société qui l'exploite a voulu donner une nouvelle utilisation à l'installation de fils existants. Dans ses grandes lignes, le système utilisé est le suivant : tout d'abord, il faut traduire les lumières et les ombres de l'image en une forme caractéristique de courant électrique ; secondement, il faut utiliser un chemin, avec ou sans fil, capable de transmettre fidèlement (c'est-à-dire sans distorsion) la caractéristique du courant électrique à la distance voulue; enfin, à l'extrémité réceptrice, il faut pouvoir traduire le signal électrique reçu en lumières et ombres correspondant exactement en intensité et en position aux lumières et ombres de l'image primitive. Dans le système Bell, l'image est préparée sous forme de pellicule transparente enroulée sur un cylindre en verre; le cylindre est ensuite monté sur un chariot qui se déplace lentement le long de son axe en même temps que tourne le cylindre à pellicule. Une petite tache de lumière, centrée sur la pellicule, balaye ainsi l'image entière sous forme de longue spirale, tout comme l'aiguille des anciens phonographes. A l'intérieur du cylindre est placée une cellule photoélectrique sur laquelle tombe la tache lumineuse après avoir traversé la pellicule et le cylindre en verre et la quantité de lumière qui tombe sur la cellule à tout instant dépend de la densité de la portion de pellicule traversée par la tache lumineuse. A la station réceptrice, une source lumineuse est centrée sur un cylindre autour duquel est enroulée une pellicule photographique; ce cylindre tourne et se déplace axialement en synchronisme parfait avec le cylindre placé à la station de transmission. Entre la source lumineuse et le cylindre se trouve interposée une « soupape lumineuse » qui consiste essentiellement en un conducteur étroit en forme de ruban placé dans un champ magnétique de façon à recouvrir entièrement une petite ouverture. Les impulsions de courant incidentes passant à travers ce ruban sont déviées par les réactions entre le champ polarisé et le champ créé autour du ruban par le passage du courant, ce qui a pour effet de dégager l'ouverture. La lumière passant à travers cette ouverture varie donc en intensité suivant le déplacement du ruban, c'est-à-dire suivant les variations des impulsions électriques incidentes. Après avoir passé à travers l'ouverture de la soupape lumineuse, le faisceau lumineux tombe sur la pellicule sensible enroulée autour du cylindre et l'impressionne en proportion exacte des lumières et ombres de l'image primitive. A la station transmettrice la cellule photoélectrique débite un très faible courant continu d'amplitude variable. L'intervalle des composantes de fréquences de ce courant varie de zéro à plusieurs centaines de périodes. Or, les lignes téléphoniques commerciales à longue distance ne sont pas ordinairement prévues pour transmettre des courants continus ou des courants à très basse fréquence, de sorte que les courants photoélectriques ne peuvent être transmis directement sur ces lignes. Ils sont donc tout d'abord amplifiés au moyen d'amplificateurs à basse fréquence, puis agissent sur une lampe modulatrice en même temps qu'une onde porteuse d'environ 1 300 p : s; la ligne transmet donc une onde porteuse modulée par les impulsions de courant photoélectrique. — G. M.

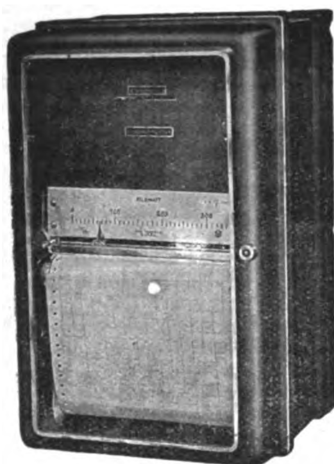
APPLICATIONS THERMIQUES

621.364. — Le chauffage électrique de l'eau, J.-W. Meares. *El. Rev.*, 22 avril 1927, t. c, p. 635-636, 1 400 mots. — Dans cet article, l'auteur considère le chauffage électrique de l'eau comme moyen d'améliorer le facteur de charge des usines productrices d'énergie et par suite d'arriver à une diminution du prix de cette énergie. Evidemment, pour obtenir ce résultat, les appareils ne doivent pas être mis sous tension pendant les heures de pointe. On est donc, semble-t-il, conduit à l'emploi d'un interrupteur horaire qui pourrait, dit l'auteur, être fourni gratuitement par la compagnie de distribution d'énergie, car celle-ci en retrouverait largement l'amortissement dans le gain procuré par le supplément d'énergie vendu aux heures creuses. Cependant, l'auteur pense qu'un tel interrupteur ne doit pas être nécessairement à mouvement d'horlogerie et pourrait être basé sur le principe des moteurs de compteur, surtout si on l'établissait pour fonctionner de façon constante sous charge uniforme, auquel cas sa vitesse serait pratiquement uniforme. Cet interrupteur serait réglé à chaque relevé du compteur et comme les erreurs ne pourraient être que dans le même sens, il serait facile de les compenser. Evidemment, quel que soit le genre d'interrupteur employé, il faudrait régler dans chaque saison les heures de coupure du courant suivant les heures auxquelles se produisent les pointes. — J. S.

621.365 + 621.37. — Les fours électriques dans la métallurgie et la chimie industrielle; G.-I. Finch. *El. Rev.*, 20 mai 1927, t. c, p. 817-818, 2 200 mots. — Les fours électriques possèdent une très grande souplesse, la possibilité de réaliser des températures très élevées (3 700°), un rendement élevé, une grande pureté quant aux agents chimiques. Par contre, la chaleur qui y est produite est d'un prix élevé. La Morgan Crucible Co construit un four de poterie qui est très économique. Ceux de l'Ajax electrothermic Corporation ont une capacité variable jusqu'à 280 kg. La fréquence du courant employé varie de 500 à 1 000 000 p : s, et leur facteur de puissance est amélioré à l'aide de condensateurs. Les fours électriques prennent une importance de plus en plus grande dans les industries de l'azote, grâce à l'emploi des électrodes Soderberg, dont l'auteur décrit les caractères pratiques. Ces électrodes ont l'avantage de rendre le consommateur indépendant du constructeur, et elles permettent une densité de courant élevée, soit 12 A : cm². Elles rendent possible le fonctionnement continu des fours qui en sont munis. Dans l'industrie sidérurgique, le four électrique peut concurrencer le four ordinaire tant que le prix du kilowatt-an est inférieur ou égal à celui de 3,1 t de coke. C'est le cas des régions pauvres en charbon et riches en énergie hydroélectrique (Scandinavie). M. Finch termine son étude par l'exposé des perspectives d'avenir de cette industrie. — C.-R. M.

ÉCLAIRAGE

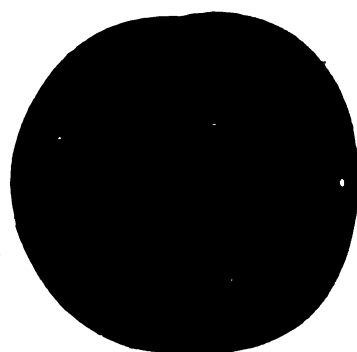
621.326 + 621.396.615|00.2. — Quelques points de vue sur la fabrication des lampes à incandescence et des lampes à plusieurs électrodes; C.-C. Paterson. *The Illuminating Engineer*, mars 1927, t. xx, p. 69-70, 1 200 mots. — Cet article est un résumé d'une conférence faite par l'auteur le 16 février 1927 devant la Royal Society of Arts. La fabrication des lampes à incandescence se fait aujourd'hui en grande partie au moyen de machines automatiques; mais pour les lampes à plusieurs électrodes il n'en est pas ainsi parce que les modèles sont trop variés. L'auteur examine plus en détail quelques points particuliers de la fabrication des lampes. Pour les amenées de courant traversant le verre on a remplacé le platine trop coûteux par un alliage de fer et nickel recouvert de cuivre. Un point essentiel est d'assurer un vide très élevé et surtout d'éliminer le gaz occlus dans les électrodes ou filaments métalliques, ainsi que dans le verre. Pour ce dernier on dépose sur le verre de la vapeur de phosphore mélangée de cryolite pour les lampes à incandescence et de la vapeur de magnésium pour les lampes thermoioniques pour lesquelles la transparence n'est pas nécessaire. Le tungstène employé pour les filaments doit pouvoir être étiré en fils de 2/100 mm de diamètre, être bobiné en hélice dont le diamètre intérieur n'excède pas trois fois celui du fil lui-même et enfin, il doit pouvoir supporter une température égale à 80 pour 100 de sa température de fusion. D'autre part, lors du premier allumage de la lampe, la structure interne de ce filament se modifie : il se trans-



TRUB, TAUBER & CIE

ZURICH — PARIS

3, rue Ampère — 36, B^d de la Bastille



Téléph. : Diderot 14-90 — *Télégr.* : Dyb

Registre du Commerce : Seine n° 20634

FABRIQUE d'INSTRUMENTS de MESURES

électromagnétiques, caloriques, à cadre mobile, dynamométriques, Ferraris et Statiques

INSTRUMENTS DE LABORATOIRE

***TRANSFORMATEURS de MESURES** jusqu'à 120 000 volts*

Enregistreur : diagramme utile 150 mm coordonnées rectilignes | **Réparations Appareils toutes Marques**

SOCIÉTÉ ANONYME DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX

CAPITAL : 2000000 FRANCS

Siège social et Usine à TRÉVOUX (Ain)

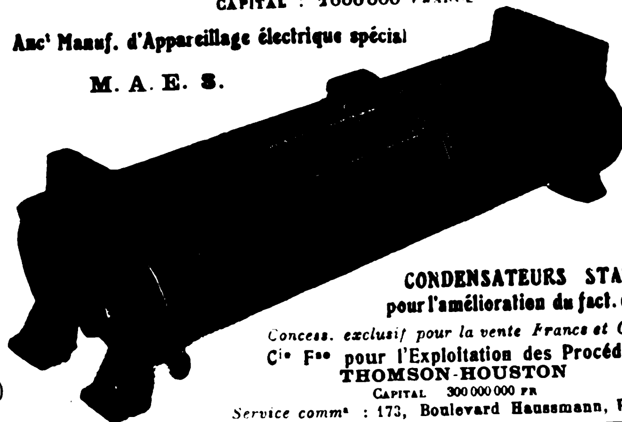
Registre du Commerce Trévoux (Ain) N° 2896

Téléph. : 52

Adr. télég. : CONDENSATEURS-TRÉVOUX TRÉCONDENS-PARIS

Anc^t Manuf. d'Appareillage électrique spécial

M. A. E. S.



CONDENSATEURS

TÉLÉPHONIQUES ET TOUS USAGES

SPÉCIALITE de CONDENSATEURS MICA T. S. F.

Licence exclusive

"DUBILIER"

Bureaux à Paris :

52, rue de Dunkerque (X^e)

Téléph. : Trudaine 68-61

RHÉOSTATS à CURSEURS

toutes intensités, toutes résistances, tous genres de commandes.

CONDENSATEURS STATIQUES pour l'amélioration du fact. de puiss.

Conces. exclusif pour la vente France et Colonies :

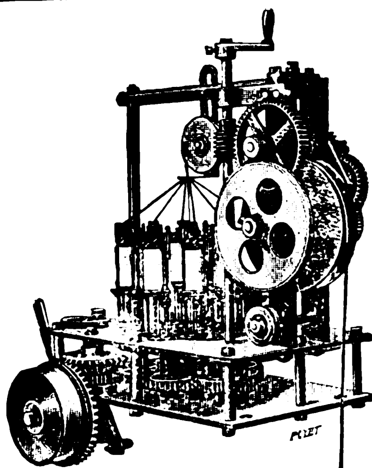
Cie F^se pour l'Exploitation des Procédés THOMSON-HOUSTON

CAPITAL 300000000 FR

Service comm^l : 173, Boulevard Haussmann, Paris (8e)

Agences en BELGIQUE, ITALIE, TCHECO-SLOVAQUIE, etc.

Concessionnaires à LONDRES, NEW-HAVEN (Conn.)



TRESSEUSES

L. DEBRON

CONSTRUCTEUR

91, rue du Centre

LA GARENNE-COLOMBES

(Seine)

Registre du Commerce Seine N° 9 743

Téléphone : La Garenne 37

RECHANGES

ACCESSOIRES

FUSEAUX — BOBINES — POMPES

SUPPORTS de BOBINES

CLIQUETS en acier estampé

PORCELAINES — CASSE-FILS

PIGNONS DENTÉS pour tirage

TAMBOURS, etc.

forme en longs cristaux dont chacun correspond à plusieurs spires de l'hélice. Ces cristaux continuent à grossir tandis que le filament vieillit et il en résulterait une déformation du filament. On évite ce phénomène en ajoutant soit un peu de thorium (0,7 pour 100) qui retarde le grossissement, soit des métaux alcalins et de la silice qui l'accélèrent en sorte qu'il se trouve achevé dans le premier moment de la cristallisation même. Dans les lampes thermoioniques le thorium est employé à un usage tout différent : il sert à donner au filament de tungstène sa propriété d'émettre des ions sans être porté au rouge. — J. S.

621.32 : 627.72. — L'éclairage sous l'eau ; Samuel-G. Hibben et W.-A. Mc Kay. *T. I. E. S.*, avril 1927, t. XXII, p. 417-425, 3700 mots, 15 figures dont 13 hors texte. — On peut distinguer deux classes d'appareils pour l'éclairage sous l'eau : ceux destinés à l'éclairage en eau douce, de piscines par exemple, où la pression de l'eau est négligeable, et ceux destinés aux grandes profondeurs, principalement en eau de mer qui doivent pouvoir résister aux grandes pressions et être en même temps portatifs. On peut employer des lampes ordinaires, le refroidissement du globe par l'eau n'ayant aucun effet nuisible sur le filament. On a même constaté que le refroidissement produit par l'eau permet d'augmenter sensiblement la puissance de la lampe. Au cours de ces essais on a de plus constaté qu'il faut une source de lumière de petite dimension avec un réflecteur donnant un faisceau étroit si on veut obtenir une pénétration suffisante de la lumière dans l'eau. Parmi les appareils établis pour ces besoins, les auteurs citent principalement celui utilisé pour les travaux de relevage du sous-marin S S 1. C'est un appareil portatif avec lampe à filament de tungstène de 1 000 w dans un globe de 125 mm de diamètre en verre spécial très résistant. Le culot de la lampe est entouré par un manchon isolant de gutta-percha ou d'un autre compound et est relié à quelques mètres de câble fortement isolé, l'ensemble étant en plus fixé dans un tube monté à la base du réflecteur de la lampe. A l'occasion de la discussion de cette communication un des auteurs a donné quelques courbes relatives à la pénétration de la lumière dans l'eau. — J. S.

MÉDECINE

621.32 : 615.84. — La lumière en médecine et en chirurgie ; Herman Goodman. *T. I. E. S.*, avril 1927, t. XXII, p. 385-411, 11 700 mots, 10 fig. — Après un aperçu historique sur l'emploi de la lumière en médecine, qu'il fait remonter à la plus haute antiquité, l'auteur examine les différentes sources de lumière dont peut disposer le médecin : lumière naturelle du soleil, lumière de l'arc à vapeur de mercure en ampoule de quartz, lumière de l'arc entre charbons et enfin lampe à incandescence. Il indique leurs caractéristiques au point de vue de l'émission des radiations et donne plusieurs exemples de spectrogrammes relevés avec différentes sources. Il discute ensuite de l'action de la lumière au point de vue thérapeutique, qui ne peut être basée sur une simple idée de pénétration dans les tissus puisque celle-ci, même pour les rayons ultraviolets, ne dépasse pas 3 à 4 mm. C'est une question qu'il soumet aux physiciens. Il insiste ensuite sur le fait que, pour bien étudier l'action de la lumière sur les maladies, il faudrait pouvoir définir exactement dans chaque expérience la lumière employée qualitativement et quantitativement. Actuellement, les faits constatés dans un cas sont trop souvent appliqués à une autre source de lumière de propriétés entièrement différentes. L'auteur montre qu'il faut dans ce domaine une coopération étroite entre l'ingénieur, le fabricant de lampes et le médecin qui utilise ces lampes. — J. S.

621.396.5 : 617.8.00.875. — Le secours de l'électricité pour les sourds ; C.-M.-R. Balbi. *El. Rev.*, 20 mai 1927, t. C, p. 789-791, 2 600 mots, 6 fig. — Les personnes qui remédient à leur surdité à l'aide d'appareils électriques ont constaté que les appareils de télégraphie sans fil leur envoient des sons plus purs que leurs appareils. Cela tient aux microphones employés. Les courants microphoniques adoptés par les constructeurs sont les courants maxima compatibles avec une bonne pureté. Il en résulte que cette pureté se trouve troublée à chaque surintensité de courant. Bien qu'une des premières qualités de ces écouteurs soit leur faible poids et leur encombrement réduit, l'auteur propose de faire travailler leurs microphones à un courant moins intense et de l'amplifier ensuite. Il indique l'application de son système à un cas particulier : installation d'intérieur combinée avec la télégraphie sans fil. — C.-R. M.

APPLICATIONS DIVERSES

621.389 : 535.243-37. — La fluorescence et ses applications (utilisation de la lampe à vapeur de mercure pour la production de rayons ultraviolets) ; E. Bayle, R. Fabre et H. George. *Chimie et Industrie*, février 1927, t. XVII, p. 179-200, 16 000 mots, 17 fig. — Afin d'étudier la fluorescence et ses applications à l'analyse des produits organiques, les auteurs ont été amenés à créer une lampe à vapeur de mercure pour la production des rayons ultraviolets, car c'est l'étude de la fluorescence dans l'ultraviolet qui a ouvert un champ de recherches vaste autant que fécond. Les lampes employées doivent être en quartz, car l'éclat de celles en verre est trop faible. Les lampes ordinaires sont fragiles; leur allumage par mouvement de bascule est brutal ; elles ont en outre l'inconvénient d'avoir une mise en régime très lente. Dans la lampe créée par les auteurs et décrite dans l'article, l'arc éclate dans une atmosphère de gaz inerte à la pression correspondant à celle d'une colonne de mercure d'environ 50 cm. Le gaz employé doit être un des gaz rares de l'air : argon, hélium ou néon. Les auteurs ont pu également, par l'emploi d'une atmosphère gazeuse à la pression égale à celle d'une colonne de mercure d'environ 1 cm, réaliser un arc à vapeur de mercure sous courant alternatif sous des tensions supérieures à 500 v. Après la description de ces lampes, ils donnent quelques indications sur leur rayonnement et les comparent à ce point de vue aux lampes ordinaires. Après avoir traité des écrans en verre à l'oxyde de nickel utilisés pour sélectionner les radiations utiles, ils décrivent le dispositif d'analyse spectrophotométrique de la fluorescence utilisé dans leurs recherches et terminent leur exposé d'ensemble sur la fluorescence et ses applications par une étude sur la fluorescence de corps cristallisés appartenant à quelques séries de chimie organique et montrent comment les résultats peuvent être utilisés en chimie analytique. — J. S.

621.327.3 : 615.84. — Une lumière à double fin ; J.-S. Hughes, R.-W. Titus, L.-F. Payne, et G.-T. Klein. *T. I. E. S.*, avril 1927, t. XXII, p. 412-416, 1 800 mots, 6 fig. dont 4 hors texte. — La lumière solaire a pour les êtres vivants une double utilité ; non seulement elle leur permet la vision, mais elle provoque une sorte de transformation moléculaire des éléments minéraux, comme le calcium et le phosphore, des organismes vivants. Cette dernière action est due aux radiations correspondant à l'ultraviolet du spectre. Les auteurs ont effectué sur plusieurs lots de poussins des expériences pour déterminer l'influence salutaire de ces radiations ultraviolettes. Ils donnent les résultats comparatifs obtenus avec la lumière solaire directe et avec la lumière solaire filtrée par une fenêtre vitrée, c'est-à-dire sans rayons ultraviolets. D'autres essais furent réalisés avec une lampe Cooper-Hewitt en tube de verre substituée à la lumière solaire directe, avec des temps d'exposition variant de zéro à huit heures par jour sur des lots différents de poussins. Les auteurs tirent de ces essais la conclusion que la lampe Cooper-Hewitt est bien une source lumineuse à double fin (vision et irradiation) et que son emploi est avantageux dans le cas où la présence de rayons ultraviolets est nécessaire. — J. S.

621.327.3 : 63.6.0 — L'électricité à la ferme ; R. Borlase-Matthews. *El. Rev.*, 20 et 27 mai 1927, t. C, p. 787-788 et



TÉLÉPHONE LE LAS



131, Rue de Vaugirard, PARIS (15e)

Adresse télég. : TÉLÉNAUTIC-PARIS   Reg. du Com. : Seine, 106-296   Téléph. : Ségur, 43-46

TÉLÉPHONIE

La plus ancienne maison spécialisée dans la construction des téléphones haut-parleurs étanches pour la Marine, les Mines, l'Industrie, les Chemins de fer

T. S. F.

HAUT-PARLEURS, AMPLIFICATEURS DE PUISSANCE

SIGNALISATION

Appareils étanches de signalisation pour les Mines, Aciéries, Hauts-Fourneaux, Centrales, Relais, Avertisseurs divers, Signaux lumineux, Magnétos étanches, etc. Appareillage de signalisation étanche pour Mines grisouteuses.

SONNERIES ÉTANCHES ET SEMI-ÉTANCHES FONCTIONNANT SUR TOUTES TENSIONS

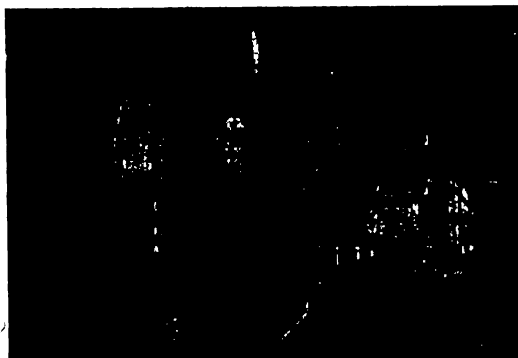
SOCIETE D'ETUDES & DE CONSTRUCTIONS MÉTALLURGIQUES

Téléphones : ÉLYSÉES 44-90
INTER. 11

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1 220 000 FRANCS
Registre du Commerce : Seine, N° 55 215

64, rue La Boétie - PARIS (8e)

Adresse télégr. :
SECOMET-PARIS



ETUDE ET CONSTRUCTION DE TOUS APPAREILS EMPLOYÉS EN MÉTALLURGIE

HAUTS-FOURNEAUX, ACIÉRIES, LAMINOIRS

INDUSTRIE MINIÈRE, FOURS ÉLECTRIQUES, ETC.

QUELQUES REFÉRENCES D'INSTALLATIONS DE FOURS ÉLECTRIQUES

Câblerie et Tréfileries d'Angers, 1 four électrique de 3-5 t. ;
Aciéries de Paris-Outreau, 1 four électrique de 5 t., monté sur chariot automoteur ;
Établissement Becoat, 2 fours électriques diphasés de 3 t. ;
Société d'Ougrée-Marihaye, Belgique; 1 four électrique de 12-15 t. ;
Société John Cockerill, Belgique, 1 four électrique 7-10 t. ;
Giuseppe et Fratello Redaelli, Milan, Italie, 2 fours électriques de 10 t. ;
Aciéries de Calcotto, Italie, 1 four électrique de 10 t. ;
Sdad Electro-Metallurgica, Espagne, Aciérie électrique et appareils de fonderie d'acier ;
Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et Homécourt, 1 four 2 t. et 2e commande, 2 four de 5 à 7 t.

Société Anonyme
des Anciens Etablissements

JACQUET FRÈRES

CAPITAL : 1 000 000 FRANCS

Siège social et Usines : à VERNON (Eure). — Téléphone : n° 13. — (*Reg. du Commerce* : Evreux N° 1095.

GÉNÉRATRICES ET MOTEURS ÉLECTRIQUES
A COURANT CONTINU & A COURANT ALTERNATIFS JUSQU'A 250 KW

Soupapes SOULIER

Moteurs triphasés à vitesse variable

CONDENSATEURS DE GRANDE CAPACITÉ

Tél. : 053 Arcueil. 7, rue de la Gare, CACHAN (Seine)

AVIS RELATIF AUX ANNONCES

L'Administration veille avec le plus grand soin à ce que les annonces périodiques paraissent avec régularité; toutefois, elle décline toute responsabilité pour le cas exceptionnel où une annonce ne figurerait pas dans le journal à date fixe, mais elle en garantit, bien entendu, le nombre d'insertions.

827-729, 3800 mots, 5 fig. — L'emploi des rayons ultraviolets est adopté par certains fermiers anglais pour améliorer les produits de leur élevage. Cette méthode a une importance capitale en ce qui concerne spécialement les chevaux de course. On produit ces rayons thérapeutiques à l'aide de lampes de divers types : lampes à filament (vides ou non), lampes à arc (au charbon, au tungstène ou mixtes) et lampes de quartz à vapeur de mercure (avec ou sans autre gaz inerte). Les rayons les plus efficaces ont des longueurs d'onde variant de 300 à 2900 angströms. Des expériences ont été entreprises qui mettent en lumière l'effet des diverses radiations sur chaque espèce animale. Les porcs présentent une plus grande faculté d'assimilation du phosphore et du calcium ; cette remarque permet de diminuer les risques de faiblesse osseuse chez les jeunes porcs. Les vaches laitières se trouvent relativement protégées, par l'irradiation, contre la perte des mêmes éléments. Les rayons ultraviolets exercent sur la volaille une action antirachitique, accroissent la production des œufs, et améliorent leur qualité. Il est à remarquer que les yeux des animaux sont en général protégés naturellement contre les effets nocifs de ces rayons. D'une façon générale ce mode de traitement n'est pas, comme en médecine, un remède à une maladie, mais un tonique du système nerveux et un agent d'assimilation des phosphates. Dans chaque cas particulier, il y a lieu de rechercher le type de lampe le plus avantageux. La pratique des rayons ultraviolets dans l'agriculture est encore dans la période expérimentale, et il est difficile actuellement de faire une balance entre ses avantages et les dépenses qu'elle entraine. L'auteur estime que, dès maintenant, on peut la recommander pour le traitement des poulets, des jeunes porcs, des veaux, des mamelles de vaches. — C.-R. M.

DIVERS

621.31 : 614.8 (43). — Classification et importance des accidents dus à l'électricité ; Hermann Pohl. *E. T. Z.*, 12 mai 1927, t. XLVIII, p. 641-645, 3200 mots, 2 fig., 9 tabl. — On a beaucoup parlé des accidents d'origine électrique et il semble qu'on leur ait attribué une valeur qu'ils n'ont pas en réalité. On constate souvent qu'il est fait allusion plusieurs fois au même accident dans les discussions techniques, comme s'il s'agissait d'accidents différents et, d'autre part, de nombreux accidents signalés sont sans importance. Pour éclaircir ces points, l'auteur a consulté les statistiques de nombreuses compagnies d'assurances, groupant un total d'environ 25 millions de personnes assurées. Ces résultats montrent que l'électricité intervient pour une part infime dans les accidents du travail industriel. Les états de 1924 montrent que les nombreux articles relatant des accidents ont exagéré les choses ; que, de plus, les accidents en courant continu sont beaucoup plus rares que ceux en courant alternatif. Quant à la catégorie des appareils, ce sont les appareils de manœuvre qui provoquent le plus d'accidents, sans doute parce qu'ils sont les plus utilisés. Le nombre d'accidents par an s'est accru de 1913 jusque vers 1922. Depuis, il semble stationnaire (en Allemagne). Cet arrêt est d'autant plus frappant que depuis 1913, le nombre des localités desservies est passé de 16000 à 60000 et l'énergie distribuée, de 2 à 11 milliards de kilowatts-heures. — C.-R. M.

USINES ET ATELIERS

621.992.1. — Un nouveau tour automatique à fileter ; F. Twyman et J.-H. Dowell. *Proceedings of the optical Convention 1926*, t. I, p. 50-60, 4500 mots, 7 fig. — Les auteurs décrivent un nouveau tour automatique de haute précision destiné au filetage des vis micrométriques utilisées dans nombre d'instruments d'optique. Les caractéristiques principales de ce tour sont : longueur maximum entre pointes, 711 mm (28 inches); longueur maximum de filetage, 330 mm (13 inches); diamètre maximum du filetage, 50,8 mm (2 inches); il a été conçu pour exécuter le filetage du début à la fin, au besoin en plusieurs passes, contrairement à la pratique qui consiste à dégrossir le filetage sur un tour ordinaire et à ne faire que la passe de finissage sur un tour de haute précision. Cette dernière méthode offre en effet l'inconvénient qu'un défaut de précision du dégrossissage n'est corrigé qu'imparfaitement au finissage, l'outil ayant une forte tendance à suivre le filet déjà taillé. Les auteurs décrivent en détail toutes les dispositions spéciales prises pour assurer la précision : banc renforcé de section rectangulaire pour permettre une vérification optique des surfaces d'appui et de guidage, évaluation précise des efforts transversaux et longitudinaux et renforcement correspondant des supports du banc et du chariot porte-outil, dispositifs de commande et de correction d'avancement du chariot, etc.; des figures illustrent les indications fournies. Le rapport indique ensuite les précautions prises pour maintenir à ± 5° C près la température du local où travaille le tour. Les auteurs terminent en indiquant la méthode de vérification de la vis mère et le mode de correction des erreurs qui peuvent en provenir. — S. S.

622.82. — L'inflammabilité des poussières de charbon. L'influence de la composition chimique de la poussière ; T.-N. Mason et R.-H. Wheeler. *Safety in Mines Research Board*, Rapport n° 33, p. 3-20, 6000 mots, 4 fig., 7 tabl. — Des recherches sur l'inflammabilité des poussières de charbon ont déjà été effectuées en France, à Liévin, par le Comité central des Houillères de France et en Amérique à la mine de Bruceton par le Bureau of Mines. Les résultats de ces expériences, qui sont rappelés au début de ce mémoire, avaient montré qu'il existe une relation entre l'inflammabilité des poussières de charbon et la teneur en matières volatiles, la poussière étant d'autant plus inflammable que cette teneur est plus élevée, cette influence étant d'ailleurs d'autant plus marquée que cette teneur est plus faible (les expériences de Liévin montraient qu'au-dessus de 25 pour 100 de matières volatiles, l'inflammabilité ne varie presque pas avec le pourcentage de matières volatiles). Dans le mémoire, les auteurs décrivent en détail les expériences effectuées à Eskmeals en 1923-1924, expériences qui les ont conduits à des conclusions différant peu des précédentes. De plus, ils ont étudié l'influence du degré de finesse de la poussière sur son inflammabilité et combinant ce degré de finesse (estimé par la méthode de M. S.-C. Blacktin qui a montré que la charge électrique prise par une quantité déterminée de poussière dans un nuage poussiéreux est directement proportionnelle aux dimensions des particules poussiéreuses) avec le pourcentage en matières volatiles, ils obtiennent un diagramme dans lequel la variation de l'inflammabilité en fonction du produit de la teneur en matières volatiles par le degré de finesse est sensiblement linéaire. — J. S.

627.82.00.12. — Les digues à arcs multiples ; L. Passerini. *L'Elettrotecnica*, 5 mars 1927, t. XIV, p. 151-153, 1700 mots, 3 fig. — L'auteur présente ses observations personnelles sur les digues de ce type, observations suggérées par la rupture de la digue du Gleno. Ces digues, construites en travers d'une vallée, ont des piliers de hauteurs inégales. Il en résulte que, lorsqu'elles sont chargées en amont, les déplacements élastiques de l'arête varient le long de la digue. Celle-ci se trouve, de ce fait, soumise à des moments fléchissants d'axe vertical. Le calcul effectué sur ces bases montre qu'aux encastrements il se produit des tensions et compressions de l'ordre de 7 kg : cm². La difficulté ne disparait pas si on accroît l'épaisseur de l'arc, car les efforts croissent avec cette épaisseur. M. Passerini a visité les ruines du Gleno pour vérifier son interprétation. — C.-R. M.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. Blondin.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.26-28. — Attraction des diélectriques dans les champs électriques; F.-L. ADDENBROOKE. *Phil. Mag.*, mai 1927, t. XIII (7e série), p. 1166-1184, 8 200 mots, 5 fig. — Les phénomènes d'attraction étudiés ici se rapportent à des champs dyssymétriques ou non uniformes. Ils sont influencés considérablement par les impuretés contenues dans les liquides diélectriques. Quand on établit une différence de potentiel entre une électrode sphérique et un bain diélectrique pur le liquide s'élève vers la sphère et finit par s'y fixer. Il en est de même si l'on place au-dessus du bain les deux électrodes sphériques sous tension d'une machine électrostatique. Quand on utilise une électrode plane parallèle à la surface du bain, le liquide se soulève vers les bords de l'électrode. Il reste immobile au centre. — Avec une sphère et un diélectrique contenant un peu d'eau, la colonne attirée par le champ n'est plus en repos et s'élève plus difficilement. Pour une certaine quantité d'humidité, le contact avec l'électrode ne se maintient plus; il peut même se produire une concavité résultant d'une répulsion. L'auteur en conclut que les actions répulsives sont dues à des particules aqueuses ionisées. Le phénomène reste le même quand l'électrode est constituée par un tube de verre contenant du mercure. Une électrode métallique constituée par une pointe produit un effet inverse : le liquide présente une concavité sous l'électrode comme s'il était soumis à un courant d'air vertical localisé. — L'eau soumise aux mêmes expériences se comporte de la façon suivante : avec une électrode sphérique, elle forme un dôme qui s'élève vers l'électrode ; ce dôme s'accentue jusqu'à ce qu'il forme un cône donnant lieu à une décharge lente. Dans ce dernier cas la surface libre n'est pas immobile. Quand l'eau contient des sels, le phénomène varie peu. Ces diverses expériences, qui ont été entreprises pour étudier l'action des champs divergents sur les liquides isolants, en sont encore à leurs débuts. — C.-R. M.

537.262. — Sur la théorie des phénomènes électriques dans un milieu diélectrique imparfait; H. NUKIYAMA. *J. I. E. E. of Japan*, mars 1927, n° 464, p. 306-324, 1 fig. — L'auteur examine les effets des phénomènes électriques transitoires, périodiques ou continus du champ électrique dans un milieu diélectrique imparfait. Il considère également les phénomènes d'absorption électrique, d'hystérésis diélectrique et de polarisation permanente. — E. B.

537.27 : 549.28-3. — Piézoélectricité du quartz; L.-H. DAWSON. *Phys. Rev.*, avril 1927, t. XXIX, p. 532-541, 3 700 mots, 6 fig., 1 tabl. — On décrit dans ce travail, d'une façon très détaillée, les propriétés piézoélectriques du quartz. Les lois générales de l'action piézoélectrique, déjà bien établies, ont été entièrement corroborées; mais on a découvert en outre de nombreux faits nouveaux, et jusqu'alors insoupçonnés. La théorie actuelle de l'effet photoélectrique, quoique appropriée à l'interprétation des lois générales, paraît incapable de rendre compte des nouveaux phénomènes. — 1° *Piézoélectricité du quartz à température constante.* Les mesures à l'électromètre à quadrants de la distribution de la charge piézoélectrique sur la surface d'un cristal de quartz dans un plan normal à l'axe optique ont manifesté l'existence de six régions chargées, trois aires positives alternant avec trois aires négatives. Ces aires ont des relations géométriques déterminées avec les axes électriques et ces faits fournissent une méthode nouvelle et précise pour déterminer la direction des axes électriques dans le quartz. Dans des plans contenant l'axe optique, il y a une région chargée positivement, séparée par une ligne parallèle à l'axe optique d'une autre région chargée négativement. — 2° *Variation avec la température de l'effet piézoélectrique du quartz.* L'effet piézoélectrique croît d'environ 20 pour 100 lorsque la température s'élève de 20° à 60° C ; il décroît ensuite, pour s'annuler vers 573° C. — 3° *Variabilité de l'effet piézoélectrique.* La charge piézoélectrique produite sur divers échantillons ou sur diverses aires du même échantillon, tous les échantillons étant optiquement parfaits, varie à partir de grandes valeurs positives jusqu'à de grandes valeurs négatives. En général, la surface du cristal produit des charges piézoélectriques de même signe, mais de grandeurs variables. La charge mesurée sur la surface totale d'un cristal paraît être la moyenne des effets dus aux aires élémentaires. Les charges des échantillons étudiés varient du côté négatif du cristal de

$$5,8 \times 10^{-8} \text{ à } 7,1 \times 10^{-8},$$

en unités électrostatiques C. G. S. par centimètre carré et par dyne; sur le côté positif, la variation est de

$$4,9 \times 10^{-8} \text{ à } 6,4 \times 10^{-8}.$$

Ces nombres sont voisins de la valeur admise de $6,3 \times 10^{-8}$ pour la *constante piézoélectrique* de P. et J. Curie. De telles variations sont à rattacher aux résultats de recherches récentes relatives aux rayons X touchant les imperfections des cristaux, qui sont en définitive des sortes de mosaïques dont les éléments individuels seuls possèdent la perfection de structure. — L. B.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.* *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : *France*, 1,50 fr; *Etranger*, 3,50 fr.)

537.5... — Dispersion d'un faisceau d'électrons; E.-E. WATSON. *Phil. Mag.*, avril 1927, t. III (7e série), p. 849-853, 1 100 mots, 2 fig. — Si l'on emploie un faisceau d'électrons comme système indicateur de déviation, il est désirable que son extrémité, chargée d'enregistrer les déviations à mesurer, soit aussi fine que possible. Par exemple, dans l'oscillographe à rayons cathodiques, les lignes tracées sur la plaque photographique par le faisceau de rayons cathodiques doivent être fines et nettes, et cependant l'énergie des électrons incidents doit rester suffisante pour impressionner la plaque. Il y a là des conditions en quelque sorte contradictoires et difficiles à remplir, car un faisceau d'électrons est naturellement divergent, en raison des forces répulsives qui s'exercent entre électrons voisins. L'auteur montre dans cette courte note qu'il est possible de régler les conditions de l'enregistrement de façon à obtenir des résultats très satisfaisants. Ces conditions sont les suivantes: 1° électrons lancés par un champ intense; 2° distance de la plaque au trou d'émission aussi petite que possible; 3° réglage de l'émission de telle sorte que le diamètre de la tache soit environ double de celui du trou d'où sortent les électrons; cette condition permet de calculer le diamètre du trou, si l'on se donne celui de la tache. — L. B.

538.22. — Sur le calcul de la perméabilité composée; Y. NINOMIYA. *J. I. E. E. of Japan*, mars 1927, n° 464, p. 286-299, 12 fig. - Lorsqu'un courant alternatif est superposé à un courant continu, la perméabilité réelle au point de vue alternatif peut être prise égale à la perméabilité résultant de la somme des deux courants, comme l'a montré T. Spooner. En partant de cette proposition l'auteur a élaboré une méthode de calcul de la perméabilité composée : il précise la relation entre cette perméabilité et la courbe d'hystérésis. En représentant la branche descendante de cette courbe par une équation de même forme que celle donnée par E.-A. Watson, l'auteur donne pour la perméabilité composée les formules suivantes :

$$\mu_\Delta = a_0 \frac{1}{1 - b_{0\Delta} H} = a_0 + b_{0\Delta} B,$$

expressions dans lesquelles a_0 et b_0 sont des fonctions de l'induction maximum, de l'induction résiduelle et de la force coercitive de la courbe d'hystérésis correspondant à la force magnétisante maximum agissant sur le noyau soumis à la superposition. L'auteur fait ensuite la comparaison entre les résultats obtenus par application de la formule de Spooner et ceux résultant des expériences de divers auteurs. Il est préférable de relever directement les valeurs de a_0 et b_0 qui dépendent du métal employé et de les appliquer au cas considéré; l'auteur termine son étude en donnant des courbes de a_0 et b_0 pour des tôles normales du commerce. — E. B.

538.221. — Perméabilité magnétique du fer et de la magnétite dans des champs alternatifs de haute fréquence; G.-R. WAIT. *Phys. Rev.*, avril 1927, t. XXIX, p. 566-578, 4 500 mots, 6 fig. — La perméabilité magnétique du fer dans des champs magnétiques oscillants de longueur d'onde supérieure à 1 000 m se montre approximativement constante et analogue à celle que l'on observe dans des champs stationnaires. Pour les longueurs d'onde plus courtes, Wwedensky et Theodortschik, utilisant des fils de fer doux, ont mesuré la perméabilité pour des longueurs d'onde comprises entre 54 et 705 m et, avec des fils d'acier et de nickel, entre 50 et 500 m. Leur courbe $\mu = f(\lambda)$ indique un maximum étroit de la perméabilité vers $\lambda = 100$ m; ce maximum est compris entre deux minima étroits. Les auteurs ont expliqué ce comportement apparemment anormal de la perméabilité, vers 100 m, en admettant une résonance des aimants élémentaires dont le fer est supposé formé. J. Kralovec, faisant des mesures sur des fils de fer fondu, a observé des anomalies entre 80 et 90 m, puis entre 100 et 110 m. La magnétite n'a pas manifesté de semblables changements critiques de perméabilité. Il était tout à fait important de chercher à obtenir une preuve certaine de l'existence des oscillateurs mentionnés ci-dessus. L'auteur a employé deux méthodes, la méthode de résonance et la méthode hétérodyne. L'une et l'autre consistaient en la mesure du changement d'inductance d'une bobine par introduction de l'échantillon du corps à étudier. Les longueurs d'onde étaient comprises entre 80 et 1 700 m pour la méthode hétérodyne, et entre 50 et 160 m pour la méthode de résonance. Les résultats sont en désaccord avec ceux de Wwedensky et Théodortschik, et avec ceux de Kralovec. On n'a trouvé de changements anormaux de perméabilité pour aucune fréquence. On a mesuré aussi la perméabilité de la magnétite pulvérisée. Elle diminue de 1,532 à 1,401 lorsqu'on passe de 132,2 m à 85,8 m. Ces valeurs sont en accord avec celles obtenues par Welo et Baudisch au moyen d'une méthode statique. — L. B.

538.54. — De l'effet des courants de Foucault dans un noyau constitué par des fils à section circulaire; Chester SNOW. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, 6 janvier 1927, n° 544, p. 701-725, 10 000 mots, 5 fig. — Dans ce mémoire l'auteur expose une étude mathématique de l'effet des courants de Foucault dans un noyau infiniment long (ou toroïdal) constitué par un paquet de fils de section circulaire. Il suppose que ces fils ont une perméabilité et une conductivité constante et uniforme. Il traite les cas où le circuit autour de ce noyau renferme de la résistance, de la capacité et de la self-inductance en série avec l'enroulement et également celui où il peut renfermer une force électromotrice représentée par une fonction quelconque du temps. Les résultats trouvés sont donc plus généraux que ceux publiés jusqu'ici qui ne s'appliquaient qu'au cas d'une force électromotrice sinusoïdale. Si I est le courant dans le circuit d'un solénoïde ayant N spires par centimètre et dont le noyau est constitué de N' fils droits de section circulaire, le champ magnétique H est parallèle aux fils et sa valeur dans l'air est en chaque point $4\pi I$. C'est aussi sa valeur à la surface des fils. Le champ H à un instant t en un point intérieur au fil, à une distance r de son centre est donné par la relation

$$H = 4\pi N \left[I - \int_{-\infty}^{t} \dot{I}\, d\tau \sum_{s=1}^{\infty} \frac{2 J_0\left(\frac{2}{a}\alpha_s\right)}{\alpha_s J_1(\alpha_s)} e^{\frac{-\alpha_s^2}{\beta}(t-\tau)} \right]$$

expression dans laquelle a est le rayon du fil, α_s désigne la $s^{ème}$ racine positive de la fonction de Bessel $J_0(\alpha)$ et β est une caractéristique du fil définie par $\beta = 4\pi\mu\lambda a^2$ où μ est sa perméabilité magnétique et λ, sa conductivité électrique. De cette équation, on peut par intégration déterminer la force électromotrice qui se développe dans le noyau et qui réagit sur le courant I. L'auteur montre qu'en tenant compte de cette force électromotrice, ce courant I est déterminé par l'équation ci-dessous

$$L\dot{I} + RI + \frac{Q}{c} - 4(1-\varepsilon)L\beta \int_0^t \ddot{I} \sum_{s=1}^{\infty} \frac{e^{-\alpha_s^2 r}}{\alpha_s^2} d\tau = V,$$

où V désigne la force électromotrice appliquée au circuit, R, sa résistance, c, sa capacité Q, sa charge, et L, sa self-inductance totale. ε est un rapport déterminé par

$$\varepsilon = 1 - \frac{4\pi N^2 \mu S_2}{L}$$

où S_2 est la section totale du noyau de fils. Lorsque V est une fonction périodique du temps de fréquence $\frac{n}{2\pi}$, le circuit se comporte comme s'il avait une résistance R' et une self-inductance L', fonctions de la fréquence et déterminées par

$$\frac{L' - L}{L} = -(1-\varepsilon) F_1(n\beta)$$

et

$$\frac{R' - R}{nL} = (1 - \varepsilon)\, F_2 (n\beta)$$

où les fonctions F_1 et F_2 sont développées suivant les termes des fonctions ber et bei de $\sqrt{n\beta}$. L'auteur donne dans le mémoire des courbes permettant de déterminer F_1 et F_2 en fonction de $\sqrt{n\beta}$. Lorsque V est une fonction quelconque du temps, le courant est représenté par une série infinie de fonctions exponentielles du temps dont les deux premiers termes peuvent être ou ne pas être réels. Tous les autres termes sont réels et correspondent aux constantes de temps du circuit; ils sont déterminés par les racines d'une certaine équation transcendante qui est discutée dans le mémoire. — J. S.

538.562. — L'absorption des ondes électromagnétiques dans les couches élevées de l'atmosphère; E.-O. Hulburt. *Phys. Rev.*, mai 1927, t. xxix, p. 706-716, 3800 mots, 5 fig. — On admet que la principale cause d'absorption des ondes électromagnétiques réside dans les chocs entre molécules et électrons. En tenant compte de cette hypothèse et du coefficient de frottement produit par ces chocs électroniques et moléculaires, l'auteur donne les expressions théoriques de l'indice de réfraction et du coefficient d'absorption en fonction de la longueur d'onde, et les courbes représentant ce dernier coefficient. Heising, Schelleng et Southworth ont mesuré le champ électrique d'une onde à différentes distances de l'émetteur, mais leurs résultats ont été marqués par des écarts considérables. Taylor a obtenu des résultats plus constants avec 5 kw dans l'antenne. Ces divers résultats montrent tous que, pour les ondes de 44 et 66 m, la diminution de l'intensité du champ électrique de l'onde est plus rapide que ne l'indique la loi de l'inverse de la distance comptée à la surface de la terre. Il y a donc lieu de faire intervenir dans les formules le parcours aérien de l'onde, et non pas la distance terrestre. Avec un choix convenable des coefficients empiriques, on retrouve assez bien les courbes expérimentales. Cela ne suffit pas pour rendre compte de la marche exacte du phénomène. L'auteur indique les nombreux facteurs qui interviennent pour en troubler les apparences et développe un programme de mesures systématiques complètes, dans le but d'approfondir nos connaissances sur cette question. — C.-R. M.

SCIENCES DIVERSES

535.215. — Les caractéristiques des cellules photoélectriques renfermant un gaz inerte; N.-R. Campbell. *Phil. Mag.*, avril 1927, t. III (7e série), p. 945-959, 5000 mots, 7 fig. — La relation entre l'intensité de courant, la différence de potentiel appliquée et l'éclairement d'une cellule photoélectrique contenant un gaz inerte est étudiée par l'auteur dans une région qui est de grande importance pratique, mais a été beaucoup moins étudiée théoriquement que les autres régions : c'est celle qui précède immédiatement le potentiel explosif. On a considéré le cas des cellules sphériques et planes; leur comportement, bien qu'à première vue différent, est en réalité similaire dans ses grandes lignes. Dans les deux cas, la courbe limite, ou lieu des points pour lesquels la décharge contrôlée par la lumière se transforme en une décharge presque indépendante de la lumière, comprend deux parties : sur la partie supérieure, le passage entre les deux formes de décharge est continu et stable, et l'amplification du courant photoélectrique primaire par la décharge est de beaucoup supérieure à celle qui correspond à la portion inférieure. La différence entre les deux types de cellules est que les éclairements qui sont pratiquement importants se trouvent entièrement sur la partie inférieure de la courbe dans le cas de la cellule sphérique, tandis qu'il n'en est pas de même avec la cellule plane. — L. B.

535.243 : 535.733.1. — Un spectromètre pour la vision des couleurs; W. Peddie. *Proceedings of the optical Convention 1926*, t. I, p. 155-158, 2500 mots, 4 fig. — Cet appareil a été construit en vue de la résolution d'une grande quantité de problèmes ayant trait à la vision des couleurs, mesure des intensités lumineuses, détermination des courbes de sensation, etc. Le collimateur principal est constitué par deux lentilles, la seconde produisant un rayon de lumière parallèle, tandis que la première forme une image réelle de la fente, entre les deux lentilles. Leur caractéristique particulière est qu'elles sont toutes deux divisées en deux demi-lentilles, par un plan passant par leur axe. La méthode d'emploi de l'appareil varie, suivant que l'on observe une lumière de faible ou forte intensité. Dans le premier cas, des doubles prismes sont associés aux moitiés de la seconde lentille, tandis que dans le deuxième cas, on place une plaque de diffusion au foyer de la première lentille. Les intensités lumineuses sont mesurées au moyen de secteurs qui diminuent les surfaces effectives des demi-lentilles. — S. S.

535.733.1. — Un nouvel instrument pour les recherches sur la vision des couleurs; R.-A. Houston. *Proceedings of the optical Convention 1926*, t. I, p. 148-154, 3500 mots, 7 fig. — L'auteur expose d'abord le principe dû à Maxwell et Helmholtz de la représentation graphique des couleurs à partir des trois couleurs fondamentales, rouge, vert, bleu, dont les points représentatifs sont les trois sommets d'un triangle équilatéral; la superposition de deux couleurs fondamentales chacune d'une certaine intensité, donne une couleur composée dont le point représentatif sera situé sur la ligne joignant les points représentatifs des couleurs fondamentales, de façon à diviser celle-ci dans le rapport des intensités suivant une règle identique à celle de la composition des masses, la valeur de l'intensité lumineuse jouant le rôle de masse appliquée au point représentatif de la couleur correspondante. Le procédé permet de représenter une couleur quelconque par un point situé à l'intérieur du triangle; en particulier le blanc se trouve au centre de gravité. L'aptitude d'un sujet quelconque à distinguer entre elles les diverses couleurs pourra être représentée par des contours polygonaux à l'intérieur du triangle fondamental. L'instrument décrit par l'auteur permet de faire la mesure des intensités lumineuses des couleurs constitutives d'une couleur quelconque, et par là de tracer les graphiques caractéristiques du sujet pour lequel on veut étudier la vision des diverses couleurs. L'instrument se compose d'une lunette spéciale avec laquelle on observe la fente large d'un collimateur éclairée par une source sans coloration propre (lampe à filament de tungstène avec filtre, lumière du jour); entre la lunette et le collimateur sont interposés : un biprisme ayant son arête parallèle à la fente observée, ce qui donne une double image de cette fente; un écran métallique avec deux fenêtres correspondant aux deux faces du biprisme; des filtres colorés dont les déplacements repérés sur une échelle graduée permettent de déterminer la portion des fenêtres qu'ils recouvrent, donc l'intensité de la couleur correspondante. L'auteur termine en indiquant le processus opératoire pour l'emploi pratique de cet instrument. Une courte discussion, consécutive à l'exposé de cette communication, a porté sur l'exactitude de la méthode. — F. P.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.165. — Les turbines à haute pression des usines de Witkowitz; Joseph Reiner. *E. u. M.*, 8 mai 1927, t. XLV, p. 387-389, 1300 mots, 4 fig. — L'installation de Witkowitz, remarquable à beaucoup de points de vue, comporte une turbine admettant la vapeur à 100 atmosphères et 450° C développant une puissance effective de 26000 ch à 3000 t : mn. Elle est constituée en quatre corps, dont le premier est d'une seule pièce, en acier forgé. L'étanchéité est assurée par l'emploi d'un arbre de diamètre réduit et de faibles jeux, ce qui est possible du fait que la vitesse critique est très supérieure à la valeur normale. La soupape

d'admission est remplacée par plusieurs soupapes en parallèle. La vapeur est fournie à 100 atmosphères par une chaudière Löffler et à 15 atmosphères par une chaudière ordinaire. La première fonctionne constamment à une puissance sensiblement constante, et la deuxième fournit les pointes. Il est prévu un « resurchauffage », c'est-à-dire un réchauffage de la vapeur partiellement détendue. De plus, un prélèvement au troisième cylindre fournit la vapeur pour le chauffage de l'usine et ses services auxiliaires. D'autres soutirages de vapeur, au même corps, sont prévus pour le réchauffage de l'eau d'alimentation. L'installation complète sera mise en service très prochainement. — C.-R. M.

621.245. — Régulateurs accélérométriques et tachy-accélérométriques; L. Barbillion. *L'Industrie électrique*, 25 mai 1927, t. xxxvi, p. 221-230, 4 500 mots, 19 fig. — La mise en évidence du phénomène tenant lieu de critérium de l'accélération peut se faire de deux façons : 1° on peut utiliser le déplacement sous l'effet de l'accélération de masses disposées dans des plans perpendiculaires à l'axe du système rotatif de révolution ; 2° on peut utiliser sur le tachymètre même les variations de la vitesse. L'auteur examine d'abord les difficultés rencontrées dans l'application de l'un et l'autre de ces principes (régulateurs d'inertie pour l'un, régulateurs utilisant l'accélération du manchon du tachymètre pour l'autre). Il expose ensuite les difficultés de la réalisation du phénomène tenant lieu de critérium mixte d'accélération et de la vitesse. Il rappelle ensuite les principes de fonctionnement d'un régulateur à indications mixtes d'étude créé en 1918, puis décrit plus en détail ceux d'un nouvel appareil des Ateliers des Charmilles. — J. S.

621.316 (017). — Normalisation des tensions; A. Huber-Ruf. *J. A. I. E. E.*, mars 1927, t. xlvi, p. 257-262, 4800 mots, 4 fig., 12 tabl. — Dans le premier paragraphe intitulé « généralités », l'auteur fait remarquer que la normalisation des tensions constitue la base la plus importante pour la fabrication des machines et des appareils électriques, ainsi que pour l'installation des usines génératrices. C'est pour cette raison que les sociétés d'électricité de tous les pays ont procédé à la normalisation des tensions et que la Commision électrotechnique internationale s'efforce maintenant de coordonner ces différentes réglementations. Tout programme de normalisation des tensions doit s'inspirer des considérations suivantes : tensions les plus employées dans le pays envisagé, tensions normalisées dans les pays voisins et, enfin, fixation d'un nombre aussi faible que possible de tensions convenablement espacées. L'auteur rappelle alors le travail qui a été fait à ce point de vue en Suisse, puis indique dans quelles conditions on doit utiliser les cinq classes de tensions A, B, C, D et E énumérées ci-après : jusqu'à 99 v, de 100 à 990 v, de 1 000 à 29 000 v, de 30 000 v à 100 000 v et au-dessus de 100 000 v. D'après les normalisations adoptées dans certains pays, on doit prendre, pour les tensions nominales de la classe B les tensions moyennes mesurées chez le consommateur, tandis que pour les classes C et D, c'est la tension maximum admise pour les génératrices et le secondaire des transformateurs qui constitue la tension nominale. Le calcul de la tension d'essai sera effectué d'après la tension nominale moyenne à l'entrée de l'installation de l'abonné, pourvu que l'on tienne compte de la différence qui existe entre celle-ci et la tension maximum admissible dans le système de distribution en question. Cette différence, d'après certaines normalisations et d'après l'avis de la Commission électrotechnique internationale, est d'environ 10 pour 100 pour les tensions de la classe C et au-dessus. Le point important est que l'on prenne toujours la même tension comme base et que, dans tous les pays, on adopte les mêmes coefficients de sécurité et les mêmes constantes pour le calcul de la tension d'essais. En Suisse, on admet que la formule $2E + 1\,000$ proposée par la Commission électrotechnique internationale pour le calcul de la tension d'essais des machines et des transformateurs de moyenne puissance est suffisante pour l'essai d'isolement des enroulements, surtout quand l'isolant est solide ou liquide, et cela, même pour les machines et les transformateurs de grande puissance. Un essai à la tension $2E + 10\,000$ convient dans le cas où le diélectrique est constitué par de l'air ; dans d'autres pays, on a tendance à augmenter cette tension d'essais. C'est sur la proposition expresse des ingénieurs électriciens français que la Commission électrotechnique internationale a adopté, pour tension nominale, la tension moyenne à l'entrée de l'installation de l'abonné. Cette solution a l'avantage de ramener la tension nominale, pour toutes les classes de tensions normalisées, au même repère, c'est-à-dire à la tension moyenne mesurée aux bornes réceptrices (lampes, moteurs et bornes primaires des transformateurs). Des discussions qui se sont développées à la Commission électrotechnique internationale il se dégage cette conviction que la normalisation des Etats-Unis offre beaucoup d'analogies avec celles des pays d'Europe. En particulier, les tensions normalisées aux Etats-Unis de 6 600, 11 000, 22 000, 33 000, 66 000, 88 000, 110 000 et 220 000 v représentent les tensions maxima de leur système dans lequel 6 000, 10 000, 20 000, 30 000, 60 000, 100 000 et 200 000 v sont respectivement les tensions moyennes aux extrémités des lignes, c'est-à-dire aux bornes primaires des transformateurs abaisseurs de tension. Enfin, dans un appendice, l'auteur rappelle les propositions du Comité électrotechnique suisse en ce qui concerne les tensions normalisées pour courant triphasé. — B. C.

621.316(017)(73). — Répercussion de la normalisation des tensions sur les réseaux interconnectés des producteurs d'énergie électrique de la région du sud-ouest des Etats-Unis; H.-J. Scholz, W.-W. Eberhardt et S. Murray Jones. *J. A. I. E. E.*, mars 1927, t. xlvi, p. 223-230, 7 500 mots, 3 fig. — On a reconnu depuis longtemps la nécessité d'une normalisation des tensions et l'on recherche en ce moment, aux Etats-Unis, à coordonner toutes les recommandations et les vœux des compagnies d'électricité et des constructeurs pour arriver à l'adoption définitive des tensions normalisées pour tous les appareils ; mais le programme proposé par les constructeurs ne semble pas applicable, dans son intégralité, aux conditions spéciales qui existent dans le sud-ouest et les auteurs font une contre-proposition, qui, à leur avis, sera plus facilement acceptée par les intéressés. Une carte qui donne l'ensemble du réseau, dont les différentes mailles sont constituées par les lignes de transmission et de distribution de sept compagnies différentes, et un tableau où l'on trouvera les tensions admises par ces dernières permettent au lecteur de se faire une idée des besoins de ces sociétés qui, outre une clientèle industrielle nombreuse, comptent parmi leurs abonnés des secteurs ruraux d'un très grand développement. Les auteurs reproduisent dans un second tableau les tensions qui leur semblent répondre le mieux aux desiderata de leur clientèle variée et on compte ainsi 16 tensions normalisées, de 2 400 à 230 000 v pour les lignes de transmission et de distribution ; 9 tensions, de 120 à 13 800 v, pour les génératrices et les compensateurs synchrones ; 9 tensions également, de 110 à 13 200 v, pour les moteurs d'induction ; 12 tensions, de 7 200 à 230 000 v pour les appareils (interrupteurs, disjoncteurs, transformateurs de courant, parafoudres, isolateurs, supports de barres omnibus, bornes et fusibles) ; enfin 14 tensions, de 2 300 à 154 000 v et de 2 300 à 220 000 v, pour les primaires des transformateurs abaisseurs et élévateurs de tension et 15 tensions, de 2 400 à 230 000 et de 115 à 161 000 v pour leurs secondaires respectifs. Toutes ces tensions sont uniformément des multiples de 11,5, alors que le projet des constructeurs prévoit des multiples de 11,5 au-dessus de 69 000 v et de 11 seulement au-dessous de 69 000 ; en outre, on a introduit dans la liste des tensions normalisées la tension supplémentaire de 103 500 v et la transformation 7 200/12 470 v avec montage en étoile pour les distributions rurales. Pour assurer le réglage des transformateurs dont la tension viendrait à dépasser de 5 pour 100 la tension normale et pour tenir compte aussi de leur emplacement qui peut être près ou loin des centres de charge, on conseille l'emploi, sur les primaires des transformateurs, de

prises qui permettent d'abaisser ou d'augmenter la tension de 2,5 pour 100 par rapport à la tension normale. — B. C.

621.316.00.1. — Le principe de Baum pour la transmission de l'énergie; Charles-L. Fortescue. *Electrical World*, 7 mai 1927, t. LXXXIX, p. 954-960, 6 500 mots, 6 fig., 2 tabl. — Jusqu'ici, se basant sur les résultats observés sur les lignes de transmission d'énergie à longue distance, on avait formulé la règle empirique dite des « mille volts au mile, » d'après laquelle la tension pour la transmission d'énergie doit être égale à 1 000 v multipliés par la longueur en mile de la ligne. Il semble toutefois, d'après les résultats obtenus avec les lignes de 240 miles à 220 000 v des installations de Big Creek et de Pit River, que cette règle avait sa limite d'application pour une longueur maximum de ligne de 200 miles. L'emploi de condensateurs aux deux extrémités de la ligne n'a guère permis que de régler le facteur de puissance sans produire une diminution intéressante de la longueur effective de la ligne. On a aussi employé des transformateurs à prises multiples sur le secondaire. On peut dire qu'en 1921 il était à peu près admis par les techniciens qu'à la fréquence de 60 p : s, la distance maximum économique de transmission de l'énergie était d'environ 600 km. C'est alors que Baum indiqua dans un mémoire le principe de la transmission économique d'énergie à longue distance qui consiste à fournir à la ligne en chaque point l'énergie réactive nécessaire pour assurer la transmission de l'énergie sur la ligne en ce point, que cette énergie soit fournie à la ligne ou empruntée à la ligne en ce point. De plus, les systèmes destinés à fournir cette énergie réactive doivent avoir des caractéristiques leur permettant d'assurer la stabilité dans toutes les conditions de fonctionnement. A ce principe Baum ajoute les corollaires suivants : 1° Ces dispositifs doivent être considérés comme faisant partie intégrante de la ligne et doivent lui être associés de façon qu'ils n'en puissent être séparés que dans des conditions d'extrême urgence; 2° Tout autre dispositif générateur de puissance réactive que ceux nécessaires, d'après le principe, pour assurer la transmission de l'énergie sur la ligne, ne doit pas être compris dans les frais de transmission de l'énergie; 3° En appliquant ce principe, on confère à l'ensemble de la ligne de transmission les caractéristiques d'une de ses parties et la distance à laquelle il est possible de transmettre l'énergie n'est plus qu'une question économique. Des essais sur des lignes réelles montrèrent la valeur de ce principe et firent ressortir en outre l'importance d'établir des machines génératrices et des compensateurs synchrones de faible réactance, mais munis de systèmes d'excitation répondant rapidement aux chutes brusque de la tension. L'auteur montre par des exemples les avantages économiques résultant de l'application de ce principe. Par exemple, dans le cas d'une ligne de transmission de 70 km environ, ce principe permet, pour une dépense supplémentaire de 13 pour 100, d'assurer la transmission de 300 000 kw au lieu de 106 000 kw. L'application de ce principe permet en outre au technicien d'établir le meilleur plan de transmission pour une tension quelconque et de comparer facilement au point de vue économique la transmission à deux tensions différentes. La puissance transmissible sur une ligne donnée établie dans ces conditions, avec la même stabilité, croit en effet comme le carré de la tension. Et il est facile de déterminer la variation du prix des éléments d'une ligne en fonction de la tension. — J. S.

621.316.00.11. — Répartition rationnelle des centres de distribution et des postes de transformation sur les réseaux électriques. *E. T. Z.*, 24 mars 1927, t. XLVIII, p. 401-402, 700 mots, d'après un article de W. Chrustschoff publié dans *Archiv für Elektrotechnik*, t. XVI, p. 341. — L'auteur considère un réseau de distribution composé de carrés égaux dans les angles desquels sont les points d'alimentation et il suppose que la section des conducteurs a été calculée de manière que la densité de courant soit uniforme. Il obtient très simplement l'expression de la dépense d'établissement d'un réseau à une seule tension, rapportée à l'unité de puissance transmise, et passe ensuite au cas d'une distribution où les points d'alimentation ne sont plus sur les angles, mais au milieu des carrés. Les frais sont sensiblement plus réduits dans ce dernier cas que dans le premier. Dans les deux cas, la dépense est indiquée en fonction de la distance L entre le point d'alimentation et le point de chute de tension maximum. En dérivant la formule et en annulant sa dérivée, on obtient les conditions de dépense minimum et la distance L la plus favorable. La formule dite de Sengel est ainsi rétablie et l'auteur rappelle qu'elle est généralement mal appliquée, car on prend plutôt la distance entre points d'alimentation. Le cas de distribution à deux tensions différentes est ensuite étudié et l'auteur montre la répercussion très coûteuse qu'a, sur les divers postes de dépense, un mauvais choix de L. La dépense augmente très vite, que la distance L soit choisie plus grande ou plus petite que celle indiquée par la formule. L'auteur examine ensuite la même question au point de vue spécial de la réduction des frais d'exploitation. — B. H.

621.316.26.00.1. — L'étude des sous-stations à haute tension. *Electrical World*, 30 avril 1927, t. LXXXIX, p. 901-903, 2 500 mots, 6 fig. — On indique dans cet article quelles sont les directives suivies par la Detroit Edison Company dans l'étude et la construction des sous-stations à haute tension. La première question qui se pose dans cette étude est celle de la puissance présente et future de la sous-station. Il s'agit ensuite de déterminer si elle sera équipée avec un ou deux jeux de barres omnibus. Dans ses installations la Detroit Edison Company n'a prévu de double jeu que dans des cas spéciaux; mais le jeu unique est partagé en deux sections dont chacune correspond à l'une des deux lignes de transmission qui sont en double dans tout le réseau de la compagnie. Les pylônes et poutres sont en treillis métallique et calculés pour une charge de neige et de glace de 75 kg au mètre courant et une pression due au vent de 74 kg : m² rapportée à une surface égale à une fois et demie la surface projetée. Enfin le taux maximum de travail du métal adopté dans les calculs est de 17 kg : mm². Dans le cas où des interrupteurs sont montés sur cette charpente la charge est augmentée de 100 pour 100 pour qu'il soit tenu compte des efforts supplémentaires développés à l'ouverture et à la fermeture de ces appareils. Les transformateurs, interrupteurs, etc., sont montés sur des fondations de béton indépendantes; le sol de toute la sous-station est recouvert de pierres concassées sur une épaisseur de 20 cm environ. Au point de vue de l'isolement, les chaines d'isolateurs dans la sous-station ont un plus grand nombre d'éléments que sur la ligne; quant aux distances entre conducteurs ou conducteurs et supports elles sont les suivantes : 3 m entre conducteurs de phases différentes; 3,60 m entre axes des interrupteurs et 1,50 m au minimum entre conducteurs et toute masse mise à la terre (cette distance n'est que de 1,15 m sur la ligne). Tous les pylônes de ligne sont munis d'un fil de terre et les parafoudres sont branchés sur la ligne plutôt que sur les barres générales. Pour assurer une bonne mise à la terre de toute la charpente de la sous-station, sous chaque massif de fondation est placée une pièce moulée, à section en croix, de 1,80 m de longueur, toutes ces pièces étant reliées entre elles par deux fils de cuivre de 8 mm environ de diamètre. Le drainage est assuré par des tuyaux en terre placés le long des côtés de tous les massifs de fondation. La Detroit Edison Company a, d'autre part, comme principe de brancher tous les appareils de mesure et de comptage sur le côté basse tension des transformateurs, d'utiliser comme courant d'alimentation des divers appareils du courant continu fourni par une batterie d'accumulateurs, et d'employer autant que possible des transformateurs ventilés, ce qui dispense de tous les dispositifs nécessaires avec les transformateurs à refroidissement par l'eau (tuyauteries, pompes, etc.) et facilite le transfert d'un transformateur d'une sous-station à une autre. Pour l'épuration des huiles, un déshydrateur fixe centrifuge

est installé dans le sous-sol de la sous-station et des tuyauteries vont du déshydrateur et des réservoirs d'huile aux différents appareils auxquels elles sont raccordées par un tube souple. En outre un filtre-presse transportable peut être utilisé en série avec le déshydrateur. — J. S.

621.312.2 + 621.313.2. — Nouvelles possibilités d'utilisation des machines asynchrones de grande puissance; M. Schenkel. *E. T. Z.*, 28 avril et 5 mai 1927, t. XLVIII, p. 563-569 et 602-606, 15 000 mots, 13 fig. — Dans un article précédent l'auteur a déjà considéré que la machine asynchrone était la forme la plus générale de la machine électrique. Il veut montrer maintenant toute l'étendue de ses utilisations. — A. Machine à courant constant. En appliquant au rotor de la machine asynchrone la tension d'un courant produit par une machine à collecteur, il est possible de maintenir constante l'intensité du courant demandé au réseau et la machine s'adapte à toute utilisation, non seulement comme moteur, mais aussi comme générateur. Une des difficultés rencontrées dans les génératrices synchrones est la faible différence qu'il y a entre les périodes propres des générateurs et des moteurs; d'où la tendance à adopter les génératrices asynchrones. On leur a reproché jusqu'ici de présenter un couple très variable avec la vitesse. L'utilisation d'une machine à collecteur fait disparaitre cet inconvénient. La machine asynchrone est toute désignée également pour les convertisseurs de fréquence. — B. Machine avec caractéristiques rectilignes réglables pour les puissances active et réactive. Dans le cas où le convertisseur fonctionne en parallèle avec un autre générateur, la marche à puissance constante est facilement réalisée par le réglage de l'énergie réactive. — C. Tension d'excitation de l'induit. Cette tension peut être obtenue par plusieurs procédés différents qui sont déjà connus et que l'auteur rappelle. — D. Fonctionnement réel de la machine asynchrone. Dans cette dernière partie, l'auteur indique les différentes modifications qu'il faut apporter suivant le but à atteindre. — B. H.

621.314.15.00.1. — Théorie et essais d'une nouvelle commutatrice de petite puissance; Hans Rosenthal. *E. T. Z.*, 5 mai 1927, t. XLVIII, p. 617, 850 mots. — Pour de nombreuses applications où le courant continu est nécessaire, on hésite souvent à utiliser la commutatrice malgré les avantages qu'elle offre d'encombrement réduit, de bon rendement et de facteur de puissance élevé, et de prix réduit. Les difficultés de démarrage sont corrigées, ainsi que l'a proposé L. Schüler, en établissant la carcasse en tôles feuilletées et en disposant dans les mêmes encoches, en plus de l'enroulement d'excitation, un enroulement de démarrage décalé électriquement de 90° par rapport au précédent. La commutatrice démarre alors comme un moteur asynchrone avec un secondaire biphasé. L'équation des oscillations du moteur synchrone est appliquée à la commutatrice. Pour éviter l'adjonction d'un transformateur spécial, l'induit peut être prévu pour le « montage économique ». L'enroulement à courant continu n'est pas couplé sur les bagues directement, mais par un enroulement auxiliaire disposé dans les mêmes encoches. Le rapport des tensions continue et triphasée composée est alors

$$\frac{E_t}{E_c} = f_b \left(0{,}554 + \frac{3{,}32\, s_3}{\frac{s_g}{a}} \right)$$

où on désigne par f_b le facteur de forme de la courbe de champ qui doit, dans chaque cas, être déterminé exactement; s_z le nombre de conducteurs de l'enroulement auxiliaire; s_g le nombre de conducteurs de l'enroulement à courant continu. Pour chaque rapport de transformation, il existe une valeur de la puissance disponible au-dessus de laquelle la mise en œuvre d'un enroulement auxiliaire n'offre aucun avantage sur le dispositif habituel d'une commutatrice à un seul enroulement et d'un transformateur. Dans le cas où un réglage de la tension est nécessaire, il peut être obtenu de plusieurs manières différentes. Ces procédés sont étudiés surtout au point de vue de l'étendue du réglage. Sur deux commutatrices des bobines exploratrices et des bagues de mesure furent disposées pour relever les oscillogrammes. Des résultats obtenus ont confirmé les déductions théoriques. — B. H.

621.314.5... — Redresseur mécanique de courant alternatif; Fritz Tellert. *E. T. Z.*, 7 avril 1927, t. XLVIII, p. 460-465, 6 500 mots, 17 fig. — Après avoir rappelé le principe des redresseurs mécaniques qui sont des contacteurs synchrones, l'auteur considère exclusivement ceux à lame vibrante. Une lame métallique vibre sous l'action d'un électroaimant et dans chacune de ses élongations touche un contact. L'appareil est monté avec un transformateur, à prise médiane sur le secondaire, suivant la disposition habituelle. Il importe que la lame se trouve entre les deux contacts lorsque la tension du courant alternatif s'annule et ce résultat peut être obtenu de plusieurs manières. La partie délicate est constituée par les contacts; ici se pose en effet un véritable problème de commutation, présentant une certaine analogie avec celui des machines tournantes. L'auteur étudie les conditions de fonctionnement de l'appareil débitant sur une résistance, puis sur une résistance et une réactance, puis sur un circuit présentant une force contre-électromotrice. Ce dernier cas, le plus souvent rencontré dans la pratique, correspond à la charge d'accumulateurs et fait l'objet de longs développements. Les courbes du courant redressé montrent que les variations de tension de ± 10 à 12 pour 100 que l'on peut rencontrer sur les réseaux peuvent être supportées facilement par ces redresseurs mécaniques. Mais il n'en est pas de même des variations de la fréquence; car, pour obtenir de fortes élongations de la lame vibrante avec la consommation d'énergie la plus petite possible, il est nécessaire de choisir cette lame à un très faible amortissement et d'une fréquence propre de vibration aussi voisine que possible de celle du courant à redresser. Dans le cas où l'accord n'est pas parfait, deux oscillations se produisent ainsi que l'indique la théorie. L'auteur décrit ensuite le redresseur qu'il propose. Il se compose de deux lames vibrantes accouplées et cet ensemble présente l'avantage d'avoir une amplitude de vibration peu variable pour des fréquences assez différentes. C'est ainsi qu'un équipage prévu pour la fréquence de 50 p : s fonctionne convenablement pour toutes les fréquences comprises entre 46 et 54 p : s. Un condensateur de 2 μF est monté en parallèle avec chaque contact pour absorber l'étincelle de rupture. Des oscillogrammes représentent les formes du courant et de la tension redressés pour différentes conditions de fonctionnement. Passant en revue les modèles de redresseurs proposés, l'auteur montre que ces appareils peuvent être facilement réalisés pour des puissances atteignant 300 w et fonctionnent avec un rendement de 85 à 88 pour 100, qui est très élevé, vu la faible puissance. Ils conviennent très bien pour la charge d'accumulateurs avec 6, 10 ou 15 éléments. Ils trouveront aussi de nouvelles applications dans l'industrie de la galvanoplastie; car, pour de faibles tensions, il est relativement facile de réaliser des contacts de 50 A. — B. H.

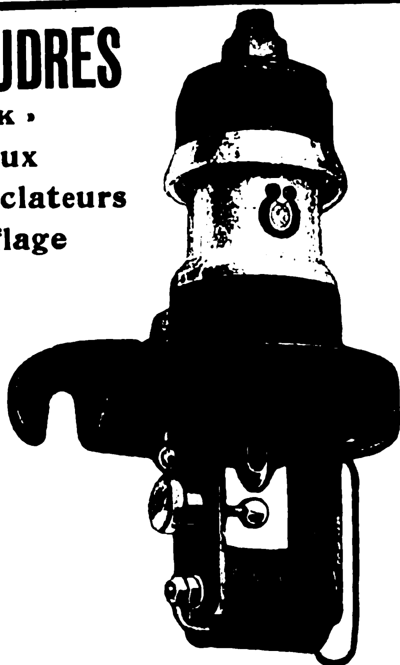
621.314.7. — Redresseurs à vapeur de mercure pour 10 000 volts. *E. T. Z.*, 12 mai 1927, t. XLVIII, p. 656, 600 mots, 1 fig. — Il a été procédé dans le laboratoire de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft à des essais sur un appareil en acier, à la tension continue de 10 000 v et débitant 86 A. Ce redresseur était fait pour un courant de 1 000 A sous 600 v. La cathode était mise à la terre pendant le fonctionnement. La tension de 10 000 v (10 900 v à vide) a nécessité des précautions spéciales en ce qui concerne l'isolement anodique. Ces essais montrent les rapides progrès réalisés dans la technique des redresseurs à vapeur de mercure, permettant d'envisager l'utilisation de tensions élevées. — C.-R. M.

621.315.00.41. — Systèmes d'excitation à action rapide pour assurer la stabilité des lignes de transmission.

PARAFOUDRES

« SBIK »

à double jeux d'éclateurs et soufflage électromagnétique de l'arc, pour la protection des lignes aériennes à basse tension



Société Industrielle de Machines et Appareillage Électro-Mécaniques

Soc. à responsabilité limitée, capital 200 000 fr

104, rue Lecourbe — PARIS (15e)

Téléphone : Ségur 94-53



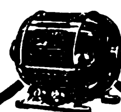
TRANSFORMATEURS pour toutes applications

T.S.F.

Hauts Parleurs. Transformateurs HF et BF

CONDENSATEURS variables de précision





PENDULES ELECTRIQUES

Distribution d'heure

MOTEURS ELECTRIQUES

groupes convertisseurs pour charge d'accumulateurs

Etablissements

BARDON

61, Bd Jean Jaurès
CLICHY (Seine)

Téléphone :
Marcadet 06-75, 15-71

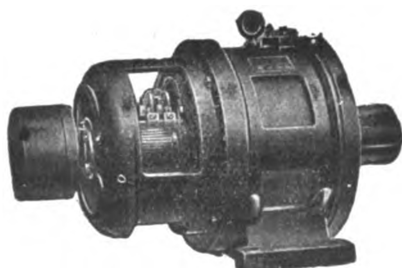
MOTEURS ÉLECTRIQUES

LEGENDRE Frères

37, Rue Saint-Fargeau - PARIS (20e)

Registre du Commerce, Seine, N° 60 256

Maison fondée en 1902

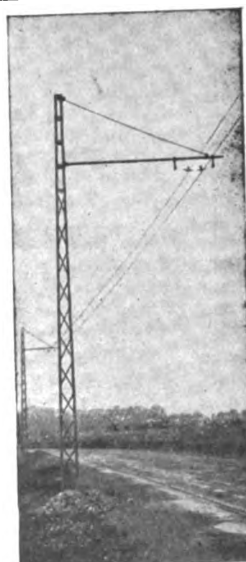


MOTEUR MONOPHASÉ à collecteur et à coupleur

spécial pour ascenseurs et monte-charges

Téléph. : Ménilmontant 62-45, 62-46, 62-47

Télégr. : LEGFRER-Paris
Métro : Saint-Fargeau
Ligne n° 3



Poteau en U jumelés, livré à la Société des Tramways de Calais.

LE PROGRÈS...

Pylônes métalliques

SOUDÉS

par l'arc électrique

Nos assemblages ne sont pas affaiblis par des trous de rivets.

Leur résistance vaut 100 0/0 de celle de la barre assemblée.

Vous réaliserez une grosse

ÉCONOMIE

en utilisant nos

Pylônes à 4 Membrures
Poteaux en U Jumelés

Charpentes soudées

(Brevetées S. G. D. G.)

Compagnie Générale de Construction Soudée

Société Anonyme au Capital de 1 500 000 fr

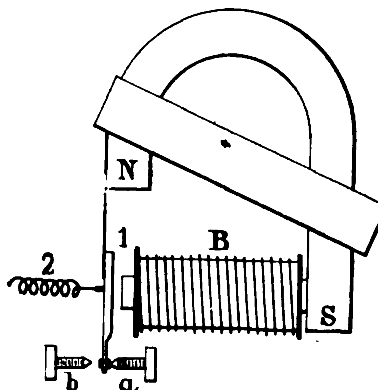
4, Rue de la Bienfaisance, PARIS (VIIIe)

Téléph. : Laborde 09-64 | Usine à Ris-Orangis (S.-et O.) Raccordée au P.L.M. | *Télégr.* Cosoudaro Paris

Electrical World, 21 mai 1927, t. LXXXIX, p. 1061-1063, 2 200 mots, 7 fig. — Cet article est un résumé d'un rapport présenté par M. C.-A. Powell de la Westinghouse electric and Manufacturing Co à la Commission des Machines de la N. E. L. A. L'auteur fait d'abord ressortir l'importance de la réduction du déphasage entre les tensions induites dans les machines placées aux deux extrémités d'une ligne au point de vue de la stabilité de cette ligne. Il examine ensuite l'effet de la réactance des machines sur la stabilité. Il distingue cette réactance en réactance de fuites de l'induit, réactance de court-circuit et réactance de synchronisme. C'est principalement cette dernière qui influe, dans les conditions normales de fonctionnement, sur les limites de stabilité de la machine. En général, la réactance des machines n'est pas celle qui serait la plus désirable au point de vue de la stabilité, mais celle donnant une machine du plus bas prix. La question de la réactance des machines n'est donc pas purement technique, mais aussi économique. L'auteur décrit ensuite le principe d'un système de réglage de l'excitation à action rapide. Pour terminer, il discute rapidement la question de stabilité dans les trois cas ci-après : *a*) Lignes de transmission unissant un centre de production d'énergie à un réseau de distribution; dans ce cas, les caractéristiques des machines génératrices et leurs systèmes d'excitation ont une très grande importance; *b*) Système de réseau de transmission; le total de l'énergie mise en jeu est alors produite par plusieurs usines reliées ensemble, et en cas de court-circuit, une fraction seulement de la capacité de production de l'ensemble est touchée; d'un autre côté, l'ensemble des liaisons entre différentes parties du système agit dans le cas d'un trouble pour amortir rapidement les oscillations résultantes. En somme, ces systèmes présentent un degré de stabilité assez marqué et les caractéristiques de stabilité des machines génératrices sont moins importantes que dans le cas précédent; *c*) Réseaux serrés; ce sont ceux où les points de distribution sont très rapprochés des postes de production de l'énergie et où les liaisons électriques ont une faible impédance. Dans ces réseaux, la stabilité est rarement le point important à considérer. — J. S.

621.311.73.00.12. — Contribution à l'étude des disjoncteurs dans l'huile; H. Kloninger. *E. u. M.*, 15 mai 1927, t. XLV, p. 397-406, 7 000 mots, 13 fig. — Les efforts les plus dangereux se produisent dans un disjoncteur à la rupture du courant par suite de la formation de l'arc. En courant alternatif, les facteurs indépendants du disjoncteur qui influent sur la formation d'un arc sont la tension, le courant, le déphasage respectif de ces deux grandeurs, et ce qu'on pourrait appeler la topographie du réseau. Le phénomène s'accompagne de bulles gazeuses dont l'apparition est quelquefois si rapide qu'elle provoque sur les bases des efforts mécaniques d'origine explosive. La bonne tenue du bac dépend de la quantité d'air libre qu'il contient. L'air agit, en effet, comme un matelas. Les autres caractéristiques de la construction, qui influent sur le processus de la rupture, sont la nature et la disposition des contacts, leur nombre, leur vitesse d'éloignement. L'auteur indique le sens et le mécanisme de l'action de chacun de ces facteurs. La capacité de rupture peut être accrue considérablement par l'emploi de résistances de choc spéciales. Les disjoncteurs doivent être assez peu altérés par une rupture, pour pouvoir être immédiatement aptes à fonctionner de nouveau. Aux Etats-Unis cette condition a été réalisée pour une capacité de rupture de 725 000 kv-A. Depuis quelque temps, on exige que les disjoncteurs puissent supporter certaines surintensités de courant sans incident. Pour ces courants, en effet, si l'on n'y prend pas garde, les forces électromagnétiques peuvent provoquer l'ouverture intempestive. Plusieurs dispositifs existent pour supprimer cet inconvénient. Les explosions de disjoncteurs peuvent provoquer des incendies, soit qu'ils prennent feu eux-mêmes, soit que les gaz dégagés par l'explosion forment avec l'air un mélange inflammable. D'autre part, elles produisent des dépôts métalliques et charbonneux qui diminuent les qualités des isolateurs. — C.-R. M.

621.311.77. — Nouveau type de relais pour courants alternatifs faibles et pour courants instantanés; P. Selényi. *E. T. Z.*, 21 avril 1927, t. XLVIII, p. 537-539, 2 500 mots, 5 fig. — Le relais dont il s'agit est représenté sur la figure 1. La bobine à noyau B est polarisée, et son armature repose sur la vis de bloquage a sous l'influence de la force attractive. Cette dernière est plus forte, en position normale, que la tension du ressort antagoniste 2. Si un courant démagnétisant supplémentaire parcourt la bobine B, l'armature obéit à l'impulsion du ressort et vient fermer le contact b. En réglant convenablement la vis a et la tension du ressort 2, on obtient un relais à courant alternatif ou même un relais obéissant aux courants maxima instantanés. Dans ce dernier cas, le relais n'agit que pour un sens du courant. En courant alternatif, il fonctionne convenablement jusqu'à des fréquences atteignant l'ordre de quelques centaines de périodes par seconde. Il a la propriété de ne pas revenir de lui-même à sa position normale. L'auteur indique deux applications de ce principe, se rattachant, l'une à la téléphonie de campagne et l'autre aux relais acoustiques pour bruits isolés. — C.-R. M.



621.311.77. — Fig. 1. — Relais polarisé en position normale.

USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.311.21 (73). — L'usine hydroélectrique de Balch de la San-Joaquin Light and Power Company; J.-W. Jourdan et C.-P. Rhine. *Electrical World*, 30 avril 1927, t. LXXXIX, p. 907-911, 3 300 mots, 7 fig. — Le 29 janvier 1927 a été mise en route, vingt-deux mois seulement après l'autorisation de construction, la première unité de 40 000 ch de l'usine hydroélectrique de Balch. Cette usine, qui pourra renfermer trois autres unités semblables, est un lot d'un vaste projet d'installations hydroélectriques représentant une puissance totale de 500 000 ch. Ses principales caractéristiques sont décrites dans cet article. Cette usine fonctionne sous une chute nette de 630 m environ, ce qui est la plus grande hauteur actuellement aménagée dans l'ouest des Etats-Unis; d'autre part, les conditions locales ont obligé à la placer sur la rive opposée à celle à laquelle aboutissent les conduites forcées. Celles-ci traversent le lit de la rivière, noyées dans un lit de béton. L'ensemble de l'installation comprend, outre l'usine proprement dite, un barrage du type à gravité à inclinaison constante, de 18 m de hauteur, qui pourra être ultérieurement surélevé à 33 m, un tunnel de 5 900 m de longueur, presque entièrement creusé dans le granit, de 3,65 m × 3,65 m de section, dont le radier est établi avec une pente constante de 3,3 pour 1 000, suffisante pour équilibrer la perte de charge due au frottement pour le débit maximum, en sorte que la pression dans le tunnel est constante d'un bout à l'autre. La différence totale de niveau est presque

entièrement localisée dans les derniers 690 m de la conduite forcée d'une longueur totale de 1 490 m. Aussi, cette dernière section est-elle constituée de tuyaux frettés, en acier. Le diamètre de la conduite forcée décroît d'abord de 1,80 m à 1,78 m en un point situé à 90 m de l'usine; là, elle se dédouble en deux tronçons de 1,04 m de diamètre chacun. A l'origine de la conduite forcée est placée une vanne papillon à commande par moteur. Le premier groupe turbo-alternateur installé se compose d'un alternateur de 40 000 ch entraîné par deux roues hydrauliques montées en porte-à-faux sur chaque bout d'arbre et pouvant développer chacune 20 000 ch à 360 t : mn pour un débit de 0,5 m³ : s; cette puissance peut être portée à 22 000 ch pour un débit de 0,56 m³ : s. Les régulateurs (un pour chaque roue) sont à huile sous pression et à force centrifuge. Pour que soient évités les coups de béliers lors de la fermeture brusque des tuyères, chacune est munie d'une vanne de décharge capable de laisser passer le débit total et qui s'ouvre en synchronisme avec la fermeture des tuyères. Ces vannes peuvent ainsi s'ouvrir sous l'effet de la pression en cas d'obstruction accidentelle de la tuyère. L'alternateur, dont le neutre est mis à la terre, fournit du courant triphasé, 60 p : s, 13 200 v. Le courant d'excitation à 250 v est fourni par un des deux groupes auxiliaires indépendants, de 125 kw à turbine hydraulique, dont l'un comporte en outre une dynamo de 30 kw, à courant continu, 250 v pour les circuits auxiliaires. Il a été prévu, comme groupe de secours, un moteur-générateur de 30 kw. La tension est élevée à 132 000 v par trois transformateurs de 11 000 kv-A à refroidissement par l'eau. — J. S.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.337. — Freinage par récupération avec les locomotives à voie normale en courant continu; A. Buttler. *E. T. Z.*, 7 et 14 avril 1927, t. XLVIII, p. 453-456 et 499-502, 11 200 mots, 12 fig., 2 tabl. — Ce système de freinage souple et sûr est caractérisé par un rendement global donné par la formule

$$\eta = \frac{(s - w)}{(s + w)} \eta_1^2 \eta_2 \eta_3 \eta_4^2,$$

où on représente par s la pente en millièmes; w la résistance à l'avancement en kilogrammes à la barre par tonne de poids du train; η_1 le rendement de la transmission mécanique de la locomotive; η_2 le rendement des moteurs; η_3 le rendement électrique du système de freinage; η_4 le rendement de la ligne de transmission de la locomotive à la sous-station. En adoptant les valeurs moyennes suivantes : $\eta_1 = 0{,}97$; $\eta_2 = 0{,}88$; $\eta_3 = 0{,}78$; $\eta_4 = 0{,}95$; $w = 5$ kg : t, on voit que le rendement de freinage varie de 29 pour 100, avec une pente de 15 pour 1 000, à 42 pour 100, avec une pente de 30 pour 1 000. Il sera donc recommandable pour des parcours de montagne avec des pentes de 25 pour 1 000, tandis que, pour des parcours en des pays peu accidentés, avec des pentes maxima de 15 pour 1 000, le simple freinage par court-circuit sera préférable. Le freinage doit être en régime stable, c'est-à-dire donner une augmentation de couple résistant pour une augmentation de vitesse. Tel n'est pas le cas des moteurs série montés sur une ligne à tension constante. L'excitation shunt doit être adoptée. Après avoir résumé les conditions du freinage et défini vingt et une valeurs caractéristiques, l'auteur étudie les trois systèmes d'excitation qui sont réalisables. — 1. Excitation auxiliaire. Cinq montages différents sont possibles, avec une excitatrice alimentant les circuits d'excitation des moteurs dont les induits sont montés en série ou en série parallèle. L'auteur indique pour ce système les zones de freinage, les limites supérieures de vitesse en fonction de la charge admise pour l'induit, les limites inférieures de vitesse en fonction de la charge admise pour les enroulements d'excitation, les limites imposées par la considération de la commutation, le rendement électrique du dispositif de freinage, la surcharge correspondant à l'équipement de freinage (2,6 t pour une locomotive de 1 000 ch). — 2. Excitation fractionnaire. Le dispositif indiqué par Santuari consiste à monter les induits en deux séries parallèles et à utiliser comme tension d'excitation la différence de tension entre les deux séries. Il n'est applicable que pour des moteurs pouvant supporter des surcharges. Le dispositif de la ligne de Pajares (Espagne) et de Paulista sépare un des moteurs et l'utilise comme excitatrice. Les avantages du système à excitatrice spéciale sont conservés; mais la zone de freinage est réduite; le rendement est mauvais aux faibles vitesses et la charge des moteurs est irrégulièrement répartie. — 3. Excitation indépendante. Tous les inducteurs sont montés en série avec une résistance réglable et la tension de la ligne caténaire leur est appliquée. L'auteur termine en comparant les huit dispositifs différents au point de vue de leur souplesse, de leur rendement, de l'étendue de la zone de freinage, et du poids supplémentaire. — B. H.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394.82. — Mesure des transmissions télégraphiques; H. Nyquist, R.-B. Shanck et S.-I. Cory. *J. A. I. E. E.*, mars 1927, t. XLVI, p. 231-240, 8 500 mots, 10 fig. — Plusieurs causes contribuent à altérer la qualité des signaux télégraphiques. Par exemple, il peut y avoir brouillage soit par les courants induits dans le circuit, soit par ceux qui y sont amenés par conduction, ou bien encore les éléments du circuit sont imparfaitement proportionnés ou les relais ne sont plus bien réglés. Il en résulte, dans tous les cas, une telle distorsion des transmissions télégraphiques que les signaux reçus ne sont plus la reproduction fidèle des signaux émis. Cet article contient la description de méthodes qui permettent, d'une part, de mesurer la distorsion et, d'autre part, d'interpréter les résultats de façon à déceler la nature et l'étendue des altérations et d'en prévoir la cause probable. L'article contient deux parties. La première est consacrée à une discussion générale de la distorsion que l'on rencontre dans les transmissions télégraphiques et les auteurs montrent qu'il est, tout d'abord, avantageux de faire une discrimination entre les distorsions systématiques et les distorsions accidentelles, celles-là étant elles-mêmes subdivisées en deux composantes dont l'une se manifeste quand la batterie positive est plus forte que la batterie négative et dont l'autre provient du retard à l'établissement du courant à l'extrémité réceptrice. Dans la deuxième partie, les auteurs s'occupent des méthodes et des moyens qui permettent d'effectuer les mesures; ils rappellent que l'on a eu, jusqu'ici, recours à différentes méthodes, notamment aux essais à l'écoute, aux observations déduites des lectures d'ampèremètres et de voltmètres, à l'enregistreur à ruban et dispositifs analogues, au télégraphe imprimant, à des méthodes de pont pour la mesure de la distorsion systématique; puis ils donnent une description complète des méthodes qu'ils ont imaginées pour la mesure de la distorsion totale, l'une applicable aux lignes télégraphiques en ordre de marche; l'autre, de haute précision, destinée aux essais de laboratoire. En principe, l'appareillage comporte un condensateur qui se charge pendant la durée de chaque trait ou de chaque intervalle et un tube à vide qui actionne un signal aussitôt que la charge dépasse une certaine valeur. De cette façon, il est possible de déterminer l'excès de distorsion pour une certaine fréquence ou la fréquence pour laquelle la distorsion dépasse une certaine valeur. Toutes dispositions sont prévues pour la mesure de ces excès séparément et point n'est besoin d'une synchronisation des appareils émetteurs et récepteurs. — B. C.

Paris. — Soc. Gle d'Imp. et d'Édit., 17, rue Cassette.

Le Gérant : J. Blondin.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.35.01. — Théorie électronique de la pile ; O.-M. Corbino. *L'Elettricista*, avril 1927, t. VI, p. 52-53, 2 100 mots. — Cette note fait suite à une précédente où a été montrée la relation existant entre l'effet Volta et le fonctionnement d'une pile à électrolyte. L'auteur montre ici comment on peut déterminer la force électromotrice E d'une pile en partant de la valeur de l'énergie de formation des métaux neutres et comment on peut calculer les chutes de tension à chaque électrode. Il prend comme exemple la pile Daniell, et établit la formule $E = V + (W_c - W_z)$ 2 e où e est la masse d'un électron, V, l'effet Volta, W_c et W_z, les énergies de formation du cuivre et du zinc. L'effet Volta, qui subsiste dans toute atmosphère et même dans le vide, utilise l'énergie de combinaison des ions quand le couple métallique est immergé dans une solution électrolytique. Il est probable que cet effet est une condition nécessaire au fonctionnement de la pile. — C. R. M.

537.5... — La production des rayons cathodiques de grande intensité; Lübcke. *E.T.Z.*, 19 mai 1927, t. XLVIII, p. 686-689, 2 700 mots, 8 fig. — Après avoir donné un aperçu des tubes à rayonnement cathodique externe, l'auteur décrit les tubes Coodlige qui ont les premiers permis un rayonnement externe intense. On les emploie jusqu'à 350 kv. La fenêtre est obtenue à l'aide d'une feuille en nickel spécial de 75 mm de diamètre et de 0,013 mm d'épaisseur, appuyée par un réseau en fils métalliques ; elle est refroidie à l'aide d'une circulation d'eau. L'enveloppe de verre est protégée contre les rayonnements parasites à l'aide d'un tube cylindrique intérieur. Pour l'alimentation à haute tension, on emploie un montage analogue à celui des tubes Röntgen modernes à haute tension. On fait varier l'intensité du rayonnement reçu par un corps en agissant simplement sur la distance de ce corps à la fenêtre. L'observateur doit se protéger. On peut tracer les courbes de rayonnement externe correspondant à chaque tension, soit par méthode photographique, soit en excitant un morceau de craie. Au delà de 250 kv il faut utiliser des tubes en cascade. — C.-R. M.

538.1. — Contribution à la connaissance des champs magnétiques permanents. *E.T.Z.*, 14 avril 1927, t. XLVIII, p. 511, 850 mots; d'après un article de E. Kurz publié dans *Archiv für Elektrotechnik*, t. XVI, n° 6, p. 438. — Tandis que le fer doux peut être incorporé à la théorie de Maxwell au moyen de la formule connue $\mathcal{B} = \mu\,\mathcal{H}$, on ne possède pour les aimants permanents qu'une indication donnée par Cohn et Heaviside sous la forme $\mathcal{B} = \mu\,(\mathcal{H}_0 + \mathcal{H})$, où on représente par μ la perméabilité et $\mathcal{H}_0$ le champ magnétique initial. A la suite d'un travail important de O. Loebbs, l'auteur étudie la valeur des formules proposées. Les études précédentes sont rappelées et critiquées. L'auteur montre qu'il ne peut pas y avoir de méthode pour déterminer, en général, une équation fixant un état. On ne peut que considérer la relation de Cohn et Heaviside comme une hypothèse et bâtir une théorie qui doit prédire les résultats expérimentaux. La concordance exceptionnelle des résultats avec les prévisions vérifie l'exactitude de la formule. La perméabilité μ est, contrairement à ce qui se passe pour le fer doux, une constante. Elle varie de 25 à 38 pour les bons aciers au tungstène et au chrome et de 8 à 15 pour ceux au cobalt. La réluctance des aimants permanents est donc beaucoup plus grande que celle du fer doux. Les champs de dispersion jouent dès lors dans les circuits magnétiques avec aimants permanents un rôle différent de celui qu'ils jouent dans ceux à fer doux. $\mathcal{H}_0$ varie pour les bons aciers au tungstène et au chrome de 160 à 180 et pour ceux au cobalt, de 400 à 800. L'équation a été vérifiée pour deux métaux complètement différents, un acier doux Remy et un acier au chrome. L'auteur étudie également les meilleures méthodes d'aimantation pour les aimants permanents et montre que le résultat le plus favorable est obtenu quand les lignes du champ magnétique $\mathcal{H}$ sont parallèles à celles du circuit magnétique fermé ; le champ principal est alors maximum et l'effet démagnétisant minimum. — B. H.

538.221. — Loi de la réluctivité magnétique; R.-L. Sanford. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, février 1927, n° 546, p. 743-755, 4 500 mots, 6 fig., 2 tabl. — Le problème de la corrélation entre les propriétés magnétiques et les autres propriétés physiques se trouverait grandement simplifié si l'on pouvait exprimer les propriétés magnétiques des corps ferromagnétiques par une formule comportant des constantes de signification physique connue. On avait pensé que la loi de réluctivité magnétique de Kennelly serait à même de remplir ce but dans le cas des substances magnétiquement homogènes. Gokhale a cependant émis des doutes sur ce point, et il a proposé une autre formule, destinée à remplacer celle de Kennelly. Cependant, la formule de Gokhale ne paraît ni plus solidement assise que celle de Kennelly au point de vue expérimental, ni plus significative au point de vue théorique. C'est pourquoi l'auteur du présent travail a considéré comme utile de reprendre la question. Il a obtenu les résultats suivants :

1. La courbe caractéristique qui relie l'induction et la perméabilité pour les corps purs voisins de la saturation a

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise ; envoi recommandé et emballage, en plus : France, 1,50 fr ; étranger, 3,50 fr.

un point d'inflexion et une double courbure, et n'a donc pas la forme rectiligne qu'exigerait la loi de Kennelly. 2. Puisque la courbe de réluctivité relative aux corps purs et homogènes n'est pas une droite, la vraie valeur de saturation n'est pas indiquée par l'inverse de la pente de la courbe. 3. Bien que la formule de Gokhale représente la courbe observée près de la saturation mieux que celle de Kennelly, elle émane cependant d'un point de vue qui n'est pas physiquement mieux fondé que celui de Kennelly et il est peu probable que ses constantes aient une signification physique. 4. Les deux formules sont utiles, chacune dans son domaine propre, à titre de formules empiriques. 5. En résumé, la loi de réluctivité n'a qu'une valeur limitée vis-à-vis du problème de corrélation entre les propriétés magnétiques et les autres propriétés physiques des corps ferromagnétiques. Une nouvelle base de corrélation reste à découvrir. — L. B.

538.55.02. — Considérations élémentaires sur les phénomènes transitoires; E. Magnusson et George-S. Smith. *Electrical World*, 9 avril 1927, t. LXXXIX, p. 749-751, 1800 mots, 9 fig. — Le but des auteurs est de montrer clairement l'allure des phénomènes transitoires. Ils étudient d'abord le phénomène de la rupture du courant et celui de l'établissement d'un courant dans un circuit dont les constantes sont nettement définies; ils considèrent ensuite le cas de l'établissement d'un courant alternatif dans un circuit comprenant, comme le précédent, une résistance et une inductance. Un cas particulier intéressant est le suivant : si l'induit d'un alternateur triphasé est mis en court-circuit, il en résulte un champ magnétique constant qui réagit sur le champ de l'inducteur. Le champ inducteur est donc le résultat de trois courants : le courant continu d'excitation I; un courant transitoire i'; un courant transitoire dans l'induit i'', fixe par rapport à cet induit, mais mobile par rapport à l'inducteur. On a donc

$$i = I + i' + i'' = I + I\,e^{-\frac{R_f}{L_f}t} + I''e^{-\frac{R_a}{L_a}t}\cos\omega t;$$

les termes d'amortissement apparaissent dans les phénomènes transitoires de l'induit et de l'inducteur; mais les constantes de temps diffèrent pour les deux circuits, car ils dépendent des résistances et des self-inductances respectives. Des courbes illustrent le texte qui représentent, en particulier, les phénomènes de mise sous courant d'une ligne ouverte, puis d'une ligne en court-circuit; on y remarque le changement de phase entre la tension et le courant, égal à 90° avant et après réflexion. D'autres courbes montrent la transmission d'énergie dans le cas de circuits couplés, magnétiquement dans un cas, électrostatiquement dans un second cas. On peut voir sur ces courbes comment dans les deux cas l'énergie est dissipée dans les circuits primaire et secondaire, l'amplitude des oscillations diminuant en fonction du temps. — E. B.

MESURES ET ESSAIS

535.242. — Mesures effectuées avec le potentiomètre en courant alternatif. *E. u. M.*, 22 mai 1927, t. XLV, p. 428-429, 700 mots, 1 fig., d'après un article de W. Geyger, publié dans *Archiv für Elektrotechnik*, 1926, t. XVII, n° 3. — L'auteur donne la description définitive de cet appareil dont la théorie a été déjà donnée dans *E. u. M.*, 4 juillet 1926, t. XLIV, p. 495 (note mentionnée dans *R. G. E.*, 25 septembre 1926, t. XIX, p. 106 D). La tension à mesurer est décomposée en deux parties déphasées de 90° entre elles et mesurées séparément. Le déphasage est obtenu à l'aide de deux transformateurs sans fer. Les mesures se font au zéro à l'aide d'un galvanomètre. Il est nécessaire d'avoir des courbes de tension identiques. L'auteur montre, sur des cas réels, les nombreuses difficultés qu'on rencontre. Il expose les recherches effectuées sur divers appareils à courant alternatif, et sur la mesure des faibles courants et faibles tensions. — C.-R. M.

621.317. — Mesure de l'énergie réactive dans les circuits triphasés; Albin Keiter. *E. u. M.*, 29 mai 1927, t. XLV, p. 437-440, 3000 mots, 6 fig. — En appliquant la méthode des deux wattmètres à la mesure de la puissance, l'auteur établit une formule donnant le facteur de correction qui convient à un réseau non équilibré parcouru par des courants non sinusoïdaux. L'erreur est proportionnelle au produit des composantes du déséquilibre en tension et en courant par le cosinus de leur angle. On appelle composante du déséquilibre le vecteur qui permet de transformer le triangle des tensions ou des courants en un triangle équilatéral. Les conditions d'erreur nulle se déduisent immédiatement de cette règle. Quand le dispositif de mesure a pour effet de déceler les courants dans les bobines en dérivation, déphasés de 90° en arrière des tensions étoilées réelles des phases du réseau, on obtient un résultat dépourvu d'erreur. La maison Norma-Instrumenten de Vienne a construit un appareil dans ce but. Cet appareil peut d'autre part servir également à la mesure de la puissance active. Le facteur de correction a une forme assez complexe, mais il peut être considéré comme constant dans la pratique. — C.-R. M.

621.396.661.2 : 00.14. — L'étalonnage des ondemètres; F. Vecchiacchi. *L'Elettrotecnica*, 15 mai 1927, t. XIV, p. 298-305, 7800 mots, 3 fig. — La mesure d'une fréquence peut se faire soit d'une façon directe, soit d'une façon indirecte; dans ce dernier cas on la déduit de la mesure de la tension produisant un courant connu dans une impédance donnée. L'étalonnage consiste au contraire à comparer les résultats des mesures aux fréquences réelles quand celles-ci sont connues. Pour estimer les fréquences d'une façon indiscutable on peut, soit les produire par un alternateur, soit les enregistrer à l'oscillographe, soit encore utiliser les harmoniques successifs d'une même oscillation fondamentale. Le dispositif décrit par l'auteur utilise cette dernière méthode. Il consiste en un alternateur à 6000 p : s dit alternateur à basse fréquence, pouvant maintenir constante la fréquence débitée, à 0,01 pour 1000 près. Deux lampes triodes produisent ensuite un redressement du courant et doublent la fréquence. L'ondemètre est accordé avec un harmonique déterminé de ce courant redressé. Pour savoir sur quel harmonique l'ondemètre fonctionne, il faut d'abord l'avoir déjà grossièrement étalonné. L'avantage principal de la méthode des harmoniques réside dans l'exactitude de la définition de l'onde fondamentale. On peut placer les points comme l'on veut sur la courbe d'étalonnage. Par contre, si la fréquence est constante, pendant une seconde, la vitesse instantanée de l'alternateur ne l'est pas ; il faut disposer d'un induit à grande inertie. Le moteur de l'alternateur est commandé par un dispositif Léonard, et la constance de la vitesse dépend aussi de l'habileté de l'opérateur. — Pour pouvoir atteindre des longueurs d'onde de 300 m il faut, avec ce système, employer des amplificateurs à résistance, indiqués par MM. Beauvais et Brillouin. L'auteur termine son article en donnant des résultats de mesures. — C.-R. M.

621.349 : 621.62.00.14. — L'essai des ventilateurs de plafond; E. Hughes et W.-G. White. *J. I. E. E.*, mars 1927, t. LXV, p. 367-372, 3000 mots, 13 fig. — On a l'habitude de comparer les ventilateurs de plafond d'après le volume d'air déplacé par minute, sans préciser les conditions dans lesquelles sont effectuées ces mesures. Les auteurs ont exécuté un certain nombre d'essais dans le but de déterminer l'influence des facteurs suivants sur ce volume d'air : distance du plan d'observation au-dessous des ailettes; position du ventilateur dans la salle et dimensions de la salle; hauteur du ventilateur au-dessus du plancher; hauteur libre entre le ventilateur et le plafond; température de la salle; vitesse du ventilateur. Les auteurs donnent dans l'article les résultats de ces essais sous forme de courbes indiquant la vitesse du courant d'air produit par le ventilateur mesurée en divers points à des distances croissantes à partir de l'axe de l'appareil. Les principales conclusions à tirer de ces observations sont les suivantes : Les mesures doivent être

faites de préférence dans un plan placé à 1 m environ en dessous du ventilateur, et en des points distants suivant un rayon de 1,30 m au plus les uns des autres. Le volume d'air mis en mouvement est plus grand dans une petite salle que dans une grande, et est indépendant de la hauteur de l'appareil au-dessus du plancher tant que cette hauteur n'est pas moindre que 2,50 m. D'un autre côté on ne gagne pas à placer le ventilateur à plus de 1 m du plafond. Ce volume d'air est d'autant plus grand que la température de la salle est plus élevée et est à peu près proportionnel à la vitesse du ventilateur. — J. S.

621.349-543.00.14. — Essais d'aspirateurs de poussières d'appartements; W. Wedding. *E. T. Z.*, 19 mai 1927, t. XLVIII, p. 678-683, 5 500 mots, 11 fig. — Pour guider les spécialistes au sujet des qualités des aspirateurs de poussières, M. Wedding a effectué des essais comparatifs sur quatre appareils pour courant continu à 110 v, différant entre eux par le type de ventilateur, sa vitesse de rotation, le tube et la buse d'aspiration. Il a fait varier pour chaque type l'ouverture de la buse d'aspiration et représenté par des courbes l'influence de cette variation sur le débit d'air, la pression au refoulement, la vitesse des ventilateurs, la consommation d'énergie, le rendement. La quantité de poussière aspirée, relativement au débit d'air, dépend de la distance de la buse d'aspiration à la surface nettoyée. Elle décroît quand cette distance croît, sauf aux très faibles distances. Sur un tapis, elle s'annule pour une distance variant de 6 à 8 mm. Les vitesses de rotation employées atteignaient 16 000 t : mn, et les ventilateurs comportaient une ou deux roues mobiles. Les conditions d'essai permettent de déterminer, pour chaque type essayé, les conditions les plus économiques de fonctionnement. Pour tous les appareils, au fur et à mesure que la poche à poussière se remplit, la résistance au fonctionnement s'accroît. Il y a intérêt à employer de grosses poches. — C.-R. M.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.316.00.12 (42). — La distribution d'énergie électrique dans une région de grande étendue; William-C. Bexon. *El. Rev.*, 3 juin 1927, t. C, p. 900-904, 3000 mots, 9 fig. — Cet article est le résumé d'une conférence faite par l'auteur à la réunion annuelle de l'Incorporated municipal electrical Association. Dans cette conférence l'auteur expose les méthodes qu'il a suivies pour établir une distribution d'énergie électrique dans une région de grande étendue et donne de nombreux chiffres relatifs au coût des installations. La région desservie a une superficie de 2 850 km². Il préfère établir les feeders en lignes doubles sur poteaux de bois, et à ce propos attire l'attention sur ce que l'Act de 1926 ne donne aucune facilité pour obtenir les droits d'implantation de ces poteaux. Son expérience depuis 1918 en matière de sous-stations extérieures est favorable à ce type. Il estime que la tension de 3 000 v est la plus appropriée pour la distribution, avec des postes de transformation, qui ne sont dans des bâtiments en briques que lorsqu'il y a beaucoup d'appareillage. Dans les villages pour diminuer le coût des installations, il faudrait pouvoir installer des lignes aériennes mais les règlements actuels s'y opposent. Pour terminer, l'auteur a présenté un certain nombre de suggestions relatives aux modifications à apporter aux règlements actuellement en vigueur en Angleterre et dont l'application permettrait de réduire le coût de la fourniture de l'électricité. — J. S.

621.316.00.14 (494.34). — La compensation de phase sur le réseau de distribution d'énergie électrique de la ville de Zurich; H. Leuch. *Bull. A. S. E.*, avril 1927, t. XVIII, p. 169-182, 5 900 mots, 12 fig., 5 tabl. — Les moyens dont dispose le distributeur d'énergie électrique pour améliorer le facteur de puissance de son réseau sont les compensateurs synchrones, les régulateurs d'induction et les condensateurs. Il n'est pas question dans cet article des modes de compensation de phase individuelle des moteurs asynchrones qui intéressent l'abonné. Le cas considéré est celui du réseau d'alimentation en énergie électrique de la ville de Zurich. La principale usine génératrice est celle d'Albula reliée au centre d'utilisation, à Zurich, par une ligne de 140 km sous 50 kv; sur cette ligne sont couplés deux groupes d'usines génératrices, branchés à ladite ligne le premier à Ragaz, le second à Siebnen. L'amélioration du facteur de puissance est assurée par 9 compensateurs synchrones dont la puissance réactive totale est de 13 500 kv-a, montés sur le réseau de distribution sous 6 000 v. Bien entendu, le nombre des groupes qui doivent être en service à un instant donné et la puissance réactive que chacun d'eux doit développer pour assurer la compensation de phase dans les conditions les plus avantageuses dépendent de la charge du réseau et de son facteur de puissance à l'instant considéré, ainsi que de la valeur à laquelle il doit être relevé; l'auteur donne une méthode graphique qui permet de résoudre cette question. Il étudie ensuite l'efficacité de cette compensation de phase sur le réseau de distribution à 6 000 v et sur la ligne de transmission à 50 000 v. Des mesures effectuées sur le réseau secondaire ont montré que la compensation pourrait être telle qu'il y ait un léger déphasage en avant; comme les compensateurs ne sont répartis qu'en trois points du réseau, que celui-ci comporte un très grand nombre de ramifications, et qu'enfin entre les points où se trouvent les compensateurs et les installations des abonnés il y a encore des transformateurs et des canalisations souvent de longueur appréciable, l'effet du déphasage en avant du courant sur la tension est très limité. En ce qui concerne la ligne de transmission de 50 000 v, on trouvera dans l'article une étude détaillée de ses conditions de fonctionnement, et notamment, des diagrammes des puissances active et réactive mises en jeu dans le cours d'une journée. Il résulte de l'étude développée par l'auteur que les compensateurs de phase installés à Zurich ne suffisent pas pratiquement, à eux seuls, pour assurer la compensation de la façon la plus avantageuse lorsque le réseau est en pleine charge et en surcharge; mais il importe de tenir compte de ce que sur la ligne de transmission à Siebnen, à 40 km de Zurich, vient se brancher la canalisation reliant ladite ligne à l'usine génératrice de Wäggital; or, cette usine n'intervient qu'aux heures des pointes, pour fournir l'énergie active au réseau. Mais ses machines peuvent tenir lieu de compensateurs de phase durant toute l'année, de sorte que la ligne de 140 km peut être divisée en deux parties, au point de vue de l'amélioration du facteur de puissance : la première d'Albula à Siebnen et la seconde, de Siebnen à Zurich. Les machines de Wäggital sont alors considérées comme améliorant le facteur de puissance sur le premier tronçon et les compensateurs de Zurich, sur le second tronçon. Examinant la question dans toute son ampleur, l'auteur conclut en indiquant que le résultat obtenu en cours d'exploitation s'écarte de 10 pour 100 de la valeur théorique du facteur de puissance que l'on cherche à atteindre. — A. C.

621.316.00.4. — L'amélioration du facteur de puissance à l'aide de moteurs asynchrones en court-circuit; E. Rosenberg. *E. T. Z.*, 12 mai 1927, t. XLVIII, p. 645-649, 5 100 mots, 7 fig. — Le moteur asynchrone à rotor en court-circuit qui est muni d'un commutateur permettant de passer du montage en triangle au montage en étoile assure une amélioration de la valeur moyenne du facteur de puissance. En abandonnant le premier pour le deuxième montage quand on passe des fortes aux faibles charges, on conserve en effet un rendement et un facteur de puissance satisfaisants. On diminue la consommation considérablement, ce qui est particulièrement intéressant pendant la marche à vide. Il faut que les deux montages correspondent à des courants que le moteur peut supporter longtemps. Le courant au démarrage est un peu plus intense dans le montage en étoile que dans le montage en triangle, sans être dangereux quand le moteur est bien calculé. Ce genre de moteur s'adapte fort bien aux applica-

tions agricoles, aux ateliers, et en général partout où son installation ne trouble pas le réseau. Pour diminuer les courants de court-circuit, l'auteur préconise l'emploi de rotors dentés à deux séries de barres. Dans le fond des rainures se trouvent des barres de cuivre, et à la périphérie, des barres en fer. Les deux séries de barres possèdent chacune leurs bagues d'extrémités. Ce dispositif possède une grande résistance au démarrage, ce qui a pour effet de diminuer le courant à cet instant. De nombreux moteurs de petite puissance sont installés en Allemagne sur ce type. — C.-R. M.

621.316 (017). — Normalisation des tensions des réseaux électriques et de leur équipement; A.-E. Silver et A.-L. Harding. *J. A. I. E. E.*, mars 1927, t. XLVI, p. 242-251, 6500 mots, 11 tabl, 1 schéma. — Le but de cet article est d'exposer et de proposer un programme de tensions normalisées susceptibles de satisfaire, de l'avis des auteurs, à tous les besoins de l'exploitation d'un réseau de distribution à courant alternatif. Après avoir rappelé les tensions normalisées adoptées par l'American Institute of electrical Engineers, ils font remarquer que l'insuffisance des normalisations actuelles des tensions concernant les équipements provient d'une mauvaise appréciation de la relation qui existe entre les niveaux choisis pour les tensions et les conditions de fonctionnement d'un réseau électrique moderne et ils prennent comme exemple la normalisation adoptée pour les transformateurs destinés à alimenter un réseau de distribution. Beaucoup d'usagers ont fait l'acquisition de tels transformateurs pour les installer dans des sous-stations ou même pour les employer comme transformateurs élévateurs; aussi, arrive-t-il fréquemment que les équipements fonctionnent à des tensions grandement supérieures à leur tension nominale. C'est pourquoi, il paraît raisonnable et conforme aux conditions de fonctionnement de prendre comme niveau de base, pour la normalisation des tensions d'une certaine catégorie, la tension moyenne aux bornes réceptrices, car c'est le point où le producteur prend contact avec le consommateur, ou, autrement dit, c'est le comptoir où le produit industriel est délivré à l'acheteur. Telle est l'idée fondamentale qui sert de point de départ aux auteurs; ceux-ci discutent ensuite, une à une, leurs propositions et présentent simplement sous forme de tableau l'ensemble des tensions auxquelles ils ont été conduits par leurs raisonnements. — B. C.

621.313.21.00.12. — Détermination de la résistance de commutation des moteurs série monophasés; J. Klamt. *E. T. Z.*, 28 avril 1927, t. XLVIII, p. 577-578, 2500 mots, 5 fig. — Tandis que Th. Kopczynski a indiqué comment on peut obtenir le diagramme du circuit des pôles de commutation au moyen de quelques formules simples formant la base de l'électrotechnique, et a particulièrement insisté sur les conditions de commutation en utilisant le calcul vectoriel, l'auteur reprend le même problème par une méthode purement analytique. Il montre comment on peut rapidement déterminer les deux résistances de commutation suivantes, celle qui compense complètement la tension de commutation et celle qui produit la tension résultante minimum et quelle est la relation entre la résistance de commutation et la tension résultante pour des régimes différents. Il termine par une application numérique à un moteur absorbant 1 090 A à 1 125 t : mn. — B. H.

621.314.2 : 621.396.64]00.1. — Contribution à l'étude des transformateurs d'amplificateurs. *E. T. Z.*, 24 mars 1927, t. XLVIII, p. 402-403, 950 mots, d'après un article de L. Müller et J. Labus publié dans *Archiv für Elektrotecnik*, t. XVI, n° 3, p. 219 et t. XVII, n° 3, p. 354. — L. Müller recherche des méthodes d'étude de ces transformateurs convenant à leurs propriétés particulières et éliminant l'influence des autres éléments des amplificateurs. Il suppose que toutes les capacités entre spires peuvent être remplacées par une seule, K_2, branchée aux bornes secondaires et que, suivant R. Holm, les pertes dans le fer, mises sous la forme $L(1-j\varphi)$ et $M(1-j\varphi)$ peuvent être introduites dans les équations. L représente le coefficient de self-induction; M, le coefficient d'induction mutuelle; $\varphi = \delta + \omega\theta$ les pertes dans le fer, séparées en pertes par hystérésis δ et par courants de Foucault θ. L'étude du transformateur de grille met en évidence la coexistence de deux fréquences propres qui sont

$$\omega_1^2 = \frac{1}{L_2 K_2} \qquad \text{et} \qquad \omega_2^2 = \frac{1}{2\sigma L_2 K_2}.$$

La première résonance est une résonance de courant déterminée par l'inductance secondaire L_2 et la capacité K_2. La seconde est une résonance de tension de l'inductance de fuites secondaire $2\sigma L_2$ et de la capacité. Elle est désignée sous le nom de résonance de dispersion et peut être identifiée avec les fréquences propres de deuxième ordre de Rogowski, tandis que la première le serait avec celles de premier ordre. Après avoir indiqué le rôle des résistances et celui du transformateur avec un troisième enroulement court-circuité, il donne le résultat de ses recherches expérimentales et décrit les dispositifs nouveaux qu'il a adoptés. J. Labus apporte encore à l'étude précédente une modification. En adoptant pour le coefficient de dispersion la formule habituelle, il obtient pour la partie imaginaire de la résistance primaire d'un transformateur débitant sur une capacité K_2, une formule valable pour toutes les sortes de couplage. — B. H.

621.315.1.00.12. — Calcul graphique des transmissions d'énergie électrique à grande distance; C.-F. Weiland. *E. T. Z.*, 28 avril 1927, t. XLVIII, p. 572-576, 5700 mots, 11 fig. — Plusieurs procédés ont déjà été proposés pour la résolution graphique du problème des transmissions d'énergie électrique à grande distance. Tous sont plus ou moins compliqués, dès qu'il faut tenir compte de l'admittance de la ligne. L'auteur indique une nouvelle méthode déduite des formules exactes pour les lignes, à constantes régulièrement réparties qui restent suffisamment simples pour la pratique courante. La plus grande partie de l'opération est conduite en supposant les capacités concentrées à l'extrémité de la ligne. Pour tenir compte ensuite de la répartition des capacités, on établit deux petits diagrammes auxiliaires qui peuvent être obtenus très facilement. Le procédé est exact pour toutes les lignes, quelles que soient leurs longueurs et les tensions considérées. Pour les distances assez petites, les calculs préliminaires et les diagrammes auxiliaires se simplifient. — B. H.

621.315.1.00.41. — Etude de l'influence des courants de retour par la terre sur les longues lignes; W. Lühr. *E. T. Z.*, 14 avril 1927, t. XLVIII, p. 510-511, 1 400 mots. — Cette question a déjà été étudiée par différents auteurs dont Sumec, La Cour et Breisig. L'auteur la reprend au point de vue théorique et compare les résultats ainsi obtenus avec ceux de mesures directes effectuées sur la ligne à 100 kv de Friedrichsfelde à Trattendorf. Le point le plus difficile à élucider est celui de la répartition du courant dans le sol. On suppose qu'à chaque point de pénétration limite du courant dans le sol, les champs des deux circuits s'annulent. Avec des conditions moyennes d'humidité sur les 131 km de longueur de la ligne le sol fut décomposé en conducteurs élémentaires d'un centimètre carré de section. En utilisant des formules que l'article indique on a établi que le courant s'étend sur une largeur de 1,45 km environ et pénètre sous la ligne, à une profondeur de 540 m. La réactance de la boucle calculée par la formule de La Cour fut trouvée de 28 pour 100 inférieure à la valeur mesurée expérimentalement. — B. H.

621.315.1.00.41 — Retour du courant alternatif par le sol; G. Haberland. *E.T.Z.*, 7 avril 1927, t. XLVIII, p. 456-460, 6 000 mots, 2 fig., 7 tabl. — La distribution du courant alternatif dans un conducteur homogène est rendue compliquée par suite de l'effet pelliculaire; aussi, la difficulté

est-elle grande lorsque le conducteur est aussi peu homogène que le sol. L'auteur suppose d'abord au sol une conductivité constante. Il indique que le courant circule dans la terre parallèlement à la ligne aérienne. Il introduit dans les équations de Maxwell, H_x et H_y, intensités des champs magnétiques parallèles et perpendiculaires à la surface du sol; I, intensité du courant dans la ligne ; i, densité du courant dans le sol en un point de coordonnées x, y ; ρ, la résistance spécifique du sol et ω, la pulsation du courant. Il montre que les lignes de force sont presque circulaires, mais excentrées par rapport à la ligne. Le champ magnétique a une composante en phase avec le courant de la ligne, très intense au voisinage de la ligne et décroissant très vite avec l'éloignement et une autre déphasée de 90°, nulle au voisinage de la ligne, puis croissant et décroissant lentement avec l'éloignement. La profondeur de pénétration est caractérisée par

$$k = \sqrt{\frac{\rho}{4\pi\omega}}.$$

Pour une résistivité de la terre de 10^4 ohms-cm, elle est de 870 m à la fréquence de 16 2/3 p : s et de 110 m à celle de 1000 p : s. L'auteur étudie également : 1° la self-inductance linéique du circuit et la fixe à

$$L = 2 \log_e \frac{2{,}38\,k}{r} \times 10^{-4} \text{ H : km}$$

2° le coefficient linéique d'induction mutuelle sur une autre ligne distante de a de la première et le fixe approximativement à

$$M = \frac{4k^2}{a^2} \times 10^{-4} \text{ H : km.}$$

si la distance a est grande. Il montre ensuite le rôle joué par la nappe d'eau souterraine et termine en comparant les chiffres obtenus théoriquement avec les résultats de la pratique. — B. H.

621.315.1:538.522. — Phénomènes d'induction mutuelle de deux lignes voisines de transmission d'énergie électrique en courant triphasé ; P. Schmid. *Bull. A. S. E.*, avril 1927, t. XVIII, p. 183-205, 11 000 mots, 14 fig. — Le phénomène qui fait l'objet de l'étude développée dans cet article a été observé sur les lignes qui relient la ville de Zurich à l'usine génératrice d'Albula, lignes qui sont au nombre de quatre et sur lesquelles viennent se brancher des canalisations partant d'autres stations génératrices. L'une d'elles, en particulier, relie les stations de Ragaz et de Siebnen. Il a été prévu pour ces quatre lignes deux rangées de pylônes, chaque rangée correspondant à deux lignes, c'est-à-dire supportant six conducteurs. Or, les instruments de mesure montés sur chacune de ces lignes permettent de constater des variations périodiques de puissance de l'ordre de 500 kw, résultant d'un échange d'énergie d'une ligne à une autre, particulièrement sensible sur la ligne de Ragaz à Siebnen. Dans la première partie de son étude, l'auteur établit la théorie générale de ces phénomènes d'induction mutuelle qui le conduit aux expressions des puissances actives et réactives mises en jeu dans un système de six conducteurs voisins parcourus par des courants triphasés. Il indique, dans la seconde partie, la nature des recherches entreprises pour interpréter le phénomène observé. Les oscillogrammes relevés confirment les explications basées sur les développements théoriques du début de l'article. — A. C.

621.315.21/2.00.22. — Différents procédés de fabrication des câbles à courant fort; Hans Muller. *E. T. Z.* 24 et 31 mars 1927, t. XLVIII, p. 388-391 et 419-423, 10 200 mots, 12 fig. — Dans une longue étude, l'auteur donne des détails sur la fabrication des câbles. Il traite d'abord de la confection des torons, puis du câble et montre que toujours la même opération se reproduit. La dernière cependant, pour la confection définitive du câble triphasé, est compliquée par le garnissage avec de l'isolant et une matière de remplissage qui est le plus souvent le jute. Il est question de la protection du câble avec des fils ou du feuillard d'acier. L'article contient de nombreuses formules et plusieurs tableaux pouvant intéresser le constructeur spécialisé. — B. H.

621.315.21/2.00.2. — La fabrication des câbles électriques. Etablissement des canalisations ; G. Kessler. *La Technique moderne*, 15 mars et 1er juin 1927, t. XIX, p. 166-171 et 328-333, 9700 mots, 34 fig. — Dans cet article, l'auteur décrit comment s'effectue la pose des câbles en tranchée, indique les précautions à prendre dans le tirage des câbles dont l'enveloppe de plomb en particulier n'est pas établie pour subir d'efforts de traction et expose le principe de la méthode de tirage au moyen d'un câble porteur en acier et de deux treuils. Après quelques mots sur la pose des câbles en galeries et en conduites, sur la pose des câbles dans les puits de mine et sur celle des câbles sous-marins de transmission d'énergie, il décrit en détail les boîtes de jonction, en particulier celles pour câbles à haute tension. Les boîtes de jonction doivent assurer, en dehors de la conductibilité : la conservation de l'isolement des câbles (emploi d'une matière isolante plastique et hydrofuge) et la protection du joint à la fois contre l'humidité et mécaniquement. Pour les câbles à haute tension, il faut tenir compte, en outre, de la rigidité diélectrique et de la répartition du champ électrique dans l'ensemble des éléments de la boîte montée. On a été, à la suite d'essais et observations, amené à concevoir des boîtes de jonction et d'extrémité dans lesquelles : 1° l'isolant est autant que possible de même composition et a même constante diélectrique que l'isolant propre du câble ; 2° les formes sont étudiées pour assurer la répartition des lignes de force du champ électrique à l'intérieur de la boîte pour éviter des points de concentration pouvant devenir des sièges de brûlures et d'amorçage d'arcs. L'auteur décrit divers types de boîtes de jonction réalisées suivant ces indications pour câbles à trois conducteurs pour 35 000 v et 60 000 v. Il donne ensuite divers exemples de boîtes d'extrémité (boîte verticale, boîte avec sorties dans le plan du câble, mais à angle droit avec lui, boîte avec sorties dans un plan perpendiculaire au câble), ainsi que de boîtes de distribution ou de coupure, de boîtes de dérivation ou de branchement, et enfin de coffrets d'abonnés. L'auteur donne ensuite quelques indications sur la pose des câbles téléphoniques et leur raccordement. Ceux-ci sont généralement simplement sous plomb; ils peuvent être posés en égouts ou en galeries spéciales, ou encore en conduites en poterie vernissée ou en béton. Le tirage des câbles dans ces conduites se fait au moyen de treuils, leur guidage étant assuré par des galets. Les joints de câbles téléphoniques se font d'une manière analogue à ceux des câbles d'énergie à conducteurs multiples lorsqu'il s'agit de câbles sans circulation d'air. Pour les câbles à circulation d'air, les fils sont reliés deux à deux par une ligature torsadée rabattue le long des fils et protégée par un tube en papier de 8 à 12 cm de longueur, glissé au préalable sur l'un des fils. Les ligatures des différents fils sont échelonnées de façon que soit réduit le plus possible le diamètre du câble à l'endroit du joint. La continuité de l'enveloppe en plomb est assurée au moyen d'un tube en plomb soudé à chaque bout sur les plombs des câbles. Un procédé analogue est utilisé pour réunir entre eux différents câbles à un seul câble d'un plus grand nombre de conducteurs. A leur extrémité, les câbles sous plomb sont raccordés au moyen de boîtes spéciales, étanches, permettant l'accès facile des bornes de raccordement et l'envoi d'air sec pour l'assèchement des câbles le cas échéant. L'auteur traite sommairement des installations intérieures et du contrôle des installations qui comporte les essais après pose et le contrôle en cours d'ex-

ploitation. L'essai sur place en courant alternatif est impossible parce que le courant de charge des câbles nécessiterait la mise en jeu de puissances inadmissibles pour des installations mobiles. On fait l'essai en courant continu à haute tension, obtenu soit au moyen du kénotron, soit avec le montage Delon à contact tournant. On se base dans cet essai sur ce que le rapport entre la tension continue et la tension alternative de perforation est d'environ 2,5. — J. S.

621.315.5 : 537.32. — Echauffement des conducteurs parcourus par des courants de courte durée et des courants de court-circuit ; G. Gut et Leo-M. Grünberg. *Bull. A. S. E.*, avril 1927, t. XVIII, p. 205-225, 10 500 mots, 8 fig. — Les auteurs se proposent de calculer l'élévation de la température des conducteurs dans le cas où le courant qui les traverse est de courte durée ; cette condition permet de supposer que toute la chaleur reste accumulée dans le conducteur, la durée du courant étant très petite par rapport à la constante de temps du conducteur au point de vue thermique. De plus, il faut tenir compte de ce que la chaleur spécifique et la conductibilité thermique du corps considéré sont variables avec la température; enfin, s'il s'agit d'un courant de court-circuit, son intensité est essentiellement variable. L'étude est divisée en trois parties. Dans la première, les auteurs supposent le courant constant; ils montrent qu'un échauffement peut être considéré de courte durée tant que la durée du régime de charge ne dépasse pas de plus de 10 pour 100 la constante de temps du conducteur au point de vue thermique; pour des durées supérieures, le problème se ramène à celui qui se présente en régime permanent et l'on peut tenir compte de la chaleur rayonnée. La deuxième partie traite du courant de court-circuit; il importe dans ce cas de tenir compte de la variation du courant durant le phénomène du court-circuit ; les conditions du court-circuit influent également sur l'échauffement; aussi, après avoir montré d'une façon générale comment doit être résolue la question, les auteurs considèrent-ils quelques applications numériques où les conditions du court-circuit sont nettement définies. Enfin le troisième cas envisagé est celui d'un courant de courte durée sous une tension constante; ici intervient la variation de la résistance du conducteur avec la température; l'application traitée dans l'article est le cas d'une bobine d'électroaimant d'un dispositif de commande à distance. — A. C.

621.314.77. — Un nouveau relais constitué par une valve à trois électrodes. *Electrical World*, 9 avril 1927, t. LXXXIX, p. 75, 500 mots, 1 fig. — Ce nouvel appareil a été établi par la Westinghouse electric and manufacturing Co; il a une forme identique à celle de la lampe de radiotéléphonie bien connue; mais l'ampoule contient un gaz rare tel que de l'argon ou du néon. Il n'y a pas de filament ; l'anode est constituée par un unique fil rectiligne enfermé dans un mince tube de verre, sauf à son extrémité, et disposé dans l'axe d'un cylindre d'aluminium qui constitue la cathode. La grille est constituée par un autre fil placé également dans un tube de verre; seule l'extrémité du fil est libre et recourbée jusqu'à une très petite distance du fil de l'anode. Si une différence de potentiel notable existe entre l'anode et la cathode, les électrons s'accumulent sur la grille isolée ; cette accumulation abaisse le potentiel entre la grille et la cathode et l'augmente entre la grille et l'anode; les gradients de potentiel sont cependant trop faibles pour provoquer une décharge. Si l'on peut assurer l'écoulement de la charge de la grille par un procédé quelconque, le gradient pourra être modifié de telle manière que le courant passe sous une tension relativement faible, de 200 v par exemple ; on peut se servir pour l'écoulement de la charge de la grille d'une résistance ou d'une capacité. Si l'anode est isolée, la tension peut être portée à 600 v; sous 440 v et avec une résistance de fuite convenablement choisie, un courant peut passer lorsque la tension atteint une valeur déterminée. — E. B.

USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.311.21 (494). — L'usine génératrice sur l'Alfenz de la Vorarlberger Zementwerke Lorüns Aktien-Gesellschaft à Bludenz; H. Sonderegger. *Schweizerische Bauzeitung*, 7 et 14 mai 1927, t. LXXXIX, p. 247-251 et 263-266, 5 200 mots, 29 fig. — Il s'agit d'une usine génératrice uniquement destinée à l'alimentation en énergie électrique de la fabrique de ciment de la société précitée. Bien que la puissance de cette usine ne dépasse pas 3 200 ch, les ouvrages d'aménagement de l'Alfenz présentent certaines particularités qui sont décrites dans cet article. La hauteur de chute est de 55 à 60 m et le débit moyen, de 4 m³ : s environ : ce débit est, en fait, très variable, de 0,7 m³ : s à 5 et même 10 m³ : s en été. Il a été prévu un barrage à 3 km de Radin, où ont été installées la chambre d'eau et la conduite forcée qui aboutit à l'usine génératrice même. Entre le barrage et la chambre d'eau, le lit de l'Alfenz a une pente maximum de 3 pour 100; l'eau est détournée de son cours normal dans un canal qui s'étend sur cette distance de 3 km environ et dont la pente est de 1 pour 1 000. Etant donné la grande quantité de sable et de boue entraînés par l'eau, notamment lors de la fonte des neiges, on a reconnu la nécessité de prévoir un dessableur du système Dufour. La conduite forcée présente deux coudes, l'un à 45° et l'autre à 90°. Les turbines, au nombre de deux, sont du type Francis, d'une puissance unitaire de 1 200 ch, tournant à 750 t : mn et entraînant chacune un alternateur triphasé de 1 200 kv-a, 3 800 v, 50 p : s. Après un service sans interruption de six mois, il fut possible de procéder à une revision de l'installation. Le dépôt de boue dans la chambre d'eau avait une épaisseur ne dépassant pas 20 cm; il fut d'ailleurs rapidement évacué; le soir du même jour, l'installation pouvait être remise en service. — A. C.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33 : 625.52 (46). — Le chemin de fer funiculaire de La Escontrilla-Reineta, en Espagne ; W. Frey. *Schweizerische Bauzeitung*, 11 juin 1927, t. LXXXIX, p. 315-318, 2 400 mots, 7 fig. — Le chemin de fer qui relie La Escontrilla à Reineta a une longueur de 1 200 m; la différence de niveau des deux stations extrêmes est de 342 m; la pente est comprise entre 24,3 et 35,5 pour 100 et le profil de la ligne comporte une courbe de rayon égal à 500 m. L'auteur donne des détails sur la construction et l'équipement des voitures. A ce propos, il signale en particulier les freins à mâchoires dont elles sont munies; ces freins, de création récente, à action rapide sont commandés par une tige sur laquelle agit indirectement un contrepoids aussitôt que le câble de traction ne présente pas la tension voulue. Le poste de commande se trouve à la station supérieure; il comporte un treuil de commande entraîné par un moteur asynchrone de 150 ch. Mentionnons encore une combinaison d'interrupteurs intercalés sur le circuit de la bobine à tension nulle du disjoncteur principal et dont le rôle est d'obliger le machiniste à ramener la vitesse de la voiture à une valeur inférieure à 0,3 m : s un peu avant l'arrivée en station. — A. C.

621.314.7 : 621.331 (71). — La première sous-station automate à redresseurs à vapeur de mercure installée au Canada pour les tramways de Montréal. *E. R. J.*, 30 avril 1927, t. LXIX, p. 767-772, 2 600 mots, 14 fig. — Cet article donne les principales caractéristiques de la sous-station automate à redresseurs à vapeur de mercure installée récemment pour les tramways de Montréal. Les raisons qui ont conduit au choix de redresseurs sont : *a*) haut rendement total dans toutes les conditions de charge; *b*) bâtiments moins coûteux en raison de l'absence de fondations profondes; *c*) économie d'entretien; *d*) appareillage de com-

mande plus simple que dans le cas des convertisseurs rotatifs; *e*) absence de bruits et de vibrations. L'installation comprend actuellement quatre redresseurs de 1 000 A, 600 V groupés par deux pour un transformateur de 1 800 kV-A qui donne au secondaire du courant hexaphasé. L'alimentation est faite en courant triphasé 12 600 V, 62,5 p:s. Le disjoncteur placé à l'arrivée des lignes à haute tension est protégé par des relais de surcharge avec retard dans le temps réglé d'avance. Lorsque le disjoncteur fonctionne sous l'action de ces relais, il ne peut plus être réenclenché qu'à la main. Ils ne fonctionnent d'ailleurs ainsi qu'en cas de court-circuit sur les lignes à haute tension. Les disjoncteurs placés entre les barres générales et les groupes redresseurs sont protégés par des relais de surcharge à fonctionnement instantané et sont à trois réenclenchements automatiques, après des intervalles de dix secondes, une minute et trois minutes. Comme dans toutes les installations semblables, on trouve des relais thermiques pour la protection contre des échauffements exagérés et des appareils mettant le redresseur hors circuit en cas de vide insuffisant ou de manque d'eau de refroidissement. — J. S.

621.331 : 656.4 (73). — Une nouvelle sous-station automate pour les tramways de Chicago; B.-G. Noah. *E. R. J.* 14 mai 1927, t. LXIX, p. 863-866, 1 800 mots, 7 fig. — Cette sous-station renferme deux groupes convertisseurs synchrones de 2 000 kW, fournissant du courant continu à 600 V. La sous-station est alimentée en courant alternatif, 12 000 V, 60 p : s par deux lignes souterraines. Les convertisseurs synchrones sont hexaphasés, à enroulement compound et à pôles auxiliaires. Ils sont munis d'un enroulement d'excitation shunt et fonctionnent en général avec l'enroulement série en court-circuit. Dans ces conditions, la chute de tension du côté du courant continu entre la marche à vide et la pleine charge n'excède pas 5 pour 100. Le fonctionnement de cette sous-station diffère de celui généralement adopté pour les sous-stations automates en ce qu'il n'y a pas de résistances de changement de charge. Cette disposition est rendue possible parce que cette sous-station est reliée à celle de Crawford Avenue par des lignes de très faible résistance et que les caractéristiques des machines de ces deux sous-stations sont inverses l'une de l'autre. Elle est également sous la surveillance du mécanicien de la précédente, grâce à un système synchrone de surveillance par signaux lumineux. Cette combinaison a sa raison d'être en ce que la charge de ces deux sous-stations est en grande partie commune et qu'il est ainsi possible au mécanicien en cas de l'une ou de l'autre de reporter la charge ou une partie de la charge sur celle qui reste en service. On a utilisé dans cette sous-station la ventilation naturelle. Des schémas montrent dans l'article comment elle est réalisée. — J. S.

621.337.00.41. — Les efforts momentanés développés lors du freinage rhéostatique; L.-M. Aspinwall. *E. R. J.*, 28 mai 1927, t. LXIX, p. 951-954, 2 500 mots, 4 fig. — Lorsqu'une voiture de tramway court sur l'erre et qu'on passe brusquement à la position de freinage rhéostatique d'urgence (c'est-à-dire freinage en court-circuit), il se développe dans les différentes parties des organes moteurs (arbre du moteur, pignons, etc.) des efforts momentanés bien supérieurs à ceux limités par le patinage des roues. L'auteur a étudié pratiquement cette question au moyen d'oscillogrammes relevés sur un moteur dans ces conditions de fonctionnement et il donne dans l'article, en expliquant comment elles sont obtenues, les différentes courbes déduites de ces mesures : courbes du couple et du courant en fonction de l'accélération retardatrice de l'induit, tension, courant et vitesse du moteur pendant le freinage, tension en fonction du courant dans les mêmes conditions pour diverses vitesses initiales de la voiture. De ces courbes il déduit celles de la tension maximum, de l'intensité maximum du courant et du couple maximum lors du freinage en fonction de la vitesse initiale. — J. S.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394.5.82. — Note sur la transmission téléphonique et télégraphique sans distorsion; A.-C. Bartlett. *Phil. Mag.*, avril 1927, t. III (7e série), p. 959-963, 950 mots, 1 fig. — Dans les lignes téléphoniques réelles, la distorsion relève de deux causes : les ondes de diverses fréquences sont en général affaiblies à divers degrés en se propageant le long de la ligne, et en outre leurs différences de phase se modifient. La seule exception à cette règle est fournie par la ligne sans distorsion de Heaviside, dans laquelle la résistance R, l'inductance L, la capacité C et la conductance de fuite S, par unité de longueur respectivement, sont telles que

$$RC = LS.$$

Il était, par suite, intéressant de savoir si l'on peut se trouver en présence d'un réseau qui, associé à une ligne uniforme, fournisse une solution exacte du problème. L'auteur montre que dans le cas simple de la ligne uniforme ayant $S = 0$, un tel réseau peut être établi, mais qu'il nécessite une double infinité d'éléments simples d'impédance, et qu'il augmente considérablement l'affaiblissement. — L. B.

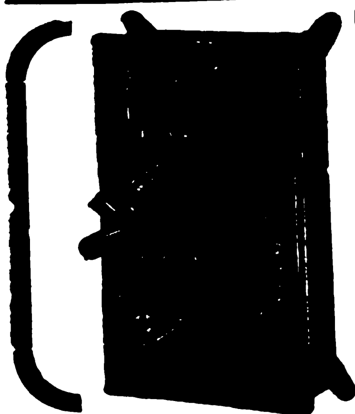
621.396.623. — Un haut-parleur pour radiotéléphonie; Ernest-W. Braendle. *El. Rev.*, 3 juin 1927, t. C, p. 876-878, 1 900 mots, 9 fig. — Dans cet article, l'auteur décrit et donne des indications permettant de construire un haut-parleur d'un nouveau modèle qui assurerait, dit-il, une reproduction parfaite de la voix avec son timbre et dans toute l'étendue des fréquences vocales. Ce haut-parleur est un dérivé du haut-parleur « cône ». C'est en somme un diaphragme de carton à grosses ondulations circulaires concentriques. Le centre, auquel est attaché le levier relié au récepteur, fait saillie en dehors des ondulations. Le récepteur est fixé au centre d'un cône de papier qui vient d'autre part s'emboîter par son autre extrémité sur la périphérie du diaphragme. — J. S.

621.396.673.00.4. — Le champ de rayonnement par réaction d'une antenne élevée et sa relation avec la fréquence; F.-A. Fischer. *E. T. Z.*, 24 mars 1927, t. XLVIII, p. 396-397, 1 500 mots, 2 fig. — Après avoir rappelé les articles précédents traitant une question analogue, l'auteur considère une onde touchant une antenne, et calcule la force électromotrice induite dans cette antenne, le courant qui y circule et le champ produit par réaction par ce courant. Ce champ est donné par la formule

$$Z = \frac{\gamma E_0 h}{w} (\sin \omega t \cos \varphi - \cos \omega t \sin \varphi),$$

où γ est un coefficient; E_0, la force électromotrice induite dans l'antenne; h, la hauteur de l'antenne et w, son impédance. On voit qu'il peut être décomposé en un champ en phase avec l'onde reçue et en un champ en quadrature avec cette onde. Le relèvement radiogoniométrique doit tenir compte de cette particularité et il est nécessaire d'utiliser une antenne auxiliaire. L'influence de ces composantes est discutée en fonction du désaccord de l'antenne élevée par rapport à l'onde que l'on relève. Le diagramme semi-circulaire exigé de l'antenne auxiliaire dans la radiogoniométrie à bord est expliqué par l'influence du mât jouant le rôle d'une antenne élevée fortement désaccordée par rapport à l'onde relevée. — B. H.

621.396.71(42). — La station de radiotéléphonie transatlantique de l'Office britannique; E.-M. Deloraine. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mai 1927, t. XVI, p. 380-420, 13 700 mots, 14 fig. — Cet article est une description complète de la puissante station de radiotéléphonie de Rugby dont de nombreuses descriptions en langue anglaise ont déjà paru et dont certaines ont été résumées ici même (voir *R. G. E.*, 3 octobre 1925, t. XVIII, p. 147 D,



28 août 1926, t. xx, p. 75-76 D). L'auteur commence par développer quelques considérations sur la méthode de transmission adoptée dont il rappelle le principe. Cette méthode est celle de la transmission par frange unique sans onde porteuse. Il indique aussi la méthode employée à Rugby pour produire et isoler cette frange. Il décrit ensuite plus en détail les appareils servant à obtenir cette frange, et surtout leur groupement en différents panneaux, puis l'amplificateur de puissance à haute fréquence, à trois étages comportant respectivement une, trois et trente lampes de 10 kw à refroidissement par eau. Il termine en indiquant les dispositifs de protection et de contrôle utilisés. — J. S.

621.396.8... — Comparaison des variations des signaux radioélectriques en intensité et en direction; H.-J. Reich. *Journal of the Franklin Institute*, avril 1927, t. cciii, p. 537-548, 3300 mots, 9 fig. — Le développement considérable de la technique des radiocommunications dans ces quelques dernières années a eu pour effet d'accroître l'intérêt qui s'attache aux changements de direction des ondes électromagnétiques, et aux fluctuations de leur intensité. De nombreuses expériences ont été faites avec des ondes de grande longueur par transmission transatlantique, et récemment plusieurs séries d'essais ont été effectuées sur le fading sous la direction du Bureau of Standards. Cependant, jusqu'à présent, on a très peu étudié la corrélation entre les variations en intensité et en direction. C'est pour cette raison que les expériences qui forment la base de ce travail ont été entreprises. L'auteur a pu observer qu'un fading rapide et prononcé est d'ordinaire accompagné de rapides changements de direction de grande amplitude pendant toute une soirée, bien qu'il ne semble pas y avoir de rapport exact entre les diverses phases des deux phénomènes ni dans le temps, ni pour les amplitudes. A vrai dire, les deux phénomènes commencent et se terminent fréquemment presque ensemble, mais non toujours. Pour deux stations différentes, il n'y a aucune corrélation entre leurs changements de direction respectifs. Il semble y avoir presque toujours une déviation prononcée d'assez longue durée peu après le coucher du soleil et peu avant son lever, mais cette déviation ne se produit pas régulièrement dans la direction voulue par la théorie de la réfraction, au niveau du plan limite entre le jour et la nuit. Enfin, les aurores boréales paraissent avoir pour résultat l'absence de minima en direction pour toutes les stations. — L. B.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

621.365.52 : 536.52. — Four électrique à enroulement en fil de molybdène pour la réalisation du corps noir au point de fusion du palladium. *R. G. E.*, 21 mai 1927, t. xxi, p. 821-822, 600 mots. Résumé d'une communication de G. Ribaud et S. Nikitine à la séance du 18 mars 1927 de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 18 mars 1927, p. 45-46.

621.37 « 19 ». — Les industries électrochimiques au vingtième siècle. *Chem. and Metall. Eng.*, avril 1927, t. xxxiv, p. 260-263, 4 300 mots. — Cet article est une revue d'ensemble du développement des industries électrochimiques principalement aux Etats-Unis. La première industrie citée est celle de l'aluminium dont la production est passée de 20 t en 1890 à 80 000 t environ en 1926. Dans cette industrie la technique n'a presque pas changé depuis les brevets de Hall en 1886; c'est surtout dans le raffinage de l'aluminium que des progrès ont été faits. D'après le procédé William Hoope, on obtiendrait du métal à moins de 0,02 pour 100 d'impuretés. On rappelle dans l'article comment, au début de l'industrie de l'aluminium, Wilson, en effectuant des recherches sur les fondants, arriva accidentellement à la production de carbure de calcium qui n'avait pas alors de débouché commercial. C'est en 1895 que Frank et Caro, après les essais infructueux de Moissan, réussirent à fixer l'azote sur le carbure et à produire de la cyanamide. La principale usine aux Etats-Unis est celle de Niagara qui peut produire 120 000 t par an. Une autre usine, celle de Muscle Schoals, d'une capacité de 110 000 t, construite en 1918 ne fonctionne pas actuellement. La cyanamide produite aux Etats-Unis renferme en moyenne 23,5 pour 100 d'azote, alors que celle produite en Europe en contient moins de 20 pour 100. Les dix dernières années du xixe siècle ont marqué le déclin de la prédominance des produits anglais dans le marché mondial des produits chimiques courants. Les procédés Le Blanc pour la production de la soude furent peu à peu remplacés par les procédés Solvay, Deocon et furent abandonnés lors de la mise au point du procédé électrolytique Castner à cathode de mercure. L'électroraffinage des métaux a progressé; ce procédé est appliqué non plus seulement au cuivre, mais à l'or, à l'argent, au plomb, au zinc, à l'étain et au fer. La précipitation électrostatique ou séparation des particules solides ou liquides dans les gaz a fait de grands progrès entre 1905 et 1910, grâce au docteur F.-C. Cottrell dont les procédés ont été repris et perfectionnés par Schmidt et Bradley; ceux-ci montrèrent en 1916-1917 les avantages de l'humidification, en particulier pour la précipitation des corps non conducteurs; puis Schmidt et Anderson en 1923-1924, mirent au point une électrode de ramassage perfectionnée dite à « résistance graduée ». En 1925, on pouvait compter dans le monde entier plus de 300 installations de précipitation Cottrell. La fixation de l'azote atmosphérique a été résolue pratiquement par Birkeland et Eyde en Norvège où cette industrie absorbe aujourd'hui 320 000 ch. La production synthétique de l'ammoniaque, mise au point par Haber en 1905-1906, atteint aujourd'hui 700 000 t par an pour le monde entier. Ce n'est guère qu'en 1909 que la première usine de production de cyanamide fut mise en route aux Etats-Unis; elle peut fournir aujourd'hui 120 000 t par an. Il faut attendre 1917, quinze ans après les tentatives de Bradley et Lovejoy, infructueuses à cause du prix de revient trop élevé, pour voir en fonctionnement permanent aux Etats-Unis la première usine de fixation de l'azote, à La Grande, dont la capacité est de 1 t d'azote fixé par jour. Enfin les fours électriques pour la fusion du cuivre se sont fortement développées dans ces dernières années et sont également employées pour le laiton, le bronze et le maillechort. On compte qu'en 1926, 675 000 t de ces métaux et alliages ont été préparées au four électrique. Il y a aux Etats-Unis 625 fours électriques pour la fusion du laiton. — J. S.

621.372 : 669.12-14. — Electrométallisation du fer et de l'acier. *R. G. E.*, 14 mai 1927, t. xxi, p. 802-803, 1 800 mots. Analyse d'un article de William-E. Harris publié dans *The Electrician*, 26 novembre 1926, t. xcvii, p. 610-611, 3 000 mots.

DIVERS

062:53(064) (44. Paris). — L'Exposition annuelle de la Société française de Physique. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. xxi, p. 1009-1011, 1 700 mots.

062 (Ingénieurs civils) (064.5). — Société des Ingénieurs civils de France : séance solennelle du 11 juin 1927 pour le centenaire de l'invention de la turbine. *R. G. E.*, 18 juin 1927, t. xxi, p. 972, 800 mots.

621.24 (064.5). — Le centenaire de la turbine Fourneyron. *R. G. E.*, 4 juin 1927, t. xxi, p. 892-894, 2 500 mots, 2 fig. — Dans cette note est rappelé ce que fut Fourneyron, précurseur aujourd'hui un peu oublié, et en quoi consista son rôle dans la réalisation des premiers moteurs hydrauliques industriels qui ont permis, dans la suite, l'utilisation pratique des chutes d'eau, question intimement liée à la production d'énergie électrique.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. Blondin.



OUVRAGES TECHNIQUES

En vente aux bureaux de la « R. G. E. ».

Extraits de la « R. G. E. »

AMET (Amiral). — Utilisation des marées. Une brochure, 29 cm × 22 cm, 48 pages, 9 fr.

BEINET (E.). — Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 144 pages, 9 fr.

BLAEVOET (Ch.). — Contentieux des travaux publics. Une brochure 28 cm × 22 cm, 36 pages, 7,50 fr.

BLONDEL (A.). — Application de la méthode de deux réactions à l'étude des phénomènes oscillatoires des alternateurs couplés. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 64 pages, 15 fr.

BOÈS (J.). — La traction sur route par accumulateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 56 pages, 10 fr.

BOUGAULT (P.) — Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique avec les modifications contenues dans les lois subséquentes. Une broch., 23 cm × 22 cm, 8 p., 2,50 fr.

BOUTTEVILLE (R.). — La distribution de l'énergie électrique à l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes. Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

BRUCKEMAN (H.-W.-L.). — A propos des composés isolants dits « compounds ». Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 p. 2,50 fr.

CALAME (J.) et GADEN (D.). — Calcul d'une chambre d'équilibre à grands épanouissements supérieur et inférieur à l'aide de « valeurs relatives ». Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 p., 3,50 fr.

CAPDEVILLE (P.) et LAROCHE (R.). — Méthodes de mesure des pertes diélectriques en courant triphasé et en courant monophasé à très haute tension. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

CARJAT (E.). — Influence des dimensions principales sur la commutation des machines et turbomachines à courant continu. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

CARPENTIER (H.). — Prédétermination des moteurs synchrones nécessaires pour améliorer le facteur de puissance et pour régler la tension d'un réseau. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

CARPENTIER (H.). — Notes sur le calcul des fondations des pylones supportant les lignes de transmissions d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

CARPENTIER (H). — Lignes de transmission d'énergie montées sur chaines d'isolateurs. Rupture de conducteurs dans une portée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

DAGORY. — Application de la métallisation par le procédé Schoop aux installations de transmission d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

DEFOUR (A.). — Sur l'utilisation de l'énergie des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 24 pages, 5,50 fr.

DUVAL (C.) et BOUSKEOUN (S.). — La ligne de transmission d'énergie à 120000 volts de la Basse Isère. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

FERRIER (R.). — Les nouveaux axiomes de l'électronique. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 64 pages, 3,50 fr.

FÉRY (Ch.) et CHENEVEAU (Ch.). — Théorie complète du fonctionnement de l'accumulateur au plomb. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

FOURNIER (F.). — La propagation des actions dans l'éther. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 40 pages, broché, 4 50 fr.

GARIEL (M.). — Etude sur les maxima de surpression dans les coups de bélier. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 p., 5 fr.

GENKIN (V.). — Protection de réseaux électriques contre les courts-circuits et les défauts d'isolements. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 48 pages, 9 fr.

GIRAULT (P.). — Sur l'échauffement d'un organe de machine électrique soumis à des pertes dans le fer constantes et à des pertes par effets Joule. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 28 p. 6,50 fr.

GOISNARD (G.). — L'aménagement hydroélectrique de la vallée d'Aspe. L'usine génératrice d'Esquit. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

GOUINEAU (M.). — Appareil automatique de sûreté et de contrôle des trains. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

GUERY (F.). — Contraction de Lorentz et relativité (cohésion gravitation, électromagnétisme). Une brochure, 22 cm × 14 cm, 80 pages, 6 figures, broché, 6 fr.

JANCULESCO (C.). — La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 50 fr.

LATOUR (M.). — Note sur le montage en récupération du moteur shunt à collecteur. Une brochure, 28 cm, × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

LAVANCHY (Ch.). — Calcul mécanique des conducteurs de lignes électriques pour le cas où les supports sont à des niveaux différents. Une broch., 28 cm, × 22 cm, 12 pages, 3 50 fr.

LEFÈVRE (C.). — L'usine génératrice hydroélectrique du Bès près Saint-Chély-d'Apcher (Lozère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4 50 fr.

LEHMANN (Th.). — Calcul de l'attraction magnétique dans les machines dynamo-électriques lorsque la loi de Maxwell devient insuffisante. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 pages, 5 fr.

LE GALLOU (Y.). — L'utilisation des moteurs à huile lourde pour l'électrification des campagnes. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

LOUIS (J.). — Règle pour le calcul des réseaux triphasés de distribution d'énergie électrique. 30 cm × 15 cm, avec note explicative, 14,50 fr.

PARTENI (A.-C.). — Contribution à l'étude expérimentale et théorique de la commutation dans les machines à courant continu. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 60 pages, 12 fr.

PELLION. — Application du repérage par le son et à la mesure des vitesses initiales. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 20 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*, n° 90), 4 fr.

PISTOYE (H. de). — Bobinages à courant alternatif à trous partiels. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

PLANTEAU (J.). — Le poste extérieur de transformation de Puiseux 60000/15000 volts à commande automatique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

RACAPÉ (A.). — Détermination des valeurs du facteur de puissance entre lesquelles il peut être plus ou moins avantageux d'utiliser l'une ou l'autre des formules susceptibles d'être employées pour servir de base à la tarification de l'énergie réactive. Etude comparative de l'erreur des compteurs à énergie réactive selon quelle est calculée par rapport à la fonction sinus ou par rapport à la fonction cosinus. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

REYVAL (J.). — L'usine hydroélectrique de l'Isle-Jourdain (Vienne). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

REYVAL (J.). — L'usine hydroélectrique du Drac-Romanche à Pont-de-Claix (Isère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 p. 5 fr.

ROTH (E.). — Les alternateurs de 40000 kilowatts construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Electricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

SAROLEA (J.). — Problème de la protection sélective des lignes de transmission triphasées à très haute tension. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

SPARRE (DE). — Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4 50 fr.

SZARVADY (G.). — Energie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités des courants périodiques quelconques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 50 fr.

TEGNA (A.). — Essai de puissance réduite des alternateurs. Une brochure, 23 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

TUMERELLE (A.). — L'usine génératrice hydro-électrique de Chancy-Pougny. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

WITZ (Aimé). — Le nouvel essor de la machine à vapeur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 pages, 5 fr.

(Frais de port et d'emballage en plus.)

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.22. — Le problème électrostatique de deux sphères conductrices; A. Russell. *J.I.E.E.*, mai 1927, t. lxv, p. 517-535, 17 500 mots, 4 fig. — Cet article est une suite de l'étude sur le condensateur sphérique exposée dans *J. I. E. E.*, juillet 1926, t. lxiv, p. 727 et analysée dans *R. G. E.*, 30 octobre 1926, t. xx, p. 145 D. L'auteur discute ici des actions électrostatiques de deux conducteurs sphériques électrisés. Il expose une solution du problème d'après la théorie élémentaire. Il montre la grandeur des erreurs dues à cette méthode et établit alors des formules exactes, d'après la méthode exposée dans le premier article, qui permettent de déterminer les capacités dans tous les cas avec le degré de précision voulu et sans difficulté. La discussion sur les actions mutuelles entre sphères montre que lorsque leurs potentiels ou charges sont de même signe la force qui s'exerce entre elles peut être attractive ou répulsive suivant la valeur de leur rapport. Dans ce cas, il y a toujours deux valeurs de ce rapport pour lesquelles cette force est nulle. L'auteur donne une méthode du calcul de cette force dans les autres cas, ainsi que des formules simples permettant de déterminer le gradient de potentiel sur les sphères au point d'intersection avec la ligne des centres. On peut en déduire si la charge des sphères est entièrement positive ou négative ou partiellement positive et partiellement négative. — J. S.

537.262 + 538.11. — Sur les forces et les pressions dans les diélectriques et les aimants. *R.G.E.*, 11 juin 1927, t. xxi, p. 941-942, 550 mots. Résumé d'une communication de E. Bauer faite à la séance du 18 mars 1927 de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 18 mars 1927, n° 244, p. 49 S.

537.262. — Influence de la fréquence sur les pertes dans les isolants; J. Granier. *Q.S.T. français et Radioélectricité réunis*, juin 1927, t. iv, p. 81-84, 2 200 mots, 3 fig., 4 tabl. — Il y a déjà longtemps que l'on connaît l'existence de pertes dans les diélectriques, puisque c'est en 1861 que Siemens constata le premier l'échauffement des bouteilles de Leyde pendant leur fonctionnement. Mais ce n'est qu'une vingtaine d'années plus tard que commencèrent les recherches systématiques et que l'on essaya de mettre en évidence l'influence de la fréquence sur ces pertes. Ces expériences faites à une époque où les moyens d'investigation étaient médiocres n'ont pu donner que des résultats qualitatifs. Par la suite les méthodes devinrent plus précises. Fritz remplaça le couple thermoélectrique par un calorimètre; Houllevigue utilisa une bobine d'inductance; Rosa et Schmidt employèrent un alternateur; Rouzon, une lampe à trois électrodes; enfin, Fleming utilisa le pont de Wheatstone à fréquence audible, Mesny et Schott, la méthode de résonance. A l'exception de deux auteurs qui constatèrent un maximum très net, l'un pour une fréquence de 1 p : s, l'autre pour une fréquence de 600 000 p : s et dont les montages étaient peu satisfaisants, les pertes furent presque toujours trouvées proportionnelles à la fréquence. Il convient cependant de n'accepter ce résultat que comme une première approximation, l'intervalle des fréquences utilisées étant relativement peu étendu. Aussi, l'auteur s'est-il préoccupé d'étendre les expériences à des échelles de fréquences beaucoup plus vastes (entre 0,0003 p : s et 65 000 000 p : s). Il a vérifié que la puissance perdue est sensiblement proportionnelle à la fréquence pour toutes les ondes utilisées en télégraphie sans fil. Les pertes dans les isolants sont surtout importantes pour les substances qui peuvent absorber l'humidité. — G. M.

537.5. — Décharge sans électrodes. *R. G. E.*, 18 juin 1927, t. xxi, p. 971-972, 950 mots. Résumé d'une conférence de J.-J. Thomson faite à la séance du 3 juin 1927 de la Société française des Electriciens.

537.531. — La dispersion des rayons X. *R. G. E.*, 18 juin 1927, t. xxi, p. 985-988, 3300 mots, 1 tabl. Résumé d'un article de A.-M.-Mac Mahon publié dans *Journal of the Franklin Institute*, novembre 1926, t. ccii, p. 637-655, 6800 mots, 6 fig.

538.3. — Quelques idées sur l'électrodynamique. *R.G.E.*, 14 et 28 mai et 11 juin 1927, t. xxi, p. 761-762, 849-850 et 930-931, 3300 mots.

538.3.02. — Lois complètes du champ électrique. Ondes et oscillateurs de Planck. *R.G.E.*, 18 juin 1927, t. xxi, p. 985, 900 mots. Résumé d'une communication de R. Ferrier faite à la séance du 6 mai 1927 de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 6 mai 1927, n° 246, p. 63 S-64 S.

538.531. — Formule relative à l'inductance d'une hélice constituée par du fil de section quelconque; C. Snow. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, novembre 1926, n° 537, p. 431-519, 28 500 mots, 5 fig. — L'inductance d'une hélice est donnée par une expression de la forme

$$L = \int\int U(x_1 y_1)\, dS_1 \int\int U(x_2 y_2)\, dS_2 M(x_1 y_1 x_2 y_2);$$

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. xxi, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : *France*, 1,50 fr; *Etranger*, 3,50 fr.)

M représente l'inductance mutuelle entre deux éléments d'hélices correspondant aux points $P_1 (x_1 y_1)$ et $P_2 (x_2 y_2)$. En étudiant cette fonction, l'auteur montre que, moyennant certaines réductions, on peut obtenir une approximation simple de *M*. Il est alors aisé de calculer l'inductance au moyen d'une intégration de surface suivant la section du fil. On donne des formules simplifiées pour les fils de section circulaire et rectangulaire. — L. B.

538.56. — **Les oscillations instables**. *E. T. Z.*, 14 avril 1927, t. XLVIII, p. 511, 400 mots, d'après un article de E. Friedlanger publié dans *Archiv für Elektrotechnik*, t. XVI, n° 4, p. 273 et t. XVII, n° 4, p. 1 et n° 2, p. 103. — L'auteur désigne sous le nom d'oscillations instables les phénomènes oscillatoires qui se produisent dans un système électrique alimenté par une source de courant continu et qui sont déterminés par la présence d'un appareil tel que lampe à incandescence, lampe à arc, relais électrique ou mécanique, sans qu'il existe un circuit oscillant réglant la fréquence. Ils sont connus depuis longtemps et on les observe dans tout système qui ne possède qu'une seule position d'équilibre quand celle-ci est instable. Le nouveau mode d'exposition de l'auteur montre facilement le principe du processus de l'oscillation, surtout dans un exemple de décharge intermittente par effluves. La généralisation des hypothèses indiquées pour la production de ces oscillations instables conduit à une série de phénomènes oscillatoires, le plus souvent indépendants les uns des autres, depuis longtemps connus. Elle s'étend aux tubes électroniques et donne l'explication de faits déjà observés. Un cas particulier est le triode à une grille, couplé en réaction par transformateur sans condensateur. La fréquence fondamentale de l'onde ainsi obtenue, à laquelle se superposent de nombreux harmoniques élevés, est souvent très faible. Elle dépend, contrairement à ce qui se passe pour les oscillations ordinaires, beaucoup de la tension et du chauffage. Particulièrement bizarres sont les tensions élevées qui se produisent lors des coupures périodiques et dont la valeur peut atteindre plusieurs milliers de volts même dans les petits transformateurs ou tubes d'amplificateurs. Des hypothèses admises, l'auteur déduit quelques montages de triodes qui donnent des oscillations instables. Ces phénomènes sont souvent observés dans les amplificateurs à haute et à basse fréquence qui sifflent. — B. H.

538.272 : 669.14. — **Aimantation des aciers à la torsion**; R. Cazaud. *R. G. E.*, 4 juin 1927, t. XXI, p. 895-900, 3700 mots, 8 fig. — L'auteur examine dans cette étude les phénomènes d'aimantation dans des barreaux d'acier soumis à des efforts de torsion. Il décrit les dispositifs expérimentaux qu'il a utilisés dans ses expériences et expose, en les commentant, les résultats auxquels il a abouti. Cet article met en évidence l'importance pratique de la méthode décrite au point de vue de l'identification des aciers et des applications qu'elle peut comporter par ailleurs.

SCIENCES DIVERSES

535.14. — **Sur un quantum de lumière simple**. *R. G. E.*, 28 mai 1927, t. XXI, p. 864-865, 1000 mots, 1 fig. Analyse d'un article de E.-T. Whittaker publié dans *Phil. Mag.*, novembre 1926, t. II (7e série), p. 1137-1139, 1200 mots, 1 fig.

535.215 : 537.311. — **Variations de la résistance électrique de certains cristaux sous l'influence de la lumière. Examen de l'effet du sélénium et de ses succédanés.** *R. G. E.*, 11 juin 1927, t. XXI, p. 941, 900 mots. Résumé d'une communication de F. Fournier faite à la séance du 4 mars 1927 de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 4 mars 1927, n° 243, p. 34 S-35 S.

535.242 : 535.6 : 62. — **Photocolorimètre à cellule photoélectrique, à mesures indépendantes de l'œil et mesure des couleurs dans l'industrie.** *R. G. E.*, 4 juin 1927, t. XXI, p. 889-890, 400 mots. Résumé d'une communication de René Toussaint faite à la séance du 14 mai 1927 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

MESURES ET ESSAIS

538.522.08. — **La mesure des inductances mutuelles.** *E. T. Z.*, 19 mai 1927, t. XLVIII, p. 694, 500 mots, d'après un article de W. Geyger, publié dans *Archiv für Elektrotechnik*, t. XVII, n° 1, p. 71. — L'auteur décrit quatre montages simples de mesure, basés tous quatre sur la méthode de Campbell : comparaison de deux inductances montées en série. Elles comportent un transformateur à air dont le couplage est invariable, et dont le secondaire est connecté à une résistance variable. Le déphasage entre le courant primaire et la tension de compensation est assez voisin de 90° pour que la différence soit sans effet. On peut d'ailleurs le rendre égal à 90°. Les méthodes décrites ont l'avantage de donner une lecture directe de l'inductance mutuelle, et d'avoir une précision assez grande pour qu'on puisse employer un transformateur de précision ordinaire. Elles se prêtent facilement à l'étalonnage des variomètres. Le calcul des transformateurs à air, qui sont à leur base et doivent être protégés contre les actions extérieures, a été exposé dans un article antérieur. L'auteur donne des exemples d'application de ses méthodes. — C.-R. M.

621.315.61 : 665. — **Un essai rapide de réception des huiles pour transformateurs au point de vue de la formation des dépôts**; A.-R. Matthis. *R. G. E.*, 4 juin 1927, t. XXI, p. 901-908, 5300 mots, 4 fig., 5 tabl. — La recherche d'une méthode d'essai rapide des huiles pour transformateurs et interrupteurs est, comme on le sait, à l'ordre du jour des travaux d'un certain nombre de groupements techniques qui s'intéressent à cette question ; dans sa dernière réunion à New-York, la Commission électrotechnique internationale a décidé d'établir en premier lieu un essai de caractère scientifique permettant de fixer le critérium d'un essai rapide de réception ; pratiquement toutefois, cet essai rapide de réception s'impose tous les jours et en attendant les précisions qu'apporteront les essais de recherche en cours dans différents pays, l'auteur du présent article propose une méthode d'essai provisoire qui a fait ses preuves. Cette méthode consiste à provoquer le vieillissement artificiel de l'huile essayée par son chauffage dans des conditions déterminées. M. Matthis, auteur d'un ouvrage sur cette question des huiles pour transformateurs, auquel sont venues s'ajouter en 1926 les « Deuxièmes notes » sur cette même question, justifie le choix du procédé de vieillissement artificiel qu'il préconise et fait ressortir à ce propos le rôle du facteur de température dans l'altération de l'huile. Après une description de la méthode, il reproduit des résultats obtenus et montre les avantages qu'elle présente au point de vue de son utilisation : les opérations en sont faciles, simples, rapides et peu coûteuses, conditions qui ne sont pas à dédaigner dans le choix d'un procédé d'essai industriel.

621.315.22.00.41 : 537.32. — **Essais sur l'échauffement des câbles armés à 12 000 volts du réseau de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité**; R. Delacour et Ch. Roussel. *R. G. E.*, 11 juin 1927, t. XXI, p. 943-952, 4500 mots, 12 fig. — Ce sont les résultats d'une série d'essais d'échauffement des câbles armés du réseau de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité qui sont publiés dans cet article. Les auteurs indiquent au début les conditions dans lesquelles ont été effectués ces essais ; ils précisent d'abord les conditions de pose des câbles, puis ils définissent les régimes auxquels ont eu lieu les expériences décrites dans l'article. Les résultats sont ensuite traduits en courbes qui montrent la répartition de la température dans les tranchées et dans les galeries. Ces résultats font ressortir

aussi l'influence du nombre de câbles en charge sur l'échauffement du point le plus exposé.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.17.00.3. — La valeur économique de l'augmentation de la pression de vapeur. II° partie; H.-L. Guy. *El. Rev.*, 6 mai 1927, t. c, p. 738-741, 2 000 mots, 12 fig., 2 tabl. — Dans cette deuxième partie du résumé du mémoire présenté par l'auteur devant l'Institution of mechanical Engineers, on trouvera étudiée l'influence sur le rendement thermique du réchauffage de l'eau d'alimentation sous forme de courbes donnant la variation de la consommation de vapeur pour différentes températures finales de réchauffage et suivant le nombre de réchauffages successifs dans les deux cas où l'installation est munie ou non d'un réchauffeur d'air. D'autres courbes donnent cette variation en fonction de la pression de la vapeur pour 1 à 7 réchauffages et avec ou sans réchauffeur d'air. Dans la suite de l'étude on considère un nombre fixe de 4 réchauffages et on établit les courbes donnant la quantité de chaleur fournie par les différentes sources (réchauffeurs, chaudières, surchauffeurs, etc.) toujours dans les deux cas d'une installation avec et sans réchauffeur d'air. L'auteur indique ensuite comment devraient varier les proportions des surfaces des ailettes pour des turbines avec et sans réchauffage pour différentes pressions à l'entrée de la vapeur. Il étudie ensuite le cas où l'on procède à un resurchauffage de la vapeur et donne des courbes montrant l'influence sur le rendement thermique pour différentes pressions. Ces courbes sont établies avec et sans correction pour l'humidité de la vapeur et pour une correction moyenne correspondant à peu près aux conditions pratiques. L'auteur termine son exposé par quelques indications sur le coût des installations suivant la pression de vapeur adoptée, et sur l'économie réalisée dans la consommation de charbon. — J.-S.

621.175.3.00.4. — Etude sur le fonctionnement, l'amélioration et le choix des réfrigérants d'eau de condensation; A. Foucault. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. xxi, p. 1 019-1 030, 5 700 mots, 19 fig. — Au cours de cet article, l'auteur expose en détail la théorie des réfrigérants et les récents progrès qu'elle a permis de réaliser dans l'établissement de ces appareils. L'intérêt de ces derniers perfectionnements est souligné par la nécessité d'améliorer le rendement thermique des usines génératrices tout en économisant l'eau de réfrigération. Ce progrès est indispensable pour l'installation d'usines thermiques de grande puissance à proximité immédiate des mines de charbon, dans des localités le plus souvent très éloignées de rivières assez importantes pour pouvoir assurer la réfrigération des condenseurs.

621.187.3.00.44. — La préservation des chaudières et des condenseurs contre les dépôts; J. Frankfurt. *Electrichestvo*, juillet 1926, p. 315-318, 4 700 mots, 5 fig. — Nous rectifions ici le nom du périodique d'où nous avons extrait la documentation publiée sous ce titre, dans notre revue du 8 janvier 1927, t. xxi, p. 12 D.

621.24. — Turbines hydrauliques autorégulatrices. *R. G. E.*, 4 juin 1927, t. xxi, p. 911-913, 850 mots, 3 fig.

621.31(44.361). — La production et la distribution de l'énergie électrique dans la région parisienne; Ch. Malégarie. *R. G. E.*, 28 mai 1927, t. xxi, p. 867-874, 5 200 mots, 6 fig. — Sous ce titre, M. Malégarie, directeur adjoint de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, a fait le 7 avril 1927, dans l'amphithéâtre de Physique de l'Ecole polytechnique, à une réunion du « Groupe des X électriciens », une conférence sur les caractéristiques essentielles de la fourniture d'énergie dans l'agglomération parisienne, tant au point de vue technique qu'au point de vue économique. C'est cette conférence qui est reproduite dans l'article qui nous occupe avec quelques graphiques destinés à mieux faire ressortir les indications données par le conférencier.

31 : 621.31. — Circulaire du ministre des Travaux publics aux ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique, relative à l'établissement des statistiques de la production et de la distribution de l'énergie électrique. *R. G. E.*, 11 juin 1927, t. xxi, p. 967-968, 1 500 mots.

621.312.2 + 621.313.23]00.12. — Introduction de la dispersion dans le calcul de l'excitation des machines synchrones. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. xxi, p. 1 040-1 042, 1 500 mots. Analyse d'un article de A. Mandl publié dans *E. T. Z.*, 17 juin 1926, t. xlvii, p. 697-699, 4 500 mots, 7 fig.

621.314.2.00.4. — A propos des surtensions de résonance engendrées par des ondes transitoires dans les transformateurs; J. Fallou. *R. G. E.*, 28 mai 1927, t. xxi, p. 853-864, 10 000 mots, 10 fig. — La question des surtensions dans les transformateurs a été examinée aux Semaines de Discussions d'octobre 1925 et 1926 de la Société française des Electriciens. M. Fallou, en particulier, y présenta des résultats de recherches théoriques et expérimentales qui mettent en évidence l'influence des oscillations locales provoquées par choc ou amplifiées par résonance. Dans la discussion qui suivit l'exposé de ces résultats, la question du rôle de l'amortissement de l'onde incidente sur l'amplitude de la surtension fut soulevée. Dans l'article qui nous occupe, M. Fallou examine ce problème. Dans la première partie, il rappelle les données fondamentales des oscillations libres et des phénomènes de résonance dans un circuit élémentaire à constantes localisées et montre que l'on peut utilement caractériser l'amortissement d'un tel circuit par son facteur de surtension en résonance, dont la valeur est inversement proportionnelle au décrément logarithmique des oscillations libres. En cas de résonance transitoire excitée par une onde amortie, la valeur maximum de la tension dans le résonateur se calcule immédiatement en fonction des facteurs de surtension propres de l'excitateur et du résonateur. L'auteur étend ces calculs, dans la seconde partie de l'article, aux circuits à constantes uniformément réparties. Il fournit enfin les valeurs numériques, tirées d'expériences directes, des facteurs de surtension de transformateurs, câbles, lignes aériennes, et en conclut que l'amortissement des ondes transitoires le long des lignes ne contribue que dans une proportion assez minime à atténuer les dangers de surtension par résonance dans les transformateurs.

621.314.5.00.41. — Phénomènes de court-circuit sur les commutatrices; Claudius Schenfer. *E. T. Z.*, 24 mars 1927, t. xlviii, p. 384-387, 5 400 mots, 7 fig. — L'auteur rappelle d'abord les difficultés rencontrées dans la construction de commutatrices pour les fréquences de l'ordre de 50 p : s. La commutation a été améliorée avec des pôles auxiliaires; mais si ces pôles réduisent les étincelles, on a remarqué qu'ils favorisaient la production de flashes lors des variations de charge ou des courts-circuits. C'est cette particularité que l'auteur étudie. Il détermine d'abord, dans les conditions de charge normale, le rapport qui existe entre les ampères-tours en courant continu et ceux en courant alternatif et montre, par une représentation graphique, les modifications apportées par un court-circuit. Au moment du court-circuit, il se produit un véritable renversement du flux qui favorise l'amorçage du flash. Pour y remédier diverses dispositions ont été proposées : une excitatrice spéciale alimente les enroulements des pôles de commutation, ou bien des contacteurs spéciaux mettent certaines portions de l'enroulement en court-circuit afin que soit évitée l'augmentation de tension au collecteur, cause première du flash, ou bien la réluctance des pôles de commutation est augmentée en y disposant des fentes dirigées perpendiculairement au trajet du flux. Au sujet de ce dispositif l'auteur indique comment ces pôles spéciaux peuvent être calculés et il montre que lors d'une augmentation rapide de l'intensité du courant continu, le flux ne varie pas proportionnellement. Par une application numérique, il établit que lorsque le courant

COMPAGNIE

LORRAINE DE CHARBONS

LAMPES & APPAREILLAGES ELECTRIQUES

S^TÉ AN^E CAP: 4.000.000^F

56 Rue du FAUBOURG S^T HONORÉ

Tel : Elysées 29-49 et 28-96 PARIS 8^e

274

MGS

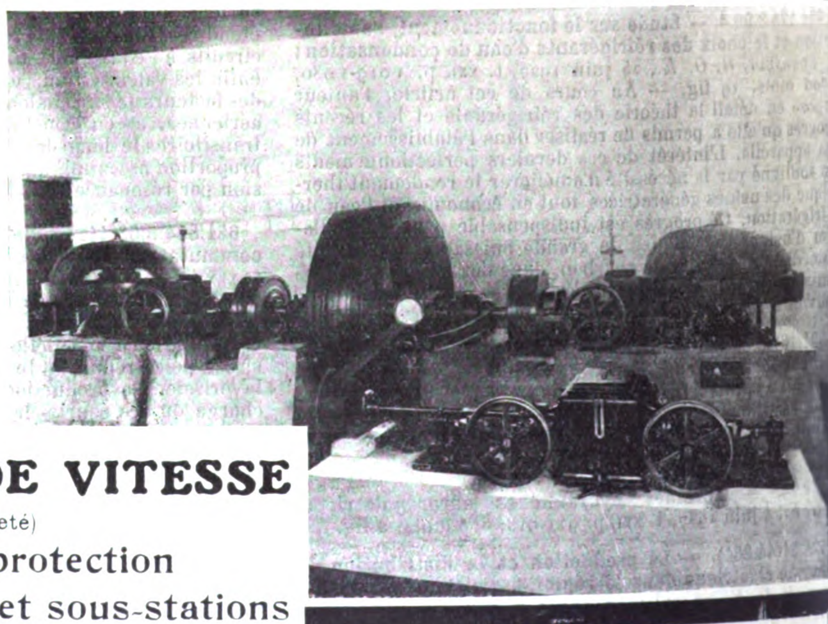
BALAIS

R.C. Seine 88.294

LOCHARD

TURBINES

RÉGULATEURS DE
-- PRÉCISION --
VANNES-BARRAGES
ROUES — HÉLICES



notre nouveau

LIMITEUR DE VITESSE

(Breveté)

assure la protection
de vos centrales et sous-stations

SCHNEIDER, JAQUET & CIE

STRASBOURG - KOENIGSHOFFEN

devient 10 fois plus grand, le flux ne devient que 7,03 fois plus grand. Il termine en donnant les résultats d'expériences effectuées sur une commutatrice de 500 kw, 600 v, 835 A à 50 p : s et montre que la pratique confirme la théorie. Pour cette machine, l'adoption de pôles de commutation à forte réluctance a complètement supprimé les flashes. — B. H.

621.314.7.00.1. — Sur le redressement des courants alternatifs à haute tension. *E. T. Z.*, 19 mai 1927, t. XLVIII, p. 697-698, 1 300 mots, d'après la thèse de P. Antrup. — Après avoir énuméré les propriétés générales des redresseurs parfaits et imparfaits, et montré leur aptitude à utiliser la période entière du courant, l'auteur indique qu'on a essayé récemment des redresseurs à vide pour des tensions atteignant 100 kv. On définit leur qualité par le rapport du courant de saturation en milliampères à l'énergie de chauffage en watts. Pour 10 appareils essayés ce rapport a oscillé entre 0,462 et 0,285. La chute de tension, variable avec les conditions de fonctionnement, est de l'ordre de 2 000 v. Elle est la même à 50 et 500 p : s. L'emploi de capacités montées en parallèle permet de réaliser un courant redressé continu à peu près parfait. Des essais ont été effectués en vue d'adapter les redresseurs à mercure aux tensions très élevées. On est obligé d'employer des anodes d'environ 1 m de longueur. D'autre part, le courant étant trop faible pour entretenir une atmosphère suffisamment ionisée, on entretient l'arc à l'aide d'un courant continu à basse tension. Il faut, à 50 000 v, un vide tel que la pression soit de l'ordre de celle d'une colonne de mercure de 10^{-6} mm pour obtenir un bon fonctionnement. La chute de tension dans l'arc est toujours de l'ordre de 20 à 30 v. Une troisième méthode, déjà connue, consiste dans le redressement par ruptures de contacts, ruptures synchrones des isolants où les courants sont nuls. Cette méthode a pu être appliquée à une tension de 50 000 v et un courant de 0,3 A. L'échauffement et l'usure des contacts sont négligeables. L'auteur décrit des installations munies de tubes à vide et de redresseurs synchrones. La durée des tubes à vide est encore très limitée. — C.-R. M.

621.314.7.04. — Etude du redressement du courant alternatif par les tubes à vide. *R. G. E.*, 11 juin 1927, t. XXI, p. 960, 900 mots, 1 fig. Analyse d'un article de F. Dacos publié dans *Bulletin de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Institut électrotechnique Montefiore*, décembre 1926, t. IV (7e série), p. 193-213, 8 000 mots, 20 fig.

621.316-315.1(73). — Progrès récents aux Etats-Unis dans la transmission à haute tension par lignes aériennes. *R. G. E.*, 18 juin 1927, t. XXI, p. 970, 450 mots. Résumé d'une communication de Whitehead faite à la séance du 1er juin de la Société française des Electriciens.

621.315.1.00.12. — Utilisation des abaques de M. Blondel pour le calcul des tensions d'équilibre des lignes suspendues après rupture d'un conducteur dans une portée; Pierre Aubert. *R. G. E.*, 18 juin 1927, t. XXI, p. 995-999, 3 500 mots, 4 fig. — Se référant à l'étude de M. Jarrett-Knott (*R. G. E.*, 19 septembre 1925, t. XVIII, p. 481-488), suivie de celle de M. Cotte (*R. G. E.*, 12 décembre 1925, t. XVIII, p. 979-981), l'auteur du présent article se propose d'exposer une méthode permettant de déterminer l'état d'équilibre d'une ligne suspendue, après la rupture d'un conducteur dans une travée, à l'aide des abaques de M. Blondel. Après avoir rappelé l'équation à la résolution de laquelle se ramène le problème, il montre qu'une construction simple et rapide sur un calque quadrillé convenablement placé sur l'abaque de M. Blondel correspondant au cas étudié donne une valeur au moins approchée de la tension des conducteurs dans les différentes travées, à la condition de connaître la tension dans l'une d'elles. Si cette tension n'est pas fixée, on la choisit arbitrairement et la recherche de la solution nécessite quelques tâtonnements qui ne présentent d'ailleurs aucune difficulté, étant donné la simplicité de la méthode. La construction conserve sa simplicité dans le cas où les portées sont dénivelées.

621.315.2.00.42. — La détermination de la qualité d'un câble; G.-W. Preston. *The Electrician*, 15 avril 1927, t. XCVIII, p. 404-405, 3 200 mots. — Dans cet article, l'auteur discute des différents essais permettant de déterminer la qualité d'un câble. Ces essais devraient répondre à trois conditions : *a*) donner des indications permettant d'assigner une valeur déterminée à la qualité du câble; *b*) ne pas détériorer le câble de façon à pouvoir être appliqués directement au câble avant sa mise en service; *c*) être d'un coût raisonnable vis-à-vis du coût total d'installation du câble. En général, les essais en courant alternatif sont préférables. Pour les essais de tension, il n'est pas recommandé de soumettre le câble lui-même à une tension supérieure à la tension normale. L'auteur conseille de faire cet essai sur des échantillons de câble et de le pousser jusqu'à la perforation. L'essai sur échantillon a évidemment l'inconvénient de ne donner aucune idée sur l'uniformité de la fabrication. On peut y obvier en partie en rapprochant les essais sur différents échantillons de câbles de même nature d'un même fabricant. En complément de cet essai, il est bon d'établir la courbe caractéristique donnant en fonction de la durée d'application la tension de perforation. L'auteur propose de n'établir cette courbe qu'au moyen de deux ou trois mesures seulement et de la tracer en portant les tensions en fonction de l'inverse de la racine quatrième du temps. Lorsque le câble est posé, on est obligé de procéder aux essais avec du courant continu, parce qu'avec le courant alternatif le courant de charge nécessiterait la mise en jeu de puissances trop grandes. Ces essais ne servent d'ailleurs qu'à montrer que le câble n'a subi aucune détérioration pendant sa pose et que les jonctions ont été bien faites; mais ils ne donnent aucune indication sur la façon dont le câble se comportera en service. La mesure des pertes dans le diélectrique et du facteur de puissance du diélectrique en fonction de la température donne aussi des indications intéressantes. Mais l'auteur pense que dans l'état actuel de nos connaissances, on ne peut établir de relation entre la qualité d'un câble et les courbes représentatives de ces mesures. On obtient toutefois une indication assez bonne sur la façon dont le câble pourra supporter en service les variations de charge en effectuant une série de mesures des pertes à partir du câble à l'état froid et une autre série, en partant du câble porté au préalable à une température élevée et en examinant la façon dont les deux courbes ainsi relevées coïncident. Le câble peut être chauffé soit extérieurement, soit en y faisant passer un courant suffisamment intense. Ce deuxième procédé est évidemment préférable en ce sens qu'il reproduit les conditions normales de la répartition du gradient de température, mais il est difficile par contre d'y déterminer la température exacte du diélectrique. Les essais de résistance d'isolement ont leur intérêt parce qu'ils donnent une idée de l'état de sécheresse du câble. On peut, en comparant les essais effectués sur différents échantillons de même fabrication, se faire une bonne idée de la régularité de cette fabrication. Les essais de pliage doivent, pour donner un résultat de valeur réelle, être poussés jusqu'à la rupture et être effectués autant que possible à la température la plus basse à laquelle le câble aura à être manipulé. Enfin, il serait bon de soumettre les compounds employés dans la fabrication des câbles à des essais de stabilité, en particulier pour déterminer la tendance de la résine à se séparer du compound au bout de quelques années, défaut qui a été relevé sur quelques câbles mis hors service. — J. S.

621.315.61.00.47. — Recherches expérimentales sur la perforation des isolants solides. *E. T. Z.*, 5 mai 1927, t. XLVIII, p. 619-620, 900 mots, 2 fig., d'après un article de L. Inge, N. Semenoff et A. Walther, publié dans *Archiv für Elektrotechnik*, t. XVII, p. 433. — La théorie de Wagner et de Rogowski explique la perforation par l'instabilité d'un équilibre thermique et la tension de perforation V est donnée,

en fonction de la résistance ρ et de la conductibilité calorifique λ par la formule $V = A\sqrt{\lambda\rho}$, où A est un facteur de proportionnalité. Comme la plupart des isolants solides et homogènes, tels que le verre et la porcelaine, ont une résistivité qui décroit très vite avec l'augmentation de la température, on doit observer une réduction de la tension de perforation dès que la température augmente. Pour les basses températures, ce fait n'a pas été vérifié. Aucune explication satisfaisante n'est donnée, même par une augmentation notable des pertes diélectriques et la théorie purement thermique n'est donc pas applicable aux basses températures. Mais si l'on passe à des températures plus élevées, on observe pour le verre, à partir de 100°C, une diminution rapide de la tension de perforation. A 300°C cette tension n'est plus que le centième de ce qu'elle était à 100°C. Si, dans la formule précédente, on introduit la formule donnant la résistance du verre $\rho = \rho_0 e^{\frac{C}{T}}$, on déduit que le logarithme de la tension de perforation doit être proportionnel à la valeur inverse de la température absolue T. Graphiquement, la relation entre log V et $\frac{1}{T}$ doit être une droite. L'expérience le vérifie. Un graphique donne les courbes des variations de la tension de perforation du verre suivant la température pour le courant continu et le courant alternatif à 50 p : s et 1 000 p : s. On voit que cette tension est presque constante jusqu'à une température comprise entre 50°C et 100°C, puis décroît brusquement. Cette variation s'observe surtout avec le courant alternatif. Il semble que, surtout aux températures des salles d'expérience, la perforation soit due aux phénomènes d'ionisation, car la tension de perforation est beaucoup plus grande avec le courant continu qu'avec le courant alternatif. Les courbes se confondent ensuite à partir de 100°C. — B. H.

621.311.7 : 621.316.26. — Dispositif de sécurité pour poste de transformation; A. Robert. *R. G. E.*, 4 juin 1927, t. xxi, p. 908-911, 2 300 mots, 4 fig. — Nombre de petits réseaux de distribution d'énergie électrique, dont les moyens financiers sont limités, se trouvent dans l'obligation de recourir à un matériel simple, robuste et d'un encombrement réduit, qui donne néanmoins toute satisfaction. Il s'ensuit que les transformateurs de ligne sont généralement placés soit dans des cabines fort étroites au pied des pylônes, soit sur des consoles fixées aux pylônes eux-mêmes. La réduction au minimum des dimensions d'encombrement augmente les risques encourus par le personnel, d'autant plus que lesdits réseaux doivent souvent avoir recours à un personnel non spécialisé. Le dispositif décrit par l'auteur a précisément pour objet d'assurer la sécurité de l'exploitation, notamment en coupant automatiquement les circuits ou au moins le circuit à haute tension, dès qu'on ouvre la porte de la cabine. Un simple jeu de crémones et de crémaillères suffit à en garantir le fonctionnement. L'auteur indique au cours de l'article diverses modalités d'application.

USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.315.2 (44.361). — Notes sur le réseau souterrain à 60 000 volts de l'Union d'Electricité; E. Mercier. *J. I. E. E.*, mai 1927, t. lxv, p. 499-516, 13 500 mots, 19 fig. — Cet article est la reproduction d'une conférence faite à l'Institution of electrical Engineers, le 16 décembre 1926. L'auteur y décrit le réseau de câbles souterrains à 60 000 v de l'Union d'Electricité. Il expose les raisons qui ont conduit au choix de câbles à un seul conducteur, et donne quelques renseignements sur les câbles utilisés, sur la méthode de pose et sur le mode de jonction des tronçons de câbles. Sur ce dernier point, on peut signaler le remplacement des boites de jonction à remplissage de compound par des boites avec isolement du joint au papier. Cette conférence a suscité un vif intérêt et a été suivie d'une discussion portant principalement sur les raisons du choix de câbles à un conducteur au lieu de câbles à trois conducteurs. M. Highfield a attiré l'attention sur quelques difficultés introduites par la capacité des câbles au point de vue du réglage de la tension lorsqu'on emploie des tensions très élevées comme celle de 60 000 v. M. Mercier en réponse fait remarquer que vu la faible longueur des feeders du réseau, qui ne dépasse pas 30 km, il n'y a jamais eu d'ennuis de ce fait et que pour éviter l'autoexcitation des alternateurs aux heures de faible charge, on coupe tous les feeders qui ne sont pas utilisés. M. Allen a discuté de la question des câbles à un et trois conducteurs au point de vue économique et montre que pour les conditions de prix et de main-d'œuvre existant en Angleterre, le câble armé à trois conducteurs posé directement à même le sol est le plus économique. M. Vernier estime qu'il n'y a actuellement aucun essai de laboratoire permettant de juger de la qualité d'un câble, point sur lequel M. Mercier se déclare entièrement d'accord. Il pense d'autre part que la technique des joints de câble est aujourd'hui en avance sur celle de la fabrication des câbles. M. Riley attire l'attention sur les essais de détermination du facteur de puissance en fonction de la tension appliquée. Il montre que les résultats obtenus sont très différents suivant qu'on effectue les mesures avant que le câble ait été mis en charge ou après qu'il a été mis en charge, puis refroidi. Il estime que la courbe du facteur de puissance en fonction de la tension relevée dans le deuxième cas est une bonne indication de la façon dont le câble se comportera en service. Il indique en outre quels devraient être, à son avis, les essais à effectuer en usine pour se rendre compte de la valeur d'un câble. — J. S.

621.317.8. — La tarification à taxe fixe remboursable; Léon Melot. *R. G. E.*, 28 mai 1927, t. xxi, p. 877-884, 7 300 mots, 2 fig., 4 tabl. — Il existe une relation étroite entre le développement des applications de l'électricité et le mode de tarification de l'énergie électrique. Or, l'auteur expose, dans la première partie de l'article qui suit, les conditions que doit remplir une formule de tarification, d'une part, pour favoriser l'augmentation du nombre des appareils d'utilisation installés sur le réseau et, d'autre part, pour inciter l'abonné à procéder avec méthode dans l'organisation du service demandé à chacun de ces appareils, ceci, tant dans son intérêt que dans celui du distributeur. Ces conditions posées, il est facile d'établir la formule cherchée : elle doit comporter une ristourne à l'abonné ; c'est le principe du calcul du montant de cette ristourne et les avantages que présente l'adoption de ce mode de tarification qui font l'objet de la deuxième partie de l'article. L'auteur y développe une application numérique qui précise les résultats de la formule proposée.

621.317.8 : 63. — Les tarifs de vente de l'énergie électrique dans les réseaux ruraux et la stabilisation du ranc. *R. G. E.*, 11 juin 1927, t. xxi, p. 961, 2 500 mots.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.21.00.41. — La commutation dans les moteurs monophasés à collecteur; R. Mayeur. *R. G. E.*, 11 et 18 juin 1927, t. xxi, p. 935-940 et 973-984, 12 000 mots, 11 fig., 11 tabl. — On sait que M. Lehmann a créé une méthode permettant de déterminer la répartition des champs magnétiques dans les machines à courant continu. Récemment, M. Mayeur en montrait l'application à l'étude de la commutation (*R. G. E.*, 3 et 10 juillet 1926, t. xx, p. 3-15 et 45-54). Poursuivant ses recherches sur ces applications, il expose dans l'article qui nous occupe les résultats obtenus, toujours par ce même procédé, dans la prédétermination des caractéristiques de fonctionnement et des conditions de la commutation d'un moteur à collecteur nettement défini. L'étude en question porte sur quatre modes de montage dudit moteur considérés séparément, à savoir : le moteur série compensé, le moteur à double alimentation, le moteur Latour et enfin le moteur à répulsion. L'examen détaillé



Accumulateurs Fer - Nickel

S. A. F. T.

pour :

TRACTION

Chariots d'Usine, Loco-Tracteurs, Camions Locomotives

ÉCLAIRAGE

Villas, Yachts, Automobiles
Voitures de Chemins de fer,
Éclairage de secours

TÉLÉGRAPHIE - TÉLÉPHONIE

SIGNALISATION - HORLOGES

T. S. F., etc...

SOCIÉTÉ DES ACCUMULATEURS FIXES ET DE TRACTION

Société anonyme au capital de 10000000 francs

Siège social, Bureaux et Usines :

Route de Meaux, Pont de la Folie

ROMAINVILLE (Seine)

Tél. : Combat 02-38 — *Registre du Commerce* : Seine, N° 139 850

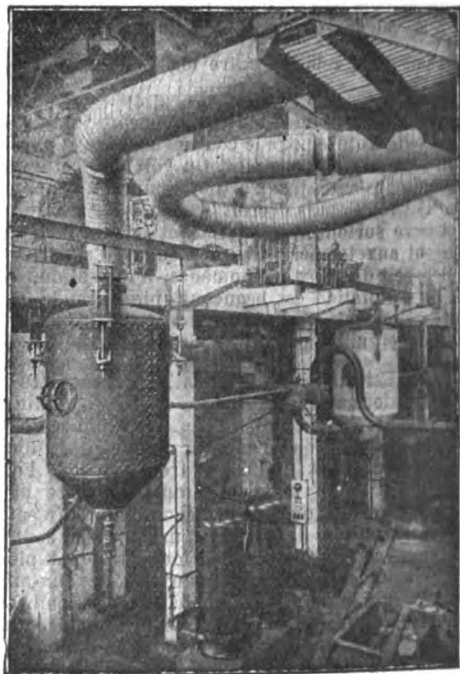
L'ÉPURATEUR de VAPEUR

ULRICI

BREVETÉ S.G.D.G.

13, rue Treilhard, PARIS (8e)

Téléph. : Laborde 09-90 — *R.C.* Seine 168.31



Par son emploi vous avez toujours

LA VAPEUR SÈCHE ET PURE

par l'élimination totale des entraînements

D'EAU ET DE BOUES

— Pas de perte de charge —

Protégez vos TURBINES contre les COUPS D'EAU et les dépôts sur les ailettes !

Demandez la notice : Liste de Références, Applications.

de chacun de ces quatre cas est précédé de considérations générales sur la marche suivie dans la résolution du problème que s'est fixé l'auteur.

621.313.21-25]. 00.4. — Diagramme d'une machine d'induction polyphasée en cascade avec un anneau à collecteur; M. Taron. *R. G. E.*, 18 juin 1927, t. XXI, p. 989-995, 3700 mots, 11 fig., 2 tabl. — Dans cette étude, qui présente un réel intérêt pratique, l'auteur expose une méthode permettant d'établir le diagramme d'une machine d'induction polyphasée en cascade avec un anneau à collecteur, type de machine dont il rappelle l'utilité dans un court exposé. L'auteur calcule en premier lieu la tension d'un anneau à collecteur alimenté par le secondaire d'un moteur d'induction. Il établit ensuite le diagramme de fonctionnement dans les cas où le compensateur tourne dans le sens du champ et en sens inverse pour des vitesses hyposynchrones du moteur d'induction. Il en fait alors l'application à un moteur en essais, dont on connaît les caractéristiques et les résultats d'essais pour un fonctionnement en moteur asynchrone, en moteur compensé et en compensateur. Le diagramme calculé et la courbe relevée expérimentalement coïncident dans la limite de l'approximation.

621.313.25 : 621.311.75. — Moteurs à courant alternatif à démarreur centrifuge. *R. G. E.*, 11 juin 1927, t. XXI, p. 955-956, 800 mots, 4 fig. Analyse d'un article publié dans *Revue B B C*, août, octobre et novembre 1926, t. XIII, p. 201-207, 251-252 et 268-273, 6 500 mots, 27 fig.

621.313.25. — Adaptation aux prescriptions officielles du moteur normal à induit en court-circuit pour démarrage avec le couple normal au moyen d'un accouplement automatique. *E. T. Z.*, 28 avril 1927, t. XLVIII, p. 589-592, 3 400 mots, 1 figure. — Cet article est la suite de la discussion du compte rendu d'une communication faite à une réunion de section de l'Elektrotechnischer Verein par Obermoser, publiée dans *E. T. Z.*, 13, 20 janvier, 3, 10 février 1927, t. XLVIII, p. 42-45, 89-92, 153-155 et 186-188 et résumée dans *R. G. E.*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 158 D. Cette discussion donne quelques renseignements sur les phénomènes se produisant à la coupure du courant et au passage d'une tension réduite à la pleine tension. Pour le surplus, il est traité surtout de dispositifs différents de celui préconisé par Obermoser et réalisés par diverses firmes concurrentes dont les ingénieurs défendent les conceptions. La discussion fut close sur une réplique d'Obermoser qui se défendit d'avoir présenté un seul système; mais il indiqua que ses conclusions conduisaient plutôt à accepter comme satisfaisant aux conditions les trois systèmes suivants : *a*) accouplement actionné par un couple auxiliaire ; *b*) accouplement à commande à temps ; *c*) accouplement commandé par un phénomène mécanique connexe des phénomènes électriques de passage de la tension réduite à la pleine tension. — F. P.

621.345 (42). — L'emploi de l'électricité dans les mines. *J. I. E. E.*, mai 1927, t. LXV, p. 543-548, 5000 mots. Compte rendu de la discussion à la réunion de Newcastle le 8 novembre 1926 des mémoires de MM. R. Nelson et Miller publiés dans le numéro d'octobre 1926, t. LXIV, p. 1004 et 1011 du *J. I. E. E.* et résumés dans *R. G. E.*, 1er janvier et 26 février 1927, t. XXI, p. 7 D et 353. — Sur le premier mémoire touchant l'électrification générale des mines, M. Simon n'est pas entièrement d'accord avec l'auteur sur les avantages pour les mines à obtenir leur énergie électrique des réseaux de distribution d'énergie électrique. Il estime que les installations privées, surtout lorsqu'il y a coopération de plusieurs mines, peuvent produire l'énergie électrique à des conditions meilleures que celles consenties par les sociétés de distribution. M. Nelson dans sa réponse estime qu'en effet il se peut que dans certains cas il en soit ainsi et qu'en somme cette question ne peut pas être résolue en général, mais doit faire dans chaque cas l'objet d'une étude particulière. Par contre, il maintient son point de vue sur la question de l'électrification partielle, estimant que c'est une mauvaise solution et que pour procurer des avantages économiques réels l'électrification d'une mine doit être totale. La discussion du mémoire de M. Miller a porté presque uniquement sur les conditions d'emploi d'une locomotive à accumulateurs dans les mines. M. Simon, par exemple, ne pense pas qu'il soit pratique d'effectuer du triage souterrain avec ce mode de traction. Il en discute aussi l'emploi dans les veines de peu d'épaisseur et semble préférer les transporteurs. — J. S.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33 : 656.4.00.36. — Augmentation des recettes de compagnies de tramways. *E.R.J.*, 14 mai 1927, t. LXIX, p. 852-857, 4700 mots, 5 fig. — Une enquête ouverte par M. W.-R. Robertson président de la Canadian electric Railway Association a montré que pendant l'année 1926 les recettes effectuées par 25 des plus importantes compagnies de tramways électriques au Canada ont été en augmentation notable sur celles de l'année précédente. On donne dans l'article des chiffres relatifs à chacune de ces compagnies avec quelques indications rapides sur les causes de cette augmentation et sur les perspectives pour l'année 1927. L'enquête portait aussi sur le développement des autobus. L'emploi de l'autobus ne s'est pas développé au Canada comme aux Etats-Unis, principalement en raison des conditions climatériques moins favorables. — J. S.

621.333. — Un nouveau moteur monophasé sans collecteur. *R.G.E.*, 28 mai 1927, t. XXI, p. 874-875, 1 200 mots. Analyse d'un article de F. Punga et L. Schœn publié dans *E.T.Z.*, 22 et 29 juillet 1926, t. XLVII, p. 842-848 et 877-881, 10200 mots, 37 fig.

621.334 : 621.43. — Locomotives de manœuvre, à moteur à explosion et à transmission électrique. Durrenberger. *E.T.Z.*, 2 juin 1927, t. XLVIII, p. 764-766, 1 700 mots, 8 fig. — Le montage d'un moteur à explosion sur une locomotive de manœuvre nécessite des mesures spéciales pour faciliter les nombreux démarrages, arrêts et changements d'allure. Le système principalement décrit ici comporte un générateur à courant continu monté en bout d'arbre du moteur à explosion, des récepteurs agissant sur les essieux moteurs, et une dynamo excitatrice commandée par un essieu moteur. L'excitation de celle-ci est elle-même fournie par une batterie d'accumulateurs ; elle est réglée à l'aide d'un rhéostat. Le courant d'excitation principal au démarrage est fourni par une deuxième batterie. On obtient automatiquement la marche la plus économique quelle que soit la charge, en reliant le rhéostat de l'excitation à l'accélérateur du moteur. L'article donne les caractéristiques d'un ensemble de 55 kw et les schémas de la commande. — C.-R. M.

621.334.033.4 : 622.33 (44.27). — La traction électrique dans les galeries de mines par locomotives à accumulateurs. Locomotive des Mines de Lens; A. Sprecher. *Le Génie civil*, 28 mai 1927, t. XC, p. 530-534, 3 200 mots, 8 fig. — L'auteur décrit dans cet article la locomotive à accumulateurs construite pour la Société des Mines de Lens par les Constructions électriques de France. Cette locomotive établie pour une énergie utile de 600 t-km par poste est à voie de 0,60 m et pèse en ordre de marche de 6 900 à 8 000 kg suivant le type de batterie d'accumulateurs (fer-nickel ou plomb) qui y est montée. Elle est à châssis en tôle d'acier et profilés, à deux cabines de conduite, en bout, démontables pour la descente dans les puits. Les accumulateurs placés entre les deux postes de commande reposent sur cinq rouleaux longitudinaux qui sont mis en mouvement au moyen d'une manivelle et de vis sans fin. Ce système permet une manutention aisée des accumulateurs. La locomotive est munie de deux moteurs de traction de 10 ch sous 60 v, à suspension par le nez qui attaquent l'essieu par un train

d'engrenages dont le rapport est de 104/14. La batterie d'accumulateurs fer-nickel a une capacité de 750 A-h; celle au plomb est de 866 A-h. L'auteur donne ensuite quelques renseignements sur les conditions d'exploitation au fond et sur la consommation relevée qui varie de 70 à 98 w-h par tonne-kilomètre utile suivant le tracé et le profil de la voie. Il donne aussi, d'après M. Haynau, ingénieur principal aux Mines de Lens, quelques chiffres comparatifs entre la traction par locomotive à accumulateurs et la traction animale. Il ressort de ces chiffres que, compte tenu de tous les frais d'amortissement et de premier établissement, la traction par locomotives à accumulateurs assure une économie de 1 fr par tonne-kilomètre utile sur le second mode de la traction. — J. S.

621.335 (43). — Locomotives électriques à grande vitesse et à transmission par engrenages de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans. *Le Génie civil*, 4 juin 1927, t. xc, p. 545-549, 4000 mots, 7 fig. — Cet article donne une description de détail des deux locomotives électriques à grande vitesse construites pour la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans par la Société suisse pour la Construction de Locomotives à Winterthur et la Société Brown, Boveri et Cie. Rappelons que ces deux locomotives du type 2-D-2 pèsent en ordre de marche 118 t et 124 t, et sont munies chacune de 4 moteurs d'une puissance, en régime unihoraire, de 950 ch chacun sous 1350 v à 500 t : mn. Ces moteurs sont entièrement suspendus et attaquent chacun un essieu monté par l'intermédiaire d'une transmission à engrenages système Büchli. Au point de vue mécanique, les boggies de ces machines présentent en eux-mêmes certains dispositifs intéressants, ainsi que pour leur liaison avec le châssis de la machine par l'intermédiaire d'organes élastiques. On a été conduit à ces dispositifs par les conditions imposées d'inscription en courbe et de tenue de voie; un d'eux en particulier a pour but d'amortir le mouvement de lacet du boggie. L'article donne une description rapide du système d'entraînement des roues, ainsi que du châssis et de la caisse. Signalons que ces locomotives sont munies de trois systèmes de freinage : un frein Westinghouse à haute pression et à double commande, un frein modérable également à double commande, et un frein à main combiné avec la timonerie du frein à air. En outre, une des deux locomotives est munie du freinage électrique par récupération. L'article donne aussi quelques renseignements d'ordre général sur l'équipement électrique de ces locomotives. — J. S.

621.335 (54). — Locomotives avec commande individuelle des essieux pour les trains express des chemins de fer de l'Etat aux Indes néerlandaises. *R. G. E.*, 28 mai 1927, t. xxi, p. 875-876, 800 mots. Analyse d'un article publié dans *Revue B B C*, août et septembre 1926, t. xiii, p. 187-192 et 226-231, 5700 mots, 19 fig.

621.362 : 656.25. — Nouvelle pile thermoélectrique et son application au contrôle d'extinction des lanternes de signaux de chemins de fer. *R. G. E.*, 4 juin 1927, t. xxi, p. 890, 200 mots. Résumé d'une communication de J.-E. Gabreau faite à la séance du 14 mai 1927 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394.333.1. — Procédé et dispositif pour la répétition des signaux télégraphiques inscrits sur bande; Ch.-L. Hamel. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, avril 1927, t. xvi, p. 275-279, 1 400 mots, 3 fig. — Le principe du nouveau procédé décrit par l'auteur dans cet article est basé, d'une part, sur l'utilisation directe des signaux inscrits par un ondulateur sur sa bande de papier et, d'autre part, sur l'emploi d'une encre très peu conductrice de façon que les résistances aux contacts deviennent négligeables par rapport à celles des traces d'encre elles-mêmes. L'encre employée est l'encre de Chine convenablement diluée pour assurer un bon fonctionnement du siphon de l'ondulateur. Les courants mis en jeu dans ce procédé sont extrêmement faibles, de l'ordre d'une fraction de microampère et sont amplifiés au moyen d'un amplificateur à deux étages dont le schéma est donné dans l'article. — J. S.

621.312.1 : 621.395. — Générateurs à courant continu sans ondulations de tension. *E. T. Z.*, 26 mai 1927, t. xlviii, p. 732, 2600 mots, 2 fig., d'après un article de K. Hammers, publié dans *Archiv für Elektrotechnik*, t. xvii, n° 3, p. 262. — Les générateurs à courant continu ont le défaut de produire des ondulations de tension et de courant de fréquences acoustiques, très gênantes dans les réseaux de transmissions téléphoniques. M. W. Rogowski a établi un système de pôles auxiliaires, en dehors de la zone de commutation, permettant de les éliminer à peu près complètement. On peut obtenir le même résultat en tordant légèrement les pôles principaux, c'est-à-dire en donnant à leurs côtés la forme d'une hélice. L'auteur étudie les perturbations qui prennent naissance du fait du collecteur et des balais, et présente certaines solutions destinées à les faire disparaître. — C.-R. M.

621.395.34 (44.361). — Le programme de transformation du service téléphonique à Paris. La généralisation du système automatique rotary; G. Kimpflin, *Le Génie civil*, 28 mai 1927, t. xc, p. 521-525, 4800 mots, 9 fig. — L'auteur indique d'abord les villes de France déjà pourvues d'un système de téléphonie automatique ou en voie d'en être munies, puis il indique dans ses grandes lignes le programme de transformation envisagé pour Paris. Le système adopté est le système rotary déjà installé dans de nombreuses autres villes d'Europe, et le premier stade comprend la mise en service, en 1929, de cinq bureaux dont 4 de 10 000 lignes (Carnot, Trudaine, Gobelins, Diderot) et un de 8 000 lignes (Vaugirard); de plus, les 6000 premières lignes de Carnot doivent être mises en service en juillet 1928. L'auteur explique ensuite comment s'effectue la manœuvre du disque d'appel par l'abonné, puis donne une description rapide des principaux appareils utilisés dans ce système : chercheur, sélecteur, combineur. Pour terminer, il attire l'attention sur l'importance que présente pour le bon fonctionnement d'un système automatique l'existence d'un réseau de câbles en parfait état et bien entretenu. Il estime que le réseau actuel en égout ne répond peut-être pas à ces conditions et qu'il vaudrait peut-être mieux établir un réseau de câbles posés en tranchée dans des conduites multitubulaires en poterie vernissée. — J. S.

621.395/6.64. — L'amplification sans lampe; F. Michaud. *Q. S. T. français et Radioélectricité réunis*, juin 1927, t. iv, p. 9-15, 7200 mots, 8 fig. — Le problème de l'amplification en télégraphie sans fil ne comporte actuellement que deux solutions : la lampe audion et, pour l'amplification à basse fréquence, le microphone. La lampe est loin d'être parfaite. Elle exige, en général, des sources d'énergie particulières et coûteuses. Sa durée est assez limitée. Son prix, enfin, augmente beaucoup les frais d'achat et d'entretien d'un poste. Dans ces conditions, il serait intéressant de découvrir un procédé d'amplification plus simple et moins coûteux. Le microphone, d'autre part, constitue un relais encore bien imparfait. L'auteur s'est donc proposé d'examiner les procédés nouveaux d'amplification. Il se limite au cas où l'apport d'énergie se fait sous forme mécanique. Le problème se présente alors sous deux formes différentes suivant qu'on utilise un ou deux circuits. Dans le premier cas, il s'agit, étant donné un circuit parcouru par des courants jugés trop faibles, de faire subir à ce circuit une déformation continue qui absorbe de l'énergie mécanique et amplifie les courants. Dans le second cas, les deux circuits sont indéformables, mais mobiles, l'un par rapport à l'autre; le premier est parcouru par le courant primitif, le second par le courant amplifié. La règle de l'invariant adiabatique interdit d'amplifier des oscillations électriques, par déformation continue d'une self-inductance ou d'un condensateur, sans changer

leur fréquence. On peut réaliser mécaniquement l'équivalent d'une résistance négative dans un circuit, mais le procédé ne pourrait être rendu pratique que pour l'amplification en basse fréquence. En faisant circuler dans deux circuits distincts le courant amplifié et le courant primitif, on arrive à un appareil d'une réalisation aisée, surtout pour les courants de basse fréquence, et qui permettrait une amplification très fidèle ; un tel appareil pourrait être utilisé après un détecteur à cristal. Après des étages de haute fréquence, il rendrait également des services en fournissant une amplification qui pourrait être exempte des causes de distorsion qu'apportent les lampes. — G. M.

621.396.616. — L'alternateur homopolaire à haute fréquence ; F. NIETHAMMER. *E. u. M.*, 24 avril 1927, t. XLV, p. 345-347, 2 200 mots, 3 fig. — Après avoir mentionné l'ouvrage de M. J. Bethenod, sur « Les alternateurs à haute fréquence », l'auteur aborde l'étude des méthodes de calcul de la force électromotrice et notamment de l'induction magnétique du stator des machines homopolaires ; il compare les formules proposées par M. Bethenod et celles qu'a indiquées W. Carter, en 1901 dans « Electrical World », 30 novembre 1901, p. 885.

621.396.82... : 621.33. — Les causes accidentelles et normales d'interférence avec les radiocommunications ; E.-F. BICKFORD. *E. R. J.*, 28 mai 1927, t. LXIX, p. 968, 800 mots. — Cet article est un résumé d'une discussion qui a eu lieu au New England Street Railway Club de Boston le 12 mai 1927. L'auteur, qui considère que les interférences avec les radiocommunications sont produites par des décharges disruptives, classe celles-ci en deux catégories : *a*) décharges accidentelles provenant, par exemple, d'une mauvaise commutation, de fuites à la terre causées par de mauvais isolateurs ou des contacts entre fils de trolley et les arbres, etc. ; *b*) décharges provoquées par des contacts vibrants ou tournants tels que ceux employés dans certains systèmes de signalisation, appareils de charge des batteries d'accumulateurs, etc. D'après des essais entrepris par l'American electric Railway Association, il ne semble pas que les décharges de la deuxième catégorie puissent avoir d'effet marqué à plus de 15 m environ. Quant à celles de la première catégorie, elles peuvent être supprimées aussitôt signalées. L'auteur insiste sur le fait que bien souvent une des causes de mauvaise réception des radiocommunications réside dans le manque de précautions prises par l'amateur lui-même dans l'installation de son poste de réception. — J.-S.

621.396.82... : 621.33. — Une analyse des causes d'interférence avec les radiocommunications ; James THOMPSON. *E. R. J.*, 28 mai 1927, t. LXIX, p. 967-968, 1 100 mots. — Cet article est un extrait d'une discussion qui a eu lieu au New England Street Railway Club de Boston le 12 mai 1927. L'auteur qui appartient aux United electric Railways de Providence indique qu'à la suite de réclamations reçues de la part des amateurs de télégraphie sans fil, cette compagnie a organisé un service chargé, d'une part, de les classer et de les enregistrer et, d'autre part, d'en rechercher les causes. L'appareil utilisé dans ces recherches est constitué d'une perche en bambou à laquelle est fixé le conducteur d'un voltmètre, d'un ampèremètre et d'une plaque de cuivre de prise de terre. On effectue avec cet appareil des mesures de tension et de courant sur tous les appareils aériens susceptibles de produire une perte à la terre. Il semble d'ailleurs, d'après les réclamations reçues, que les lignes de distribution en courant continu et les motrices soient les seules sources d'interférences avec les radiocommunications ; elles sont dues à de petits arcs intermittents dont l'effet est d'autant plus sensible qu'il y a plus de voitures dans la section défectueuse. D'après l'auteur les parasites produits par une motrice en mouvement dépendraient de la nature de la chaussée et de la quantité de poussières sur les rails donnant lieu à des interruptions dans le courant de retour entre les roues et le rail d'où naissance de petits arcs invisibles, sources d'ondes électromagnétiques ; un phénomène analogue est produit lorsque dans une section il y a plusieurs joints de rails défectueux. Aux bruits venant de cette première cause se superposent ceux produits par une mauvaise commutation des moteurs de traction. Enfin des perturbations ont été constatées avec certains modèles de voitures, surtout parmi celles de construction ancienne sans qu'il ait été possible d'en trouver la cause exacte. L'auteur indique que dans 76 cas signalés, on constata que 40 pour 100 des perturbations étaient dues à de mauvais isolateurs, ou à des contacts entre fils nus et des arbres, 25 pour 100 provenaient d'isolateurs défectueux, 20 pour 100 étaient dus à l'une des trois causes ci-dessus, 5 pour 100 étaient imputables au réseau de distribution d'énergie pour l'éclairage, et enfin, 10 pour 100 au poste même de réception. — J.-S.

621.396.82... : 621.33. — Comment on a réussi à supprimer les interférences avec les radiocommunications dues aux tramways à Concord ; J.-B. CRAWFORD. *E. R. J.*, 28 mai 1927, t. LXIX, p. 969, 900 mots. — Cet article est un résumé d'une discussion qui a eu lieu au New England Street Railway Club de Boston le 12 mai 1927. A Concord on a réussi à éliminer les interférences avec les radiocommunications en revisant les joints de rails, en supprimant toutes les pertes à la terre sur les feeders et fils de trolley, en remplaçant tous les isolateurs défectueux et en munissant les vieux convertisseurs rotatifs de balais en charbon. Parmi les causes accidentelles d'interférence il en signale une assez curieuse qui venait d'un convertisseur rotatif, de 500 kw, de construction moderne et qui disparaissait lorsqu'on touchait l'arbre de la machine avec un fil mis à la terre. Un frotteur de cuivre relié à la terre par la carcasse de la machine fut donc fixé définitivement pour supprimer le défaut. On pense que l'interférence dans ce cas provenait de ce qu'un potentiel prenait naissance dans l'arbre en mouvement et qu'il augmentait jusqu'à une valeur suffisante pour provoquer une décharge à la terre à travers la couche d'huile des paliers. Cette décharge était de nature oscillante et se transmettait sur le système de distribution à travers les enroulements de la machine. — J.-S.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.31-51. — Intérêt et possibilité pratique d'utiliser l'énergie (notamment sous forme d'électricité) à la production combinée du froid et de la chaleur utilisables. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1011-1012, 1 400 mots. Résumé d'une communication de LÈBRE faite à la séance du 27 mai 1927 de la Société des Ingénieurs civils de France.

621.365. — Le four électrique dans l'industrie. *El. Rev.*, 6 mai 1927, t. C, p. 711, 950 mots. — Le four électrique, soit pour fusion des métaux, soit pour des opérations telles que cémentation, réchauffage, etc., est désormais sorti de la période des essais et est maintenant en état de devenir un concurrent sérieux des autres moyens de chauffage. L'auteur donne quelques chiffres comparatifs pour le chauffage au gaz et le chauffage électrique qui montrent que dans les conditions de prix qu'on peut rencontrer dans le Midland le chauffage électrique est moins coûteux par tonne de produit fini. L'auteur estime qu'il y a actuellement, à part la question de prix, deux obstacles principaux à la diffusion du four électrique : *a*) le manque d'ingénieurs électriciens qui se soient spécialisés dans les applications de l'électricité à la métallurgie, car pour qu'un four électrique donne de bons résultats il faut qu'il soit le fruit de l'expérience combinée d'un électricien et d'un métallurgiste ; *b*) la faible publicité, pour ne pas dire nulle, entreprise dans le but de propager ce mode de chauffage. — J. S.

PARIS. — SOC. G^le D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant : J. BLONDIN.*

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.42. — **Contribution à l'étude de la matière fulminante**; E. Mathias. *C. R. Ac. des Sc.*, 14 mars 1927, t. CLXXXIV, p. 653-655, 1 000 mots. — L'auteur examine plusieurs cas de foudre sphérique chaude, matière fulminante, pure, sans odeur, sans électrisation, qui disparait sans tonnerre, et de foudre sphérique froide qui disparait en explosant. L'exemple fourni par l'orage du 19 août 1900, à Maintenay (Pas-de-Calais), montre qu'il s'agissait d'une matière fulminante impure, ayant absorbé du soufre et des hydrates de carbone, et qui a explosé parce qu'elle était électrisée. La vapeur d'eau qu'elle émettait formait autour d'elle un vêtement collant maintenu par la pression électrostatique. Cette couche de vapeur d'eau est un écran efficace contre le rayonnement calorifique de la matière fulminante. Suivant l'épaisseur de cette couche, et toutes choses égales d'ailleurs, l'impression extérieure de chaleur peut être presque nulle, faible ou modérée. — M.-H. B.

537.5...:536.5 : 669.24 2-7. — **Sur la relation entre l'émission électronique secondaire du nickel ou du tungstène et leur température**; H. Nukiyama et H. Horikawa. *J. I. E. E. of Japan*, avril 1927, n° 465, p. 424-431, 8 fig., 1 tabl. — Les auteurs montrent que l'émission secondaire du nickel augmente graduellement avec la température jusque vers 400°C et diminue ensuite relativement rapidement, vers 800°C; cependant cette émission augmente à nouveau légèrement et diminue ensuite avec une grande rapidité. Pour le tungstène, l'émission secondaire est sensiblement constante jusqu'à la température à laquelle commence l'émission électronique primaire. La première modification de l'émission du nickel vers 400° C correspond à la transformation A_2 du nickel; mais la seconde modification dans l'émission correspond à la transformation A_2 du fer ; les auteurs en concluent que cette seconde modification est due aux impuretés incorporées au nickel. En ce qui concerne le tungstène, la disparition du potentiel critique peut être due au fait que les molécules possèdent une plus grande énergie aux hautes températures. — E. B.

538.25. — **L'aimantation des aimants permanents à l'aide d'impulsions de courant continu de forte intensité**; B.-A. Voskresensky. *Electritchestvo*, mai 1927, p. 168-171, 1 800 mots, 4 fig., 3 tabl. — L'auteur a basé sa méthode sur le fait que l'intensité d'aimantation obtenue avec un courant d'intensité donnée, est à peu près indépendante de la durée d'application. Pour obtenir des courants de l'intensité de 6 000 à 10 000 A, dans des circuits à fermeture et à rupture très rapides, il a employé un transformateur spécial, avec un enroulement secondaire en court-circuit, composé d'une seule spire et agissant sur l'aimant. En connectant et déconnectant le primaire d'un réseau, on produit des impulsions de courant très intenses dans la spire secondaire. Pour deux opérations successives, les courants sont de sens contraire, mais on peut faire diminuer l'intensité de l'un d'eux en agissant avec une rapidité variable de la fermeture à l'ouverture. On obtient ainsi des intensités d'aimantation considérables avec une faible dépense d'énergie. Le système est utilisable sur les réseaux à courant continu et sur ceux à courant alternatif. — C.-R. M.

538.522-562. — **Induction mutuelle entre les circuits et propagation des perturbations électromagnétiques**; V. Goré. *L'Elettrotecnica*, 15 mai 1927, t. XIV, p. 305-306, 1 400 mots. — Donati a montré expérimentalement que la force électromotrice induite dans une spire par une autre qui lui est parallèle à une distance x, l'intervalle étant rempli par un noyau de fer, retarde d'un angle qui peut n'être pas négligeable, par rapport à la force électromotrice qui serait induite si x était nul. On en a déduit que la vitesse de propagation de l'induction magnétique dans le fer peut descendre à des valeurs de l'ordre de 1 000 m : s. Lombardi et d'autres auteurs attribuent ce retard non à une vitesse de propagation finie, mais à l'action de courants parasites. Néanmoins, il faut admettre une vitesse finie pour pouvoir montrer que la force électromotrice E_2 induite dans la spire secondaire a une composante en opposition avec le courant inducteur i_1. L'auteur effectue cette démonstration en s'inspirant de la théorie de Brillouin sur la résistance de radiation des oscillateurs radiotélégraphiques. Il établit la formule

$$E_2 = -\left[k_2\omega^4 i_1 + (M - k_1\omega^2)\frac{di_1}{dt}\right]$$

où k_1 et k_2 sont des fonctions dépendant des dispositions géométriques, M est le coefficient d'induction mutuelle et ω, la pulsation de i_1. — C.-R. M.

538.54. — **Génération de courants de Foucault dans un cas spécial**; L. Barbillion. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1 013-1 016, 3 800 mots. — L'auteur considère un cas particulier qui se présente très fréquemment en pratique, notamment dans les compteurs d'énergie électrique : le cas d'un disque tournant en face d'un pôle magnétique circulaire excentré. Il donne un développement très ingénieux du calcul de l'induction, en décomposant la surface du disque en cercles variables, à la fois par leur centre et par leur rayon, à partir de la projection du pôle circulaire jusqu'à la périphérie du disque. L'auteur traite la question de la

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise ; envoi recommandé et emballage, en plus : France, 1,50 fr ; étranger, 3,50 fr.)

Les postes à batterie centrale
type P.T.T 1924

sont les derniers modèles officiels
imposés par l'Administration des P.T.T.

Ces appareils peuvent être employés sur les Réseaux automatiques par la simple adjonction immédiate d'un disque envoyeur.



Type mobile à combiné

Demandez les postes provenant de la fabrication de la Société créatrice:

"Le Matériel Téléphonique"

Société Anonyme au Capital de 110.000.000 de francs

46 AVENUE DE BRETEUIL PARIS. (VIIe)

répartition du courant en supposant que l'épaisseur de l'anneau élémentaire varie, en fonction du rayon, du centre jusqu'à la périphérie. Il calcule ainsi les pertes par courants de Foucault dans l'ensemble du disque, en fonction des divers paramètres que comporte le problème.

538.71(44). — Valeurs des éléments magnétiques à la station du Val-Joyeux (Seine-et-Oise) au 1er janvier 1927; L. Eblé et J. Itié. *C. R. Ac. des Sc.*, 14 mars 1927, t. clxxxiv, p. 693, 150 mots. — Un tableau donne les valeurs absolues et la variation séculaire des éléments magnétiques. Les chiffres indiqués représentent les moyennes de toutes les valeurs horaires relevées au magnétographe Mascart, pendant les mois de décembre 1926 et janvier 1927; elles résultent de 1 488 lectures. La variation des différents éléments est déduite de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été calculées par le même procédé pour le 1er janvier 1926. — M.-H. B.

SCIENCES DIVERSES

531.787: 621.1-4. — Sur un manographe pour la mesure des pressions rapidement variables et un indicateur pour l'étude des machines thermiques à grande vitesse; Huguenard, A. Magnan et A. Planiol. *C. R. Ac. des Sc.*, 14 mars 1927, t. clxxxiv, p. 667-669, 600 mots, 1 fig. — La trop longue durée de la période propre du manomètre enregistreur et la mauvaise transmission de pressions entre les récipients où elles se produisent et ce manomètre constituent les principales difficultés que l'on rencontre dans l'étude des pressions rapidement variables, telles qu'il s'en développe dans les cylindres à explosion à marche rapide. Les auteurs ont utilisé pour la mesure des pressions le manomètre qu'ils avaient créé antérieurement pour leurs accélérographes et qui se compose d'un tube de Bourdon attaché en son milieu, ses extrémités libres agissant sur un miroir par deux lames souples. Le dispositif qu'ils ont imaginé les ont conduits à la construction d'un indicateur pour moteurs à explosion; cet indicateur pourrait fonctionner dans les meilleures conditions de précision jusqu'à une allure d'environ 3 000 t: mn. — M.-H. B.

534.2. — Sur la propagation des ondes aériennes dans les grandes canalisations cylindriques souterraines; J. Thovert. *C. R. Ac. des Sc.*, 28 février 1927, t. clxxxiv, p. 517-518, 600 mots. — Dans les expériences de propagation des ondes aériennes effectuées dans des canalisations de 1 m (Th. Vautier) et de 3 m (Violle et Vautier) le calcul de la vitesse de propagation est affecté par la différence de température, 0,8 degré, existant entre le bas et le haut d'une même section droite du tube. Ce défaut d'uniformité de la température, accompagné nécessairement d'une variation de l'état hygrométrique, entraine l'absence d'uniformité de la densité dans le plan d'une section droite: il en résulte une anomalie dans la propagation de l'onde. — Il semble, du reste, que les résultats de toutes les expériences dans les canalisations souterraines donnent, pour la vitesse du son, des valeurs inférieures à celles obtenues par les autres méthodes et correspondent à une évaluation trop élevée du rapport. — M.-H. B.

MESURES ET ESSAIS

537.732. — Sur la mesure des valeurs maxima des tensions alternatives inférieures à 10 000 volts; P. de la Gorce. *R. G. E.*, 16 avril 1927, t. xxi, p. 603-605, 2 200 mots, 2 fig. — Dans cette note est reproduite une communication faite par M. de la Gorce à la séance du 14 décembre 1926 de la quatrième Commission de l'Union des Syndicats de l'Electricité, commission qui a pour attribution l'étude et la rédaction des cahiers des charges types et des règles de normalisation. L'auteur, après avoir rappelé quelques procédés permettant de mesurer la valeur maximum d'une tension alternative, expose celui qui est employé au Laboratoire central d'Electricité dans le cas des tensions de l'ordre de 10 000 v; il indique ensuite les conditions qu'il convient de réaliser pour réduire au minimum les erreurs de mesures.

621.314.2. — Les nouveaux transformateurs d'essais Brown, Boveri et Cie. *Revue B. B. C.*, avril 1927, t. xiv, p. 105-109, 3 000 mots, 8 fig. — Cet article donne une description succincte du nouveau mode de construction adopté par la Société anonyme Brown, Boveri et Cie pour les transformateurs d'essais, qui simplifie énormément le problème de l'isolation. Ce mode de construction supprime en particulier les isolateurs de traversée. Dans le système en question, les enroulements seuls (ainsi que la partie de circuit magnétique autour de laquelle ils sont placés) sont plongés dans l'huile contenue dans un récipient de forme annulaire, en matière isolante avec couvercle et fond étanches. L'enroulement à basse tension est à une seule couche, celui à haute tension, placé autour du premier, est formé de plusieurs bobines. Une de ses extrémités est au même potentiel que le circuit magnétique. L'autre extrémité sort à mi-hauteur du cylindre isolant formant l'enveloppe extérieure du réservoir d'huile. L'enroulement à haute tension est disposé de façon que le potentiel décroisse régulièrement le long du cylindre isolant extérieur de la borne de sortie, au milieu de l'enroulement jusqu'aux extrémités. On donne dans l'article quelques exemples de transformateurs établis suivant ce principe avec divers schémas de disposition des enroulements. — J. S.

621.165.00.46. — Essais d'érosion des ailettes de turbines à vapeur. *Revue B B C.*, avril 1927, t. xiv, p. 95-104, 5 500 mots, 14 fig., 8 tabl. — On donne dans cet article, sous forme de courbes et tableaux, les résultats d'essais d'érosion par jet d'eau sur différents métaux ou alliages, les éprouvettes ayant la forme cylindrique. De l'examen de ces résultats, on peut déduire les conclusions suivantes: *a)* l'érosion spécifique commence à croître avec le nombre de chocs, passe par un maximum, puis décroît; *b)* l'érosion augmente lorsque la vitesse croît, et en général on ne constate, quel que soit le métal, aucune trace d'érosion pour une vitesse inférieure à 125 m: s; *c)* les gouttes produisent une érosion d'autant plus rapide qu'elles sont plus grosses; *d)* il n'existe pas de relation simple entre la résistance à l'érosion et la résistance mécanique. Ces essais ont montré que même les meilleurs métaux connus actuellement sont sujets à des érosions pour des vitesses élevées. Mais ces vitesses sont heureusement supérieures à celles qui se présentent dans une turbine à vapeur. D'ailleurs on peut lutter contre cette érosion non seulement par le choix du métal, mais encore en assurant l'évacuation de l'eau entrainée par la vapeur. — J. S.

621.24.00.14 (485). — Essais de la turbine Kaplan de Lilla Edet; H.-O. Dahl. *Engineering*, 20 mai 1927, t. cxxiii, p. 899-602, 2 800 mots. — C'est une des premières turbines de grande puissance construite suivant ce système; elle a été établie pour développer 10 000 ch sous une chute de 6,50 m en tournant à 62,5 t: mn. La construction n'a été entreprise qu'à la suite de nombreux essais sur des modèles dont les diamètres ont varié de 250 mm à 950 mm. Les dispositions mécaniques de l'organe mobile ont fait l'objet d'une description détaillée dans « Engineering », 22 et 29 janvier 1926, t. cxxi, p. 99-101 et 119-127, analysée dans « R. G. E. », 15 mai 1926, t. xix, p. 772-774; le diamètre de l'hélice à quatre aubes mobiles est égal à 5 800 mm; ces aubes sont disposées sur un moyeu dont le diamètre atteint 2 350 mm chacune des aubes peut tourner autour d'un axe d'où variation du pas de l'hélice en fonction de la charge de la turbine. L'article donne une description de la partie fixe de la turbine constituée par une cuve hélicoïdale en béton, un système de vannage et une conduite d'échappement formant siphon d'aspiration. Des courbes de rendements garantis et réalisés, pour des chutes de 7 m, 6,50 m et 5,60 m montrent que les garanties sont franchement dépas-

MACHINES ÉLECTRIQUES SPÉCIALES

Maison fondée en 1893

19-20, Rue Saint-Gilbert, LYON (VIIe)

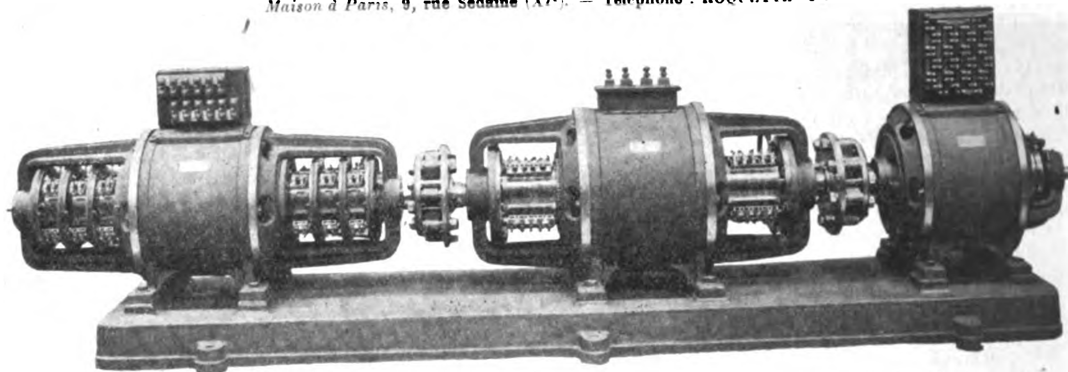
Téléphone : VAUDREY 24-09

MICHEL BONNIER

Construction sur commande de MACHINES POUR TOUTES LES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

GÉNÉRATRICES - MOTEURS - ALTERNATEURS - CONVERTISSEURS ROTATIFS, ETC. Puissances de 0,01 à 100 kw.

Maison à Paris, 9, rue Sedaine (XIe). — Téléphone : ROQUETTE 53-48



GROUPE UNIVERSEL POUR PLATE-FORME D'ESSAIS (génératrice à 6 collecteurs)

MACHINES POUR LABORATOIRES. — Groupes convertisseurs à fréquences et tensions multiples. — Groupes d'étalonnage et décaleurs de phases.
MACHINES POUR T. S. F. — Alternateurs et transformateurs à fréquences musicales. — Génératrices à courant continu jusqu'à 10 000 volts. — Génératrices à double circuit magnétique : haute tension, d'une part ; basse tension, d'autre part. — Groupes convertisseurs horizontaux et verticaux.
MACHINES POUR APPLICATIONS INDUSTRIELLES. — Moteurs à vitesses lentes depuis 300 t : mn et moteurs à très grandes vitesses jusqu'à 10 000 tours (alternatifs ou continus). — Moteurs synchrones. — Commutatrices et transformatrices horizontales et verticales — Régulateurs d'induction.
GÉNÉRATRICES A GRANDE INTENSITÉ, POUR ÉLECTROLYSE ET ÉLECTRO-MÉTALLURGIE. — Moteurs à courant continu pour traction — Dynamos-frein. — Alternateurs-freins. — REDRESSEURS DE COURANT A BALAIS DE MERCURE système A. LATOUR (Licence exclusive).

Toutes nos machines étant exécutées sur commande sont de construction très soignée, de grande puissance spécifique et fournissent les plus hauts rendements

---

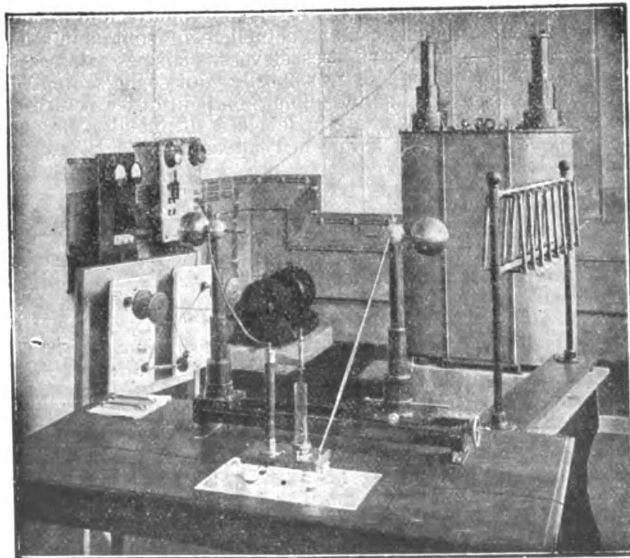
LA

SOCIÉTÉ DE LA MAILLERAYE

79, Rue de Miromesnil, PARIS (8e)

Téléph. : Laborde 04-15, 04-16, 04-17, 04-18

Registre du Commerce : Seine N° 143 574



Vue du laboratoire électrique de la Société de la Mailleraye

RAFFINE dans ses usines de la Mailleraye-s.-Seine (Seine-Inférieure)

toutes

— HUILES —

POUR

TRANSFORMATEURS
INTERRUPTEURS
DISJONCTEURS

ÉCHANTILLONS ET RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES SUR DEMANDE

sées ; sous ces trois hauteurs de chute et pour 10 000 ch sur l'arbre les rendements obtenus sont respectivement 91, 90,5 et 85 pour 100 contre 86,6, 84,4 et 78 pour 100, rendements garantis. La régulation satisfait aux conditions imposées : la vitesse d'emballement relevée aux essais est en effet égale à 127 t : mn, le calcul ayant conduit à 125 t : mn ; l'accord est ainsi à peu près parfait. — E. B.

624.24.00.14. — **La mesure du débit des turbines par la méthode des solutions salées** ; H. Matsuoka. *J. I. E. E. of Japan*, mars 1927, n° 464, p. 233-248, 16 fig. 4 tabl. — Cette méthode de mesure du débit est l'une des plus simples et ses résultats sont supérieurs à ceux obtenus par des méthodes plus compliquées et plus coûteuses. L'auteur décrit les dispositifs adoptés pour son application aux essais des turbines de la Kanidera Water Power Plant de la Nippon electric Power Company. — E. B.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.31 : 31(436) « 1926 ». — **Statistique des usines électriques en Autriche en 1926** ; Rudolf Czeija. *E. u. M.*, 19 juin 1927, t. XLV, p. 497-509, 2 300 mots. — Cet exposé est le résumé, accompagné de nombreux tableaux, de l'ouvrage de statistique publié par l'Elektrotechnischer Verein de Vienne. Cette statistique est encore incomplète du fait que peu d'entreprises interrogées ont su répondre sur tous les points. Les tableaux reproduits indiquent les puissances, les dates de construction, le nombre des machines, la nature du courant produit et la tension, les applications. — C.-R. M.

621.165.00.413. — **L'influence nuisible de la vapeur humide dans les turbines à vapeur.** *Revue B B C*, mai 1927, t. XIV, p. 119-124, 4 000 mots, 7 fig., 1 tabl. — La pression de vapeur à l'admission dans les turbines à vapeur atteint aujourd'hui couramment de 25 à 35 atmosphères, mais la surchauffe n'a pas subi une augmentation correspondante. Aussi pour des vides élevés, la détente s'effectue très avant dans le domaine de la vapeur saturée et entraîne une augmentation de la teneur en eau de la vapeur dans les derniers étages. Cette eau produit non seulement des érosions sur les ailettes mobiles, d'autant plus fortes que la vitesse périphérique des aubages a crû avec l'augmentation de la puissance unitaire, mais elle entraîne une diminution de rendement dans les derniers étages. Cette diminution de rendement est due à un effort de freinage produit par l'eau qui ne possède pas la même vitesse que la vapeur. L'auteur développe dans l'article un calcul de cet effort de freinage. Sa détermination nécessiterait la connaissance de la vitesse de l'eau. Celle-ci ne peut être mesurée, mais on peut se faire une idée de sa valeur d'après les dimensions des gouttes d'eau et l'auteur expose quelques considérations à ce sujet. Il donne ensuite pour le calcul de l'effort de freinage dû à l'eau une formule approchée et des résultats d'essais effectués sur une turbine montrant l'importance de la diminution du rendement mesuré à l'accouplement pour des températures décroissantes de la vapeur d'admission. En calculant pour chaque température le rendement théorique de la turbine, on a pu déterminer, par différence, la puissance de freinage de l'eau. Pour éviter l'effet variable de l'eau on peut soit élever la température de la vapeur vive, soit procéder au réchauffage intermédiaire de la vapeur (souvent employé en Amérique), soit enfin évacuer l'eau hors de la turbine. L'auteur pense que c'est là la meilleure solution, et des essais effectués dans ce sens permettent de penser que le résultat pourra être atteint par des moyens relativement simples. — J.-S.

621.182. — **Le réchauffage de l'air de combustion des générateurs à vapeur.** *Le Génie civil*, 21 mai 1927, t. XC, p. 505-508, 4 000 mots, 8 fig. — Dans cet article, l'auteur expose sommairement l'état actuel de la question du réchauffage de l'air et en précise certains points. Il montre d'abord qu'il y a un avantage à récupérer la chaleur perdue dans les fumées et qu'avec les hautes pressions et le soutirage, le réchauffeur d'air est supérieur à l'économiseur. Il fait voir ensuite que l'emploi d'air réchauffé n'augmente pas sensiblement la température du foyer et qu'il suffit de quelques mises au point de détail des grilles pour permettre l'utilisation sans inconvénient d'air réchauffé. Il compare alors les deux classes de réchauffeurs d'air, les appareils dits récupératifs et ceux du type régénératif, et montre les avantages des seconds à tous points de vue (rendement, encombrement). Il montre enfin que l'emploi d'air réchauffé permet de brûler les charbons de toutes qualités et qu'il conduira sans doute à une modification de la technique des générateurs de vapeur, car il assure un accroissement notable de la capacité des chaudières. — J.-S.

621.311 : 627.223.4. — **L'application du système de distribution Thury par courant continu à intensité constante au projet d'usine marémotrice de la Frênaye (Côtes-du-Nord).** L. Schwob. *Le Génie civil*, 21 mai 1927, t. XC, p. 500-504, 5 500 mots, 5 fig. — L'auteur, qui a déjà fait paraître dans *R. G. E.* 29 mai 1926, t. XIX, p. 859, un article sur cette qestion, montre d'abord que le problème de l'utilisation de l'énergie des marées est singulièrement compliqué lorsqu'on veut produire une puissance aussi constante que possible et sous forme de courant alternatif à tension et fréquence constantes. Au contraire, dans le projet de l'usine de la Frênaye on s'est proposé d'abord de tirer de la baie le maximum d'énergie et on est arrivé à la loi suivante : Pour un bassin et un orifice donnés, on obtiendra les cycles de rendement hydraulique maximum en maintenant ouvert au plus grand l'orifice de passage des eaux depuis l'origine de l'écoulement jusqu'au complet équilibre entre les niveaux de la mer et du bassin. Les turbines fonctionneront donc avec une ouverture d'admission constante et à vitesse variable. Dans ces conditions on ne peut plus songer à utiliser l'alternateur pour produire l'énergie électrique. En étudiant les lois de la variation de l'intensité et de la tension en courant continu produit par une dynamo correspondant aux conditions de fonctionnement de la turbine, on a trouvé que l'intensité doit rester constante alors que la tension doit être proportionnelle au cube de la vitesse. On est donc ainsi amené à concevoir la distribution de l'énergie sous forme de courant continu à haute tension système Thury. L'auteur montre ensuite que cette solution, qui est la plus rationnelle, est aussi la plus simple et la plus économique, en particulier par suite de la réduction à sa plus simple expression de l'appareillage à l'usine de production. L'auteur donne ensuite quelques détails sur le projet de l'usine marémotrice de la baie de la Frênaye. La régulation de la production d'énergie en fonction de la demande serait assurée par une station de pompage, les bassins de pompage étant obtenus par fermeture de deux petites vallées débouchant dans la baie. Il termine en indiquant dans ses grandes lignes quel pourrait être le réseau de distribution de l'énergie ainsi produite (90 000 kw de puissance moyenne au premier stade), et donne un aperçu du côté économique du projet. — J.-S.

621.314...01. — **Sur la théorie des multiplicateurs de fréquence magnétiques.** *E. T. Z.*, 26 mai 1927, t. XLVIII, p. 736, 700 mots, d'après un article de Guillemin publié dans *Archiv fur Elektrotechnik*, t. XVII, n° 1, p. 17. — Ces appareils reposent sur l'emploi de transformateurs dont les noyaux sont saturés aux environs des maxima de courant. Il en résulte qu'on peut décomposer une demi-période en trois côtés d'un trapèze. Les deux côtés obliques par rapport à l'axe des temps agissent seuls sur le secondaire ou le circuit oscillant et cela par impulsion. L'auteur présente la théorie de ces appareils. La fréquence du courant secondaire peut varier à volonté. Si on laisse fixe le circuit primaire, les maxima du courant secondaire ne coïncident pas avec un multiple exact de la fréquence primaire. Le rendement de la transformation décroît quand la multiplication

Une source d'eau chaude...

ÉLECTRO-CUMUL de 1.000 litres de capacité - fournissant exclusivement depuis 1924 - aux Ateliers de reliure Joseph Taupin, l'eau chaude nécessaire à la préparation des colles.

chauffe-eau électrique

ELECTRO-CUMUL

pour tous usages industriels et domestiques

ÉTABLISSEMENTS ÉLECTRO-MÉCANIQUES DE STRASBOURG

R. des Poilus, Bischheim (Bas-Rhin) Bureau à Paris : 16, R. de La Baume (8e)

AGENCES A ALGER, BORDEAUX, DIJON, LILLE, LYON, MARSEILLE, NANCY, NANTES, REIMS, ROUEN, TOULOUSE, TOURS, BRUXELLES, BARCELONE, MADRID, SÉVILLE

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'ENTREPRISES

ANONYME AU CAPITAL DE 40.000 000 FRANCS

(*Registre du Commerce* : Seine N° 37 997)

56, rue du Faubourg Saint-Honoré — PARIS (8e)

ENTREPRISES GÉNÉRALES EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Travaux publics
Adductions d'eau, Egouts
Travaux en ciment armé
Constructions industrielles
Electrométallurgie
Electrochimie
Travaux maritimes, Canaux
Travaux hydrauliques
Stations centrales hydrauliques et à vapeur

Aménagement de chutes d'eau
Grandes transmissions d'énergie à haute tension
Réseaux de distribution d'énergie
Chemins de fer, Routes
Tramways électriques urbains
Tramways électriques à courant monophasé à haute tension
Tramways départementaux

de fréquence croît. La théorie de l'auteur est confirmée par les travaux expérimentaux de Plendl, Sammer et Zenneck. — C.-R. M.

621.314.2.00.42. — Le fonctionnement en parallèle des transformateurs; Vidmar. *E. u. M.*, 3 juillet 1927, t. XLV, p. 457-468, 9 000 mots, 16 fig. — Les premières théories émises sur cette question ont un aspect simple et clair : mais elles reposent sur des hypothèses qui ne sont généralement pas réalisées dans la pratique : identité des rapports de transformation et des chutes de tension inductives et non. L'auteur étudie d'abord la mise en parallèle de transformateurs qui ont des tensions de court-circuit égales en valeur absolue mais qui sont à la fois déphasées et d'amplitudes différentes, puis le cas déphasée l'une par rapport à l'autre, et enfin le cas général où elles sont en phase, mais d'amplitudes différentes. Cette première partie concerne seulement des transformateurs qui fonctionnent dans le voisinage immédiat l'un de l'autre. Dans une deuxième partie, l'auteur traite de l'influence d'une ligne de transmission et en déduit les règles générales que doit observer le personnel de surveillance. — C.-R. M.

621.314.7.00.414 (494). — Le développement des redresseurs à vapeur de mercure à grand débit en Suisse. *Revue BBC*, mai 1927, t. XIV, p. 134-136, 1 800 mots, 4 fig. — Le développement des redresseurs à vapeur de mercure un instant entravé par les mauvaises conditions économiques de la période de guerre et des années qui l'ont suivie, a repris actuellement. On compte aujourd'hui en Suisse 34 installations comprenant 51 redresseurs, représentant une puissance totale de 15 350 kw, 40 d'entre eux sont placés dans des sous-stations de traction. Le redresseur à vapeur de mercure est très avantageux en raison de sa grande capacité de surcharge. Les installations les plus intéressantes sont celles de trois groupes de 1 000 kw, 1 750 A pour le service électrique de la ville de Zurich (ce sont les plus grands groupes construits jusqu'ici par la Société anonyme Brown, Boveri et Cie), celle de la sous-station de Zweilütschinen des Chemins de fer de l'Oberland bernois où les premiers redresseurs à 1 500 v ont été mis en service en 1921 et celle de Rigi Klösterli du Chemin de fer d'Arth au Rigi. Cette dernière sous-station est une installation caractéristique de chemin de fer de montagne ne fonctionnant que la moitié de l'année. Or, après 6 mois d'arrêt, pendant l'hiver 1925-1926, on put constater au premier contrôle que la pression n'était encore que de l'ordre de celle d'une colonne de mercure de 0,02 mm, grâce à l'excellence des joints au mercure et il suffit de faire fonctionner la pompe à vide pendant une heure pour pouvoir remettre le redresseur en marche, sans aucune autre précaution. Ajoutons que la Société Brown, Boveri et Cie a équipé aujourd'hui 45 sous-stations de redresseurs complètement automates dont 6 en Suisse. — J.-S.

621.315.2 : 537.32. — L'échauffement des câbles isolés au papier huilé, en régime permanent et intermittent. Etude théorique et expérimentale. *R. G. E.*, 4 juin 1927, t. XXI, p. 913-914, 1700 mots. Analyse d'un article de L. Bosone publié dans *L'Elettrotecnica*, 5 et 15 février 1927, t. XVI, p. 73-81 et 93-99, 12 500 mots, 18 fig., 2 tabl.

537.26 + 621.315.61 (00.42. — Conférences sur la théorie diélectrique et l'isolation. *R. G. E.*, 28 mai et 4 juin 1927, t. XXI, p. 852 et 890-891, 2250 mots. Résumé de cinq conférences faites par Whitehead à l'Ecole supérieure d'Electricité.

621.315.2 — 61 : 676.4. — Isolation au papier des conducteurs pour câbles à courant fort. *R.G.E.*, 18 juin 1927, t. XXI, p. 999-1004, 4800 mots, 4 fig. Analyse d'un article de Hans Müller publié dans *E.T.Z.*, 11 février et 4 mars 1926, t. XLVII, p. 145-150 et 269-273, 12 000 mots, 11 fig., 3 tabl.

621.311.73.00.42. — La capacité de rupture des interrupteurs dans l'huile. *Engineering*, 20 mai 1927, t. CXXIII, p. 623, 1 200 mots. — Dans une conférence devant l'Institution of electrical Engineers E.-B. Wedmore et W.-B. Whitney ont donné les résultats de leurs recherches sur ce sujet. Ils montrent que l'énergie dissipée par la rupture varie entre 1 et 50 kJ ; il est donc nécessaire de répéter les ruptures un très grand nombre de fois pour être certain de passer par un maximum. Les auteurs ont fait de nombreux essais en utilisant un alternateur triphasé de 5 500 kv-A, donnant 5 500 v à circuit ouvert et mis en court-circuit par l'interrupteur en essais ; celui-ci était du type à simple rupture ouvrant le circuit à une vitesse de 100 cm : s ; la hauteur d'huile au-dessus du contact était égale à 10 cm. L'énergie à la rupture était mesurée à l'aide d'un relevé oscillographique et l'analyse des essais a montré que les valeurs de 50 kJ était un maximum dont la fréquence est définie par le fait que la probabilité d'une énergie égale à 30 kJ est égale à 1/14 et que celle de 47 kJ est de l'ordre de 1/1000. On voit que pour obtenir une valeur voisine de celle correspondant au maximum, un très grand nombre d'expériences serait nécessaire ; mais à l'aide du calcul des probabilités, il est possible de réduire convenablement le nombre de ruptures expérimentales pour juger de la valeur d'un appareil. Les auteurs en se basant sur ce calcul arrivent aux résultats ci-dessous : un interrupteur à simple rupture coupant un circuit capable de 10 000 kv-A, deux fois de suite, peut être utilisé en toute sécurité sur un circuit de 400 kv-A ; après cinq ruptures du même circuit, l'appareil peut être considéré comme utilisable sur un circuit de 1 200 kv-A ; si ce nombre est porté à 10, l'utilisation peut être faite pour 2 000 kv-A et pour 5 000 kv-A si le nombre de ruptures est porté à 50. — E. B.

USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.311. — Les progrès récents dans l'installation des usines génératrices; Thomas Roles. *Engineering*, 3 juin 1927, t. CXXIII, p. 668, 1 800 mots. — La tendance actuelle est d'utiliser des pressions de vapeur de plus en plus élevées atteignant 70 kg : cm² ; l'économie de combustible qui résulte de l'emploi de ces pressions élevées peut être très importante. En général on adjoint à des unités existantes et travaillant à pression modérée, un groupe à haute pression ; à l'usine de Bradford, par exemple, une turbine à haute pression de 2 500 kw fournit la vapeur à pression modérée à une autre turbine de 5 000 à 7 000 kw. Les études du Nozzles Committee ont montré que le rendement des turbines augmentait avec le nombre d'étages, pour augmenter pratiquement ce nombre, il est impossible de conserver la vitesse de 1 500 t : mn Le réchauffage de l'eau d'alimentation par la vapeur soutirée entre les étages nécessite une liaison plus parfaite entre les chaudières et la salle des turbines qui tendent à former un ensemble plus étroitement lié que par le passé. Ce mode de réchauffage a amené la suppression des économiseurs et leur remplacement par des réchauffeurs de l'air nécessaire à la combustion lesquelles ont un volume plus grand, mais dont le prix d'achat est plus réduit. Les chaudières ont également subi des modifications : la vaporisation par unité de surface a triplé et les dimensions unitaires sont devenues considérables ; il existe actuellement des unités capables de vaporiser 150 000 kg d'eau par heure. Le chauffage au charbon pulvérisé a nécessité le refroidissement par l'eau des parois de la chambre de combustion ; mais il a procuré à la chaudière une souplesse extraordinaire qui lui permet de suivre de très près toutes les variations de la charge avec une main-d'œuvre extrêmement réduite. — E. B.

621.311.22 (42.9). — La station génératrice de Treforest dans le pays de Galles. *Engineering*, 13 mai 1927, t. CXXIII, p. 595-596, 2 300 mots, 4 fig. — Cette usine alimente un réseau comprenant 350 km de câbles ou lignes aériennes, sous une tension de 11 000 v devant être portée ultérieurement à 33 000 v. Elle a été construite en 1900 et progressivement agrandie ; elle est actuellement en cours de reconstruction et comportera six groupes de puissances diverses comprises entre 16 000 et 25 000 kw. Des groupes de

transformateurs élèvent la tension de 250, 500, 750, ou 1 000 v pour une puissance d'environ 5 000 kw. La station comporte en outre des transformateurs pour l'alimentation, sous 440 et 250 v, des services auxiliaires et un groupe convertisseur de fréquence de 2 000 kw. L'article fournit quelques détails sur les installations de manutention du charbon, sur celles des chaudières et des condenseurs, ainsi que des pompes de circulation de l'eau de refroidissement. En raison de l'impureté de l'eau prise dans une petite rivière, il a été nécessaire de prendre quelques précautions et de la purifier légèrement à l'aide du chlore. L'installation des tableaux de distribution est décrite succinctement en fin d'article. — E. B.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.21. — Le moteur monophasé à collecteur à caractéristique série. *Jeumont*, janvier-mars 1927, n° 9, p. 16-25, 4 000 mots, 12 fig. et 6 planches hors texte. — Le moteur étudié dans cet article est du type à répulsion compensé système Latour. On y trouve exposée une théorie analytique du moteur au moyen de la méthode symbolique qui permet d'établir les différents diagrammes permettant de tracer les caractéristiques du moteur. Suivent une étude du démarrage (couple et courant de démarrage) et une discussion sur les caractéristiques relevées sur un moteur en essais. Cette étude montre que ce type de moteur, qui possède un fort couple au démarrage et un facteur de puissance voisin de l'unité dans une zone étendue de vitesse, convient pour toutes les applications où l'on désire un moteur à caractéristique série avec une variation de vitesse dans le rapport de 1 à 3. — J. S.

621.313.21 : 621.344. — Commandes spéciales pour les engins de levage actionnés par moteurs monophasés à collecteur, construction Brown, Boveri et Cie. *Revue B. B. C.*, février et mars 1927, t. XIV, p. 61-65 et 86-89, 4 500 mots, 20 fig. — Les moteurs monophasés à collecteur employés par la Société anonyme Brown, Boveri et Cie pour les appareils de levage sont du type à répulsion dont le stator est branché directement au réseau par l'intermédiaire d'un simple interrupteur. Ils comportent deux groupes de balais, mobiles ensemble, reliés par paires et qui ne sont branchés ni au réseau ni à l'enroulement induit. Ce moteur a une caractéristique série très nette, ainsi que le montrent les diagrammes du couple et de la puissance en fonction de la vitesse donnée dans l'article. Ils permettent en outre un réglage de la vitesse, par décalage des balais, dans de grandes limites. En outre si on décale les balais en arrière de la ligne neutre on obtient un couple de freinage. Un interrupteur centrifuge produit la mise en court-circuit des balais et limite la vitesse en cas de tendance à l'emballement. La Société anonyme Brown, Boveri et Cie a établi pour ces moteurs trois systèmes de commande qui sont décrits dans ces articles avec le schéma de montage correspondant. Le premier système est appliqué pour les engins nécessitant un réglage précis et sans à-coups. Il est conçu de façon telle qu'au point de vue de la manœuvre, le sens de déplacement du levier corresponde toujours à celui du déplacement de la charge, la vitesse dans l'un ou l'autre sens étant à peu près proportionnelle à l'amplitude du déplacement du levier. A la position zéro du levier correspond le couple résistant maximum. Dans le second système, qui est une simplification du premier, le freinage est obtenu en faisant passer le levier de commande du côté descente au côté montée. Dans cette commande, le couple de freinage est proportionnel à l'amplitude de déplacement du levier. Le troisième système est une commande réversible qui convient surtout aux mouvements de translation des appareils de levage. — J. S.

621.347. — L'électricité à la ferme. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1012, 150 mots. Résumé d'une communication de Ch. Goldschmidt faite à la séance du 27 mai 1927 de la Société des Ingénieurs civils de France.

621.347 (44.361). — L'électrification rurale dans la région parisienne. *R. G. E.*, 28 mai 1927, t. XXI, p. 851-852, 700 mots. Résumé d'une communication de Maurice Bitouzet présentée à la séance du 4 mai 1927 de la Société française des Electriciens.

621.347 (42). — L'électrification rurale en Grande-Bretagne. *R. G. E.*, 28 mai 1927, t. XXI, p. 851, 200 mots. Résumé d'une communication de Borlase Matthews présentée à la séance du 4 mai 1927 de la Société française des Electriciens.

621.316 : 63] + 621.347 (485). — L'électrification rurale en Suède. *R. G. E.*, 28 mai 1927, t. XXI, p. 850-851, 1 300 mots. Résumé d'une communication du docteur Ekstrom présentée à la séance du 4 mai 1927 de la Société française des Electriciens.

621.34 : 664.126.42. — Note sur la commande des machines centrifuges ; S. Hopferwieser. *R. G. E.*, 11 juin 1927, t. XXI, p. 953-955, 2 600 mots. — Dans cet article, l'auteur traite du problème de la commande des machines centrifuges, et plus spécialement des turbines à sucre ; après en avoir posé les principes, il examine les diverses solutions réalisées : commande par transmission et courroies, commande individuelle par turbines hydrauliques ou par moteur électrique. Examinant ce dernier cas plus en détail, il mentionne les caractéristiques des commandes au moyen des diverses catégories connues de moteurs électriques et conclut en faveur du moteur asynchrone à démarreur centrifuge automatique.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.314.7 : 621.33. — Le redresseur à vapeur de mercure comme convertisseur pour les chemins de fer de banlieue, interurbains et de lignes principales. *Revue B. B. C.*, mai 1927, t. XIV, p. 128-134, 5000 mots, 6 fig. — L'auteur rappelle d'abord rapidement les propriétés du redresseur à vapeur de mercure qui en font le convertisseur de courant alternatif en courant continu le plus parfait dont on dispose actuellement pour l'alimentation des réseaux de traction. Il en décrit ensuite la nature et le mode de fonctionnement. Il commence à ce point de vue par rappeler les phénomènes physiques sur lesquels est basé le fonctionnement de cet appareil puis il étudie les caractéristiques du courant et de la tension produits par un redresseur. Il montre la nécessité d'avoir au moins six anodes pour que le courant périodique obtenu soit pratiquement utilisable comme courant continu, puis il examine en détail le fonctionnement successif des anodes d'un redresseur hexaphasé. En pratique par suite de l'inductance de fuite inévitable du transformateur et des conducteurs, les périodes de fonctionnement des anodes empiètent l'une sur l'autre. L'auteur étudie ce qui se passe pendant cet empiètement où deux anodes consécutives sont en court-circuit mutuel. Il étudie ensuite ce que devient la tension lorsque la charge augmente, et montre l'effet de l'introduction de la bobine d'absorption entre les deux points neutres d'un système secondaire hexaphasé étoilé décomposé en deux systèmes triphasés symétriques. Cette bobine d'absorption réduit la chute de tension entre la marche à vide et la marche en charge. L'auteur expose, pour terminer, quelques considérations sur la caractéristique externe d'un groupe redresseur avec bobine d'absorption et sur la marche de plusieurs groupes redresseurs en parallèle entre eux ou avec des convertisseurs rotatifs. — J. S.

621.332.7.08. — Note sur les opérations à effectuer dans les recherches relatives aux détériorations par phénomènes d'électrolyse ; R. Alliaume. *L'Industrie des Voies ferrées et des Transports automobiles*, avril 1927, t. XXI, p. 193-196, 2 500 mots, 3 fig. — Dans cette note l'auteur attire l'attention sur certains points délicats et pouvant donner lieu à

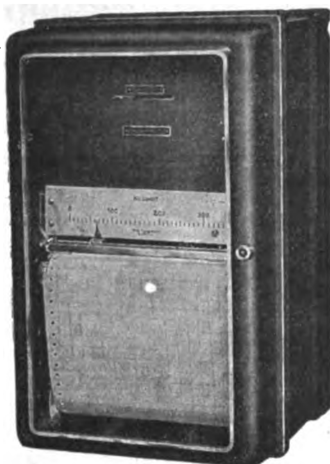
des controverses dans les recherches relatives aux détériorations par électrolyse et indique les précautions à prendre. Il montre d'abord qu'en branchant en dérivation sur une certaine longueur d'une canalisation un voltmètre ou un millivoltmètre, la déviation de cet appareil ne doit pas être nécessairement interprétée comme indicatrice de l'existence d'un courant dans cette canalisation. Cette déviation peut très bien n'être due qu'à une différence de potentiel entre les points considérés et non à une chute de tension. Le seul moyen rationnel pour reconnaitre qu'une conduite souterraine est parcourue par un courant consiste en fait à couper cette conduite et à rétablir la continuité électrique au moyen d'un ampèremètre. L'emploi d'un galvanomètre monté en dérivation sur un élément de conduite n'est pas pratiquement possible et cette méthode, ainsi que le montre l'auteur, doit rester confinée au laboratoire. Dans le cas où il est reconnu que la conduite est bien parcourue par un courant il faut alors déterminer l'origine de ce dernier. A ce sujet l'auteur montre que la valeur de la différence de potentiel entre une masse métallique et les voies de roulement voisines d'une ligne de tramways ne peut que constituer une indication et un argument. Enfin s'il est prouvé que les installations de tramways sont la cause des phénomènes d'électrolyse, il faut en éviter le retour. La solution la plus rationnelle consiste à s'opposer à la rentrée du courant dans la conduite. L'auteur donne donc pour terminer quelques indications sur les moyens de déterminer le point de rentrée du courant. — J. S.

ÉCLAIRAGE

665 : 625.712 (017). — La spécification normalisée pour l'éclairage des rues. *The Illuminating Engineer*, mai 1927, t. XX, p. 141-146, 6 800 mots, 4 fig. — Cet article donne un compte rendu de la discussion au sujet de la spécification pour l'éclairage des rues qui a eu lieu à la réunion du 8 mars 1927 de l'Illuminating Engineering Society. M. C.-C. Paterson a d'abord présenté un résumé de cette spécification et exposé l'esprit dans lequel elle a été établie par la sous-commission de la British Engineering Standard Association dont il est le président. Dans ce travail, on a prévu une classification en sept catégorie des rues d'après l'éclairement, laissant aux autorités locales le soin de ranger dans l'une ou l'autre de ces catégories les rues d'après les conditions de trafic ou autres. L'éblouissement est un point important à considérer au point de vue de l'éclairage public; mais il n'est pas possible, du moins actuellement, de le caractériser par un chiffre. Aussi la spécification normalisée ne comporte pas à ce sujet de conditions impératives, mais indique en annexe comment on peut déterminer un facteur d'éblouissement. Parmi les conditions posées par cette spécification, on peut indiquer la hauteur minimum des sources lumineuses qui varie de 9,10 m à 4 m suivant les sept catégories de rues, l'écartement de ces sources fixé à douze fois au maximum leur hauteur. Enfin, elle fixe à la moitié de la valeur prévue et mesurée avec les appareils neufs la valeur minimum de l'éclairement admissible dans les conditions courantes de service et d'entretien. M. Waldram a traité ensuite de l'éblouissement et a exposé comment les recommandations de la spécification ont été déduites des travaux de M. Walsh et des expériences du professeur Bordoni qui a établi en particulier des courbes de la perceptibilité (définie comme le contraste d'éclairement minimum que l'œil peut discerner) en fonction de l'éclairement du champ visuel, de celui reçu par l'œil et enfin de l'angle sous lequel la lumière est reçue par l'œil. Dans la discussion proprement dite qui a suivi, les points principaux sur lesquels elle a porté sont tout d'abord la question de l'uniformité d'éclairage. Certains interlocuteurs auraient désiré que la spécification fixât numériquement le degré de variation de l'éclairage d'un point à un autre, d'autres aussi à ce propos estiment qu'outre l'éclairement minimum au milieu de l'intervalle de deux sources lumineuses, il eût fallu indiquer une valeur de l'éclairement moyen. M. C.-C. Paterson a répondu à ces observations que la spécification se contente de parler d'un éclairement « convenablement gradué », parce que les experts en la matière ne sont pas d'accord sur le point de savoir si au point de vue de la visibilité un éclairement uniforme est préférable à un éclairement fortement varié ou inversement. La hauteur minimum de 4 m pour les sources lumineuses des rues classées en dernière catégorie a également été assez discutée, surtout au point de vue de la possibilité de modifier les supports existants sans grands frais; mais, en général, l'accord s'est fait sur ce chiffre. La question de l'éblouissement a naturellement été débattue dans cette discussion. Un des interlocuteurs ayant parlé à ce sujet de l'emploi de globes opales et d'appareils diffusants, M. Walsh fait remarquer qu'en fait, ces dispositifs produisent une diminution de l'intensité lumineuse de la source ce qui, évidemment, diminue l'effet d'éblouissement, mais qu'il faut chercher par ailleurs la solution de ce problème. — J. S.

621.32 : 425.711/2. — Les problèmes de l'éclairage public par l'électricité; Haydn-T. Harrison. *The Illuminating Engineer*, avril 1927, t. XX, p. 110-111, 1 300 mots. — Cet article est un résumé d'une conférence faite par l'auteur à l'Institution of electrical Engineers. Il estime que le meilleur éclairage des rues serait obtenu au moyen de lampes électriques à atmosphère gazeuse, suspendues dans l'axe de la rue au moyen de câbles fixés soit sur les façades des maisons, soit sur des poteaux à l'alignement des maisons. Ces câbles feraient partie du système de distribution du courant. Les avantages en faveur de ce système seraient les suivants : *a*) éclairement plus grand et plus régulier de la chaussée; *b*) visibilité plus grande obtenue par l'élévation de la source lumineuse et l'absence d'éblouissement; *c*) suppression des candélabres et par suite dégagement de la chaussée et des trottoirs; *d*) coût d'installation réduit; *e*) coût d'entretien minime par suite de la consommation réduite de courant et de la commande automatique de l'allumage et de l'extinction par groupe de lampes; *f*) plus grande sécurité de fonctionnement. L'auteur donne dans le texte original quelques évaluations relatives au coût de l'installation et de l'entretien suivant l'éclairement minimum à obtenir sur la chaussée. Ce système s'appliquerait à toutes les catégories de rues, l'espacement des lampes étant établi suivant l'intensité du trafic; mais en tout cas il devrait être tel que l'éclairement minimum sur la chaussée ne tombât pas au-dessous de 0,1 foot-candle. Ce chiffre correspondrait à l'emploi de lampes de 100 w espacées tous les 33 m et fixées à une hauteur de 7,50 m à 9 m. Dans sa conférence, l'auteur a également parlé de la question de l'éclairage des routes et des grands espaces tels que les parcs, places publiques, etc. — J. S.

659.133.5 : 621.316 (43.6). — La publicité lumineuse au bâtiment de la direction des Städtischen Elektrizitätwerk à Vienne. C. Deck. *E. u. M.*, 22 mai 1927, t. XLV, supplément *Die Lichttechnik*, p. 68-70, 2 000 mots, 6 fig. — Les services électriques municipaux de la ville de Vienne entretiennent une exposition permanente (STEWE), dans laquelle les clients peuvent prendre connaissance des dernières nouveautés en tant qu'appareils électriques. Tout un balisage lumineux, électrique, extrêmement varié, est installé dans les rues avoisinantes pour indiquer sa position. La façade est indiquée par une enseigne lumineuse de 7,30 m de hauteur, dont les feux de lumière très complexes sont décrits par M. Deck. Ils comportent d'une part une tête qui indique le nom de l'entreprise à l'aide de tubes au néon, un pied qui indique une inscription secondaire, et un jeu de colonnes réunissant ces deux organes. Ces colonnes portent des lampes rouges, jaunes et vertes, les unes visibles et les autres masquées. Un jeu de contacts, commandé par un commutateur et un moteur permet de réaliser des combinaisons variées d'effets lumineux. — C.-R. M.

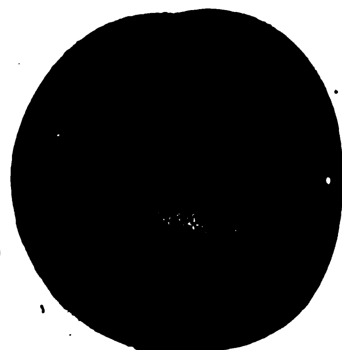


TRUB, TAUBER & Cie

ZURICH — 3, rue Ampère

PARIS — 36, Bd de la Bastille

Téléph. : Diderot 14-90 — *Télégr.* : Dyn
Registre du Commerce : Seine n° 20 634



FABRIQUE d'INSTRUMENTS de MESURES

électromagnétiques, caloriques,
à cadre mobile, dynamométriques,
Ferraris et Statiques

INSTRUMENTS DE LABORATOIRE

TRANSFORMATEURS de MESURES jusqu'à 120 000 volts

Enregistreur : diagramme utile 150 mm coordonnées rectilignes | **Réparations Appareils toutes Marques**

Siège social et Usine
à TRÉVOUX (Ain)
Registre du Commerce
Trévoux (Ain) N° 2 896

SOCIÉTÉ ANONYME DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX

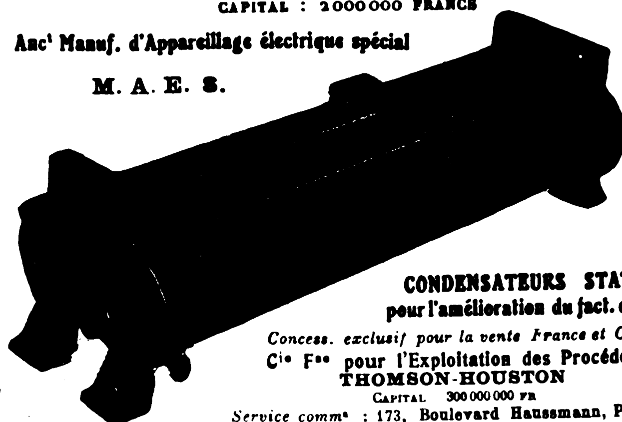
CAPITAL : 2 000 000 FRANCS

Anct Manuf. d'Appareillage électrique spécial

M. A. E. S.

Téléph. : 52

Adr. télég. :
CONDENSATEURS-TRÉVOUX
TRÉCONDENS-PARIS



CONDENSATEURS

TÉLÉPHONIQUES
ET TOUS USAGES
SPÉCIALITÉ de CONDENSATEURS
MICA T. S. F.
Licence exclusive
"DUBILIER"

Bureaux à Paris :
52, rue de Dunkerque (Xe)
Téléph. : Trudaine 68-61

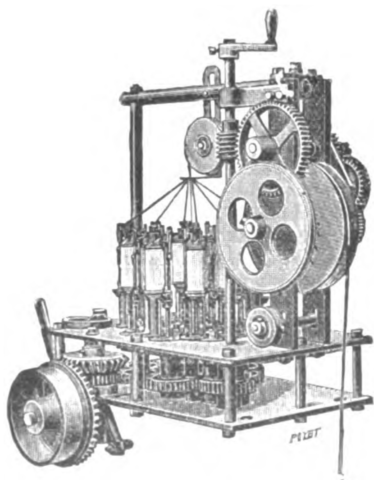
RHÉOSTATS à CURSEURS

toutes intensités,
toutes résistances,
tous genres
de commandes.

CONDENSATEURS STATIQUES
pour l'amélioration du fact. de puiss.

Concess. exclusif pour la vente France et Colonies :
Cie Fse pour l'Exploitation des Procédés
THOMSON-HOUSTON
Capital 300 000 000 fr
*Service comm*t : 173, Boulevard Haussmann, Paris (8e

Agences en
BELGIQUE
ITALIE
TCHECO-SLOVAQUIE, etc
Concessionnaires à
LONDRES
NEW-HAVEN (Conn.)



TRESSEUSES

L. DEBRON

CONSTRUCTEUR

91, rue du Centre

LA GARENNE-COLOMBES

(Seine)

Registre du Commerce
Seine N° 9 742

Téléphone : La Garenne 57

RECHANGES

ACCESSOIRES

FUSEAUX — BOBINES — POMPES
SUPPORTS de BOBINES
CLIQUETS en acier estampé
PORCELAINES — CASSE-FILS
PIGNONS DENTÉS pour tirage
TAMBOURS, etc.

APPLICATIONS DIVERSES

621.431.42.00.41. — La représentation du fonctionnement d'une magnéto au moyen d'un diagramme de flux en fonction du courant; F.-B. SILSBEE et D.-W. RANDOLPH. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, 31 décembre 1926, n° 543, p. 647-699, 20000 mots, 22 fig. — Les auteurs ont cherché à établir pour le fonctionnement de la magnéto un diagramme qui, comme le diagramme entropique ou celui de Clapeyron pour les machines à vapeur, ait une surface proportionnelle aux variations de l'énergie mise en jeu et dont chaque point indique par sa position l'état du système. Dans le cas de la magnéto, un tel diagramme est obtenu en portant en ordonnées $N\Phi$, N étant le nombre de spires de l'enroulement traversé par le flux Φ, et en abscisses l'intensité du courant dans cet enroulement. Les auteurs montrent d'abord quelle est l'allure d'un tel diagramme dans le cas d'une bobine d'inductance sans noyau de fer et avec noyau de fer et comment, dans le cas où l'on a un système avec primaire et secondaire, on peut combiner sur une même figure les deux diagrammes en portant en abscisses nI pour le secondaire et en ordonnées $\frac{N\Phi}{n}$, où n est sensiblement égal au rapport des nombres de spires du primaire et du secondaire. Ils exposent alors quel doit être le diagramme dans le cas d'une magnéto et expliquent comment l'établir pratiquement au moyen de trois séries de mesures. Il faut d'abord au moyen d'un fluxmètre établir la famille de courbes donnant les variations de $N\Phi$ en fonction du courant pour différentes positions angulaires du rotor; puis il faut relever à l'oscillographe les variations des intensités des courants primaire et secondaire et de la tension entre les contacts du rupteur. Enfin, il faut connaître la tension maximum, la capacité des enroulements et les constantes des circuits parcourus par des courants de Foucault. Les auteurs indiquent en détail comment établir le diagramme au moyen des données fournies par ces mesures. Ils donnent quelques exemples de diagrammes. Cet exposé est suivi d'un appendice dans lequel ils démontrent d'abord que dans le diagramme envisagé, la surface comprise entre la courbe et l'axe des ordonnées est bien proportionnelle à l'énergie mise en jeu et déterminent ensuite quel est exactement le rapport n dont il est question ci-dessus. Ils étudient ensuite ce qui se passe dans un circuit oscillant couplé à secondaire fermé. — J. S.

77.865 : 792. — Le « mutochrome » appliqué au théâtre; C.-F. SMITH. *Proceedings of the optical Convention 1926*, t. I, p. 215-224, 3 100 mots, 8 fig. — Le « mutochrome » est un appareil au moyen duquel on peut projeter un dessin d'ensemble, les divers éléments en étant contrôlés séparément, quant à leurs couleurs et leurs intensités. L'article décrit cet appareil et son application à la projection de vues sur la scène. L'auteur traite, en particulier, le problème de la photographie prise à échelle réduite au studio, suivie de projections de dimensions normales, au théâtre. Il termine en décrivant un appareil de prises de vues et un projecteur, réalisant toutes les conditions requises. — S. S.

DIVERS

92 (G. Planté). — La vie et l'œuvre de Gaston Planté. *R. G. E.*, 11 juin 1927, t. XXI, p. 932-934, 2 800 mots. — Dans cette note est résumée une conférence faite par M. H. Girau, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, à la séance publique du 12 décembre 1926 de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de cette ville. Elle rappelle au souvenir des électriciens des nouvelles générations, comme à ceux plus anciens dans la carrière, ce que furent les travaux d'un savant dont ils utilisent les découvertes et dont ils prononcent souvent le nom sans y rattacher de façon certaine l'invention de l'accumulateur au plomb.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.02/3. — L'action des impuretés dans les métaux; Colin-J. SMITHELLS. *World Power*, mai 1927, t. VII, p. 233-240, 7 000 mots, 16 fig., 6 tabl. — L'auteur de cet article recherche l'action des impuretés sur la microstructure et les qualités électriques et mécaniques des métaux. Ces impuretés peuvent provenir des creusets, fours, fondants et scories utilisés pour fondre le métal; leur élimination offre de nombreuses difficultés. Les métaux peuvent former des eutectiques avec leurs propres oxydes ou sulfures et l'auteur montre l'effet de l'oxyde cuivreux sur le cuivre; il donne le diagramme d'équilibre en fonction de la teneur en oxyde; la composition eutectique contient 0,4 pour cent d'oxygène et fond à 1 065°; en se solidifiant, l'oxyde de cuivre apparait sous forme de globules dans la masse du cuivre. Les qualités électriques sont examinées ensuite; l'auteur fait ressortir l'importance de l'action exercée par l'oxygène sur le cuivre; la présence de ce corps a pour effet d'augmenter notablement la résistivité de ce métal qui est égale à 1,7 microhm-centimètre, pour une teneur de 0,015 pour 100 d'oxygène et devient égale à 1,85 microhm-centimètre pour une teneur de 0,36 pour 100. En ce qui concerne l'action du soufre sur la résistivité du fer, elle est mise en évidence dans l'expression suivante de cette résistivité : $\rho = 9{,}6 + 12\,S$, en microhms-centimètres, S étant la teneur en soufre en pour cent. Le phosphore, qui est soluble dans le fer d'environ 2 pour 100, modifie aussi la résistivité d'une façon très sensible, pour des teneurs croissantes entre 0 et 0,15 pour cent; pour des teneurs supérieures, l'augmentation est ensuite peu marquée. Les impuretés agissent aussi sur les propriétés magnétiques du fer. Le soufre augmente la perte par hystérésis du fer pur, ainsi que dans le fer à 4 pour 100 de silicium. L'action du phosphore est plus complexe en raison de sa solubilité partielle. Les propriétés mécaniques ne sont pas moins affectées; les inclusions de corps empruntés aux laitiers ont, en général, peu d'action sur la ductilité. La distribution intercristalline a, par contre, une action des plus pernicieuses, et c'est le cas général pour les oxydes, les sulfures et les carbures de métaux; sous cette forme, la présence du soufre à la teneur de 0,01 pour 100 interdit absolument le travail à froid du fer à cause de la fragilité du sulfure, ni à chaud à cause du point de fusion peu élevé de ce composé; l'addition du manganèse qui donne des globules de sulfure de manganèse améliore les qualités du métal. L'action du soufre sur le nickel est identique; l'addition de 0,05 à 0,1 pour 100 de magnésium rend le métal ductile. L'action de l'oxygène incorporé au cuivre est également très importante au point de vue des qualités mécaniques; l'addition de phosphore permet d'obtenir des pièces saines et même des pièces de grande dureté si le phosphore est en excès. — E. B.

669.342 + 669.71. — Sur les gaz contenus dans les laitons, l'aluminium et ses alliages. Léon GUILLET et Albert ROUX. *C. R. Ac. des Sc.*, 21 mars 1927, t. CLXXXIV, p. 724-727, 1 100 mots. — Deux laitons ont été étudiés, l'un à 57 pour 100 de cuivre, l'autre à 60 pour 100. Ils ont été chauffés à 720° C pendant deux heures; les gaz dégagés ont été pour le premier, 0,55 du volume du métal, pour le second, 0,39. Le dégagement gazeux a commencé à 480° C et s'est terminé à 720° C. Dans une autre expérience, le métal a été chauffé avec une vitesse de 7° C par minute, jusqu'à 1040° C. Le dégagement gazeux a commencé à 530° C, a passé par un maximum entre 720° C et 790° C, puis par un second maximum plus important entre 930° C et 980° C; il a été terminé à 1040 C. Des expériences analogues ont été effectuées avec l'aluminium et le duralumin. Au point de vue du recuit à l'air et dans le vide, les résultats relatifs à la résilience et à la dureté n'ont pas été très concluants pour le laiton. Quant au duralumin, il paraît se produire, par recuit dans le vide, un adoucissement du métal. — M.-H. B.



SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

382(44) « 1927 ». — Importations et exportations françaises pendant les trois premiers mois de l'année 1927 ; Marcel BLONDIN. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1043-1050, 8 tabl.

338:621.3 (44) « 1913 » + « 1926 ». — La situation de l'industrie électrique française en 1913 et en 1926. *R. G. E.*, 11 juin 1927, t. XXI, p. 963-964, 700 mots, 3 tabl.

338:621.396 (44). — La situation actuelle de la radiotélégraphie en France. *R. G. E.*, 18 juin 1927, t. XXI, p. 1005-1008, 3800 mots.

338:621.396 (44). — La radiotélégraphie et la radiotéléphonie en France ; J. BETHENOD. *R. G. E.*, 4 juin 1927, t. XXI, p. 915-921, 5500 mots. — Cet article reproduit un rapport présenté par M. Bethenod au Conseil national économique. Dans la première partie de ce rapport, l'auteur rappelle la situation précaire de la France au point de vue des relations télégraphiques avec les pays d'outre-mer et montre comment la radiotélégraphie lui a permis, grâce aux travaux de ses ingénieurs et à l'initiative des sociétés françaises, de reprendre une part importante du trafic télégraphique mondial. Dans la seconde partie, après avoir signalé l'apparition officielle de la radiodiffusion en 1921 au banquet de l'Association amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Electricité, et reproduit quelques passages d'une communication de M. Brenot à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale en mai 1926, M. Bethenod insiste sur la nécessité de doter l'industrie française de la radiodiffusion d'un statut légal qui lui permettra de prendre un développement aussi important que celui qu'ont pris les industries similaires des pays étrangers.

338:621.396 (44). — Recommandations du Conseil national économique concernant la radiotélégraphie et la radiotéléphonie. *R. G. E.*, 4 juin 1927, t. XXI, p. 889, 250 mots.

388 : 629.112.5-113.65. — Considérations économiques sur les transports en commun sur routes et les véhicules électriques ; J. PERROUSSET. *L'Electricien*, 1er et 15 mai 1927, t. LVIII, p. 159-200 et 218-224, 7 408 mots, 11 fig. — Dans ces articles, l'auteur développe une étude économique comparative entre les divers véhicules électriques pour transport public sur route, à savoir : tramways, omnibus électriques à trolley, à accumulateurs et autobus. Il examine pour chacun les différents postes du chapitre dépenses : charges fixes, dépenses d'entretien et dépenses de traction. Il fait une étude comparative de ces différentes dépenses, calculées d'après des résultats pratiques d'exploitation. En résumé de la comparaison du prix total du kilomètre-voiture ainsi obtenu dans chaque cas, l'auteur tire les conclusions suivantes : Pour réseaux à rails Vignole et lignes sur poteaux de bois, l'omnibus électrique à trolley est plus économique que le tramway si la longueur de la ligne en km dépasse 14 fois le nombre des voitures. Il est plus avantageux que l'omnibus électrique à accumulateurs si cette longueur ne dépasse pas 13,5 fois le nombre des voitures, et que l'autobus jusqu'à 24 fois le nombre des voitures. Pour un réseau urbain les chiffres ci-dessus deviendraient respectivement 0,5 fois le nombre des voitures, 6,5 et 11. Les résultats de ces études sont en outre donnés dans l'article sous forme de diagrammes pour les deux cas suivants : le nombre des voitures en service sur les réseaux est le même dans tous ces cas, et dans le cas de réseaux équivalents, c'est-à-dire donnant un trafic horaire égal avec des véhicules de même capacité et un même nombre de kilomètres-voitures annuels. — J.-S.

FINANCES

621.31:347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 10 décembre 1926 ; SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES. *R. G. E.*, 5 février 1927, t. XXI, p. 236, 600 mots.

621.31:347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 20 décembre 1926 : COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ELECTRICITÉ. *R. G. E.*, 12 février 1927, t. XXI, p. 275-276, 1 200 mots.

621.31:347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 15 décembre 1926 ; L'UNION ÉLECTRIQUE. *R. G. E.*, 5 mars 1927, t. XXI, p. 397-398, 1 000 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 18 décembre 1926 ; SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DE FORCE ET LUMIÈRE. *R. G. E.*, 5 mars 1927, t. XXI, p. 398, 900 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 8 décembre 1926 ; COMPAGNIE DES EAUX ET D'ELECTRICITÉ DE L'INDO-CHINE. *R. G. E.*, 26 mars 1927, t. XXI, p. 516, 950 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 20 décembre 1926 ; SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'ENERGIE ÉLECTRIQUE. *R. G. E.*, 19 mars 1927, t. XXI, p. 474, 850 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 23 décembre 1926 ; ENERGIE ÉLECTRIQUE DE L'OUEST DE LA FRANCE. *R. G. E.*, 26 mars 1927, t. XXI, p. 515, 450 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 16 décembre 1926 ; SOCIÉTÉ DES FORCES MOTRICES DE L'ARIÈGE. *R. G. E.*, 26 mars 1927, t. XXI, p. 515-516, 450 mots.

621.761.2 3 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 14 décembre 1926 ; TRÉFILERIES ET LAMINOIRS DU HAVRE. *R. G. E.*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 551-552, 1 300 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 16 novembre 1926 ; SOCIÉTÉ DE PARIS ET DU RHONE. *R. G. E.*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 552, 400 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 14 mars 1927 ; SOCIÉTÉ CENTRALE POUR L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE. *R. G. E.*, 23 avril 1927, t. XXI, p. 675-676, 1 400 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 22 décembre 1926. LES EXPLOITATIONS ÉLECTRIQUES. *R. G. E.*, 7 mai 1927, t. XXI, p. 760, 950 mots.

347.764.94 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 18 mars 1927 ; SOCIÉTÉ MUTUELLE ÉLECTRIQUE D'ASSURANCES. *R. G. E.*, 21 mai 1927, t. XXI, p. 844, 650 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 4 avril 1927 ; SOCIÉTÉ DU GAZ ET DE L'ELECTRICITÉ DE MARSEILLE. *R. G. E.*, 18 juin 1927, t. XXI, p. 1008, 350 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 12 avril 1927 ; SOCIÉTÉ DES FORCES MOTRICES DU FIER. *R. G. E.*, 4 juin 1927, t. XXI, p. 920, 300 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 23 avril 1927 ; SOCIÉTÉ ANONYME DE L'USINE DES CLÉES. *R. G. E.*, 11 juin 1927 ; t. XXI, p. 964, 750 mots.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J. BLONDIN.

RGE

OUVRAGES TECHNIQUES

En vente aux bureaux de la « R. G. E. ».

Extraits de la « R. G. E. »

Amet (Amiral). — Utilisation des marées. Une brochure, 29 cm × 22 cm, 48 pages, 9 fr.

Beinet (E.). — Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 144 pages, 9 fr.

Blaevoet (Ch.). — Contentieux des travaux publics. Une brochure 28 cm × 22 cm, 36 pages, 7,50 fr.

Blondel (A.). — Application de la méthode de deux réactions à l'étude des phénomènes oscillatoires des alternateurs couplés. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 64 pages, 15 fr.

Boès (J.). — La traction sur route par accumulateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 56 pages, 10 fr.

Bougault (P.) — Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique avec les modifications contenues dans les lois subséquentes. Une broch., 23 cm × 22 cm, 8 p., 2,50 fr.

Boutteville (R.). — La distribution de l'énergie électrique à l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes. Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Bruckeman (H.-W.-L.). — A propos des composés isolants dits « compounds ». Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 p. 2,50 fr.

Calame (J.) et Gaden (D.). — Calcul d'une chambre d'équilibre à grands épanouissements supérieur et inférieur à l'aide de « valeurs relatives ». Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 p., 3,50 fr.

Capdeville (P.) et Laroche (R.). — Méthodes de mesure des pertes diélectriques en courant triphasé et en courant monophasé à très haute tension. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Carjat (E.). — Influence des dimensions principales sur la commutation des machines et turbomachines à courant continu. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H.). — Prédétermination des moteurs synchrones nécessaires pour améliorer le facteur de puissance et pour régler la tension d'un réseau. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Carpentier (H.). — Notes sur le calcul des fondations des pylones supportant les lignes de transmissions d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H). — Lignes de transmission d'énergie montées sur chaines d'isolateurs. Rupture de conducteurs dans une portée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Dagory. — Application de la métallisation par le procédé Schoop aux installations de transmission d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Defour (A.). — Sur l'utilisation de l'énergie des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 24 pages, 5,50 fr.

Duval (C.) et Bouskpoux (S.). — La ligne de transmission d'énergie à 120000 volts de la Basse Isère. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Ferrier (R.). — Les nouveaux axiomes de l'électronique. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 64 pages, 3,50 fr.

Féry (Ch.) et Cheneveau (Ch.). — Théorie complète du fonctionnement de l'accumulateur au plomb. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Fournier (F.). — La propagation des actions dans l'éther. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 40 pages, broché, 4,50 fr.

Gariel (M.). — Etude sur les maxima de surpression dans les coups de bélier. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 p., 5 fr.

Genkin (V.). — Protection de réseaux électriques contre les courts-circuits et les défauts d'isolements. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 48 pages, 9 fr.

Girault (P.). — Sur l'échauffement d'un organe de machine électrique soumis à des pertes dans le fer constantes et à des pertes par effets Joule. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 28 p. 6,50 fr.

Goissard (G.). — L'aménagement hydroélectrique de la vallée d'Aspe. L'usine génératrice d'Esquit. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Gouineau (M.). — Appareil automatique de sûreté et de contrôle des trains. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Guery (F.). — Contraction de Lorentz et relativité (cohésion gravitation, électromagnétisme). Une brochure, 22 cm × 14 cm, 80 pages, 6 figures, broché, 6 fr.

Janculesco (C.). — La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Latour (M.). — Note sur le montage en récupération du moteur shunt à collecteur. Une brochure, 28 cm, × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Lavanchy (Ch.). — Calcul mécanique des conducteurs de lignes électriques pour le cas où les supports sont à des niveaux différents. Une broch., 28 cm, × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Lefèvre (C.). — L'usine génératrice hydroélectrique du Bès près Saint-Chély-d'Apcher (Lozère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4 50 fr.

Lehmann (Th.). — Calcul de l'attraction magnétique dans les machines dynamo-électriques lorsque la loi de Maxwell devient insuffisante. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 pages, 5 fr.

Le Gallou (Y.). — L'utilisation des moteurs à huile lourde pour l'électrification des campagnes. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Louis (J.). — Règle pour le calcul des réseaux triphasés de distribution d'énergie électrique. 30 cm × 15 cm, avec note explicative, 14,50 fr.

Parteni (A.-C.). — Contribution à l'étude expérimentale et théorique de la commutation dans les machines à courant continu. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 60 pages, 12 fr.

Pellion. — Application du repérage par le son et à la mesure des vitesses initiales. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 20 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*, n° 90), 4 fr.

Pistoye (H. de). — Bobinages à courant alternatif à trous partiels. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Planteau (J.). — Le poste extérieur de transformation de Puiseux 60000/15000 volts à commande automatique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Racapé (A.). — Détermination des valeurs du facteur de puissance entre lesquelles il peut être plus ou moins avantageux d'utiliser l'une ou l'autre des formules susceptibles d'être employées pour servir de base à la tarification de l'énergie réactive. Etude comparative de l'erreur des compteurs à énergie réactive selon quelle est calculée par rapport à la fonction sinus ou par rapport à la fonction cosinus. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Reyval (J.). — L'usine hydroélectrique de l'Isle-Jourdain (Vienne). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Reyval (J.). — L'usine hydroélectrique du Drac-Romanche à Pont-de-Claix (Isère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 p. 5 fr.

Roth (E.). — Les alternateurs de 40000 kilowatts construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Electricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Sarolea (J.). — Problème de la protection sélective des lignes de transmission triphasées à très haute tension. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Sparre (de). — Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Szarvady (G.). — Energie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités des courants périodiques quelconques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Togna (A.). — Essai de puissance réduite des alternateurs. Une brochure, 23 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Tumerelle (A.). — L'usine génératrice hydro-électrique de Chancy-Pougny. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Witz (Aimé). — Le nouvel essor de la machine à vapeur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 pages, 5 fr.

(Frais de port et d'emballage en plus.)

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.1. — Qu'est-ce que l'électricité? *R. G. E.*, 2 juillet 1927, t. XXII, p. 23-24, 2 100 mots. Analyse d'un article publié dans *El. Rev.*, 25 mars 1927, t. C, p. 493-494, 1 600 mots et dans *The Electrician*, 25 mars 1927, t. XCVIII, p. 316-317, 2 300 mots.

537.261. — Angle de perte dans les diélectriques. *R. G. E.*, 9 juillet 1927, t. XXII, p. 76-79, 3 000 mots, 1 fig. Analyse d'un article de J.-B. WHITEHEAD publié dans *J. A. I. E. E.*, décembre 1926, t. XLV, p. 1225-1228, 3 200 mots et de la discussion publiée dans le même numéro, p. 1288-1297, 15 000 mots, 3 fig.

537.43 : 725.39 : 669.812.2. — Etude sur les paratonnerres et les cages au point de vue spécial de la protection des cuves à huile. *R. G. E.*, 9 juillet 1927, t. XXII, p. 74-76, 2 400 mots, 4 fig. Analyse d'un article de F.-W. PEEK publié dans *J. A. I. E. E.*, décembre 1926, t. XLV, p. 1246-1254, 4 800 mots, 23 fig.

537.5. — Décharge sans électrodes en ondes amorties et en ondes entretenues. Spectres continus du césium et du potassium; Georges BALASSE. *C. R. Ac. des Sc.*, 25 avril 1927, t. CLXXXIV, p. 1002-1005, 900 mots. — La vapeur de césium, à une température de 150° C environ, donne un spectre comportant les raies d'étincelle (les raies d'arc ne sont que faiblement représentées). Lorsque la température s'élève, le spectre d'étincelle fait place progressivement au spectre d'arc: à partir de 200° C, un spectre, localisé dans la région du tube la plus faiblement excitée, apparaît. Les spectrogrammes obtenus à température croissante et pour des tensions variant jusqu'à 40 000 volts ont montré que, pour le césium : 1° le spectre continu acquiert son maximum d'intensité pour des conditions d'excitation telles que les spectres d'arc et d'étincelle existent simultanément avec une intensité comparable; 2° le spectre continu n'apparaît pas si le spectre d'étincelle existe seul; 3° le spectre continu n'apparaît pas si les raies d'étincelles ont disparu pour faire place aux raies d'arc. L'auteur a observé sur les spectrogrammes présentant le spectre continu la série 1 s — md, non compatible avec le principe de sélection. La vapeur de potassium a donné, dans les mêmes conditions, un spectre continu analogue. M.-H. B.

537.5... — La production de rayons cathodiques de grande vitesse à l'extérieur du tube générateur. *R. G. E.*, 9 juillet 1927, t. XXII, p. 66, 350 mots. Analyse d'un article de W.-D. COOLIDGE publié dans *Journal of the Franklin Institute*, décembre 1926, t. CCII, p. 693-721, 8 000 mots, 19 fig.

537.5... — Sur une action spéciale des radiations de l'arc au mercure; Emile ROUSSEAU. *C. R. Ac. des Sc.*, 14 mars 1927, t. CLXXXIV, p. 683-685, 800 mots. — L'étude faite par l'auteur le conduit à envisager une hypothèse identique à celle qu'a émise J. Lecarme et relative à la présence d'une radiation solaire inconnue pour interpréter les résultats de ses recherches faites au Mont Blanc. Cet auteur avait exposé aux radiations ultraviolettes du soleil une solution d'acide oxalique pur, additionnée d'une trace de sel d'urane. M. Rousseau, au lieu d'acide oxalique, a employé un réactif beaucoup plus sensible à l'action de la lumière ultraviolette. Ce réactif est composé de 10 g de phosphate monocalcique cristallisé, 1 cm³ d'acide phosphorique pur à 60°, 100 cm³ d'eau de laurier cerise. Les recherches ont été faites à l'aide d'une lampe à vapeur de mercure. — M.-H. B.

538.12. — Nouvelle méthode de détermination de la répartition des lignes de force magnétique. *E T. Z.*, 7 juillet 1927, t. XLVIII, p. 978-979, 700 mots. — Cette méthode est une application de la méthode de Liebmann pour la résolution par approximation des équations aux dérivées partielles. On détermine la valeur du potentiel dans un certain domaine, à partir de ses valeurs aux limites, par une méthode décrite. L'auteur donne des formules spéciales qui permettent d'accroître la précision des résultats, et montre des exemples. Il donne également un tableau permettant de procéder d'une façon automatique. L'étude est complétée par une application au champ de pôles inducteurs et au champ de denture. La méthode est particulièrement avantageuse quand la machine possède des pôles supplémentaires. — C.-R. M.

538.221. — Sur un nouvel oxyde ferrique ferromagnétique; Raymond CHEVALIER. *C. R. Ac. des Sc.*, 14 mars 1927, t. CLXXXIV, p. 674-676, 800 mots. — On peut obtenir un oxyde ferrique ferromagnétique à partir de l'hydrate ferreux à condition d'opérer avec des solutions concentrées et en présence d'un excès de soude. Dans les expériences faites par l'auteur, l'agent oxydant fut l'eau oxygénée à 10 volumes environ. Pour des concentrations données des solutions de soude et de sulfate ferreux, le moment spécifique pris dans un champ donné par l'oxyde ferrique croît d'abord rapidement avec l'excès de soude et tend bientôt vers une limite. Pour un excès donné de soude, il croît constamment avec les concentrations des solutions utilisées. Au cours de la réaction, il y a un fort dégagement de chaleur. Le dosage de la quantité d'eau oxygénée consommée par l'oxydation d'une masse connue d'hydrate ferreux a montré que le stade final est exactement de l'oxyde ferreux. Un tableau indique les moments spécifiques en unités C. G. S. quand le champ croît de 0 à 200 gauss environ, puis revient à 0. M.-H. B.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.* *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs electriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : *France*, 1,50 fr; *Etranger*, 3,50 fr.)

Les postes à batterie centrale
type P.T.T 1924

sont les derniers modèles officiels
imposés par l'Administration des P.T.T.

Ces appareils peuvent être employés sur
les Réseaux automatiques par la simple
adjonction immédiate d'un disque envoyeur.



Type mobile à combiné

*Demandez les postes provenant de la
fabrication de la Société créatrice:*

"Le Matériel Téléphonique"

Société Anonyme au Capital de 110.000.000 de francs

46 Avenue de Breteuil * PARIS . (VIIe.)

SCIENCES DIVERSES

535.214. — Radioqualitomètre à lecture directe et continue; Iser SALOMON. *C. R. Ac. des Sc.*, 4 avril 1927, t. CLXXXIV, p. 872-873, 450 mots. — La qualité du rayonnement, dont la connaissance est indispensable dans les applications thérapeutiques des rayons X, n'étant pas actuellement évaluée avec une précision suffisante, l'auteur a mis au point un « qualitomètre » qui consiste essentiellement en deux chambres d'ionisation contiguës ayant leur armature commune reliée au pôle négatif d'une source à potentiel constant, les deux autres armatures étant reliées respectivement aux grilles extérieures de deux lampes bigrilles. Les variations du courant de plaque sont enregistrées par deux microampèremètres. Chaque microampèremètre mesure l'intensité du courant d'ionisation dans la chambre à laquelle il est relié. Dans une des chambres d'ionisation, l'absorption est négligeable, dans l'autre elle est importante grâce à l'interposition d'un écran de cuivre de 0,5 mm d'épaisseur. Le rapport de deux courants d'ionisation constitue le taux de transmission du rayonnement utilisé. — M.-H. B.

535.242. — Sur un photomètre universel portatif; A. BLONDEL. *R. G. E.*, 2 juillet 1927, t. XXII, p. 7-23, 11000 mots, 14 fig. — Le photomètre portatif, que décrit M. André Blondel après deux ans d'essais satisfaisants de cet appareil dans de nombreuses installations, est un instrument de précision construit économiquement en vue de permettre des applications très variées, en laboratoire aussi bien qu'en usine. Il repose sur deux principes nouveaux : d'une part, l'emploi d'une surface lumineuse uniforme comme étalon de lumière secondaire, d'autre part, l'emploi d'une pupille artificielle rendant possible l'utilisation du principe de Lord Rayleigh. L'auteur donne les méthodes à employer pour l'utilisation de cet appareil dans les mesures d'intensité lumineuse et d'éclairement et encore dans d'autres applications moins usuelles, mais fort intéressantes.

MESURES ET ESSAIS

537.733. — Sur l'emploi du pont de Wheatstone pour la mesure des faibles résistances; William JANVIER. *R. G. E.* 9 juillet 1927, t. XXII, p. 67-69, 1 600 mots, 5 fig. — La comparaison des faibles résistances est généralement obtenue par l'emploi d'un pont de Thomson. Or, dans certaines exploitations industrielles, la rareté du nombre de ces mesures ne justifie pas toujours l'achat d'un tel pont. Cette considération a conduit l'auteur à élaborer une méthode de mesure qui n'exige que l'utilisation du seul pont de Wheatstone. Cette méthode a déjà été mise au point aux Etats-Unis par MM. F. F. Wenner et A. Smith (*R. G. E.*, 6 septembre 1924, t. XVI, p. 376). Toutefois cette ingénieuse méthode conduit, toutes choses égales d'ailleurs et pour une sensibilité et une précision comparables, à des calculs plus compliqués que ceux de la méthode exposée dans l'article qui nous occupe. M. Janvier montre qu'il est possible, par un montage convenable s'appliquant par surcroît aux mesures en courant alternatif, d'obtenir une aussi bonne précision et de mesurer, de plus, la différence de phase dans les circuits utilisés.

621.314.3.00.14. — Mesures comparatives des courants de rupture et tensions de percement entre spires de l'enroulement d'un transformateur de 3 000 kilovolts-ampères, 60 kilovolts. *R. G. E.*, 2 juillet 1927, t. XXII, p. 43-44, 900 mots, 3 fig. Analyse d'un article de M. WELLAUER publié dans *E. u. M.*, 16 janvier 1927, t. XLV, p. 41-50, 7 000 mots, 19 fig.

621.317 (072). — Un laboratoire industriel à haute tension; W.-I. MIDDLETON; *G. E. R.*, juin 1927, t. XXX, p. 297-300, 2 600 mots, 7 fig. — Dans cet article, l'auteur indique comment sont équipés les laboratoires de la Simplex Wire and Cable Co et particulièrement celui à haute tension. Il donne d'abord une liste des principaux essais ou recherches entreprises dans ces laboratoires. La salle des machines renferme un groupe moteur générateur de 750 kv-A fournissant du courant sinusoïdal à 2 300 v, un groupe moteur générateur de 250 kv-A donnant du courant sinusoïdal à 250 v, un groupe moteur générateur de 35 kv-A à fréquence variable et un groupe convertisseur de 90 kv-A fournissant du courant continu à 125 v. Le premier groupe de 750 kv-A alimente les trois transformateurs élevant la tension de 2 300 ou 4 600 v à 250 000 v et d'une puissance de 150 ou 300 kv-A; ils peuvent être soit utilisés séparément, soit groupés en parallèle, ou en série pour donner 750 000 v, ou en étoile pour donner 433 000 v entre phases. L'équipement comprend, en outre, un éclateur à boules de 750 mm avec résistance de limitation du courant et deux éclateurs à pointes, l'un monophasé et l'autre triphasé avec résistances de limitation du courant de 1 million d'ohms. Enfin, il faut citer un groupe de kénotrons avec neutre mis à la terre, de 300 000 v. Ce groupe est monté sur chariot roulant et peut être ainsi transporté d'un point à l'autre du laboratoire. — J. S.

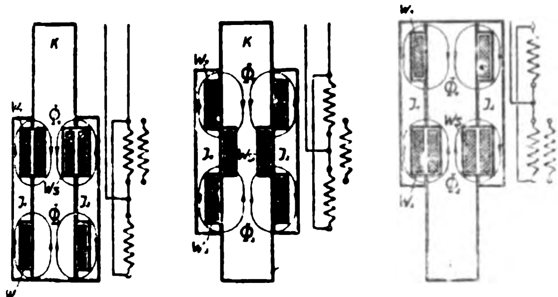
PRODUCTION ET DISTRIBUTION

627.82.00.1. — Nouvelle contribution à l'étude des barrages en arc; J. BOUDET. *La Houille blanche*, janvier-février 1927, t. XXVI, p. 6-11, 3 000 mots, 3 fig. — Dans cet article, l'auteur donne une analyse de l'ouvrage de M. Ippolito dont une traduction va paraître incessamment. Dans cette analyse, l'auteur s'efforce de montrer avec concision quels sont les problèmes traités par M. Ippolito dans son ouvrage et comment il les a résolus en obtenant des formules conciliant à la fois la théorie et la pratique. Il faut signaler qu'une partie importante de l'ouvrage est consacrée à l'étude des effets des manifestations thermiques d'ordres divers pouvant solliciter le barrage et aux efforts auxquels ils donnent naissance. — J. S.

621.165 : 622.33 (42). — Turbines à haute et à basse pression pour les charbonnages; C.-H. NAYLOR. *El. Rev.*, 24 juin 1927, t. C, p. 1 035, 700 mots. — Cet article est un résumé rapide du mémoire présenté par l'auteur à l'Association of Mining electrical Engineers. L'auteur y expose, au moyen d'un exemple, une méthode de comparaison au point de vue économique des turbines à vapeur à haute pression et de celles à haute et à basse pression dans les charbonnages. Dans ce dernier cas la vapeur à basse pression est la vapeur d'échappement des machines d'extraction. Cette communication a été suivie d'une discussion. Deux des interlocuteurs ont attiré l'attention sur le fait que dans le système examiné, la machine d'extraction marche avec une contre-pression et que les pertes résultantes doivent être portées au compte de la turbine à pression mixte. — J. S.

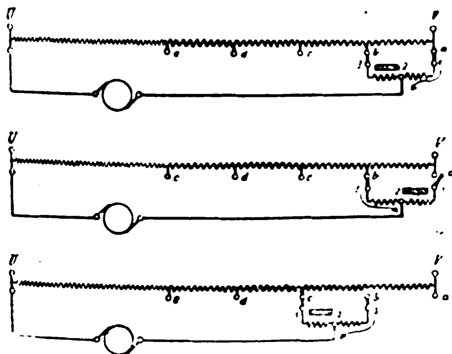
621.312.2 : 614.84. — Sur l'extinction des incendies d'alternateurs par l'injection de vapeur. *E.T.Z.*, 7 juillet 1927, t. XLVIII, p. 977-978, 500 mots. — De nombreuses entreprises ont admis l'injection prolongée de la vapeur pour maintenir une atmosphère non combustible dans une cage de générateur électrique, et éteindre de cette façon l'incendie. Pendant l'incendie d'un alternateur de 20000 kw muni de ce dispositif, il s'écoula deux à trois minutes avant le début de l'injection. Des injections répétées de vapeur pendant quinze secondes chacune suffirent à étouffer la flamme, mais celle-ci se ralluma ensuite. Des injections de 1 minute la firent disparaître complètement, mais il fallut les répéter de de 7 à 8 fois. L'application de la vapeur n'a produit aucun dommage sur les enroulements, dans le cours de ces manœuvres. Quand il s'agit d'un arc, la vapeur est évidemment sans action sur l'arc lui-même, mais elle peut empêcher les conséquences de se développer. La prise de vapeur sur la conduite principale doit être aménagée de façon à éviter toute condensation. — C.-R. M.

621.314.3. — Un nouveau transformateur pour réglage continu de la tension ; W. REICHE. *E.T.Z.*, 12 mai 1927, t. XLVIII, p. 651-655 et 661-663, 5 800 mots, 20 fig. — Le principe de ce transformateur consiste à dédoubler le secondaire en deux enroulements, placés dans le prolongement l'un de l'autre, à l'intérieur d'un cylindre magnétique creux, séparés par une distance égale à la hauteur du primaire, et produisant des flux opposés (fig. 1). Le primaire



621.314.3. Fig. 1. — Disposition schématique des enroulements du transformateur.

est enroulé à l'extérieur d'un cylindre magnétique plein, et l'ensemble peut glisser exactement dans la partie extérieure ou secondaire. Ce dispositif permet de faire varier d'une façon continue la tension entre deux valeurs égales et opposées. Pour éviter une consommation d'énergie réactive excessive, on constitue l'enroulement primaire par une série de bobines placées dans une denture du noyau. Par contre, l'introduction de cette denture a pour effet de limiter à 30000 v les tensions où l'on peut appliquer ce système. Enfin, pour éviter une dispersion excessive dans les positions moyennes, on peut, soit créer un entrefer sur l'armature extérieure entre les deux secondaires, soit munir cette partie centrale de l'armature d'un enroulement fermé en court-circuit et placé dans une denture. Ce système, dit « transformateur à coulisse », se prête à des combinaisons très nombreuses. En particulier, on peut évidemment inverser les fonctions du secondaire et du primaire. La tension de court-circuit peut être, dans les positions extrêmes, 10 pour 100 de la tension primaire. — M. Hundt a signalé le système de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft permettant d'obtenir le même résultat. Il consiste à diviser une extrémité de l'enroulement en sections que l'on shunte successivement à l'aide d'une bobine 1,3 à noyau mobile, dont le milieu 2 alimente le circuit extérieur (fig. 2).



621.314.3. Fig. 2. — Schéma du système de variation de tension de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.

Quand on déplace le noyau, de la demi-bobine intérieure 3,2 (au point de vue de la tension), à la demi-bobine extérieure 2,1, on obtient une diminution continue du courant dans cette dernière, et une diminution continue de la tension. Quand le déplacement est achevé, on peut ouvrir l'extrémité extérieure 1 de la bobine de réglage, la connecter à la même borne que l'autre et connecter cette dernière à la borne suivante du transformateur. Toutes ces opérations sont effectuées à l'aide d'un combinateur. — C.-R. M.

621.314.3.00.23. — Tôles de transformateurs en alliages à base de fer électrolytique. *R.G.E.*, 2 juillet 1927, t. XXII, p. 42-43, 1 100 mots, 1 tabl. Analyse d'un article de E. GUMLICH publié dans *E.T.Z.*, 11 novembre 1926, t. XLVII, p. 1333-1334, 1 650 mots.

621.315.2. — Les câbles à 33 000 volts ; Percy DUNSHEATH. *J.I.E.E.*, mai 1927, t. LXV, p. 469-498, 25000 mots, 23 fig. — Cet article reproduit la conférence faite sur ce sujet par l'auteur devant l'Institution of electrical Engineers le 20 janvier et donne un résumé de la discussion qui a suivi ainsi que de celles qui ont eu lieu après présentation du mémoire dans deux sections de province. Dans la conférence elle-même, d'ailleurs déjà résumée dans « R.G.E. » du 26 mars 1927, t. XXI, p. 99 D et 100 D, l'auteur expose principalement les essais comparatifs exécutés sur des câbles à 33000 v à trois conducteurs constitués par trois âmes recouvertes chacune d'un enroulement métallique et le câble dans lequel chaque âme est mise individuellement sous plomb. Ces essais ont montré que dans ce dernier cas, les tensions induites dans les enveloppes de plomb sont très faibles, si même elles ne sont pas supprimées par leur jonction électrique à une extrémité et que les pertes dues aux courants de Foucault sont négligeables. D'ailleurs l'enveloppe de plomb assure un meilleur refroidissement qui contrebalance largement l'échauffement dû à ces pertes supplémentaires, en sorte que les câbles de ce modèle peuvent supporter des courants d'une intensité plus élevée que ceux des autres types. L'auteur estime que ce câble étant en outre plus léger que le câble ordinaire à trois conducteurs, il constitue une solution presque idéale du problème des câbles à 33000 v. Les discussions ont porté principalement sur les deux points suivants : les problèmes des diélectriques dans les câbles isolés au papier et les effets dans les enveloppes dus au courant alternatif. M. Beaver, traitant plus particulièrement de la formation des vides dans les câbles et de l'ionisation de l'air et des gaz occlus, estime que le problème doit être envisagé du point de vue de la fabrication et expose rapidement une méthode dans laquelle en particulier, le papier isolant est imprégné avant son enroulement sur le conducteur. Des câbles construits suivant ce procédé et en service depuis trois ans et demi n'ont donné lieu à aucun incident. Sur cette question de formation des vides M. Allen estime qu'elle est inévitable, quel que soit le type de câble employé ; elle est due à la différence de dilatation entre le compound et l'enveloppe de plomb. Lorsque le câble chauffe en service, le compound se dilatant plus que l'enveloppe de plomb exerce sur celle-ci un effort qui lui fait dépasser sa limite d'élasticité, en sorte que lorsqu'il y a refroidissement, elle ne reprend pas sa dimension primitive. Il estime que les essais en usine des câbles sont incomplets à ce point de vue. L'auteur dans sa réponse est d'accord sur ce dernier point, mais fait remarquer que le point critique n'est pas immédiatement sous l'enveloppe de plomb où les températures et les contraintes sont faibles, mais entre les âmes. Cette question de la dilatation de l'enveloppe de plomb a été aussi traitée dans la discussion par M. Gregory qui a montré l'avantage de réduire le diamètre du tube de plomb, ce qui donne un argument en faveur du câble préconisé par l'auteur. Parmi les interlocuteurs il faut aussi citer le professeur W. Cramp dont les expressions pour les pertes dans les enveloppes de câbles ont été utilisées par l'auteur dans son travail. Or l'expression donnée par le professeur W. Cramp pour ce calcul a été elle-même l'objet de critiques par le professeur Dwight, aux Etats-Unis, en particulier, et il reprend la question à l'occasion de cette discussion, montrant les différences de résultats obtenues au moyen de son expression primitive et de celle modifiée d'après les indications du professeur Dwight. — J. S.

MAISON BREGUET

SIÈGE SOCIAL : 19, rue Didot, PARIS (14°) SERVICE COMMERCIAL : 34, rue de Châteaudun, PARIS (9°)

TURBINES A VAPEUR

à condensation, à contre-pression, à prélèvement de vapeur

TURBINES MOTRICES ET GROUPES TURBO-ÉLECTROGÈNES DE 10 A 6 000 KW

Siège social et Usine à TRÉVOUX (Ain)
Registre du Commerce Trévoux (Ain) N° 2896

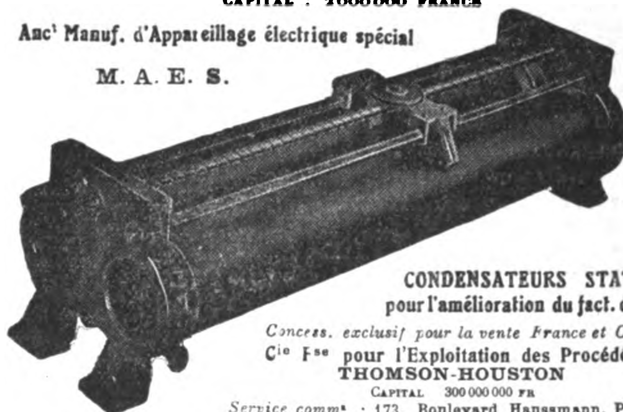
SOCIÉTÉ ANONYME DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX

Téléph. : 52
—
Adr. télég. : CONDENSATEURS-TRÉVOUX
TRÉCONDENS-PARIS

CAPITAL : 2000000 FRANCS

Anc' Manuf. d'Appareillage électrique spécial

M. A. E. S.



CONDENSATEURS
TÉLÉPHONIQUES
ET TOUS USAGES
SPÉCIALITÉ de CONDENSATEURS
MICA T. S F.
Licence exclusive
"DUBILIER"

Bureaux à Paris :
52, rue de Dunkerque (X°)
Téléph. : Trudaine 68-61

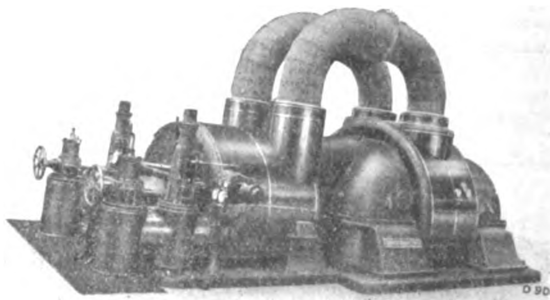
RHÉOSTATS à CURSEURS
toutes intensités, toutes résistances, tous genres de commandes.

CONDENSATEURS STATIQUES
pour l'amélioration du fact. de puiss.
Concess. exclusif pour la vente France et Colonies :
Cie Fse pour l'Exploitation des Procédés
THOMSON-HOUSTON
Capital 300 000 000 fr
Service comm : 173, Boulevard Haussmann, Paris (8°)

Agences en
BELGIQUE
ITALIE
TCHECO-SLOVAQUIE, etc
Concessionnaires à
LONDRES
NEW-HAVEN (Conn.)

ESCHER WYSS & Cie - ZURICH

TURBINES A VAPEUR
Système Zoelly
—
TURBO-COMPRESSEUR



TURBINES HYDRAULIQUES
—
TURBO-POMPES

Bureau de Paris : 39, Rue de Châteaudun, PARIS (9°) 73/27

621.315.5. — Le fil émaillé. *R.G.E.*, 9 juillet 1927, t. XXII, p. 79-81, 1800 mots, 1 fig., 1 tabl. Analyse d'un article de Edouard Goldbacher publié dans *E.T.Z.*, 9 décembre 1926, t. XLVII, p. 1453-1458, 7000 mots.

621.311.73. — Essais de manœuvrabilité des disjoncteurs dans l'huile ; Ludwig Treubert. *E.T.Z.*, 7 juillet 1927, t. XLVIII, p. 968-971, 3700 mots, 12 fig. — L'auteur a effectué ces essais sur un nouveau type de disjoncteur réalisé par la Sachsenwerk Aktien-Gesellschaft ; ses résultats quantitatifs ne sont valables que pour le type étudié, mais la méthode suivie peut être appliquée partout. Son but est de déterminer la fréquence maximum des coupures, qui conduit à une température de régime admissible. Pour cela, on détermine par des mesures les courbes d'échauffement sous la charge maximum permise, et les courbes de refroidissement à partir des températures de régime. Ces courbes ne sont pas des exponentielles, par suite de l'hétérogénéité de l'appareil. Néanmoins, on peut en déduire une constante de temps pour le début du refroidissement. Avec cette constante, on peut calculer la fréquence maximum qui, à la température limite admise, empêche cette température de croître. L'auteur a établi des abaques pour simplifier le calcul. — C.-R. M.

621.311.77. — Les relais à courant alternatif ; R. Parésy. *R.G.E.*, 2 juillet 1927, t. XXII, p. 25-30, 5100 mots, 9 fig. — Cette étude complète une théorie générale des relais utilisés en téléphonie et en télégraphie, publiée antérieurement par l'auteur (*R.G.E.*, 1er et 8 janvier 1927, t. XXI, p. 3-13 et 43-59). M. Parésy reprend la théorie des relais à courant alternatif, montre qu'il est possible d'y apporter des solutions satisfaisantes et décrit quelques types de relais répondant à des conditions de fonctionnement stable.

USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

626.1 + 621.311.21 (43.6). — L'écluse de Kachlet sur le Danube et les ouvrages accessoires ; G. von Troeltsch. *E. T. Z.*, 7 juillet 1927, t. XLVIII, p. 957-965, 5000 mots, 18 fig. — Les travaux de Kachlet font partie de l'ensemble de la voie d'eau destinée à relier le Rhin et le Danube. On sait que cette voie d'eau, en cours de réalisation actuellement, comprend un canal d'amenée de 35 à 75 m³ : s, et de 90 km de longueur, qui apporte l'eau du Lech par-dessus la vallée du Danube, au point de faîte de la voie d'eau. A partir de ce point, deux canaux pour chalands s'en vont l'un vers le Main et l'autre vers le Danube. Les écluses sur leur parcours doivent être accompagnées de 35 usines hydroélectriques qui produiront 250000 ch. Les ouvrages de Kachlet, près de Passau, qui ont été entrepris en 1922, seront terminés cette année. Ils comprennent un barrage, une usine au milieu de la rivière et deux écluses avec leurs canaux d'approche. Quatre chalands de 1200 t peuvent prendre place simultanément dans chaque écluse. La chute totale est de 9,50 m et la chute utile, de 7,65 m. Le débit maximum utilisable est de 700 m³ : s. Les huit turbines sont du type à hélice, à axe vertical, logées dans des chambres spirales en ciment armé. Elles tournent à 75 t : mn, et ont une puissance individuelle de 9320 ch. La puissance moyenne totale dans l'année est de 47500 ch. L'hélice motrice a un diamètre de 4,60 m et pèse 21 t ; ses pales sont fixes. Les alternateurs, de 8500 kv-A, possèdent 80 pôles, et produisent du courant à 6300 v. La tension est ensuite élevée à 110000 v, par des transformateurs de 20000 kv-A pourvus de dispositifs de réglage de la tension. Le réseau à 110000 v intéresse toute la région du canal jusqu'au Main. — C.-R. M.

621.311.21 (46). — Les aménagements hydroélectriques de la rivière Jucar et l'usine génératrice de Villalba de la Sierra (Espagne) ; L. Vellard. *R. G. E.*, 2 juillet 1927, t. XXII, p. 31-40, 5000 mots, 16 fig. — Cet article, qui est la traduction résumée d'une brochure communiquée par la Sociedad eléctrica de Castilla, décrit les aménagements hydroélectriques réalisés par cette société pour utiliser l'énergie d'une chute de 150 m de hauteur alimentée par les eaux de la rivière Jucar. Il y a lieu de remarquer, en particulier, les dispositions adoptées pour assurer la régularisation annuelle et journalière de la puissance disponible et celles relatives au flottage des troncs d'arbres provenant des coupes effectuées dans les forêts qui constituent la principale richesse de la région.

621.311.22 (42). — L'usine génératrice de Stourport. *El. Rev.*, 10 et 17 juin 1927, t. C, p. 915-917 et 960-963, 3300 mots, 14 fig ; *Engineering*, 10 juin 1927, t. CXXIII, p. 701-703, 1900 mots, 6 fig. — L'usine génératrice de Stourport, inaugurée le 2 juin 1927, est destinée à alimenter en courant alternatif à 25 p : s le secteur du centre de l'Angleterre. Sa puissance maximum de production sera de 250000 kw. Actuellement deux groupes turboalternateurs de 18000 kw à 1500 t : mn, produisant du courant triphasé 25 p : s, 5500 v, sont installés. La vapeur est fournie par quatre chaudières Stirling à trois bouilleurs, capables de fournir chacune normalement environ 27 t de vapeur à l'heure à 25 kg : cm² et surchauffée à 360° C. Ces chaudières sont munies de foyers à chaîne-grille Babcock et Wilcox et en outre de six brûleurs à huile. Le but de ces brûleurs est de permettre de satisfaire aux demandes soudaines de vapeur sans qu'il soit nécessaire de tenir des chaudières en réserve sous pression. Les groupes turboalternateurs sont à turbines à un seul cylindre, à action et à 17 étages. Chaque groupe comporte un générateur auxiliaire à courant continu de 250 kw alimentant les circuits auxiliaires des pompes de condensations, et une excitatrice. En plus de ces deux groupes, l'installation comprend aussi un groupe de 750 kw pour les services auxiliaires. La turbine de ce groupe tourne à 6000 t : mn et entraîne par engrenages réducteurs l'alternateur à 600 t : mn. La tension de 5500 v est élevée à la tension de distribution de 33000 v par deux groupes de transformateurs de 22500 kv-A chacun, constitués par trois transformateurs monophasés. Les alternateurs sont branchés directement sur le primaire des transformateurs qui sont protégés par un système différentiel et par des relais de surcharge à action retardée. La tension de distribution est abaissée de 33000 v à 11000 v pour une partie de la puissance totale sous laquelle sont desservis les environs immédiats de l'usine, et de 11000 à 400 v pour l'alimentation des services auxiliaires de l'usine. Tous les transformateurs sont du type extérieur et sont placés dans des cellules en maçonnerie. Les barres omnibus sont en double jeu ; l'appareillage est du type cellulaire. On peut mettre à la terre le neutre des alternateurs et celui des systèmes de distribution à 11000 et 33000 v au moyen de résistances capables de supporter pendant 30 secondes, en cas de mise à la terre d'une phase, un courant suffisant pour provoquer le fonctionnement des appareils de protection de ce circuit. Pour le fonctionnement des interrupteurs à haute tension il a été prévu deux batteries d'accumulateurs de 350 A-h chacune. La distribution à 33000 v est faite par câbles souterrains à un seul conducteur. La distribution à 11000 v est faite par lignes aériennes sur poteaux de bois. On trouvera dans l'article de nombreux détails sur le système de stockage et de manutention du charbon, sur les machines auxiliaires, principalement sur celles du système de condensation, et enfin sur l'appareillage. — J. S.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394.82 : 538.522. — Neutralisation des effets d'induction mutuelle sur les lignes télégraphiques. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, avril 1927, t. XVI, p. 280-299, 6500 mots, 10 fig. — Cet article est extrait du « Bell System technical Journal ». Les auteurs y décrivent des méthodes de neutralisation des effets d'induction qui ont été appliquées avec succès à des lignes télégraphiques exploitées en duplex avec relais polarisé et retour par la terre, dans le réseau du « Bell System » aux Etats-Unis. Pour les effets d'induction mutuelle qui sont produits au départ, on

obtient la neutralisation en créant entre les deux lignes artificielles d'équilibre une admittance mutuelle qui reproduit celle existant entre les lignes réelles. Cette admittance est constituée par un condensateur et une résistance montés en série et branchés à la jonction de la ligne artificielle et du dispositif d'équilibrage pour circuit approprié. Pour combattre les effets d'induction à l'arrivée, on envoie une impulsion sur le circuit perturbé à partir du poste transmetteur. Les auteurs examinent ensuite les effets dus à la charge et à la transposition des fils et les dispositions à prendre sur les groupes de quatre fils, d'après les principes exposés, relatifs au cas de deux fils parallèles. Pour terminer, ils donnent quelques chiffres relatifs aux valeurs adoptées pour les dispositifs compensateurs pour divers circuits et quelques résultats pratiques obtenus. Au sujet de la valeur des constantes des dispositifs de compensation il faut remarquer que leur calcul serait en général assez pénible, mais que, par contre, leur détermination expérimentale est assez facile. — J. S.

621.314.12 : 621.395.6|.00.414. — La puissance maximum des transformateurs téléphoniques; H. Nukiyama et K. Nagai. *J.I.E.E. of Japan*, avril 1927, n° 465, p. 380-395, 6 fig., 2 tabl. — Si on désigne par $\overline{Z}_1$ l'impédance de la source, par $\overline{Z}_2$ l'impédance de la charge, par $\overline{L}_p$ la self-inductance complexe du primaire, par $\overline{L}_s$ celle du secondaire, $\overline{M}$ l'inductance mutuelle complexe entre le primaire et le secondaire, R_p et R_s les résistances du primaire et du secondaire, les constantes du transformateur peuvent être exprimées en fonction de $\overline{L}_p$ à l'aide de quatre constantes p, k, $\overline{A}_p$ et $\overline{A}_s$; p est le rapport de transformation, k, le coefficient d'accouplement, $\overline{A}_p$ et $\overline{A}_s$, les constantes d'amortissement complexe du primaire et du secondaire, respectivement. Si les tangentes aux courbes de $\overline{L}_p$, $\overline{L}_s$ et $\overline{M}$ sont égales, le rapport de transformation correspondant à la puissance maximum est donné par l'expression

$$p=\sqrt{\frac{\left|\overline{Z}_2\left(\frac{\overline{Z}_1}{j\omega\overline{L}_p}+1-j\frac{\overline{A}_p}{\omega}\right)\right|}{\left|\overline{Z}_1\left(1-j\frac{\overline{A}_s}{\omega}\right)+j\omega\overline{L}_p\left[\left(1-j\frac{\overline{A}_p}{\omega}\right)\left(1-j\frac{\overline{A}_s}{\omega}\right)-k^2\right]\right|}}.$$

En partant de cette base, l'auteur établit la théorie de la puissance maximum du transformateur. — E. B.

621.395.658. — Un commutateur pour téléphonie automatique. *El. Rev.*, 22 avril 1927, t. c, p. 637-638, 1 200 mots, 3 fig. — L'appareil décrit dans cet article, peut servir soit de chercheur de ligne, de distributeur d'appels, de sélecteur de groupe ou de sélecteur final. C'est un appareil à mouvement très rapide pouvant explorer un champ de 100 broches en un tiers de seconde. Ce mouvement est produit par un ressort qui entraîne le chariot porte-balais. Le barillet du ressort porte une roue à rochet qui permet son remontage par un système pas à pas automatique. Sur le chariot porte-balais est fixée une roue dentée sur laquelle agit un cliquet commandé lui-même par l'armature d'un électroaimant branché dans le circuit de contrôle de l'appareil. Ce cliquet arrête ainsi les balais sur la broche voulue. — J. S.

621.396.11-24. — Expériences sur la propagation des ondes radiotélégraphiques; P. Idrac et R. Bureau. *C. R. Ac. des Sc.*, 14 mars 1927, t. clxxxiv, p. 691-692, 750 mots. — Les auteurs se sont proposé d'étudier la propagation des ondes courtes en fonction de l'altitude à laquelle elles sont émises. Le dispositif qu'ils ont employé comporte essentiellement une antenne verticale et un poste émetteur suspendu à deux ballons jumelés en caoutchouc. A une certaine altitude, l'un des ballons éclate, l'autre joue le rôle de parachute à la descente et de signal à l'arrivée au sol pour retrouver les objets. Des émissions d'ondes de même longueur (42 m) étaient assurées en l'air et au sol. Elles étaient écoutées par de nombreux postes récepteurs. Or, l'expérience a montré que certains postes ont entendu l'onde au sol sans entendre l'onde émise en l'air ; d'autres ont entendu l'onde en l'air sans entendre celle au sol. Ces différences dans la propagation des deux ondes ont été observées à faible distance (10 à 20 km) et à grande distance (500 km). Certains postes ont pu suivre l'émission à la montée et à la descente, mais avec des lacunes dont la cause sera recherchée. — M.-H. B.

621.396.24.08. — Quelques mesures relatives à la propagation des ondes courtes; R.-A. Heising, J.-C. Schelleng et G.-C. Southworth. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, avril 1927, t. xvi, p. 300-336, 12 000 mots, 20 fig. — Cet article est la traduction par M. Veaux d'un article publié dans le numéro d'octobre 1926 de « Proceedings of the Institute of Radio Engineers ». Dans cet article les auteurs exposent les résultats d'essais et de mesures relatifs aux variations diverses observées dans la propagation des ondes courtes. Ces essais, au nombre de 6 000 environ, furent effectués entre septembre et décembre 1925 sur des longueurs d'onde variant de 16,50 m à 111 m. Les auteurs donnent quelques indications succinctes sur le matériel utilisé, puis exposent les résultats observés. Ces résultats sont traduits sous forme de courbes qui donnent l'intensité du champ électrique suivant l'heure du jour ainsi que la variation du champ électrique avec la distance pour différentes longueurs d'onde. De ces courbes les auteurs ont déduit des surfaces caractéristiques donnant l'intensité du champ en fonction de l'heure et de la distance ; à chaque longueur d'onde correspond une surface différente. Ils discutent les propriétés de ces surfaces et montrent les différences qu'elles mettent en évidence dans la propagation des ondes. D'autres essais furent effectués pour étudier la netteté d'audition, pour comparer la propagation sur terre et sur mer, pour déterminer l'influence de la fréquence sur les conditions de propagation, celle du jour et de la nuit. Le phénomène d'évanouissement fut aussi l'objet d'observations suivies, et enfin des mesures furent effectuées sur des émissions au moyen d'antennes horizontales. Il n'est pas possible d'examiner ici en détail les conclusions à tirer de chacune de ces mesures. On peut dire simplement que dans l'ensemble la plupart des résultats peuvent être interprétés dans la théorie d'Eccles-Larmor, et qu'ils confirment l'existence du mode de propagation par ondes d'espace (ondes qui s'élèvent). — J. S.

621.396.625.2. — Un siphon recorder à grande vitesse pour la télégraphie sans fil. *Engineering*, 27 mai 1927, t. cxxiii, p. 652, 700 mots. — Ces appareils ont été installés aux stations réceptrices de Bridgwater et de Skegness et permettent l'inscription de 200 à 300 mots par minute. L'organe mobile est une bobine cylindrique portant deux enroulements et se déplaçant entre les pôles d'un fort électroaimant excité séparément ; elle est suspendue par quatre fils disposés radialement dans un plan horizontal ; ceux-ci passent sur des tambours munis de vis tangentes au moyen desquelles la tension des fils peut être réglée, ainsi que la position de la bobine. Le courant arrive aux deux bobines par ces mêmes fils qui sont ainsi utilisés à deux fins ; la bobine porte un bras rigide articulé avec le tube du siphon qui se déplace en fonction du mouvement de l'élément électromagnétique. La première bobine est parcourue par un courant de 25 milliampères, lorsque l'appareil n'est soumis à l'action d'aucun signal et la déviation du siphon est à gauche par exemple : lors de la réception d'un signal, trait ou point, la seconde bobine est parcourue par ce même courant de 25 milliampères, la première bobine étant mise hors circuit, le sens du courant est tel que la déviation se produise en sens inverse, l'amplitude du mouvement étant ainsi aussi grande que possible. La bande de papier sur laquelle les signaux sont inscrits par le siphon est entraînée par un petit moteur et la vitesse peut être réglée à volonté pour suivre la cadence de la transmission. — E. B.

621.396.64. — Le transformateur de grille et l'amplification à basse fréquence. *E. u. M.*, 19 juin 1927, t. XLV, p. 75-76, supplément *Die Radiotechnik*, 1 700 mots, 3 fig. — L'auteur remarque qu'un appareil quelconque, tube à vide, microphone, détecteur, câble, est assimilable à une impédance. Il sera traversé par une puissance maximum, quand il sera en résonance avec la source. Dans le cas général, la formule de la puissance, donnée par l'auteur, est plus complexe. — L'auteur définit la qualité d'un transformateur par le rapport $\frac{E_2^2}{E_1 I_1}$ où E_1 et E_2 sont les tensions primaire et secondaire et I_1 le courant primaire. Il indique deux schémas équivalant à un étage d'amplification, étudie l'influence de l'amplification sur la distorsion et établit la condition d'absence de distorsion. Il envisage la constitution d'amplificateurs exempts de distorsion et d'amplificateurs qui la suppriment. — C.-R. M.

621.397.25. — Sur la télévision. Premiers résultats dans la transmission des images animées. BELIN et HOLWECK. *C. R. Ac. des Sc.*, 28 février 1927, t. CLXXXIV, p. 518-520, 800 mots. — Avec le nouvel appareil qu'ils ont employé, les auteurs, au lieu d'analyser l'image d'un objet éclairé en permanence, en totalité, déplacent sur l'objet lui-même un spot très intense qui est obtenu en faisant, sur cet objet, l'image d'un petit diaphragme de 0,1 cm de diamètre éclairé par le cratère d'un arc Garbarini. La double sinusoïde d'analyse est obtenue par deux miroirs oscillants autour d'axes rectangulaires sur lesquels vient se réfléchir le fin pinceau lumineux devant former le spot. L'oscillation des miroirs est due à une action mécanique. Deux alternateurs transmettent à distance les coordonnées du point lumineux. La mise en phase est assurée par la rotation des stators des alternateurs. La réception est faite au moyen d'un oscillographe cathodique, l'intensité du faisceau mobile d'électrons étant modulée au moyen d'un diaphragme percé d'un trou, porté à un potentiel variable par rapport au filament. L'oscillographe est relié à une pompe moléculaire hélicoïdale y entretenant un bon vide. La tache cathodique très fine est déviée au moyen du courant des deux alternateurs agissant magnétiquement au travers d'un tube de maillechort de 0,1 mm d'épaisseur dans l'axe duquel passe le faisceau. — M.-H. B.

621.397.3... — Installation de téléphonie à haute fréquence sur les réseaux de la Société Energie électrique de la Basse-Isère et de la Société de Transport d'Energie du Centre; R. DUBOIS. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1030-1036, 3600 mots, 9 fig. — L'auteur a déjà consacré aux installations de téléphonie à haute fréquence sur les réseaux de transmission d'énergie à haute tension, en duplex, des articles, des mémoires et des rapports qui ont été publiés ou analysés dans cette revue (*R. G. E.*, 15 août et 26 décembre 1925, t. XVIII, p. 264-267, et 2 avril 1927, t. XXI, p. 539-547). L'article qui nous occupe est la description d'une installation très complète réalisée sur trois lignes à haute tension au moyen de quatre postes émetteurs et récepteurs, en duplex, et pourvus de dispositifs spéciaux pour assurer le secret des communications en dehors des lignes auxquelles elles ne sont pas destinées. Cette étude est d'autant plus intéressante qu'elle permet de se rendre compte non plus seulement de résultats d'essais, mais surtout de résultats d'exploitation d'un réseau téléphonique à haute fréquence.

ÉCLAIRAGE

621.326 + 621.396.615]00.2. — Lampes à incandescence et tubes électroniques. *R. G. E.*, 28 mai 1927, t. XXI, p. 876, 1 000 mots. Analyse d'un article de C.-C. PATERSON publié dans *El. Rev.*, 25 mars 1927, t. C, p. 494-495, 2 200 mots.

621.328 : 629.113. — Les projecteurs d'automobile et leur alimentation. *R. G. E.*, 18 juin 1927, t. XXI, p. 1004, 1 100 mots. Analyse d'un article de L.-B.-W. JOLLEY publié dans *World Power*, mars et avril 1927, t. VII, p. 122-129 et 195-203, 11 000 mots, 20 fig., 6 tabl.

MÉDECINE

621.325 6 : 621.38. — L'énergie rayonnée par l'arc au charbon et les autres sources employées en photothérapie; W.-W. COBLENTZ, M.-J. DORCAS et C.-W. HUGHES. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, novembre 1926, n° 539, p. 535-562, 9000 mots, 21 fig., 2 tabl. — L'objet du présent travail est de présenter des données sur la répartition de l'énergie dans le spectre de l'arc au charbon dans diverses conditions de fonctionnement. Des données comparatives sont aussi présentées sur la répartition de l'énergie dans le spectre solaire, dans celui de la lampe à filament de tungstène et à remplissage gazeux, et dans celui des arcs au mercure, au nickel et au tungstène. Les résultats relatifs à l'arc au charbon ont été obtenus par deux méthodes : 1° Tracé des courbes d'énergie spectrale dans l'ultraviolet et dans la région visible du spectre au moyen d'un spectroradiomètre en quartz; 2° Etude de bandes spectrales isolées au moyen de filtres convenablement choisis. On a aussi étudié divers charbons à mèche, tels que ceux à flamme blanche, à flamme rouge, à flamme jaune, à mèche neutre, à mèche de nickel, etc, de façon à établir l'effet de la mèche sur la répartition de l'énergie dans le spectre. On a trouvé que l'intensité des bandes du cyanogène ($\lambda = 3\,890$ Å), est diminuée par la présence du strontium et du nickel. La radiation composante ultraviolette se trouve grandement augmentée par la présence du nickel, du cobalt et de l'aluminium. Le cuivre et le tungstène au contraire n'accroissent pas sensiblement l'émission ultraviolette. On a examiné ensuite l'effet de variations de l'intensité du courant électrique, celui du remplacement du courant continu par le courant alternatif, et l'on a trouvé que dans certaines parties du spectre ultraviolet, les bandes d'émission sont plus intenses en régime continu qu'en régime alternatif. L'effet d'un accroissement d'intensité du courant est de renforcer les radiations ultraviolettes de très courte longueur d'onde. La question de la pénétration est discutée : les radiations de longueur d'onde supérieure à 14 000 Å ne peuvent pénétrer profondément dans les tissus vivants. Dans l'ensemble, les observations montrent que les intensités des radiations ultraviolettes émises sont une fonction complexe de l'intensité du courant et de la composition chimique des électrodes. L'arc à grande intensité, consommant de 90 à 125 A, sera très utile dans le cas de grandes installations. Mais, en choisissant convenablement les électrodes méchées et la distance de la source à la région à irradier, on peut réduire le courant à 20 A. — L. B.

DIVERS

621.56. — Le réfrigérant Electrolux. *Engineering*, 13 mai 1927, t. CXXIII, p. 579-580, 2300 mots, 1 fig. — Cet appareil, dans lequel est utilisé l'ammoniaque, comporte quatre éléments principaux : le générateur, le condenseur, l'évaporateur et l'absorbeur. Le générateur contient une solution aqueuse d'ammoniaque que l'on chauffe pour libérer le gaz, lequel passe au condenseur où il est refroidi par une circulation d'eau et condensé sous forme d'ammoniaque liquide; ces deux éléments fonctionnent sous une pression relativement élevée; les deux autres au contraire sont sous une faible pression. L'ammoniaque liquide passe dans l'évaporateur où il reprend la forme gazeuse en absorbant de la chaleur prélevée au milieu extérieur, produisant ainsi l'effet utile pour lequel l'appareil est établi. Le gaz passe ensuite à l'absorbeur où il est repris par une solution étendue d'ammoniaque, complétant ainsi le cycle des transformations. Une pompe est nécessaire pour assurer la circulation des liquides et créer la différence des pressions nécessaires. Dans le système Electrolux, la pompe et les valves sont supprimées : elles sont remplacées par une source de chaleur qui peut être à gaz ou électrique; une circulation d'eau est également nécessaire. La circulation des solutions ammoniacales est automatique et la différence des pressions est obtenue en utilisant l'hydrogène

dans l'évaporateur et l'absorbeur seulement, la pression totale étant la même dans les quatre éléments, environ 14 kg:cm². Dans l'absorbeur et le condenseur, la pression totale est égale à la somme des pressions partielles de l'hydrogène et du gaz ammoniaque de sorte que la pression de ce dernier peut être amenée à la valeur désirée ; en pratique elle est extrêmement basse. L'appareil est décrit complètement dans l'article ; il comporte tous les perfectionnements assurant une utilisation parfaite de la chaleur et de l'eau de refroidissement : il emprunte une certaine quantité de chaleur qui est enlevée par la circulation d'eau ; pour ramener le gaz à sa forme première, il emprunte à nouveau une autre quantité de chaleur au milieu extérieur ; le rapport entre ces deux quantités peut être qualifié de rendement de l'appareil ; il est de l'ordre de 40 pour 100. — E. B.

627.43.00.12. — Détermination de la résistance d'un ouvrage sur un modèle réduit; Mesnager et Veyrier. *C. R. Ac. des Sc.*, 2 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1 026-1 027, 400 mots. — Certains barrages construits pour la régularisation des cours d'eau ne semblent pas présenter toutes les garanties voulues de sécurité. L'auteur cherche le moyen de déterminer expérimentalement leur degré de sécurité. A cet effet, il propose une méthode qui consiste à employer un modèle semblable à l'ouvrage prévu, à remplacer l'eau par un liquide de densité plus élevée et la matière de l'ouvrage (en général du béton) par une autre moins résistante. On arrive ainsi, toutes les fois que le poids de l'ouvrage peut être considéré comme sans influence sensible sur la résistance (le méthode ne s'applique donc pas au barrage poids) à réaliser un modèle qui, à une échelle arbitraire, présente un coefficient de sécurité arbitraire par rapport à l'ouvrage à réaliser. Si ce modèle résiste à l'essai, on est sûr que l'ouvrage prévu aura un coefficient de sécurité déterminé, facile à calculer. — M.-H. B.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.27 : 536.4.03. — Les caractéristiques des filaments de tungstène en fonction de la température; Howard-A. Jones et Irving Langmuir. *G. E. R.*, juin 1927, t. XXX, p. 310-319, 8 000 mots, 1 tabl., 1 fig. — Les auteurs considèrent ce qu'ils appellent un filament idéal, c'est-à-dire un filament très long à section circulaire uniforme, dont les extrémités sont reliées à des amenées de courant se trouvant à la même température que le filament lui-même. En outre, ils supposent que ce filament a été convenablement vieilli, qu'il est constitué de tungstène pur ayant une résistance spécifique déterminée à une température donnée et une surface brillante et claire. Ils ont déterminé pour un tel filament la variation en fonction de la température, entre les limites de 273° et 3655° (températures absolues), d'un certain nombre de grandeurs qu'ils appellent les caractéristiques spécifiques des filaments. Ces caractéristiques sont : l'énergie W' prise par un filament et rapportée à l'unité de longueur et de diamètre, la résistance R' de ce filament, l'intensité A' du courant dans ce filament, la tension V' correspondante, l'intensité lumineuse moyenne c' de ce filament observé dans une direction perpendiculaire à son axe et enfin le flux lumineux L' émis par ce filament. Les variations de ces grandeurs en fonction de la température sont données sous forme d'un tableau et d'une courbe. Les auteurs discutent ensuite la valeur relative de ces grandeurs pour la détermination de la température d'un filament, d'où ils concluent que c'est l'intensité lumineuse c' qui, déterminée au moyen d'un photomètre, donne les meilleurs résultats; en outre, cette méthode est applicable aux filaments en atmosphère gazeuse. Lorsqu'on l'applique, il faut bien tenir compte de la proportion de lumière réfléchie par l'ampoule et qui n'arrive pas au photomètre. Ils développent ce point, en considérant les trois cas suivants : *a*) un filament droit de faible diamètre placé très près de l'axe d'une ampoule cylindrique; *b*) le diamètre du filament et celui de l'ampoule cylindrique sont du même ordre de grandeur; *c*) un filament droit placé dans une ampoule cylindrique, parallèlement à l'axe, à une distance égale à la moitié du rayon. Les auteurs indiquent ensuite comment dans la détermination de c' on élimine les erreurs dues au refroidissement produit par les amenées de courant, au moyen d'un écran muni d'une fente placé en avant de la lampe étudiée. Le tableau et le graphique donnés par les auteurs contiennent aussi quelques indications relatives à l'émission électronique, au taux d'évaporation, à la chaleur spécifique. — J. S.

662.66 : 665.4. — La fabrication des huiles de graissage en partant de la houille. *Engineering*, 3 juin 1927, t. CXXIII, p. 665-666, 1 600 mots, 11 fig. — La carbonisation de la houille à basse température amène la production d'hydrocarbures en quantités appréciables et on en tire des huiles combustibles fort appréciées ; on peut en outre extraire des huiles lourdes distillant au-dessus de 370°C, lesquelles convenablement traitées sont utilisables pour le graissage mécanique; on peut employer ainsi environ 30 pour 100 du total des huiles extraites. Des essais sur les qualités de ces huiles ont été entrepris au National physical Laboratory comparativement à celles des huiles naturelles minérales utilisées ordinairement. Un dispositif d'essais comportant un arbre de 50 mm environ tournant dans un coussinet en bronze de 60 mm de longueur a permis d'expérimenter sous des pressions variant entre 30 et 90 kg par centimètre carré de surface projetée; un brûleur à gaz convenablement disposé permettait de faire varier à volonté la température de l'arbre. Dans ces conditions, on a pu constater que le coefficient de frottement diminuait lorsque la température de l'arbre passait de 35° à 80°C pour augmenter ensuite, le grippement des surfaces se produisant à 125° environ pour une pression de 30 kg : cm² et à 100° environ pour une pression de 70 kg : cm². Le coefficient de frottement est à peu près le même pour toutes les pressions; il est égal, au minimum, à 0,015 entre 70 et 90° environ. L'huile minérale naturelle a donné des résultats comparables; cependant il a été impossible de dépasser la pression de 60 kg par centimètre carré. Pendant tous ces essais, la vitesse de l'arbre est restée constante et égale à 3,50 m par seconde; l'huile était également introduite à volume constant du côté opposé au centre de pression; un petit trou était percé dans le coussinet au voisinage de ce centre de pression et contenait un couple thermoélectrique permettant de mesurer la température en ce point. — E. B.

678.1-3.00.44. — L'altération du caoutchouc brut et vulcanisé et les essais de vieillissement; J.-Ch. Bongrand. *Chimie et Industrie*, avril 1927, t. XVII, p. 541-545, 4000 mots. — L'auteur expose d'abord les causes de l'altération du caoutchouc soit brut, soit vulcanisé. Cette altération est provoquée par l'oxydation avec le processus de l'autoxydation, aidée de l'action de la lumière (rayons ultraviolets). Cette oxydation peut être combattue par l'emploi d' « antioxygènes » qui peuvent être soit répartis dans le caoutchouc lors de sa préparation dans les plantations, soit incorporés dans les mélanges lors de la fabrication et de la vulcanisation. Il faut d'ailleurs noter que le sérum contient parmi ses éléments un antioxygène qui était éliminé avec les autres éléments lors de la coagulation. C'est à sa présence qu'est due la meilleure conservation du caoutchouc dit « caoutchouc intégral ». Pour pouvoir juger de l'efficacité des remèdes à l'altération du caoutchouc, il faut pouvoir procéder à des essais de vieillissement permettant de donner en un temps court l'image des altérations se produisant lors du vieillissement naturel. L'auteur passe en revue rapidement les méthodes d'essais de Geer, Bierer et Davis et décrit le dispositif de l'office des inventions permettant de soumettre alternativement les éprouvettes à l'action de l'air chaud et des rayons ultraviolets. Il reste d'ailleurs à établir la relation existant entre les altérations dues à ce procédé et celles résultant du vieillissement naturel. — J. S.

SECTION DE LÉGISLATION

345 (44) 5 : 351.811 : 627.8. — La construction des barrages réservoirs et la suppression des moyens de communication: Paul BOUGAULT. *R. G. E.*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 805-807, 2 300 mots. — Dans cet article l'auteur commente un arrêt de la Cour de Cassation contenant des renseignements très intéressants sur la nature intrinsèque de certains contrats passés avec les communes par les entrepreneurs d'usines hydroélectriques.

351.824 : 621.315 : 625.1. — Interprétation de l'article 48, paragraphe 4, de l'arrêté technique du 30 avril 1924. (Traversée des voies ferrées par des lignes électriques.) *R. G. E.*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 559-560, 500 mots.

347.724.034 : 345 (44) 5 : 347.957. — Arrêt du 15 mars 1927 de la Cour de Cassation relatif au rachat par une société anonyme de ses actions. *R. G. E.*, 28 mai 1927, t. XXI, p. 888, 250 mots.

347.773 (∞). — La protection internationale des modèles industriels à la conférence de revision de Rome; FERNAND-JACQ. *R. G. E.*, 11 juin 1927, t. XXI, p. 965-967, 2 500 mots. — L'auteur explique dans quelles conditions se présentera à la conférence, qui doit se tenir à Rome à la fin de l'année 1927 pour reviser la Convention de Berne, la question des arts appliqués, qui intéresse particulièrement l'industrie française. Il montre les efforts de l'Association internationale artistique et littéraire, d'accord avec le Bureau international de Berne et l'Administration italienne, pour faire aboutir la réforme.

351.711.5 : 621.31. — Circulaire du 27 janvier 1927 du ministre des Travaux publics aux préfets des départements concernant les permissions de voirie. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1054-1055, 3 200 mots.

351.793 : 621.31. — Sur le régime applicable aux usines hydrauliques construites antérieurement au 16 octobre 1919. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1056, 400 mots.

351.714.5.027 : 347.724. — Sur les déclarations à faire par les sociétés à responsabilité limitée en vue de l'impôt sur le revenu des valeurs mobilières. *R. G. E.*, 4 juin 1927, t. XXI, p. 928, 400 mots.

351.714.5.027.7. — Sur les charges professionnelles admises pour l'établissement de l'impôt sur les traitements et salaires. *R. G. E.*, 21 mai 1927, t. XXI, p. 848, 180 mots.

351.714.51.027 : 347.723.036.2. — Sur la non-imposition au titre des traitements et salaires des parts de bénéfices des associés-gérants de sociétés en commandite par actions. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1056, 400 mots.

351.714.51 : 347.725. — Sur le mode d'imposition des jetons de présence des administrateurs et des administrateurs délégués. *R. G. E.*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 808, 350 mots.

351.714.52 : 347.722.035. — Sur l'imposition au titre de l'impôt général sur le revenu des bénéfices réalisés par une société en nom collectif et non distribués aux associés. *R. G. E.*, 4 juin 1927, t. XXI, p. 928, 300 mots.

351.714.52.027.5. — Sur le taux de l'impôt applicable aux bénéfices commerciaux d'un exercice s'étendant sur deux années civiles. *R. G. E.*, 28 mai 1927, t. XXI, p. 888, 350 mots.

351.714.52.027.7. — La prévision de la perte au change dans le bilan annuel. Possibilité de la déduire des bénéfices imposables, d'après deux arrêts récents du Conseil d'Etat; Paul BOUGAULT. *R. G. E.*, 28 mai 1927, t. XXI, p. 885-888, 3 200 mots. — Bien que les décisions du Conseil d'Etat considérées dans cet article soient relatives à la contribution extraordinaire de guerre, il est possible d'en tirer un renseignement extrêmement intéressant pour l'impôt cédulaire dit des bénéfices industriels et commerciaux : car la législation à laquelle ils sont soumis (loi du 31 juillet 1917 et lois subséquentes) est plus souple que celle contenue dans le texte du 1er juillet 1916. Il s'agit d'un cas qui ne se rencontre pas fréquemment : deux décisions nettement défavorables aux contribuables ont été, sur leur requête, annulées par le Conseil d'Etat.

351.714.52 : 347.723.1. — Sur l'établissement de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux d'une société en commandite simple. *R. G. E.*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 807-808, 400 mots.

351.714.52 : 381.2. — Sur la détermination de l'impôt sur les bénéfices réalisés par un commerçant n'ayant pas une comptabilité régulière. *R. G. E.*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 808, 400 mots.

351.719 : 382 (44). — La taxe d'importation. Coup d'œil rétrospectif. Etat actuel à partir de la loi du 31 mars 1927; Paul BOUGAULT. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1051-1053, 2 800 mots. — Un trouble subsiste encore, au point de vue fiscal, dans l'esprit de ceux qui se livrent à l'importation de certaines marchandises, notamment des minerais à traiter au four électrique. La situation a été, à un moment donné, assez compliquée, au point de vue des intermédiaires, des représentants, des commissionnaires et même des voyageurs de commerce : de ce côté, elle a été plutôt simplifiée par la loi du 31 mars 1927, dont on a peut-être exagéré l'importance. C'est ce qui se produit généralement quand des dispositions nouvelles hâtivement greffées sur une loi initiale sont enfin abrogées par un texte définitif. Un aperçu d'ensemble de la question s'imposait donc. C'est cet aperçu que donne l'auteur dans son article.

351.719.3 : 347.725. — Sur l'application de la taxe de transmission aux actions d'une société anonyme. *R. G. E.*, 30 avril 1927, t. XXI, p. 720, 300 mots.

351.838.1 « 1927 ». — Loi du 23 mai 1927 autorisant la ratification de la convention tendant à limiter à huit heures par jour et à quarante-huit heures par semaine le nombre des heures de travail dans les établissements industriels, élaborée par la Conférence internationale du Travail de Washington et signée à Paris le 24 janvier 1921 par la France et la Belgique. *R. G. E.*, 4 juin 1927, t. XXI, p. 927, 700 mots.

351.838.23.5 : 345 (44) 5. — Quelques décisions judiciaires concernant la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail. *R. G. E.*, 4 juin 1927, t. XXI, p. 921-927, 9 100 mots.

351.838.23.5 : 368.41. — Sur l'obligation pour les sociétés d'assurances contre les accidents du travail de prendre à leur charge l'affranchissement des certificats de vie. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1056, 150 mots.

351.838.23 : 351.19. — Décrets du 1er juin 1927 fixant les taux de la contribution et des taxes sur les primes d'assurances contre les accidents du travail. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1056, 320 mots.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. BLONDIN.

R. C. Lille 26 970
Télégraphe :
WAUPOMPES-LILLE
WAUPOMPES-PARIS 68.

WAUQUIER et Cie

Société anonyme
Capital : 8 500 000 francs

Siège social et Ateliers : 69, Rue de Wazemmes, LILLE (Nord)

Bureaux à PARIS, 26, Av. Trudaine (9e) et à BUYSINGHEN près BRUXELLES, Soc. an. "LES NOUVELLES USINES BOLLINCKX"

Téléphone :
LILLE { Urbain } 10-79, 31-00 ; Inter 1-41
PARIS : Trudaine 25-66

POMPES
- **CENTRIFUGES** | **TURBO-POMPES CENTRIFUGES** pour tous débits et hauteurs
- **HORIZONTALES et VERTICALES** à Pistons
- **DOUBLES** à action directe de la vapeur
- **TURBO-POMPES** Centrifuges à Axe vertical pour Puits et Forages

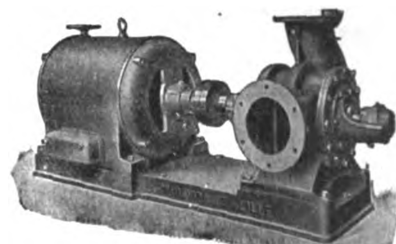
CONDENSATIONS et VIDE par Pompes Centrifuges

« L'Ejecteau-Air-Condenseur » Licence Wauquier et Cie, Société Anonyme, Breveté S.G.D.G.

ÉLECTRO-POMPES IMMERSIBLES Brevet T.-L. Reed Cooper S.G.D.G. Licence Wauquier et Cie (S.A)

Installations complètes de Brasseries, Sucreries, Distilleries

GROSSE CHAUDRONNERIE de CUIVRE et de FER
BACS — RÉSERVOIRS — GAZOMÈTRES — CHAUDIÈRES
APPAREILS de LEVAGE et de MANUTENTION MÉCANIQUE



Pompe centrifuge type B à commande électrique
Rendements horaires très élevés de 16 m³ à 5 m jusque 100 m³ à 6 m

---

CAPITAL : 30 MILLIONS
Siège Social:
MARSEILLE 16, Bd Notre-Dame
R.C. N° 20.604

SOCIÉTÉ DES GRANDS TRAVAUX — DE MARSEILLE —

FONDÉE EN 1891
Succursale:
PARIS : 25, Rue de Courcelles
R.C. SEINE N° 165.720

AMÉNAGEMENTS DE CHUTES D'EAU
INSTALLATIONS HYDRO-ELECTRIQUES.—

TRAVAUX PUBLICS — *Routes — Tunnels — Canaux.—*

CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES — *Ouvrages d'Art — Cités Ouvrières.—*

et toutes applications du Béton Armé.—

TÉLÉPHONIE
LABORATOIRES
FACTEUR DE PUISSANCE

CONDENSATEURS

T. S. F.
ÉMISSION-RÉCEPTION
PROTECTION DES RÉSEAUX

Marque  déposée

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE des CONDENSATEURS

Bureaux et Ateliers :
37, rue Henri-Martin, COLOMBES

Ets L. SEGAL & Cie
R.C. : Seine, 222 931 B

Téléph. : 5.46 Colombes
Télégr. : SEGAL-Colombes

S. M. I. M.
SOCIÉTÉ de MOTEURS à gaz et d'INDUSTRIE MÉCANIQUE

Société anonyme au capital de 12 500 000 fr. — 135, Rue de la Convention, PARIS (XVe)
Télégr. OTTOMOTEUR-PARIS — Téléph. SÉGUR 74-13, 74-14, 74-15, 36-08. — *Registre du Commerce : Seine N° 97750*



Groupes électrogènes
Moteurs à gaz — Gazogènes
Moteurs à essence
Moteurs Diesel et Semi-Diesel

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.1 : 539.2. — Sur la diffusion des électrons dans l'hélium; E.-G. DYMOND. *Phys. Rev.*, mars 1927, t. XXIX, p. 433-441, 3 000 mots, 4 fig., 1 tabl. — Les problèmes relatifs aux chocs des électrons ont été jusqu'à présent étudiés par deux méthodes différentes, qui sont la détermination des potentiels critiques, et l'efficacité des chocs au point de vue de l'excitation et de l'ionisation. L'information émanant de ces deux origines, aussi grands que soient les services qu'elle ait pu rendre, se trouve être très incomplète, en particulier dans le cas de l'effet des impacts inélastiques, et elle est de plus insuffisante par elle-même pour nous donner une idée du mécanisme de l'excitation ou de l'ionisation. Outre les relations énergétiques que donne l'étude des chocs, il nous faut celles qui déterminent les quantités de mouvement. Nous devons en conséquence suivre les trajectoires des corps qui se choquent aussi bien que déterminer les échanges d'énergie entre eux. En raison de la disproportion des masses de l'atome et de l'électron, il est nécessaire de ne suivre que ce dernier. Il n'a été effectué que peu de travaux dans cette direction. Signalons cependant que Davisson et Kunsman ont étudié la diffusion des électrons par de minces films de métal, et que Langmuir a découvert quelques particularités surprenantes de la diffusion par excitation des gaz. En raison des résultats inattendus obtenus par ces auteurs et du grand intérêt théorique qui s'est attaché récemment à ces phénomènes, le présent travail a été entrepris afin de déterminer avec quelque précision la distribution angulaire des trajectoires électroniques autour de la direction initiale après qu'une collision s'est produite, et aussi d'étudier les pertes d'énergie dans un domaine de vitesses qui fut jusqu'à présent d'un accès difficile. L'auteur a trouvé dans l'hélium que, pour des vitesses initiales de 100 v et plus, la principale perte d'énergie est due à l'excitation de l'état 2^1S, correspondant à 20,5 v. On ne trouve pas de perte correspondant à 19,7 v pour ces vitesses. Pour des vitesses encore plus grandes il semble probable que l'échange d'énergie cesse d'être quantifié, et que l'atome est capable d'absorber temporairement plus d'énergie qu'il n'en est requis pour l'excitation. La distribution angulaire des électrons qui ont perdu l'énergie correspondant à 20,5 v par collision manifeste des maxima très marqués, le maximum prédominant étant relatif à la direction antérieure. L'auteur discute, pour terminer, les relations que ces résultats présentent avec la mécanique ondulatoire de Schrödinger. — L. B.

537.22... — Sur la possibilité de modifier à volonté le signe électrique des colloïdes; A. BOUTARIC et Mlle G. PERREAU. *C. R. Ac. des Sc.*, 28 mars 1927, t. CLXXXIV, p. 814-816, 800 mots. — Lorsqu'on traite un colloïde positif par un électrolyte à anion polyvalent sous une concentration comprise entre les limites b et c et correspondant à la région de non-floculation, on obtient un colloïde négatif. De même, en traitant un colloïde négatif par un électrolyte à cathion polyvalent sous une concentration comprise entre b' et c' et correspondant à la région de non-floculation, on obtient un colloïde positif. En faisant intervenir des énergies extrêmement faibles, on peut indéfiniment modifier à volonté le signe d'un colloïde. Une très faible quantité d'un sel est suffisante pour changer le signe électrique des granules, ce qui entraîne des modifications profondes dans les propriétés d'un colloïde. Les auteurs pensent que certains des phénomènes qu'ils ont observés sont peut-être susceptibles de jouer un rôle dans les êtres vivants. — M.-H. B.

537.262. — Sur les propriétés diélectriques des gaz ionisés. *R. G. E.*, 11 juin 1927, t. XXI, p. 942, 600 mots. Résumé d'une communication de Henri GUTTON et Jean CLÉMENT faite à la séance du 1er avril 1927 de la Société française de Physique et publiée dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 1er avril 1927, n° 245, p. 59 S.

537.262. — Note sur l'hystérésis diélectrique des substances phosphorescentes; F. DACOS. *L'Onde électrique*, mai 1927, t. VI, p. 211-214, 1 700 mots, 2 fig. — L'auteur dans cette note indique d'abord rapidement la méthode expérimentale qui lui a permis, au moyen d'un oscillographe à rayons cathodiques Western, de faire tracer directement au pinceau cathodique la courbe hystérétique désirée. Il a utilisé cette méthode pour étudier comment varie la perte par hystérésis diélectrique dans des préparations de sulfure de calcium contenant un pourcentage croissant d'impureté. Les résultats des mesures d'ailleurs uniquement qualitatifs, montrent que ces pertes sont maxima pour la préparation la plus phosphorescente. — J. S.

537.31. — Mesure des tensions transitoires au moyen des figures de Lichtenberg. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1036-1040, 3 500 mots, 6 fig. Analyse d'un article de K.-B. MC EACHRON publié dans *J. A. I. E. E.*, octobre 1926, t. XLV, p. 934-939, 4000 mots, 13 fig., et de la discussion de cet article publiée dans *J. A. I. E. E.*, décembre 1926, t. XLV, p. 1286-1288, 4 500 mots.]

538.22 : 539.1. — Le moment magnétique de l'atome d'hydrogène. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1018, 1000 mots. Analyse d'un article de T.-E. PHIPPS et

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise ; envoi recommandé et emballage, en plus : France, 1,50 fr ; étranger, 3,50 fr)

J.-B. TAYLOR publié dans *Phys. Rev.*, février 1927, t. XXIX, p. 309-320, 5 000 mots, 6 fig.

537.313. — Sur les constantes d'un quadripôle passif; VAULOT. *C. R. Ac. des Sc.*, 21 mars 1927, t. CLXXXIV, p. 742-744, 800 mots. — L'auteur appelle quadripôle passif un assemblage quelconque de circuits électriques ne contenant aucune source d'énergie électrique, et comportant quatre bornes, dont deux sont appelées bornes d'entrée et les deux autres, bornes de sortie. Il a cherché s'il est possible de construire un quadripôle qui admette quatre constantes *A, B, C, D*, ayant des valeurs données. — Si ces constantes sont réelles, elles expriment qu'elles sont de même signe, qu'on peut supposer positif : le quadripôle est alors facilement réalisable. Le quadripôle le plus général ayant quatre constantes *A, B, C, D* complexes se construit en partant d'un quadripôle, où ces constantes sont réelles, en le shuntant à l'entrée et à la sortie au moyen d'impédances purement imaginaires et en plaçant en outre à l'entrée une autre impédance également imaginaire. — M.-H. B.

537.53. — Charge d'espace qui entoure un conducteur à effluves à la fréquence de 60 périodes par seconde. *J. A. I. E. E.*, mars 1927, t. XLVI, p. 282-283, 2 100 mots. Discussion à la réunion de Salt Lake City, le 6 septembre 1926, d'un mémoire de MM. Harris J. RYAN et J.-C. CARROLL publié dans *J. A. I. E. E.*, de novembre 1926, t. XLV, p. 1136 et résumé dans *R. G. E.*, 29 janvier 1927, t. XXI, p. 168. — M. H.-E. Mendenhall rappelle que le professeur Sorenson a émis l'avis que les pertes par effluves pouvaient provenir du fait que les ions positifs n'effectuent pas un aussi long parcours que les ions négatifs et, par conséquent, il demande aux auteurs s'ils pensent que la charge d'espace négative occupe un volume plus étendu que la charge d'espace positive. A cette question il a été répondu que, si l'on s'en réfère aux résultats des expériences, la différence ne doit pas être sensible ; on a trouvé, par exemple, pour les épaisseurs radiales des charges d'espace positives et négatives correspondant à 90° et 270°, respectivement 2,9 et 3 inches. — M. F.-O. Mc Millan a provoqué des explications sur le sujet suivant : Les effluves négatifs se manifestant sous l'aspect de houppes sur le conducteur, comme le révèle l'analyse stroboscopique du phénomène, on pourrait en inférer que la charge d'espace négative qui se forme durant l'alternance négative correspondante du cycle, doit, de son côté, se répartir en houppes ou aigrettes localisées au lieu d'être distribuée uniformément le long du conducteur. Si cette remarque est juste, une sonde potentiométrique constituée par un fil parallèle au conducteur, suivant le dispositif préconisé par MM. Ryan et Carroll, indiquerait pour la tension moyenne de cette charge d'espace négative une valeur plus petite et une situation plus proche du conducteur que ce que l'on observerait avec la charge d'espace réelle en houppes. Les auteurs estiment-ils la diffusion de la charge d'espace négative assez grande pour donner lieu à une répartition uniforme de cette charge le long du conducteur? MM. Ryan et Carroll affirment qu'il en est bien ainsi, au moins pour le conducteur et la tension employés, car cette dernière doit être suffisamment élevée pour donner lieu à des figures dendridiques fixes, sinon les aigrettes peuvent être trop éloignées les unes des autres pour constituer une charge d'espace cylindrique ; dans ce cas, il paraît raisonnable d'étudier à part la charge d'espace due à chaque aigrette et, alors, on trouve pour son épaisseur radiale des nombres comparables à ceux que l'on trouve dans le cas de figures fixes. — B. C.

538.5 : 537.1 : 539.1. — Sur l'existence des effets d'induction provenant des arrêts brusques des électrons, expliquée par la théorie classique ; S.-R. MILNER et J.-S. HAWNT. *Phil. Mag.*, mai 1927, t. III (7e série), p. 1185-1195, 4 500 mots, 3 fig. — L'arrêt brusque d'un électron dans un tube à rayons X produit une onde électromagnétique sphérique. A l'intérieur de cette onde, le champ est celui d'un électron stationnaire, et à l'extérieur, celui d'un électron en mouvement. D'après la théorie classique, il devrait en résulter une force électromotrice le long d'un cylindre entourant l'anode. Les auteurs décrivent d'une façon détaillée les expériences auxquelles ils se sont livrés pour vérifier ce fait. Il ne leur a pas été possible de déceler une telle force électromotrice. De plus, si les ondes existent, comme la théorie le laisse prévoir, leur absorption s'effectue d'une façon qui est encore à déterminer. — C.-R. M.

538.562. — Sur la propagation des ondes électromagnétiques autour de la terre ; Henri GUTTON et Jean CLÉMENT. *C. R. Ac. des Sc.*, 14 mars 1927, t. CLXXXIV, p. 676-678, 850 mots. — L'existence de phénomènes de résonance dans un gaz ionisé permet de tirer des conclusions relatives à la propagation des ondes autour de la terre. A l'ionisation des parties basses de la couche d'Heaviside correspond une fréquence moyenne d'oscillation des ondes. Lorsque les ondes courtes s'y propagent, la fréquence du champ électromagnétique est supérieure à celle des oscillations des ions. Le courant de convection produit par les mouvements de ceux-ci est alors en opposition de phase avec le courant de déplacement et produit une diminution apparente de la constante diélectrique. Pour des ondes plus longues, la période de résonance est atteinte. Des ondes plus longues encore ont une fréquence inférieure à la fréquence de résonance; le courant de convection est alors en phase avec le courant de déplacement et produit une augmentation apparente de la constante diélectrique. — De part et d'autre de la longueur d'onde pour laquelle il y a résonance dans le gaz ionisé, les phénomènes qui interviennent lors de la propagation des signaux radiotélégraphiques sont très différents. — M.-H. B.

SCIENCES DIVERSES

512.99. — La détermination des maxima et minima du module d'une quantité complexe; H.-J. BOYLAND. *The Electrician*, 24 juin 1927, t. XCVIII, p. 703, 1 200 mots, 1 fig. — Après avoir rappelé que les maxima et minima du module d'une fonction complexe de x de la forme $f(x) + j\varphi(x)$, ont lieu pour les valeurs de x satisfaisant à la relation $\frac{\varphi(x)}{f(x)} = -\frac{f'(x)}{\varphi'(x)}$, il donne deux exemples d'application de cette relation. L'un est relatif à la détermination de la fréquence pour laquelle l'admittance d'un circuit composé d'une résistance et d'une inductance en parallèle avec une capacité est minimum; l'autre, à la détermination de la valeur de la capacité pour laquelle la différence de potentiel aux bornes de cette capacité est maximum dans le cas d'un circuit comprenant en série avec cette capacité une résistance et une inductance. — J. S.

535.35. — La lampe d'induction pour la production de radiations visibles et ultraviolettes. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1017-1 018, 1 200 mots. Analyse d'un article de Ted-E. FOULKE, publié dans *J. A. I. E. E.*, février 1927, t. XLVI, p. 139-148, 7 500 mots, 11 fig., 3 tabl.

539.1. — Potentiels d'ionisation et de résonance du gallium et de l'indium; C.-W. JARVIS. *Phys. Rev.*, mars 1927, t. XXIX, p. 442-450, 2 900 mots, 3 fig. — On détermine les potentiels critiques du gallium et de l'indium par la méthode de l'impact inélastique. On s'est servi dans ce but d'un tube simple à trois électrodes et du tube différentiel de Hertz comme tube simple à trois électrodes, ou comme tube à quatre électrodes. L'ionisation était décelée par la méthode de la charge en volume modifiée, par la méthode de Lénard et par le changement de résistance de l'espace ionisé. On a observé les potentiels critiques suivants, inférieurs au potentiel d'ionisation : 1° dans la vapeur de gallium, 3,07 v ($2p_2 - 2s$); 4,22 v ($2p_2 - 3d_2$); 2,70 v ($2p_1 - 2s$); 3,8 v ($2p_1 - 3d$) ; 2° dans la vapeur d'indium, 0,30 v ($2p_2 - 2p_1$); 3,03 v ($2p_2 - 2s$) ; 4,07 v ($2p_2 - 3d_2$) ; 2,8 v ($2p_1 - s$). On a pu observer deux potentiels d'ionisation : dans la vapeur

de gallium, 5,8 et 13,2 v; dans la vapeur d'indium, 6,3 et 14,1 v. Ces potentiels d'ionisation sont estimés exacts à 0,5 v près. — L. B.

539.1. — Rôle de l'induction moléculaire dans l'activation par choc: Jean Perrin et Mlle Choucroun. *C. R. Ac. des Sc.*, 25 avril 1927, t. CLXXXIV, p. 981-985, 1600 mots. — Les auteurs ont poursuivi leurs recherches sur la réaction de la glycérine et un corps fluorescent; l'étude de la concentration en glycérine a montré, pour les teneurs en glycérines de 0,5, 0,1, 0,05, 0,02, des activités (quotient de la vitesse par la concentration) proportionnelles respectivement à 12, 12, 11, 16. Pour des concentrations plus faibles, la vitesse de réaction décroissant sans cesse, une influence propre de la solution tampon devient prédominante. — Par conséquent, la loi d'action de masse est variable pour un corps activé seulement par voie thermique, même dans les limites de concentration où l'induction moléculaire réduit à coup sûr beaucoup la vie moyenne dans l'état excité. — M.-H. B.

MESURES ET ESSAIS

621.311.74.00.14. — Essais d'interrupteurs de grande puissance. *El. Rev.*, 1er juillet 1927, t. CI, p. 38-39, 2300 mots. — Cet article est tiré du mémoire présenté à l'American Institute of electrical Engineers par MM. P. Sporn et H.-P Saint-Clair. Les essais ont porté sur les appareils suivants: 1° Interrupteurs Brown, Boveri et Cie à 150000 v à dix points de coupure par phase, contacts sphériques à cuve cylindrique, indiqués comme pouvant couper 1500000 kv-A; 2° Interrupteur Brown, Boveri et Cie à 35000 v à deux coupures par phase, les trois phases étant dans une même cuve rectangulaire; puissance de coupure indiquée, 250000 kv-A; 3° Interrupteur Reyrolle blindé à remplissage de compound pour 7000 v, 400 A; puissance de coupure indiquée, 75000 kv-A; 4° Interrupteurs de la General electric Co à 132000 v avec chambre d'explosion ronde dans un cas, ovale dans un autre, de puissance indiquée de 1250000 kv-A et 750000 kv-A. Les essais comprenaient un certain nombre de cycles de travail, le cycle correspondant à une ouverture-une fermeture-une ouverture, séparés par des intervalles de temps variables. Nous donnerons simplement ici les conclusions tirées de ces essais: 1° Interrupteurs Brown, Boveri et Cie à 150000 v; ils furent essayés sur un réseau à 132000 v et la puissance totale de rupture mise en jeu ne put être supérieure à 750000 kv-A. Néanmoins, vu la façon dont l'interrupteur s'est comporté pendant le fonctionnement et de l'examen de l'état des contacts après ce fonctionnement, on peut assurer que la limite du pouvoir de rupture de ces appareils n'a pas été atteinte dans ces essais. Ils ont prouvé en outre que lors d'un court-circuit, l'interrupteur peut être remis en circuit plusieurs fois de suite, à intervalles très rapprochés sans aucune crainte. Enfin, lors de ces essais, 26 courts-circuits, dont 13 de la puissance totale du système de distribution, furent réalisés sans qu'il en soit résulté aucun dommage appréciable à ce système; 2° Interrupteur à 35000 v. L'interrupteur branché dans un circuit à 22000 v dans lequel fut créé un court-circuit de 190000 kv-A environ fut complètement mis hors d'usage: le couvercle fut brisé, les rivets fixant la cuve sur le support furent arrachés et l'huile s'enflamma. Il semble établi à la suite de cet essai qu'il ne faut pas compter pouvoir établir avec sécurité et économiquement un interrupteur pour la tension et la puissance de rupture indiquées dont les trois phases soient dans la même cuve; 3° Interrupteur Reyrolle. Les essais de cet interrupteur ont montré que son choix était convenable. Toutefois, ils ont conduit à modifier les séparations entre phases, constituées dans le modèle original de panneaux en bois fixés sur un revêtement de bois. Ces séparations ont été remplacées par des séparations en tôle d'acier recouverte de bois. En outre, ces essais ont conduit à augmenter l'épaisseur de la cuve de 1,6 mm (8 mm au lieu de 6,4 mm), et la profondeur de 50 mm et à utiliser des contacts auxiliaires de rupture de plus fortes dimensions. 4° Interrupteurs de la General electric Co. Les essais sur ces interrupteurs furent satisfaisants; toutefois ils conduisirent pour l'un des deux types à une modification de la méthode d'assemblage des éléments de la chambre d'explosion, y compris l'écran isolant. — J. S.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

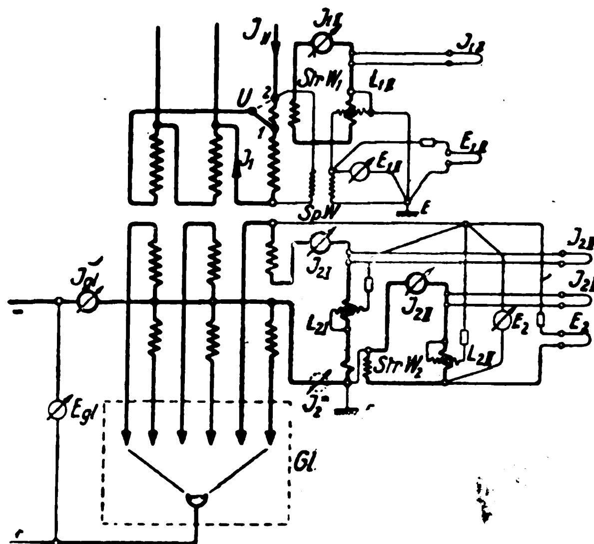
627.8... — Les tuyaux multiondes frettés; G. Ferrand. *La Houille blanche*, janvier-février 1927, t. XXVI, p. 12-16, 3200 mots, 5 fig. — On désigne sous le nom de tuyaux multiondes frettés des tuyaux composés d'un tube, en tôle d'acier extra-doux soudée au gaz à l'eau ou d'acier sans soudure, sur lequel des frettes, en acier spécial très résistant, laminées d'une seule pièce, sont placées à intervalles réguliers, la paroi étant légèrement ondulée entre deux frettes consécutives. L'auteur montre d'abord que l'influence de ces ondulations, dont la profondeur ne dépasse pas pratiquement les 75/10000 du diamètre, sur le rendement hydraulique d'une conduite constituée avec ces tubes est pratiquement négligeable. La perturbation apportée dans la circulation normale des filets n'est pas plus grande que celle résultant du recouvrement des viroles dans les conduites rivées. Il donne ensuite les formules vérifiées par la pratique et les résultats d'expérience, qui permettent de déterminer l'écartement des frettes. Au point de vue de la construction on utilise le principe de l'autofrettage. Les tubes lisses sur lesquels les frettes sont placées à froid, à frottement léger, aux écartements voulus, sont soumis, entre les plateaux d'une presse hydraulique, à une pression qui monte jusqu'à deux fois et demie la pression normale. Sous l'effet de cette pression la paroi du tube s'allonge, plaque contre les frettes, puis prend entre celles-ci la forme d'un arc. L'auteur montre qu'un tuyau qui a résisté à ces épreuves ne court aucun risque tant que la pression intérieure n'atteindra pas la pression de frettage. L'assemblage de ces tuyaux se fait de préférence par brides boulonnées et l'auteur en donne deux exemples. L'emploi de ces tuyaux pour l'établissement des conduites forcées présente deux avantages: 1° suppression des joints de dilatation toujours délicats à réaliser; 2° possibilité d'une fabrication en série. On peut adopter sur de grandes longueurs d'une conduite forcée des tuyaux de même épaisseur et des frettes de même type. Il suffit de faire varier l'écartement de ces frettes pour répondre aux diverses conditions de pression le long de la conduite. — J. S.

621.31.00.3. — Les progrès récents en matière de production de l'énergie électrique et leur répercussion économique; Th. Roles. *El. Rev.*, 10 juin 1927, t. C, p. 944-948, 3600 mots, 7 fig. — Cet article donne un résumé de la conférence faite par l'auteur à la réunion annuelle de l'Incorporated municipal electrical Association, et de la discussion qui l'a suivie. M. Th. Roles estime que les progrès de ces dernières années en matière de production de l'énergie électrique portent sur les points suivants: pression et température de la vapeur de plus en plus élevée, turbines à grande vitesse, extraction de vapeur des turbines pour réchauffage de l'eau d'alimentation, réchauffage de la vapeur, chaudières de puissance unitaire de plus en plus grande, chaudières à réchauffeurs, foyers à parois refroidies par l'eau, réchauffeurs d'air, chauffage au charbon pulvérisé et contrôle automatique de la chauffe. Après avoir cité quelques installations européennes ou américaines à haute pression et à température élevée, l'auteur étudie théoriquement le gain résultant de l'emploi des hautes pressions. Il montre ainsi, au moyen des diagrammes entropiques, que de la vapeur à 105 kg : cm², surchauffée à 425°C, a 3,57 pour 100 en moins de chaleur totale que celle à la pression de 15 kg : cm², mais que la quantité de chaleur disponible pour un travail effectif est de 21 pour 100 supérieure dans le premier cas. Des courbes sont reproduites, qui donnent la consommation de vapeur en fonction de sa pression pour diverses températures. En pra-

tique les turbines et les chaudières à haute pression n'ont pas un rendement aussi élevé que celui des machines à basse pression (l'auteur en expose les raisons dans sa conférence) en sorte que le gain théorique de 26 pour 100 déduit de la considération des diagrammes entropiques se trouve ramené à 16,4 pour 100 environ. Ce gain se traduit d'ailleurs, pour certaines conditions, par une économie de 73 g de charbon par kilowatt-heure produit. Comme, d'autre part, le coût des installations à haute pression croît très vite avec la pression, il y a lieu pour ce choix de considérer le coefficient de charge de l'usine. Aussi n'installe-t-on parfois des machines à haute pression que pour une puissance correspondant à la demande normale et constante en énergie. Les machines nécessaires pour parfaire la demande totale, et dont l'utilisation est plus irrégulière, sont des machines à basse pression coûtant moins cher. Pour ce qui est des machines à grande vitesse (3 000 t : mn) l'auteur fait remarquer que la tendance à augmenter la vitesse de rotation des turbines est favorable à l'emploi des hautes pressions (diminution des pertes par frottement de la vapeur sur les roues). Parmi les autres points mentionnés, il insiste plus particulièrement sur la chauffe au charbon pulvérisé qu'il considère comme un des progrès les plus intéressants et dont il indique les divers avantages (propreté, souplesse, facilité de conduite, utilisation de charbon de qualité inférieure, etc.). Il décrit enfin pour terminer le système Smoot pour le contrôle automatique de la chauffe. — Dans la discussion, M. I.-V. Robinson dit qu'on a exagéré en général le point de vue du rendement thermique; car, si c'était le seul point à considérer, l'avantage serait sans nul doute en faveur des usines avec moteurs à combustion interne. Quelques renseignements furent donnés au cours de cette discussion sur une installation d'essai à Rugby fournissant de la vapeur à 250 kg : cm², détendue à 105 kg : cm² pour l'utilisation et sur une chaudière établie pour 250 kg : cm² en essais à Berlin. La question du réchauffage de la vapeur a fait également l'objet d'échanges de vues et il semble que les différents interlocuteurs soient d'accord pour estimer que cette question n'est pas encore au point. — J. S.

621.311.23.00.42. — Marche en parallèle de deux générateurs entraînés par des moteurs à huile lourde; B.-O. Buckland. *G. E. R.*, juin 1927, t. xxx, p. 303-306, 3 200 mots, 4 fig. — Dans cet article, l'auteur expose et discute les résultats d'essais effectués sur deux alternateurs de 125 kV-A marchant en parallèle et entraînés par moteurs semi-Diesel en vue de l'étude pratique de la valeur de la méthode de Stevenson (décrite dans *G. E. R.* de novembre 1922, t. xxv, p. 690); il s'agit d'une méthode de calcul des volants dans laquelle on tient compte des variations du couple électrique. Ces essais ont montré la concordance des courbes du courant pulsatoire calculées avec celles relevées à l'oscillographe dans le cas où les pulsations du courant dues à la charge elle-même sont négligeables. — J. S.

621.317.5 : 621.314.7. — Les transformateurs de courant dans les circuits anodiques des redresseurs à vapeur de mercure; H. Jungmich. *E. u. M.*, 22 mai 1927, t. xlv, p. 423-425, 1 700 mots, 8 fig., 2 tabl. — On peut mesurer la puissance absorbée par un redresseur à mercure en montant les bobines en série des wattmètres dans les circuits anodiques. Ces courants étant ondulés, cette méthode tient compte de leur composante continue. Il n'en est plus de même si les bobines en série sont couplées inductivement avec les circuits anodiques. Pour déterminer l'influence de la composante continue dans ce dernier cas, M. Möllinger a exécuté des recherches que nous résumons ci-dessous. Le redresseur étudié (fig. 1) donnait 1 000 A sous 440 V en courant continu, énergie qui était absorbée par des résistances non inductives. Les courants dans chaque phase secondaire (J_2) ont été mesurés directement (J_2) et par un transformateur de mesure (J_{2u}). Ils ont été en même temps enregistrés à l'oscillographe. Les courbes ne diffèrent entre elles que par un décalage de la ligne de courant nul. Les instruments de mesure avaient été choisis de façon à ne pas altérer les résultats, ce qu'on vérifia en les mettant en court-circuit. On a trouvé que l'intensité efficace du courant dans chaque phase apparaît plus grande quand elle est mesurée



621.317.5 : 621.314.7. Fig. 1. — Schéma de montage pour la comparaison des mesures par transformateur et des mesures directes.

directement que dans la mesure indirecte. Ces deux valeurs sont liées par la relation

$$I_{2u}^2 = I_{21}^2 - I_{2m}^2$$

où I_{2m} est l'intensité *moyenne* ou composante continue du courant. Si on appelle « facteur de forme » l'expression $f = \frac{I_{21}}{I_{2m}}$, cette relation équivaut à

$$n^2 = 1 - \frac{1}{f^2}$$

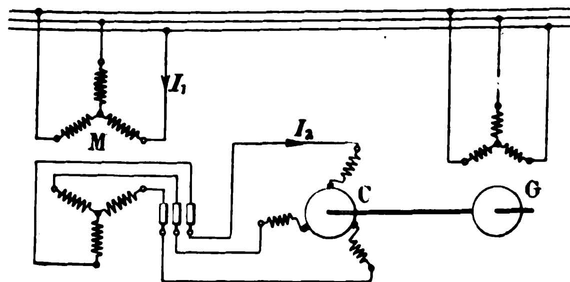
où n est le rapport $\frac{I_{2u}}{I_{21}}$ des mesures. La composante continue du courant a pour effet, d'autre part, d'agir sur l'état magnétique du noyau transformateur du wattmètre. Il en résulte une déformation de la courbe du courant. En résumé, on doit considérer que l'emploi de transformateurs de mesures ne donne pas des résultats précis dans les redresseurs à vapeur de mercure. Ces transformateurs ne peuvent être employés que si l'on peut accepter des erreurs de 1 à 2 pour 100. — C.-R. M.

621.315.1.00.4. — Le réglage de la tension sur une ligne de transmission à 66 000 volts. *El. Rev.*, 1er juillet 1927, t. ci, p. 5-7, 1 000 mots, 7 fig. — La ligne de transmission en question est celle reliant les usines génératrices de Dunton et de North Tees, éloignées d'environ 30 miles, appartenant à la Newcastle-upon-Tyne electric Supply Co. La ligne est double suivant deux tracés différents et peut transmettre au total 48 000 kV-A (24 000 kV-A suivant chaque ligne simple). L'échange de puissance entre les deux usines et le réglage de la tension est réglé à chaque extrémité par la combinaison d'un transformateur survolteur et d'un autotransformateur de réglage de la tension à prises variables. Ce système permet une marge de réglage de la tension de 24 pour 100 qui peut s'établir de — 4 et + 20 à — 12 à + 12 en changeant les liaisons entre l'autotransformateur et le transformateur survolteur. Celui-ci est cons-

titué de deux groupes de trois transformateurs monophasés; les autotransformateurs sont également monophasés et sont dans la même cuve que les précédents. Les interrupteurs des prises variables, au nombre de 7, sont tripolaires, dans l'huile, de 300 A, 11 000 V prévus pour la commande à distance. Un huitième interrupteur sert à la mise en circuit d'une réactance pour le passage d'une prise à l'autre sans mise en court-circuit de la portion de l'enroulement comprise entre ces deux prises. La suite des opérations dans le fonctionnement de ces interrupteurs est entièrement automatique et est commandée par un régulateur principal manœuvré à la main. Une signalisation est prévue pour le cas de mauvais fonctionnement. Lorsqu'on a affaire à des puissances moins élevées on peut utiliser, au lieu des interrupteurs dans l'huile, de simples contacteurs, de préférence à cames. Au lieu d'un fonctionnement semi-automatique comme celui indiqué, on peut avoir un fonctionnement entièrement automatique sous la dépendance d'un relais.
J. S.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

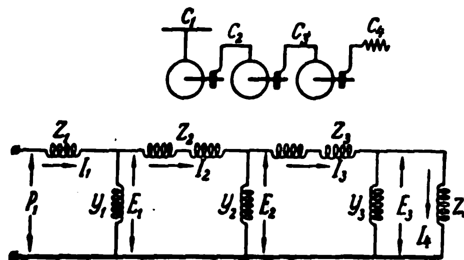
621.313.25. — Le compoundage et la compensation de phase sans pertes des gros moteurs d'induction; L. Dreyfus. *E. u. M.*, 20 et 27 mars 1927, t. XLV, p. 221-226 et 249-253. 8200 mots, 6 fig. — Il est intéressant de pouvoir améliorer les installations existantes de gros moteurs d'induction à allure lente sans être obligé de les remplacer complètement. La solution présentée dans cet article consiste dans l'application du montage donné sur la figure 1. Le moteur asyn-



621.313.25. Fig. 1. — Schéma du montage en cascade d'un moteur d'induction avec un moteur à collecteur, pour la récupération de l'énergie.

chrone M alimente par son courant rotorique un moteur série à collecteur C. Celui-ci est monté sur le même arbre que l'induit G d'un générateur synchrone ou asynchrone. On voit que ce système récupère au réseau l'énergie mise en jeu dans le rotor de M par l'intermédiaire du convertisseur CG. Pour permettre à la compensation d'être effective même dans la marche à vide, les enroulements en série du moteur à collecteur sont doublés d'enroulements en dérivation. L'auteur fait la théorie de cette solution en supposant les appareils diphasés pour simplifier les formules, qui restent néanmoins très compliquées; il termine par une application numérique. — C.-R. M.

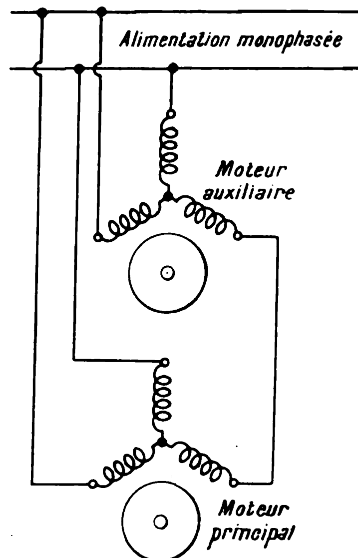
621.313.25.00.41. — Etudes graphiques et analytiques des montages de moteurs asynchrones en cascade; V. Kassjanoff. *E.u.M.*, 22 et 29 mai 1927, t. XLV, p. 417-422 et 441-444, 7700 mots, 10 fig., 3 tabl. — L'auteur s'est consacré dans une étude précédente, à la question du montage en cascade des moteurs asynchrones. Il présente ici une méthode d'étude basée sur l'emploi des schémas équivalents d'Arnold. La figure 1 représente un tel schéma pour trois moteurs : P_1 est la tension d'alimentation; Z_1, l'impédance d'une phase du premier stator; Z_2, celle d'une phase commune au premier rotor et au deuxième stator; Y_1, Y_2, sont les pertes des moteurs successifs et E_1, E_2, E_3, les tensions induites dans les rotors. En tenant compte de formules précédemment établies, on peut tracer les courbes donnant le courant, la puissance et le facteur de puissance en fonction de la vitesse pour chaque montage. L'auteur traite le problème par deux méthodes et compare les résultats obtenus avec les résultats d'essais. Le montage des machines asynchrones en cascade peut s'appliquer à la traction électrique.



621.313.25.00.41. Fig. 1. — Schéma du circuit équivalant au groupement en cascade de trois machines asynchrones.

Un certain nombre de ces moteurs étant ainsi montés, on peut réunir leurs circuits suivant de nombreuses combinaisons, correspondant chacune à une vitesse optimum. Il y en a environ 200 pour : moteurs, parmi lesquelles il suffit d'en choisir 15 convenablement, pour avoir une gamme continue de vitesses avec un bon rendement. Dans ce cas particulier, pour un groupe tournant à 400 t : mn au maximum, on a toujours un rendement supérieur à 70 pour 100 et un facteur de puissance supérieur à 0,70, tant que la vitesse est supérieure à 70 t : mn. Le couple moteur a des variations très irrégulières en fonction de la vitesse. On peut faire disparaître ce défaut en choisissant convenablement les rapports de transmission des engrenages, ou les combinaisons de connexions. — C.-R. M.

621.313.25. — Une nouvelle méthode pour le démarrage des moteurs d'induction monophasés; G. Windred. *El. Rev.*, 3 juin 1927, t. C, p. 874-876, 2300 mots, 1 fig. — L'auteur rappelle d'abord, dans leur principe seulement, les différentes méthodes classiques employées jusqu'ici pour le



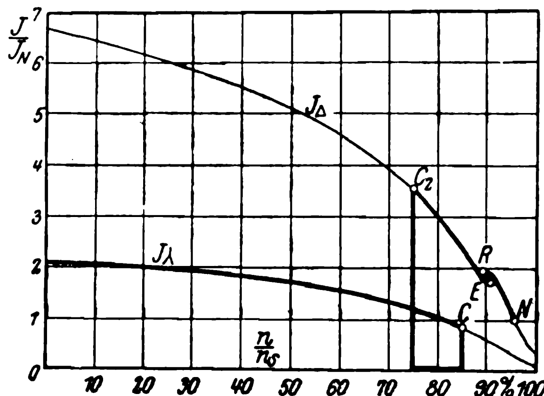
621.313.25. Fig. 1. — Schéma des connexions du moteur d'induction monophasé avec moteur auxiliaire pour le démarrage.

démarrage des moteurs d'induction monophasés. La nouvelle méthode, dite méthode Ferraris-Arno, qu'il décrit ensuite, a été employée aux Etats-Unis pour des moteurs d'appareils de levage ou pour des moteurs de traction (Norfolk and Virginian Railways). Dans cette méthode le démarrage se fait au

moyen d'un petit moteur auxiliaire triphasé et on emploie généralement comme moteur principal un moteur triphasé de type normal. Deux des phases du stator de ce moteur sont alimentées directement en courant monophasé, tandis que l'extrémité de la troisième phase est reliée à l'une des trois phases du moteur auxiliaire dont les deux autres phases sont branchées sur l'alimentation monophasée (fig. 1). On assure le démarrage du petit moteur auxiliaire par l'une des méthodes classiques. Lorsque ce moteur tourne, les deux phases du stator branchées sur le monophasé donnent un flux qui se combinant avec le flux en quadrature du rotor produit un flux tournant analogue à celui d'une machine polyphasée ordinaire. Ce flux engendre dans la troisième phase du stator une force électromotrice qui est en quadrature avec celle du circuit monophasé d'alimentation. Cette force électromotrice produit dans le troisième enroulement du stator du moteur principal un flux suffisant pour produire le démarrage de ce moteur. L'appareillage pour le démarrage se compose d'un simple interrupteur tripolaire ou encore d'un coupleur étoile-triangle. — J. S.

621.313.25. — Sur l'inversion accidentelle du sens de rotation des moteurs d'induction à courants triphasés branchés sur un réseau de distribution d'énergie; A. Mauduit. *R. G. E.*, 9 juillet 1927, t. XXII, p. 57-65, 6 500 mots, 10 fig. — Dans cet article, l'auteur explique au moyen de diagrammes simples, le fait assez fréquemment constaté (et quelquefois contesté par le personnel technique des réseaux de distribution) du démarrage en sens inverse de moteurs triphasés, à la suite de perturbations sur le réseau à haute tension. Il montre que ce phénomène est dû à l'alimentation accidentelle sur deux phases seulement du primaire du transformateur, par suite de la rupture d'un fusible à haute tension, et à la répartition dyssymétrique de l'éclairage sur les trois phases du secondaire. Le couple obtenu au démarrage est beaucoup plus grand quand le transformateur est connecté en étoile des deux côtés, mais il existe aussi dans le cas d'un primaire en triangle. Son sens dépend de la dyssymétrie existant entre deux phases, et s'inverse avec elle.

621.313.25.00.14. — Démarrage des moteurs à cage d'écureuil, munis d'embrayages automatiques à force centrifuge; M. Kloss. *E. T. Z.*, 26 mai et 2 juin 1927, t. XLVIII, p. 721-725 et 754-757, 7 000 mots, 16 fig. — L'école technique supérieure de Berlin a entrepris, sur la demande de l'Association des Electriciens allemands, des essais ayant pour but de déterminer, par des relevés oscillographiques, si les prescriptions actuelles de cette association sont applicables aux moteurs d'induction triphasés de faible puissance à induit en court-circuit, pourvus de poulies à coupleur à force centrifuge. Le coupleur est constitué par des masses dont les surfaces frottantes viennent s'appliquer sous l'influence de la force centrifuge, et à partir d'une certaine vitesse, sur la surface interne de la partie extérieure de la poulie folle sur l'arbre moteur et solidaire de l'arbre à entraîner. Les essais ont porté sur trois systèmes centrifuges différents. Dans un groupe, les masses sont poussées vers l'axe de l'arbre moteur par des ressorts; l'embrayage se produit quand la force centrifuge est supérieure à la tension de ces ressorts. Dans un deuxième, les masses d'embrayage, d'abord bloquées sur l'arbre moteur, sont libérées automatiquement lors du passage du couplage étoile au couplage triangle. Dans un dernier groupe, le mouvement des masses s'effectue d'une façon lente grâce aux résistances passives d'un amortisseur à huile approprié. Tous les moteurs étaient munis de commutateurs permettant de passer, en cours de démarrage, du couplage en étoile au couplage en triangle. Connaissant les caractéristiques représentant, en fonction de la vitesse, le couple moteur pour chaque montage et les couples de frottement correspondant à un glissement nul et à un glissement non nul du coupleur, il est possible de prévoir le processus du démarrage. Il est représenté schématiquement sur la figure 1 pour le cas d'un moteur avec poulie à coupleur à ressorts antagonistes. Jusqu'au point C, le moteur fonctionne à vide et le point caractéristique suit la courbe J_λ. En ce point, dont le choix peut varier, on passe du couplage en étoile au couplage en triangle. Pendant le court instant de cette manœuvre, le courant est nul, et le moteur ralentit de C en C_2, puis l'accélération reprend, le point caractéristique se déplaçant sur la



621.313.25.00.14. Fig. 1. — Diagramme des courants au démarrage d'un moteur triphasé à induit en court-circuit, avec poulie à coupleur à ressorts antagonistes.

courbe J_Δ relative au couplage en triangle. Dans les premiers instants qui suivent l'enclenchement, il y a glissement à l'embrayage et il se produit une oscillation de vitesse au moment où ce glissement s'annule. Il est à remarquer que, le moteur démarrant à vide, le courant initial est indépendant de la charge et du système d'embrayage. Le courant à l'instant de la permutation dépend au contraire de ces deux facteurs, ainsi que du choix de cet instant. C'est à ce point de vue que des essais comparatifs étaient intéressants. Les résultats de la comparaison portent sur l'écart $I_m - 2{,}4\, I_n$ où I_m est le courant maximum mesuré à l'oscillographe, I_n le courant normal, et $2{,}4\, I_n$ le courant maximum admis; sur la durée pendant laquelle le courant est supérieur à $2{,}4\, I_n$, sur la vitesse qu'on peut atteindre avec le montage en étoile, sur l'oscillation de vitesse qui se produit à l'enclenchement, sur la rapidité du démarrage, sur le glissement à l'embrayage quand le couple résistant dépasse le couple normal de 60 pour 100. D'autre part, ils ne sont valables que si la fréquence utilisée et le couple résistant sont identiques dans les trois cas. Parmi les embrayages utilisés, c'est le type à ressorts qui a donné les démarrages les plus rapides (5 secondes pour 4 kw à 1 435 t : mn). Il ne donne, de plus, aucun glissement à 60 pour 100 de surcharge. Le type à masses bloquées donne le courant maximum le plus faible et le type à amortisseur à huile donne le plus fort. Ce dernier type donne également la surintensité de courant de plus longue durée et entraîne un glissement en surcharge. La variation de vitesse à la permutation est à peu près insignifiante avec le type à masses bloquées. Elle est au contraire considérable avec amortisseur à huile. Les expérimentateurs ont également étudié la gêne qui survient dans un éclairage lors des surintensités de courant au démarrage. Les fluctuations de l'éclairement ne sont pas perçues par l'œil quand les variations de la tension sont inférieures à 10 pour 100, leur durée étant de l'ordre de la période (dans un courant à 50 p : s). Cette insensibilité est améliorée avec des lampes à gros filament et très poussées. — C.-R. M.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.331 (43.1) — Installation de commutatrices de Borgsdorf pour les chemins de fer de la banlieue de Berlin. *R. G. E.*, 2 juillet 1927, t. XXII, p. 41-42, 1 200 mots,

Analyse d'un article publié dans *E. T. Z.*, 28 octobre 1926, t. XLVII, p. 1254-1257, 2600 mots, 11 fig.

621.335 : 621.434 (485). — **Voitures automotrices Diesel électriques du chemin de fer de Suède.** *R. G. E.*, 9 juillet 1927, t. XXII, p. 82, 200 mots. Analyse d'un article publié dans *E. T. Z.*, 24 février 1927, t. XLVIII, p. 247-249, 2300 mots, 7 fig.

621.335 : 621.435 (73). — **Les nouvelles automotrices pétroléoélectriques de la Detroit Toledo and Ironton Railroad.** *R. G. E.*, 9 juillet 1927, t. XXII, p. 81-82, 750 mots, 2 fig.

621.334.033.4 : 622.33 (42). — **L'étude des locomotives électriques à accumulateurs pour les mines de charbon.** *J. I. E. E.*, mai 1927, t. LXV, p. 536-542, 7000 mots. — Discussion à la réunion de la section du Nord-Ouest à Manchester le 30 novembre 1926 d'un mémoire de M. L. Miller publié dans le numéro d'octobre 1926, t. LXIV, p. 1004 du *J. I. E. E.* et résumé dans *R. G. E.*, 26 février 1927, t. XXI, p. 353 Cette discussion a porté principalement sur la question des caractéristiques de la batterie d'accumulateurs à employer pour une locomotive de mine. L'auteur estimait entre autres dans son mémoire qu'il y a avantage à utiliser des bacs du plus grand modèle possible suivant la place disponible sur la machine. Cette proposition a été contestée par M. Mc Kinnon et ses objections ont été réfutées par l'auteur dans sa réponse. Au sujet aussi de la batterie d'accumulateurs, M. Rose estime que la question des coffres dans lesquels elle est placée n'a pas reçu toute l'attention désirable de la part des constructeurs au point de vue garniture intérieure et fixation des couvercles. L'auteur avait d'autre part dans son mémoire fait ressortir l'importance, pour pouvoir obtenir une construction à des prix raisonnables, d'une normalisation des différentes parties d'une locomotive et avait regretté à ce sujet la grande diversité de largeur de voie existant dans les mines en Angleterre. Aussi est-il d'accord avec M. Browne qui pense qu'il y aurait lieu dans ce sens de commencer à établir un modèle normalisé pour la voie de 2 pieds qui est la plus répandue. Cet interlocuteur qui est un partisan de l'emploi de locomotives électriques à accumulateurs dans les mines en donne de nombreux exemples pris soit en Angleterre soit aux Etats-Unis. Ces renseignements viennent à l'appui de la réponse de l'auteur à M. Mallinson, un exploitant qui prétend montrer qu'il n'y a pas d'avantages à employer ce mode de traction au lieu de la traction par mulets. Dans sa réponse à ces différents interlocuteurs, l'auteur donne, à la suite d'une question de M. Browne, quelques renseignements complémentaires sur l'emploi et la capacité de transport de systèmes de transporteurs continus. — J. S.

629.113.65. — **La traction sur route par accumulateurs** ; L. Krieger. *R. G. E.*, 9 juillet 1927, t. XXII, p. 69-74, 4000 mots, 4 tabl. — A l'occasion de la Foire de Lyon, le groupe du Sud-Est de la Société française des Electriciens avait organisé pour ses adhérents une série de conférences, parmi lesquelles nous avons retenu celle faite le 17 mars 1927 par M. Louis Krieger sur les « Usages de l'électricité en dehors des heures de pointe ». Le sujet, d'un intérêt primordial pour les sociétés de distribution d'énergie électrique, a été traité par le conférencier surtout au point de vue de l'utilisation de cette énergie pour la traction sur route par accumulateurs. Après avoir mentionné les diverses applications de l'énergie électrique accumulée pendant les heures de faible utilisation, et avoir rappelé l'influence favorable de ces applications sur les graphiques de charge des usines génératrices, ainsi que sur le prix du courant, M. Krieger aborde l'étude de l'utilisation par la charge d'accumulateurs qui restituent l'énergie sous sa forme première. Il développe les conditions d'emploi du véhicule à accumulateurs pour arriver à la comparaison de ce véhicule au camion à essence pour les transports industriels. Il conclut en faveur du camion à accumulateurs. L'article qui nous occupe reproduit en entier la partie de cette conférence concernant la traction sur route par accumulateurs.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.396.615 : 666.12. — **Les lampes en silice pour la télégraphie sans fil** ; H. Morris-Airey, G. Shearing et H.-G. Hughes. *The Electrician*, 10 juin 1927, t. XCVIII, p. 646, 1700 mots. — Cet article est un résumé du mémoire des auteurs lu le 4 mai à l'Institution of electrical Engineers. L'Amirauté anglaise emploie pour ses postes d'émission de télégraphie sans fil des lampes en silice. Les propriétés présentées par la silice pour la fabrication d'ampoules de lampes à grande puissance sont les suivantes : *a*) point de ramollissement très élevé (1500 à 1700°C) ; *b*) faible coefficient de dilatation ; *c*) facilité de fabrication de formes relativement compliquées ; *d*) ouverture facile de l'ampoule pour les réparations ; *e*) très bon isolant ; *f*) diathermanie élevée ; *g*) faibles pertes diélectriques dans les champs de haute fréquence. Les joints aux entrées des électrodes sont constitués par un bouchon de plomb dans un tube de silice de forte épaisseur. Le plomb est coulé dans le vide dans ce tube, ce qui assure une adhérence parfaite entre le métal et la silice, et constitue un joint étanche. Les électrodes sont constituées exclusivement de tungstène et de molybdène. Le filament est une boucle de tungstène ; la grille est généralement constituée par un support en molybdène avec une spirale ou un treillis en molybdène ou en tungstène. L'anode, lorsqu'elle est du type à radiation, est cylindrique et formée d'une bande de molybdène. Les électrodes sont supportées par des tiges en silice soudées sur l'ampoule ou fixées sur des prolongements tubulaires de celle-ci. Le refroidissement de ces ampoules se fait généralement par radiation simple jusqu'à une puissance de 15 kw. Au-dessus de cette puissance on utilise un refroidissement artificiel externe ou interne. Le premier peut se faire par immersion entière de la lampe dans une cuve d'huile ou en faisant circuler de l'eau autour de l'ampoule dans un cylindre à double paroi. Dans le refroidissement intense on utilise une anode formée d'un tube en spirale dans lequel circule de l'eau ou de l'huile. La tension d'anode de ces lampes varie de 8000 à 14000 v suivant leur puissance. Les neuf dixièmes des lampes hors d'usage sont des lampes dont les filaments ont été brûlés. Dans le dixième restant, on n'en trouve que très peu hors d'usage par suite d'une diminution du vide. Lorsque le fait se produit, il est dû presque toujours à une extraction insuffisante des gaz occlus, en cours de fabrication. — J. S.

621.395.34. — **Le système téléphonique automatique Siemens et Halske** ; H. Langer. *Journal télégraphique*, mars et avril 1927, t. LI, p. 41-44 et 61-64, 4900 mots, 5 fig. — Dans ces articles l'auteur expose en grandes lignes comment le système de téléphonie automatique Siemens et Halske est arrivé à répondre à un certain nombre de conditions fondamentales à savoir notamment : 1° Intensité du courant d'alimentation aussi indépendante que possible de la résistance de la ligne, ce qui a conduit en particulier au choix d'une tension d'alimentation de 60 v ; 2° possibilité de raccorder des postes supplémentaires sans batterie spéciale ; 3° possibilité d'effectuer une recherche continue sur les différentes lignes d'abonnés à lignes groupées. Ces abonnés se rattachent d'ailleurs à quatre catégories : *a*) abonnés ayant de 1 à 6 lignes ; ils sont desservis par des groupes normaux de centaines, les connecteurs correspondants étant munis d'une came spéciale pour effectuer la recherche continue ; les numéros doivent se suivre ; *b*) abonnés ayant jusqu'à 20 lignes ; ils sont branchés sur des connecteurs spéciaux. Les numéros peuvent être quelconques, un groupe spécial étant formé avec ces lignes. Ces abonnés peuvent donc être appelés soit comme ligne simple, soit comme ligne d'abonné à plusieurs lignes dans ce nouveau groupement ; *c*) les abonnés à nombre illimité de lignes. Un étage de connecteur spécial est réservé à chaque abonné, un chercheur mixte étant interposé entre les broches du banc de connec-

teur et les lignes de cet abonné; *d*) abonnés à plusieurs lignes à trafic entièrement automatique. Dans ce cas le demandeur peut obtenir automatiquement un quelconque des postes supplémentaires de cet abonné (dont les numéros figurent à l'annuaire) en composant avec son disque le numéro de ce poste après avoir obtenu d'abord une ligne libre desservant cet abonné; 4° possibilité d'obtenir le meilleur rendement des lignes auxiliaires au moyen du multiplage par échelonnement, ou du multiplage par mélange et échelonnement; 5° possibilité de vérifier du central même par l'intermédiaire des connecteurs normaux toutes les lignes d'abonnés; 6° signalisation très poussée de tous les fonctionnements anormaux; 7° possibilité de bloquer le demandeur et de saisir un abonné de mauvaise foi. — J. S.

621.396.615.3.00.413. — Etude expérimentale du fonctionnement d'un triode émetteur; R. Jouaust. *L'Onde électrique*, mai 1927, t. VI, p. 200-210, 3 800 mots, 5 fig. — Dans cet article l'auteur expose le résultat des expériences effectuées au Laboratoire de l'Etablissement central du Matériel de la Radiotélégraphie militaire dans le but de rechercher si la détermination des caractéristiques à chauffage réduit du filament d'un triode de grande puissance ne permettraient pas de prédéterminer les caractéristiques d'un poste à lampes. Il montre que les phénomènes d'émission secondaire de la grille, émission variable avec la température du filament, ne permettent pas d'utiliser ces caractéristiques pour le but proposé. Toutefois on peut par extrapolation tirer des résultats obtenus des renseignements suffisants pour un calcul approché des constantes du poste. — J. S.

621.395.624 : 621.396.5. — Les haut-parleurs sans pavillon pour radiotéléphonie; G. Malgorn. *Le Génie civil*, 14 mai 1927, t. XC, p. 479-482, 2 300 mots, 8 fig. — Dans cet article l'auteur décrit succinctement quelques modèles de haut-parleurs étudiés en vue d'éviter, autant que possible, la distorsion. Il indique d'abord rapidement les conditions auxquelles doit satisfaire un haut-parleur et dont la principale est la production des vibrations avec une amplitude proportionnelle à celle des vibrations primitives. On a constaté que les principales causes de distorsion proviennent du pavillon et de la résonance du diaphragme. On a donc d'une part supprimé le pavillon et, d'autre part, cherché soit à supprimer le diaphragme, soit à employer des diaphragmes dont les fréquences propres sont en dehors de celles de la zone de travail. L'auteur indique différents montages de faible sensibilité qui furent essayés en premier lieu (dispositif à thermophone, haut-parleur électrostatique, arc chantant, etc.); puis il décrit plus longuement les dispositifs à diaphragme à inertie tels que ceux de MM. Kellog, Rice et le haut-parleur Gaumont. Il termine par quelques mots sur le haut-parleur Philips. — J. S.

621.396.7. — Sur la détection par lampe; P. David. *C. R. Ac. des Sc.*, 25 avril 1927, t. CLXXXIV, p. 1 000-1 002, 800 mots. — Le rendement de la détection, pour tous les systèmes, commence par s'améliorer lorsque l'amplitude initiale U de l'onde porteuse ou de l'oscillation locale augmente. Puis ce rendement devient indépendant de U_1 : la courbe de détection présente une partie rectiligne, dans laquelle le courant détecté est rigoureusement proportionnel à l'amplitude des petites variations ΔU. Cette partie doit être utilisée systématiquement, pour avoir le maximum de sensibilité et le minimum de distorsion. L'auteur a montré que la détection dans le superhétérodyne normal n'est pas, comme on le croit, et malgré la présence du condensateur shunté, une détection par la grille, mais en réalité une détection par la courbure de la caractéristique de la plaque. — M.-H. B.

621.396.71.00.12. — Le choix de la puissance d'une station radiotélégraphique. *R. G. E.*, 11 juin 1927, t. XXI, p. 956-960, 3 200 mots, 2 fig., 1 tabl. Résumé d'un article de N.-N. Tsiklinski et V.-J. Volynkia publié dans *Telegrafia i Telefonia bez provodor*, décembre 1925, n° 33, p. 550-557 et dans *Proceedings of the Institute of Radio-engineers*, juin 1926, t. XIV, p. 381-389.

MATIÈRES PREMIÈRES

620.123.3 : 669.14. — Variations des propriétés mécaniques des aciers et alliages avec la température; A. Michel et M. Matte. *Revue de Métallurgie*, avril 1927, t. XXIV, p. 200-209, 6 000 mots, 2 fig. — Les auteurs rappellent d'abord les phénomènes qui se produisent lorsqu'on soumet une éprouvette de traction en acier, maintenue à une température constante au-dessus de la température ambiante, à l'action d'une charge statique suffisamment élevée. On constate dans ce cas en fonction du temps plusieurs genres d'allongements : *a*) un allongement instantané élastique; *b*) un allongement lent à vitesse décroissante composé d'un allongement à élasticité retardée et d'un allongement permanent; *c*) un allongement à vitesse constante correspondant à une déformation dite visqueuse; *d*) un allongement à vitesse très rapidement croissante qui amène à la rupture. Dans certains cas d'utilisation d'un acier ou d'un métal à une température donnée, on peut admettre une déformation permanente, à condition que celle-ci n'augmente pas avec le temps jusqu'à la rupture, c'est-à-dire qu'il faut rester en dessous de la limite de viscosité. Il s'agit donc de déterminer cette limite de viscosité. Les auteurs, à ce propos, passent en revue et analysent brièvement les nombreux travaux effectués sur cette question par divers métallurgistes et terminent par un exposé des premières expériences qu'eux-mêmes ont entreprises au laboratoire de recherches des Etablissements Jacob Holtzer. — J. S.

COMBUSTIBLES ET CHAUFFAGE

662.73/4. — Une installation de carbonisation à basse température, système Turner. *Engineering*, 6 mai 1927, t. CXXIII, p. 559-561, 1 500 mots, 7 fig. — Cette installation peut traiter 25 t de charbon par 24 heures; le four proprement dit est logé dans un étroit bâtiment de 15 m de hauteur environ. Le charbon est élevé à la partie supérieure du four et introduit dans ce dernier par les moyens ordinaires pour éviter toute perte de gaz; pendant sa descente dans le four, le charbon est soumis à l'action de la vapeur surchauffée et à la fin de sa course, il est rejeté au dehors par un extracteur à vis. Toute la chaleur nécessaire est introduite dans le four par la vapeur surchauffée à basse pression fournie par une chaudière séparée et traversant les éléments d'un surchauffeur ayant relativement de grandes dimensions. En traversant la charge de charbon, la vapeur à haute température extrait les hydrocarbures volatils qu'il contient et la vapeur se sature progressivement; elle passe alors dans une chambre séparée d'où elle est extraite et condensée. Cette extraction de vapeur saturée est faite d'une manière particulière, qui est l'originalité du système; la soupape d'évacuation est ouverte et fermée périodiquement, et brusquement de manière à créer des variations brusques de pression. L'inventeur prétend que son système empêche le « cracking » des hydrocarbures liquides. Le mouvement de fermeture et d'ouverture de la valve d'évacuation est réglé automatiquement en fonction des pressions. Le four est constitué par une colonne métallique sans garniture réfractaire; l'intérieur se recouvre rapidement d'une couche assez épaisse d'un dépôt qui le protège; par contre l'extérieur est calorifugé soigneusement. La vapeur extraite est condensée et l'eau évacuée; l'huile restante est mise en réservoir; elle contient en moyenne 9 pour 100 de combustibles légers passant au-dessous de 170°, 18 pour 100 de kérosène passant de 170 à 220°, 18 pour 100 d'huiles de graissage passant de 220 à 270° et 25 pour 100 d'huile lourde passant de 270 à 320°, le reste étant une paraffine impure. — E. B.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE. Le Gérant : J. Blondin.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.24.00.412. — La résistance en haute fréquence d'un condensateur variable à air, type « Bureau of Standards »; S.-L. Brown, C.-F. Wiebusch et M.-Y. Colby. *Phys. Rev.*, juin 1927, t. xxix, p. 887-891, 1 600 mots, 2 fig., 2 tabl. — De nombreux auteurs considèrent comme permis, soit de négliger complètement, soit de représenter par une valeur approchée la résistance des condensateurs à air à faibles pertes, en comparaison de la résistance totale du circuit dont ils font partie. Pour juger du degré de correction de cette manière de faire, on a créé une méthode permettant de mesurer la résistance en haute fréquence d'un condensateur variable à air avec une précision du centième. La méthode est appliquée à la mesure d'un condensateur type « Bureau of Standards » de 0,0035 mμF pour des longueurs d'onde comprises entre 40 et 175 m, et pour diverses positions du rotor. Les valeurs obtenues s'étendent de 0,0283 ohm pour $\lambda = 119$ m et $\alpha = 174°$ au rotor, à 0,150 ohm pour $\lambda = 63$ m et $\alpha = 20°$ au rotor. La résistance croît rapidement quand α diminue, et quand la longueur d'onde augmente. Il résulte de ces mesures que, dans les cas où la résistance du circuit dont le condensateur fait partie est faible, on doit tenir compte non seulement de la résistance du condensateur, mais encore de ses variations. — L. B.

537.332 : 547.731.1. — Electrolyse des dissolutions aqueuses d'acide oxalique; E. Doumer. *C. R. Ac. des Sc.*, 21 mars 1927, t. clxxxiv, p. 747-749, 1 000 mots. — L'auteur a étudié les phénomènes qui se passent au pôle positif dans l'électrolyse des solutions d'acide oxalique pur. Dans ses expériences, l'effet chimique total a été mesuré par le volume d'hydrogène qui se dégage dans un voltamètre à gaz tonnant placé en série dans le circuit. Dans toutes les expériences effectuées, il y a un dégagement d'oxygène relativement important; la proportion d'oxygène varie dans le même sens que la densité du courant; elle a oscillé entre les deux limites 25 et 50 environ, soit entre le quart et la moitié du volume de l'hydrogène voltamétrique. Dans les solutions qui ont été employées, il a semblé que l'eau était ionisée dans la proportion d'environ deux molécules pour une d'acide oxalique, c'est-à-dire que dans une solution où il y a, par exemple, 88 g d'acide oxalique ionisé, il y aura 32 gr d'eau également ionisée. — M.-H. B.

537.53. — Sur la différence de potentiel nécessaire pour maintenir une décharge lumineuse dans l'hydrogène; W.-A. Noyes. *Phil. Mag.*, juin 1927, t. III (7e série), p. 1262-1265, 1 100 mots, 1 fig. — Dans un travail récent, Gibson et Noyes ont montré que la différence de potentiel nécessaire pour maintenir la décharge lumineuse dans un gaz était intimement liée au potentiel d'ionisation du gaz en question. Les résultats semblent en accord sur les points suivants : 1° Dans le cas de la décharge stratifiée dans l'hydrogène, la distance entre couches peut s'exprimer en fonction des dimensions du tube par la formule de Wehner; 2° il semble y avoir deux tubes de décharge que Mc Curdy désigne par les lettres A et B; 3° les caractéristiques de la décharge et la différence de potentiel de disparition sont fonctions de l'intensité du courant qui parcourt le filament, mais tendent à être constantes pour des courants intenses dans le filament; 4° la différence de potentiel nécessaire pour amorcer la décharge lumineuse est toujours supérieure à celle pour laquelle la lueur disparaît lorsqu'on diminue graduellement la différence de potentiel entre les électrodes; 5° aux très basses pressions, le potentiel de disparition de la lueur est irrégulier; il est toutefois plus élevé qu'aux pressions un peu plus fortes; 6° en ce qui concerne la vapeur de mercure, la décharge disparaît pour un potentiel multiple du potentiel d'ionisation, ou de celui-ci accru du premier potentiel de résonance. Le point de divergence est le suivant : dans le cas de l'hydrogène, Gibson et Noyes trouvent que la courbe de la pression en fonction du potentiel de disparition passe par un minimum pour un tube donné et que ce minimum est fréquemment un multiple de 31 v. Mc Curdy trouve des potentiels de disparition plus petits, de sorte que les minima paraissent être multiples, non pas de 31, mais de 20 v. En réalité, en y regardant de plus près, on constate que les points expérimentaux individuels se classent suivant des positions multiples de 15,5 v et ce nombre est voisin du potentiel d'ionisation de l'hydrogène. — L. B.

537.5... — Neutralisation du champ déviateur du tube de Braun avec électrodes externes; L.-T. Jones. *Phys. Rev.*, juin 1927, t. xxix, p. 871-879, 2 300 mots, 7 fig. — Ce travail traite un problème qu'a posé la recherche de Jones et Tasker sur le tube de Braun avec électrodes externes, à savoir la détermination et l'explication de la relation qui existe entre la déviation du faisceau, le potentiel appliqué et le temps. Quand on applique soudain une différence de potentiel entre les électrodes externes, le faisceau est naturellement tout d'abord dévié, mais les électrons de retour de l'extrémité du tube sont attirés vers la paroi avoisinant l'électrode positive et les ions positifs de mercure formés par chocs avec les atomes de mercure sont attirés par la paroi voisine de l'électrode négative. Le champ qui règne dans le

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.* *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. xxi, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : *France*, 1,50 fr; *Etranger*, 3,50 fr.)

Les postes à batterie centrale
type P.T.T 1924

sont les derniers modèles officiels
imposés par l'Administration des P.T.T.

Ces appareils peuvent être employés sur les Réseaux automatiques par la simple adjonction immédiate d'un disque envoyeur.



Type mobile à combiné

Demandez les postes provenant de la fabrication de la Société créatrice:

"Le Matériel Téléphonique"

Société Anonyme au Capital de 110.000.000 de francs

46 AVENUE DE BRETEUIL PARIS. (VIIe)

tube est dès lors rapidement neutralisé et bientôt il devient nul. Il se produit aussi une neutralisation lorsqu'on applique un potentiel alternatif et il en résulte un changement de phase et d'amplitude de la déviation. Ces neutralisations se produisent comme la décharge d'un condensateur à travers une résistance dont la constante de temps est $RC = \tau$. Cette constante de temps τ, qui constitue une mesure de l'inverse de la vitesse de neutralisation, a été calculée en faisant des mesures d'intensités de courant au moyen d'électrodes internes et en déterminant les dimensions du tube. On a aussi fait des mesures directes en photographiant la variation de la déviation en fonction du temps. On a ainsi trouvé 0,002 s par le calcul et de 0,001 à 0,005 s par mesure directe dans différentes conditions. La déviation du faisceau est une fonction de τ et du potentiel appliqué; en particulier, l'expression de l'amplitude et de la phase de la déviation pour un potentiel sinusoïdal appliqué sont de la forme

$$D = V_0 S \cos \delta \sin (2\pi\nu t + \delta)$$

$$\delta = \text{arc cot } 2\pi\nu\tau,$$

où D est la déviation du faisceau, V_0 le potentiel maximum appliqué, ν la fréquence et S une constante caractéristique du tube. — L. B.

538.56. — Oscillations forcées dans un circuit à résistance non linéaire. *R. G. E.*, 28 mai 1927, t. XXI, p. 865-866, 1 800 mots. Analyse d'un article de Balth VAN DER POL, publié dans *Phil. Mag.*, janvier 1927, t. III (7e série), p. 65-80, 7 000 mots, 3 fig.

538.561. — Note sur l'onde plane dans un gaz; S. RAY. *Phys. Rev.*, juin 1927, t. XXIX, p. 892-893. 500 mots. — Dans un précédent travail (*Phys. Rev.*, juillet 1926, t. XXVIII, p. 229), on a montré que la vitesse d'une onde transversale le long d'une corde n'est pas indépendante de l'amplitude et que pour différentes fréquences d'ondes devant se propager avec la même vitesse, le rapport a/λ doit être constant, comme pour les ondes lumineuses. Le même résultat se montre valable pour les ondes longitudinales planes se propageant dans l'air. — L. B.

538.7 (44). — Sur la périodicité des situations magnétiques troublées observées au Parc Saint-Maur et au Val-Joyeux; G.-E. BRAZIER. *C. R. Ac. des Sc.*, 28 février 1927, t. CLXXXIV, p. 531-532, 800 mots. — Ces recherches concernent la période 1883-1918, soit trente-six années d'observations faites au Parc Saint-Maur et au Val-Joyeux. L'auteur a déterminé la fréquence des intervalles de diverses durées séparant les journées de perturbations dans le cas où ces intervalles comprenaient 0, 1, 2, ... jusqu'à dix journées également de perturbation et il n'a fait entrer en ligne de compte que les intervalles dont la durée était au plus égale à cent jours. Les résultats obtenus semblent montrer que les journées où il y a des perturbations magnétiques auraient une tendance à se succéder à des intervalles dont la durée approchée serait égale à l'un des nombres que l'on obtient en multipliant par un facteur fractionnaire simple, compris entre 0,5 et 3, la période de rotation synodique des taches solaires. — M.-H. B.

MESURES ET ESSAIS

620.128 : 621.315.6 : 621.395.62. — Essais d'isolants moulés; R. BIGORGNE. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1927, t. XVI, p. 469-485, 1 500 mots, 9 fig., 1 tabl. — Dans cet article l'auteur décrit les méthodes employées pour arriver à la rédaction de conditions techniques relatives à la fourniture d'isolants moulés qui, dans le cas envisagé, constituent les pièces du combiné du poste téléphonique à batterie centrale modèle 1924. Ces essais sont faits sur des éprouvettes parallélépipédiques (15 mm × 15 mm × 200 mm), ou des plaques planes de 5 mm. Il est extrêmement important que ces éprouvettes soient obtenues par moulage dans les conditions mêmes de température, pression et de finissage où seraient fabriquées les pièces et non pas découpées dans une pièce de plus grand volume. En effet ces isolants moulés sont obtenus à partir de mélanges renfermant une charge et un colorant et dans le cas de ceux à base de résine synthétique il se produit à la surface même une pellicule de résine pure imperméable et inattaquable par les réactifs usuels. Une éprouvette travaillée ne présenterait plus cette couche et les propriétés relevées aux essais seraient très différentes de celles des pièces moulées. Les différents essais auxquels sont soumis ces échantillons sont d'abord des essais physiques et chimiques, mesure de la masse spécifique (par la méthode du flacon), de la capacité d'absorption d'eau (mesurée par pesée avant et après immersion de 48 heures dans un bain d'eau distillée entre 15°C et 25°C) exprimée en poids d'eau absorbée par unité de surface de contact, de la combustibilité, de la résistance à l'eau pure et à l'eau acidulée (solution d'acide sulfurique à 30 degrés Baumé à 20°C) estimée par la différence de poli et de rugosité des échantillons, par la coloration de la solution et par la perte de poids s'il y a lieu, de la résistance aux dissolvants organiques (benzine rectifiée et alcool éthylique). Les essais mécaniques comportent un essai de rupture par flexion à la température ordinaire et sur un barreau sortant d'une étuve à 80°C où il est resté deux heures; un essai de résistance au choc et un essai de dureté à la bille. Enfin les essais électriques comprennent la détermination de la résistance transversale qui a lieu sur échantillons dans les conditions normales et sur échantillons sortant d'un bain d'eau distillée de 48 heures; la détermination de la résistance superficielle et enfin celle de la rigidité diélectrique effectuée à une fréquence de 42 périodes par seconde sur une plaque de 5 mm d'épaisseur placée dans l'huile entre deux électrodes de 15 mm de diamètre, le percement devant être obtenu en 1 minute environ. — J. S.

621.373 : 661.94. — La caractéristique de puissance d'un ozonateur Siemens; R. WINSTANLEY LUNT. *Phil. Mag.*, mai 1927, t. III (7e série), p. 1025-1031, 2 300 mots, 1 fig. — Parmi les nombreuses méthodes de détermination de la puissance d'un ozonateur, l'auteur retient comme étant la meilleure celle de Becker, et donne des compléments d'informations à son sujet. Cette méthode consiste dans l'emploi d'un dynamomètre-wattmètre à basse tension. L'article contient un exposé détaillé de l'appareillage et de son emploi. — C.-R. M.

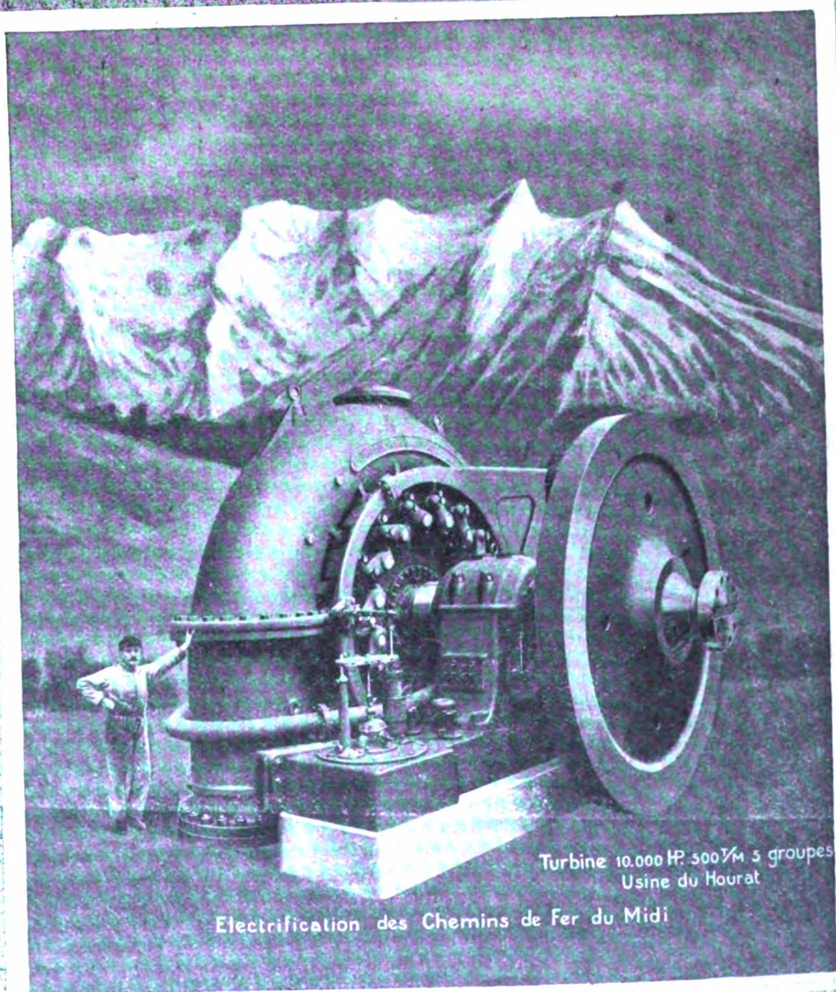
PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.316. — Progrès récents dans la transmission et la distribution de l'énergie électrique. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 162-163, 1 400 mots. Analyse d'un article de J.-R. BEARD publié dans *J. I. E. E.*, mars 1927, t. LXV, p. 338-350, 1 300 mots.

621.31 (68). — Le développement de l'énergie électrique dans l'Afrique du Sud. XIV; H. ROBLE. *World Power*, juin 1927, t. VII, p. 281-286, 4 000 mots, 6 tabl. — Pour le moment, vu les grandes distances qui séparent les villes, il n'est pas possible d'envisager dans l'Afrique du Sud la concentration de la production de l'énergie électrique. En fait chaque municipalité a son installation de production d'énergie. En général il y a peu d'énergie hydraulique disponible et on ne peut citer que deux installations purement hydroélectriques et encore, l'une d'elles n'étant pas de puissance suffisante, la ville qu'elle alimente est reliée au réseau du Cap. L'auteur donne dans l'article sous forme de tableaux des renseignements relatifs aux principales installations et des chiffres montrant l'accroissement de la consommation d'énergie électrique dans les principales villes, accroissement qui a été de 100 pour 100 en 3 ans dans les huit villes les plus peuplées. L'Afrique du Sud renferme, outre les mines d'or et de diamant, des gisements très impor-

CEF

Constructions Electriques de France



Turbine 10.000 HP. 500 T/M 5 groupes
Usine du Hourat

Electrification des Chemins de Fer du Midi

Electricité Hydraulique Traction

9 Avenue d'Orsay Paris (7e)

tants de minerais de fer et peut devenir un pays industriel à condition que la force motrice y soit disponible à bon marché. C'est dans ce but qu'a été créée l'Union Electricity Commission dont les rôles sont : *a*) Etablir, acquérir, entretenir et exploiter des installations qui assurent une fourniture suffisante d'énergie électrique; *b*) Rechercher les possibilités d'augmenter la fourniture d'énergie électrique et établir une coordination entre les installations existantes. *c*) Servir de conseil aux administrations des diverses provinces en ce qui concerne les nouveaux projets des municipalités. Actuellement cette commission poursuit la réalisation des installations et réseaux suivants : Witbank (70 500 kv-A), Colenso (66 600 kv-A), Cape-Town (33 500 kv-A), Durban (30 000 kv-A) et Sabie (2 400 kv-A). L'auteur donne dans l'article, pour chacune de ces installations, les conditions auxquelles ont été accordées par la commission les licences de construction. Seule l'installation de Sabie est une installation hydroélectrique. — J. S.

621.31.00.36 (51). — La fourniture d'énergie électrique à Tientsin. *El. Rev.*, 8 juillet 1927, t. CI, p. 47-49, 1 400 mots, 9 fig, 2 tabl. — La fourniture d'énergie électrique dans la concession anglaise de Tientsin est assurée par une usine municipale d'une puissance installée de 5 000 kw : 2 groupes turbogénérateurs de 1 250 kw et un de 2 500 kw. Cet article traite principalement, d'après le rapport annuel, de 1926 du développement pris au cours de cette année par la consommation de l'énergie électrique, développement remarquable malgré les mauvaises conditions économiques et l'insécurité politique de la région. Citons, par exemple, l'augmentation de 102 pour 100 de l'énergie employée pour les appareils de cuisine. La puissance installée des moteurs a augmenté de 15 pour 100 et l'énergie consommée de 43 pour 100. La société de distribution s'occupe de la location d'appareils de cuisine et de la vente de tous appareils domestiques électriques. Le nombre total de ces appareils vendus en 1926 a été de 1 400. Notons qu'il existe en outre à Tientsin une usine électrique dans la concession française, une dans la concession japonaise et une de 6 000 kw qui alimente à la fois le réseau urbain et celui des tramways. — J. S.

621.312.2313.2-00.12. — Essai sur la signification physique de la tension de réactance dans les machines à champ tournant ; J. Le Monnier. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 101-108, 7 000 mots, 5 fig. — La tension de réactance dans les machines à champ tournant est, comme chacun le sait, une notion bien commode à laquelle on doit l'interprétation de divers phénomènes. Elle figure notamment, explicitement ou sous une forme implicite, dans les diagrammes représentatifs du fonctionnement de ces machines; mais sa cause est encore imparfaitement définie. La conception suivant laquelle la tension de réactance aurait pour unique origine le flux de fuites n'est pas en tous points satisfaisante, même si l'on procède à une judicieuse distinction des diverses catégories de ces flux de fuites. Or, M. Le Monnier, se basant sur des travaux antérieurs mentionnés au cours de son exposé, fait ressortir dans son article un élément trop souvent négligé dans la théorie des machines à champ tournant, à savoir le champ magnétique de l'induit. Distinguant alors deux causes de la tension de réactance, le flux de fuites et les harmoniques du champ magnétique de l'induit, il montre le parti que l'on peut tirer de cette conception dans l'interprétation d'un certain nombre de phénomènes observés au cours du fonctionnement des machines à champ tournant; cette interprétation a un intérêt pratique du fait qu'elle permet au constructeur de remédier à certains inconvénients en toute connaissance de cause.

621.312.2.00.1. — Théorie d'un alternateur polyphasé; W.-C. Clinton. *Phil. Mag.*, juin 1927, t. III (7e série), p. 1 334-1 345, 2 800 mots. — Ce travail est une extension de celui de T.-R. Lyle sur la forme la plus simple de l'alternateur monophasé à la même forme d'alternateur polyphasé. On établit des expressions générales des intensités de courant correspondant à l'une quelconque des phases d'une telle machine, en fonction des constantes électriques des circuits, de la force électromotrice existant sur le circuit d'excitation, et de la fréquence. On examine enfin les conditions suivant lesquelles des harmoniques supérieurs font leur apparition dans l'un ou l'autre des circuits, et les conditions à remplir pour arriver à les supprimer. — L. B.

621.312.2. — Dispersion frontale dans les turbogénérateurs et les pertes qu'elle entraîne. *E. u. M.*, 12 juin 1927, t. XLV, p. 488-490, 1 200 mots, 2 fig; d'après un article de G. Kohler publié dans *Siemens Zeitschrift*, 1926, t. VI, n° 12. — On sait que les têtes de bobines sont le siège des pertes par courants de Foucault qui peuvent entraîner l'inflammation de l'isolant du bobinage. L'auteur distingue trois parties dans le champ de dispersion des têtes de bobines. L'une provient de la partie droite de la barre sortant de l'encoche; une autre, de la partie cintrée et la troisième, de toutes les connexions frontales proprement dites qui produisent une dispersion analogue à celle des anneaux de court-circuit des induits à cage d'écureuil. Cette troisième partie est négligeable devant les deux autres. On détermine expérimentalement la répartition assez exacte des champs de dispersion au moyen d'une bobine exploratrice avec beaucoup de spires, branchée sur un voltmètre sensible et les résultats ainsi obtenus corroborent suffisamment ceux du calcul. Le meilleur procédé pour réduire la dispersion est d'établir avec des matériaux non magnétiques les pièces de protection du rotor ainsi que les dispositifs de fixation des têtes de bobines et les appareils accessoires placés en bout d'arbre, tels que les ventilateurs. Les essais effectués sur un turbogénérateur de 28 000 kv-A à 3 000 t : mn ont montré qu'il était possible de réduire les pertes dans l'essai en court-circuit, de 393 kw à 230 kw et l'échauffement d'une manière importante. — R. Pohl (*Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft Mitteilungen*, n° 9, 1926), détermine la force magnétomotrice dans différentes sections prises dans des plans perpendiculaires aux conducteurs et montre que, pour que les pertes accessoires restent faibles, les lignes de force doivent toucher le moins possible le fer actif; deux procédés de construction sont inspirés de ces considérations qui rendent inutile l'emploi de pièces non magnétiques. L'un consiste dans la taille en biseau des dents à l'endroit où la barre sort de l'encoche, l'autre, dans la disposition d'anneaux lamellés qui écartent les têtes de bobines du fer actif. Ce même auteur propose également de raccourcir le pas de l'enroulement du stator. — B. H.

621.312.2... + 621.311.7..]00.3. — Comparaison entre les moteurs compensés, les compensateurs de phase et les condensateurs, pour l'amélioration du facteur de puissance; L. Schuler. *E. T. Z.*, 23 juin 1927, t. XLVIII, p. 865-869, 6 400 mots, 4 fig., 1 tabl. — L'auteur examine comparativement, au point de vue économique, les méthodes suivantes d'amélioration du facteur de puissance : 1° remplacement des moteurs du réseau par des moteurs compensés ou des moteurs présentant un déphasage du courant en avance sur la tension d'alimentation ; 2° emploi d'une machine purement réactive ; 3° installation d'une batterie de condensateurs. La comparaison tient compte des frais de première installation des organes d'amélioration, de la variation de consommation qu'ils entraînent et de la puissance maximum qu'ils permettent dans chaque unité. Tenant compte de tous ces éléments, on peut caractériser l'avantage de chaque système par le nombre d'années nécessaire pour que l'économie réalisée compense la dépense. Les moteurs compensés sont avantageux quand l'amélioration du facteur de puissance est obtenue par le remplacement d'un petit nombre de moteurs. Il y a donc un certain nombre de moteurs, que l'auteur appelle nombre critique, et qui varie d'un cas particulier à un autre, au delà duquel la machine purement réactive prend l'avantage. La comparaison entre les condensateurs et la machine réactive montre que l'avantage dépend de la



Accumulateurs
Fer - Nickel
S. A. F. T.

pour :

TRACTION

Chariots d'Usine, Loco-Tracteurs, Camions
Locomotives

ÉCLAIRAGE

Villas, Yachts, Automobiles
Voitures de Chemins de fer,
Éclairage de secours

TÉLÉGRAPHIE - TÉLÉPHONIE

SIGNALISATION - HORLOGES

T. S. F., etc...

SOCIÉTÉ DES ACCUMULATEURS FIXES ET DE TRACTION

Société anonyme au capital de 10000000 francs

Siège social, Bureaux et Usines :

Route de Meaux, Pont de la Folie

ROMAINVILLE (Seine)

Tél. : Combat 02-38 — *Registre du Commerce :* Seine, N° 139 850

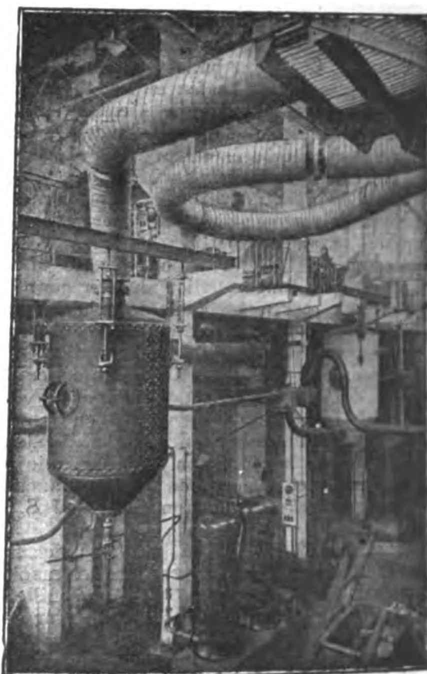
L'ÉPURATEUR de VAPEUR

ULRICI

BREVETÉ S.G.D.G.

13, rue Treilhard, PARIS (8e)

Téléph. : Laborde 09-90 — *R.C.* Seine 168.31



Par son emploi vous avez toujours

LA VAPEUR SÈCHE ET PURE

par l'élimination totale des entraînements

D'EAU ET DE BOUES

— Pas de perte de charge —

Protégez vos TURBINES contre les COUPS D'EAU et les dépôts sur les ailettes !

Demandez la notice : Liste de Références, Applications.

puissance consommée. Dans un tableau numérique, l'auteur donne le prix de la modification (en marks), qui permet de relever à 0,08 les facteurs de puissance inférieurs à cette valeur, pour les puissances effectives inférieures à 1 000 kw, et avec les trois systèmes examinés. Il indique également les temps d'amortissement et les puissances réactives correspondantes dans chaque cas. — C.-R. M.

621.314.5.00.12. — Méthode graphique de détermination de la réactance des commutatrices pour le réglage de la tension; J. Kucera. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. xxii, p. 147-150, 3 500 mots, 4 fig. — Dans cet article est rappelé le principe de la construction du diagramme des tensions dans le système constitué par une commutatrice, le transformateur qui l'alimente et une bobine d'inductance en série avec la commutatrice. L'auteur montre ensuite le parti que l'on peut tirer des indications relevées sur ledit diagramme pour l'étude des conditions du réglage de la tension en courant continu.

621.316. — Harmonique 3 dans un système triphasé avec liaison des points neutres; Rudolf Kiefer. *E. u. M.*, 12 juin 1927, t. xlv, p. 477-483, 5 000 mots, 14 fig. — Le courant magnétisant de tout transformateur contient des harmoniques élevés dont l'amplitude croît avec la saturation. Si aucun des enroulements n'est monté en triangle, il est possible d'atténuer cet harmonique par les mesures suivantes : 1° disposition, dans le transformateur, d'un enroulement tertiaire monté en triangle; 2° liaison du point neutre avec celui d'une inductance triphasée couplée sur la distribution; 3° liaison identique avec le point neutre du générateur. Après avoir rappelé ces particularités déjà connues, l'auteur traite de la théorie de l'harmonique 3 dans les générateurs. L'alternateur considéré est à pôles saillants et son enroulement, à pas entier. L'amplitude de l'harmonique 3, exprimée en centième de celle de l'onde fondamentale, est donnée pour la marche à différentes tensions. Il est curieux de noter que pour des tensions croissantes, cet harmonique change de sens. Le rôle du champ transversal et celui du champ de réaction d'induit sont ensuite définis. Dans les transformateurs, l'apparition des harmoniques supérieurs est due à la courbure de la caractéristique magnétique, donc à la saturation du fer. L'hystérésis ne joue qu'un rôle peu important. Pour les transformateurs monophasés, le courant magnétisant comporte l'harmonique 3 si la tension appliquée a une forme sinusoïdale. Pour les transformateurs triphasés, la question a déjà été traitée par Vidmar. En ce qui concerne la mesure de l'harmonique 3, elle est généralement effectuée au moyen d'un montage en triangle, où un voltmètre indique les tensions qui s'ajoutent dans l'enroulement en triangle; mais il ne peut en être ainsi que dans les essais à vide. Une autre méthode est préférable : c'est celle d'un équipage dynamométrique dont les bobines fixes sont excitées par un courant auxiliaire à la fréquence de l'harmonique 3, tandis que les bobines mobiles sont excitées par le courant produit par des transformateurs de tension. Les résultats de mesures effectuées sur des transformateurs différents sont donnés. Le rôle de l'harmonique 3 dans les réactions mutuelles du générateur et du transformateur est ensuite étudié pour les différentes conditions de fonctionnement. — B. H.

621.315.1. (73). — La plus récente ligne de transmission à 220 000 v sur la côte du Pacifique; G.-R. Falkiner Nuttall. *World Power*, juin 1927, t. vii, p. 304-307, 2 500 mots, 2 fig., 1 tabl. — Dans le premier article (*World Power*, janvier 1927, p. 23, résumé dans *R. G. E.*, 30 avril 1927, t. xxi, p. 140 D), l'auteur avait décrit la partie en plaine de la ligne de transmission à 220 000 v de Brighton à Merced. Dans le présent article il donne quelques indications relatives à la partie en montagne de cette même ligne. Le conducteur employé dans cette section est le même que dans la partie en plaine, c'est-à-dire un câble en aluminium-acier de 27,75 mm de diamètre. Les charges supposées sont de 3,6 kg pour le vent avec une épaisseur de glace de 12,5 mm suivant le rayon. La région traversée étant sujette à de violentes tempêtes de neige, on a dû ne plus équiper qu'un circuit à trois fils au lieu de deux sur chaque pylône. Généralement on dispose les trois conducteurs dans un même plan horizontal. Mais pour diminuer la largeur du pylône on a adopté dans ce cas la disposition en triangle. L'auteur donne dans l'article quelques détails sur les pylônes d'alignement droit, sur ceux d'angle et de transposition. Les chaînes d'isolateurs de suspension sont constituées de 14 isolateurs de l'Ohio Brass Co dont la jupe a 254 mm de diamètre. La chaîne est munie à sa base d'un écran formé d'un disque ovale en fonte de 305 mm × 460 mm dont le grand axe est parallèle au conducteur. Des essais sur un pylône complet ont été effectués dans le laboratoire à 2 000 000 v du professeur Harris J. Ryan, d'abord en courant monophasé, puis en courant triphasé. A 60 p : s, en courant monophasé, sur les deux chaînes inférieures la perforation ne se produit qu'à 750 000 v. Ces essais ont d'ailleurs conduit à fixer au pylône deux cornières de 38 mm × 38 mm × 12,5 mm, à 405 mm de l'axe de la chaîne d'isolateurs et dans la direction du conducteur, de façon que l'arc éclate entre l'écran et le pylône et non entre l'écran et la tête du premier isolateur, comme cela se produisait. La longueur de ces cornières est telle qu'elles avancent jusqu'à 25,4 mm en dessous de la jupe de l'isolateur supérieur. Les essais en courant triphasé donnèrent de bons résultats, montrant que les distances des trois conducteurs par rapport au sol sont bien équilibrées. — J. S.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.832.1 : 621.313]00.12. — Procédé graphique pour la détermination des rapports de réduction des réducteurs de vitesse utilisés avec des électromoteurs à caractéristique série; Robert-J. Nowotny. *E. u. M.*, 12 juin 1927, t. xlv, p. 484-485, 1 350 mots, 1 fig. — Les moteurs électriques dont la vitesse est réglée électriquement par résistances, transformateurs ou décalage de balais souvent ne peuvent pas se prêter à l'entraînement direct, car ils n'atteignent pas une vitesse assez basse. L'interposition d'un réducteur mécanique est alors nécessaire. Si le moteur est à caractéristique shunt, c'est-à-dire a une vitesse presque indépendante du couple résistant, le calcul du rapport de réduction est facile. Il n'en est plus ainsi dans le cas d'une caractéristique série, c'est-à-dire d'une vitesse très variable avec le couple résistant. Le couple du moteur et sa vitesse dépendent donc du couple résistant, du rapport de réduction du réducteur et du rendement de ce dernier. L'auteur propose de résoudre très simplement le problème de la détermination de ce rapport de réduction en représentant les courbes donnant pour les différents réglages électriques, d'une part les vitesses en fonction des couples et, d'autre part, les rapports de réduction en fonction du rendement. — B. H.

621.348. — L'électricité à bord des navires de guerre. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. xxii, p. 163-164, 1 200 mots. Analyse d'un article de W. Mc Clelland, publié dans *El. Rev.*, 8 et 15 avril 1927, t. c, p. 575-576 et 616-618, 7 000 mots, 7 fig., et dans *The Electrician*, 8 avril 1927, t. xcviii, p. 384-385, 3 500 mots.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.331. — Les récents progrès de la technique des sous-stations de traction; L. Sekutowicz. *La Technique moderne*, 1er mai et 15 juin 1927, t. xix, p. 257-262 et 359-367, 13 500 mots, 28 fig. — Dans ces deux articles, l'auteur donne un exposé synthétique général de l'ensemble des perfectionnements réalisés en France et aux Etats-Unis dans les sous-stations automates ou semi-automates. L'auteur montre d'abord la nécessité de sous-stations de traction et, en grandes lignes, les dispositifs nécessaires dans l'équi-

pement de ces sous-stations (démarrage, protection, réglage). Il montre aussi comment les fonctions à réaliser dépendent de la constitution du réseau de traction qui peut être soit formé d'une ligne unique alimentée par un chapelet de sous-stations, soit un réseau complexe (tramways, chemin de fer métropolitain). Une question importante est celle du réglage du débit. Aux Etats-Unis, on insérait un rhéostat au départ de chaque feeder, ainsi qu'entre chaque machine et les barres omnibus. Ces rhéostats servaient à localiser partiellement les effets d'un court-circuit et, dans certains cas à réduire automatiquement le débit (par baisse de tension) en cas de surcharge. L'auteur passe ensuite aux dispositifs de mise en marche et d'arrêt des unités. La mise en marche peut se faire soit par une horloge soit au moyen d'un relais de tension. La succession des opérations en ordre convenable se fait au moyen d'une commande par combinateur (système General electric Co) ou par des jeux de contacteurs (General electric Co et Société Westinghouse) avec verrouillages électriques. On utilise aussi des appareils électropneumatiques. Parmi ces dispositifs de démarrage, un des plus importants est celui assurant une polarité correcte. On utilise pour ce faire soit un relais polarisant, soit (General electric Co) une petite excitatrice qui oblige les inducteurs à prendre toujours la polarité correcte. Les dispositifs de protection jouent un grand rôle dans les sous-stations automates ou semi-automates. La protection contre les amorçages d'arcs est assurée principalement au moyen de disjoncteurs ultrarapides. L'auteur indique les fonctions à assurer dans le cas d'une sous-station équipée avec des redresseurs à vapeur de mercure. Pour la protection et le réglage du débit des feeders il préconise l'emploi d'un disjoncteur ultrarapide. Le réenclenchement automatique du disjoncteur se fait après une épreuve dite de « test de court-circuit » qui peut se faire de plusieurs manières décrites dans l'article. Dans un autre chapitre l'auteur étudie les systèmes de commande et de contrôle à distance du fonctionnement des sous-stations. Il décrit, en principe du moins, les systèmes à sélecteur ou à distributeur de la Western Electric Co et termine par quelques renseignements sur des installations types réalisées soit en Amérique soit en Europe et sur l'économie que permet de réaliser un équipement automatique. — J. S.

621.33(436). — Le développement de l'électrification des chemins de fer en Autriche et dans les pays voisins; Paul Dittes. *E. u. M.*, 10 juillet 1927, t. XLV, p. 557-588, 12 000 mots, 53 fig. — Dans une étude antérieure (*E. u. M.*, 16 mai 1926, t. XLIV, p. 361-388, analysée dans *R. G. E.*, 21 août 1926, t. XX, p. 286-289), le même auteur indiquait quelles étaient les lignes électrifiées à l'époque sur le réseau des chemins de fer de l'Etat autrichien; il donnait la description de quelques-uns des ouvrages destinés à l'alimentation de ces lignes, aménagements de chutes d'eau, usines génératrices, sous-stations, et celle des lignes elles-mêmes et des divers types de locomotives adoptés. Reprenant l'étude de cette question dans une récente communication à l'Elektrotechnischer Verein, à Vienne, communication dont l'article qui nous occupe est la reproduction, il donne d'abord un aperçu sommaire du développement de l'électrification des chemins de fer en Italie, en Suisse, et en Allemagne et note, en particulier, que dans ce dernier pays, la longueur des lignes électrifiées atteint actuellement 935,6 km. En Autriche, les premiers lots de travaux comprenaient d'une façon générale les lignes à l'ouest d'Innsbruck, tandis que les lots suivants se rapportent aux lignes à l'est de cette localité. L'auteur donne la liste des usines génératrices destinées à l'alimentation du réseau et indique où en sont les travaux de construction de celles qui sont en cours d'exécution; celle de Stubach, en particulier, fait l'objet d'une description détaillée, notamment en ce qui concerne les travaux du barrage. Notons encore quelques indications sur l'état des travaux de montage des lignes et, pour terminer, la spécification de quelques types de locomotives en service sur le réseau des chemins de fer autrichiens et sur ceux des pays voisins. — A. C.

621.33:625.62(42.1). — Les tramways électriques modernes; A.-V. Mason. *El. Rev.*, 8 juillet 1927, t. CI, p. 80-82, 3300 mots, 3 fig. — Cet article est un résumé de la conférence faite par l'auteur au dix-huitième congrès annuel de la Tramways and Light Railways Association. Le conférencier a traité la question en se plaçant uniquement au point de vue qui l'intéresse particulièrement : les tramways dans la banlieue de Londres. Après avoir rappelé les conditions qui existaient au point de vue du transport avant les Traffic Acts en 1924, et avoir indiqué la solution généralement adoptée aux Etats-Unis pour écouler le trafic aux heures d'affluence (tramways sans impériale de 15 m de longueur avec remorque de même capacité) il donne les caractéristiques de la voiture établie pour la banlieue de Londres : voiture à boggies avec impériale à deux moteurs de 50 ch et freins à air comprimé, attelée à une remorque sans impériale avec moteurs de 40 ch. L'ensemble peut être conduit de l'une ou l'autre des deux extrémités. Plusieurs types de voitures d'essais ont d'ailleurs été établis, désignés sous le nom de « Bluebell » et « Poppy » décrits dans *The electrical Review*, 11 mars 1927, p. 381 ainsi qu'un type à plate-forme centrale. L'auteur estime que la question de la vitesse est primordiale en matière de transports et qu'il faut réaliser une vitesse moyenne élevée. Pour ce faire il faut pouvoir non seulement accélérer rapidement, mais aussi freiner de même. Il estime que le frein magnétique est le meilleur et conseille, pour obtenir un freinage doux et éviter des surtensions au moteur, d'alimenter ces freins par les moteurs en excitant ceux-ci par le courant de la ligne, le freinage étant réglé en agissant sur l'excitation des moteurs. Parlant ensuite des tramways à l'étranger, l'auteur dit qu'il a été vivement frappé par la douceur de marche et l'absence de bruits des nouveaux tramways de Paris. Il pense toutefois que le poids des engrenages coniques et de leur carter est supérieur à celui qui reposait sur l'essieu dans le cas des moteurs à suspension par le nez. Dans la discussion qui a suivi, diverses questions de détail ont été abordées. La question de la normalisation du matériel roulant a été soulevée par plusieurs interlocuteurs. — J. S.

621.335 : 625.435. — Nouvelles voitures motrices pétroléo-électriques à deux machines génératrices; J.-W. Inglis. *The Tramway and Railway World*, 16 juin 1927, t. LXI, p. 291-293, 2000 mots, 4 fig. — Le Lehigh Valley Railroad a récemment passé commande de plusieurs voitures motrices pétroléoélectriques à deux machines génératrices pour l'exploitation non seulement des lignes secondaires, mais aussi de ses lignes principales. Chaque machine génératrice est constituée d'un moteur à six cylindres Brill-Westinghouse de 250 ch entraînant une génératrice Westinghouse de 160 kw. au moyen d'un accouplement flexible. Les deux groupes sont montés longitudinalement dans le compartiment des machines et tournés en sens inverse l'un de l'autre. La vitesse de rotation est de 1 100 t : mn. L'excitatrice de la génératrice forme corps avec elle, son induit étant calé sur le même arbre et sa carcasse étant boulonnée à celle de la génératrice. Les moteurs de traction d'une puissance nominale de 140 ch sont au nombre de quatre, alimentés deux par chaque groupe générateur. Le système de commande est du type électropneumatique Westinghouse à un seul poste de commande. La manette des gaz sert à brancher les moteurs et à manœuvrer le régulateur principal. Le couplage en série parallèle des moteurs est contrôlée par un interrupteur tumbler dont la manœuvre ne fait que permettre ce couplage; ce dernier s'effectue ensuite par une manœuvre convenable de la manette des gaz. De même, le sens de rotation des moteurs est commandé au moyen d'une fiche. L'équipement comprend en outre deux compresseurs Westinghouse DH 25 pour le frein à air comprimé et les appareils électropneumatiques et une batterie d'accumula-

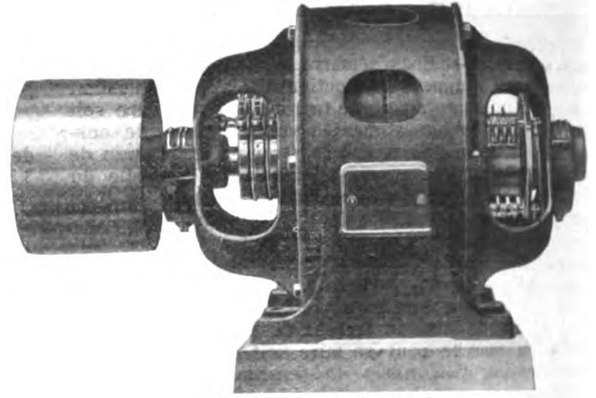
Établissements

J.-L. MATABON

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES
159, Avenue Thiers
LYON

***Adresse Télégraphique :* MOTEURBON**
***Telephone :* V. 42-57**

MOTEUR ASYNCHRONE COMPENSÉ



Breveté S. G. D. G.

Facteur de puissance voisin de l'unité à toutes les charges automatiquement et sans aucun réglage quelles que soient les variations de la charge.

MESURES ELECTRIQUES



Envoi franco du catalogue

Enregistreurs et appareils de tableaux

AMPÈREMÈTRES, VOLTMÈTRES, WATTMETRES

COURANTS CONTINUS ET COURANTS ALTERNATIFS

Modèle à cadre complètement apériodique pour courant continu.
Modèle électromagnétique à apériodicité réglable (Brev. S. G. D. G.), sans aimant permanent.
Millivoltmètres et milliampèremètres. — Boîtes de contrôle. — Ohmmètres. — Ampèremètres-voltmètres simples et combinés pour automobiles.

ENREGISTREURS POUR TOUT CONTROLE INDUSTRIEL

Manomètres — Cinémomètres — Dynamomètres — Thermomètres — Pyromètres
Anémomètres — Baromètres — Hygromètres, etc., etc.

A la même maison : le **Vérascope**, le **Glyphoscope**, le **Taxiphote**, appareils photographiques pour la prise et l'examen des vues stéréoscopiques 45 mm × 107 mm.

Nouveauté : L'**HOMÉOS** permettant de faire 27 vues stéréoscopiques sur pellicules cinématographiques en bobines se chargeant en plein jour.

Ets JULES RICHARD, S. A. AU CAPITAL DE 6 000 000 FR — **25, rue Mélingue** (anc. imp. Fessart), **PARIS** (19e) *Reg. du Com. :* Seine, 174.22

EXPOSITION & VENTE : 10, rue Halévy (près l'Opéra) (9e)

CABLES HENLEY



Les deux grandes USINES HENLEY fabriquent des câbles et fils électriques de toute sorte, depuis le plus petit fil jusqu'aux plus gros câbles de transport d'énergie. Isolements sous caoutchouc, papier, bitume, soie, coton, gutta-percha. Grands stocks et production rapide, assurant de promptes livraisons.



Première qualité seulement, à des prix raisonnables

W. T. HENLEY'S Telegraph Works Co Ltd Londres

AGENT GÉNÉRAL : Ad. SEGHERS, Rue de la Michodière, 4. — PARIS (2e)

FRANCE — BELGIQUE — ESPAGNE — PORTUGAL

teurs Exide ironclad de 13 éléments. Cette batterie peut être chargée par les excitatrices des génératrices qui alimentent aussi le circuit d'éclairage. L'article donne aussi quelques renseignements sur les dispositifs de réfrigération de l'eau de refroidissement des moteurs à explosion. Les radiateurs divisés en quatre sections sont montés sur la face avant côté gauche de la motrice. En arrière se trouve une chambre de circulation d'air, ouverte seulement à la partie supérieure où sont placés horizontalement deux ventilateurs. L'air est refoulé dans un faux toit qui s'étend sur 2,50 m environ à partir de l'avant de la voiture. L'échappement des moteurs se fait en arrière de ce faux toit. — J. S.

621.335 (494). — Les nouvelles locomotives A^e 4/7 des Chemins de fer fédéraux suisses; Fritz Steiner. *Schweizerische Bauzeitung*, 25 juin 1927, t. LXXXIX, p. 341-345, 4600 mots, 5 fig. — Les locomotives de ce type sont destinées à remorquer les trains express lourds sur les lignes en palier, à une vitesse de 100 km : h ; le principe de leur construction est le même que celui des machines du type A^e 3/6, mais elles sont plus puissantes. Leur équipement comporte quatre moteurs monophasés, d'une puissance unitaire de 710 ch en régime unihoraire et de 620 ch en service continu, correspondant à la vitesse de 65 km : h. Leur poids, en ordre de marche, est de 171 t. L'augmentation de la puissance a entrainé quelques modifications aux dimensions et à certaines dispositions dans l'équipement mécanique et électrique des locomotives du type A^e 3/6 (*Shweizerische Bauzeitung*, 8 juillet 1922, t. LXXX, p. 13 et 13 mars 1927, t. LXXXIX, p. 174 ; ce dernier article a été analysé dans *R. G. E.*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 159 D). L'auteur décrit en particulier l'autotransformateur donnant, grâce à son transformateur auxiliaire, 21 tensions d'alimentation, le combinateur dont le nombre de plots a été augmenté, d'où résulte une petite augmentation des durées de mise hors circuit et de freinage et les moteurs, semblables à ceux de la locomotive A^e 3/6. — A. C.

621.34 : 629.113. — L'équipement électrique des automobiles; A. Castel. *L'Electricien*, 15 avril 1927, t. LVIII, p. 171-177, 1700 mots, 19 fig., 2 tabl. — Dans cet article on trouvera principalement des schémas de montage et les courbes caractéristiques des principales dynamos employées pour l'équipement électrique des automobiles : dynamo La Magicienne, dynamo-démarreur North-East electric Co, dynamo Westinghouse, dynamo Delco, « dynastarts » S. E. V., dynamos Blériot-Phi et Ducellier. Toutes ces machines sont des dynamos à trois balais dont la théorie a été exposée par l'auteur dans un article précédent (*L'Electricien*, 15 janvier 1927, résumé dans *R. G. E.*, 19 mars 1927, t. XXI, p. 95 D). — J. S.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394.734 : 620.12. — La résistance mécanique des enveloppes en plomb des câbles télégraphiques. *E. T. Z.*, 23 juin 1927, t. XLVIII, p. 885-886, 1350 mots, d'après un article publié dans *Tekniska Meddelanden fran Kungl Telegrafstyrelsen*, n° 6, 18 septembre 1925. — Le premier emploi effectué en Suède d'un câble télégraphique muni d'une armature en plomb antimonieux se rapporte à la ligne de Stockholm-Göteborg. Les applications successives ont été affectées de certains défauts tels que des cassures, des trous et des soufflures. M. Martin Thielers a recherché l'origine de ces défauts par des essais ayant trait aux propriétés mécaniques et à la constitution chimique de l'enveloppe. Les matériaux essayés étaient des enveloppes de plomb pur, additionné d'antimoine, de zinc, de magnésium, et des enveloppes détériorées. Dans les limites étudiées, il n'y a aucune relation entre la dureté Brinell et la teneur en antimoine. L'homogénéité est très variable, dans une même catégorie, d'une enveloppe à l'autre. Au point de vue de la résistance à la flexion, les enveloppes au zinc se placent entre les meilleures et les plus mauvaises des enveloppes antimoniées. Le magnésium donne des résultats satisfaisants. Les résultats à la traction des enveloppes ordinaires sont qualitativement à peu près les mêmes que ceux des essais à la flexion. Dans les deux cas, les résultats varient suivant que les efforts sont transversaux ou longitudinaux. L'ensemble des expériences montre qu'une grande dureté correspond à une grande résistance à la traction et à une faible résistance à la flexion. L'examen microscopique des cassures a montré que les mauvais alliages antimoniés ont des cassures cristallines très marquées. — C.-R. M.

621.396 : 351.81. — Les communications par télégraphie sans fil. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 124, 700 mots. Analyse d'un article de Chetwode Crawley publié dans *El. Rev.*, 15 et 29 avril 1927, t. C, p. 592-594 et 675-676, 3 900 mots.

621.396.615.3.00.413. — Phénomènes d'autoexcitation par courant continu dans des tubes à vide. Leurs applications. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 163, 450 mots, 2 fig. Analyse d'un article de Nicholas Minorsky publié dans *Journal of the Franklin Institute*, février 1927, t. CCIII, p. 181-209, 8 000 mots, 4 fig.

621.396.627... — Emissions dirigées par rideaux d'antennes. Antennes en grecque; R. Mesny. *L'Onde électrique*, mai 1927, t. VI, p. 181-199, 6 000 mots, 18 fig. — Il faut d'abord remarquer que suivant l'usage qu'on se propose de faire des faisceaux électromagnétiques, on peut admettre que l'énergie est rayonnée dans tous les quadrants à condition qu'il existe une pointe nette dans une direction donnée (phares hertziens) ou que l'énergie soit concentrée dans un angle aussi étroit que possible en dehors duquel ne doit exister aucun rayonnement sensible (ondes dirigées). L'auteur examine ensuite rapidement les propriétés au point de vue du diagramme de la répartition de l'énergie des différents types de faisceaux réalisables : deux antennes avec courants en phase, rideaux continus uniformes, rideaux continus à courant variable, systèmes unidirectionnels. Il montre ensuite qu'on obtient facilement pratiquement un rideau tel que ceux étudiés au moyen d'un fil continu replié en grecque excité en son milieu sur le brin vertical. L'auteur étudie la variation de la densité de courant dans un tel rideau et donne quelques diagrammes de répartition de l'énergie rayonnée relevés expérimentalement. — J. S.

621.396.64. — Calcul du courant anodique dans les amplificateurs à résistance; Berkbach. *E. T. Z.*, 2 juin 1927, t. XLVIII, p. 757-759, 2 700 mots, 2 fig. — Si, dans un amplificateur à résistance, on appelle R_a la résistance du circuit anodique, V_b la tension de la batterie anodique, V_a la tension anodique et x le courant anodique, on a par simple application de la loi d'Ohm

$$V_a = V_b - R_a x. \qquad (1)$$

D'autre part, la formule relative à l'émission du filament chauffé donne

$$x = K(V_g + DV_a)^{\frac{3}{2}}, \qquad (2)$$

où K et D sont des constantes et V_g la tension de grille. Si on pose

$$V_g + DV_b = m,$$

la formule (2) devient, en tenant compte de (1),

$$x^2 = K^2 m^3 \left(1 - \frac{DR_a}{m} x\right)^3. \qquad (3)$$

Cela entraîne

$$x < \frac{m}{DR_a}.$$

On peut donc poser

$$x = \frac{1}{1+y}\,\frac{m}{DR_a}.$$

y étant une nouvelle variable positive. En faisant ce changement de variable dans l'équation (3), on a, après simplification,

$$1 + y = (KDR_a)^2\, my^3,$$

ou, en posant

$$(KDR_a)^2\, m = a,$$

$$ay^3 = y + 1 \quad \text{ou} \quad y^3 - \frac{y}{a} - \frac{1}{a} = 0. \qquad (4)$$

Dans les amplificateurs à basse fréquence, qui sont ici les seuls envisagés, a est beaucoup plus grand que 1. Par exemple, pour $V_a = 100$ v, $D = 0{,}05$, $R_a = 10^6\ \omega$, $K = 10^{-4}$ et $V_g = 1$, on a $m = 4$ et $a = 100$. L'équation (4) a une racine positive quand $a > \frac{4}{27}$, ce qui est pratiquement toujours le cas. On peut toujours négliger $\frac{4}{27\,a}$ devant l'unité, ce qui permet d'adopter la formule approximative

$$y = \sqrt[3]{\frac{1}{a}} + \frac{1}{3a}\sqrt[3]{a}. \qquad (5)$$

L'erreur relative ainsi commise est de l'ordre du millième. Cette formule définit x en fonction des grandeurs caractéristiques de la lampe, K et D et des valeurs de V_g, V_b et R_a. Si l'on trace la caractéristique statique d'une lampe dans le voisinage de la tension de grille nulle, on obtient des courbes qui sont rectilignes et pour lesquelles $\frac{d\,V_g}{d\,i_g}$ est maximum pour $V_g = 0$. Il en résulte qu'on doit choisir dans cette région le point de fonctionnement de la lampe. L'auteur montre dans une application numérique comment la connaissance de la caractéristique statique permet de déterminer le facteur d'amplification d'un étage. Il conclut en faisant remarquer que les constantes de la lampe ont peu d'influence sur le facteur d'amplification d'étage. Il y a exception pour le coefficient D qui est l'inverse du facteur d'amplification de la lampe; de plus, d'après les formules du début, que le courant anodique reste constant si DR_a et DV_b restent constants. — G.-R. M.

ÉCLAIRAGE

621.328 : 629.13 (73). — Les appareils d'éclairage pour l'aviation commerciale ; G.-E. Young. *G. E. R.*, juin 1927, t. XXX, p. 321-323, 1800 mots, 4 fig. — Dans cet article l'auteur passe rapidement en revue les différents appareils d'éclairage utilisés par l'aviation commerciale aux Etats-Unis pour assurer les vols de nuit. Les phares pour jalonner les routes sont constitués par un projecteur à miroir argenté de 0,60 m, à lampe à incandescence de 9 0 watts sous 30 volts. Le phare fait 6 tours par minute. Il y a deux lampes, dont une de rechange, qui est mise automatiquement en place et en circuit en cas d'extinction de la lampe en usage, grâce à un mécanisme à ressort qui est commandé par deux bobines l'une en dérivation et l'autre, en série. Pour l'éclairage des champs d'atterrissage on utilise des projecteurs à arc à lentilles Fresnel cylindriques. En outre on emploie des appareils avec lampes à incandescence pour indiquer les limites du terrain, les obstacles, pour marquer la silhouette des hangars et bâtiments. Pour délimiter le terrain, les lampes sont généralement montées en série dans un circuit à 2 300 volts. — J. S.

APPLICATIONS DIVERSES

621.312.1 : 621.392. — Dynamo à débit limité spécialement applicable à l'alimentation d'un arc électrique ; J. Bethenod. *Bulletin de la Société alsacienne de Constructions mécaniques*, avril 1927, t. v, p. 45-50, 2800 mots, 6 fig., et *Q. S. T. français et Radioélectricité réunis*, juillet 1927, t. III, p. 58-61, 2 100 mots, 6 fig. — Lorsqu'il s'agit d'alimenter en courant continu un seul arc, comme c'est le cas pour la soudure électrique, il est indispensable que l'intensité du courant reste aussi constante que possible et surtout que l'action régulatrice s'exerce très rapidement. Ces conditions conduisent à l'établissement de dynamos spéciales produisant en principe un courant dont l'intensité reste sensiblement constante lorsque la tension aux bornes varie dans de larges limites (de 0 à 50 volts environ dans le cas de la soudure à l'arc). L'auteur rappelle à ce sujet la proposition de Marcel Deprez d'une dynamo à deux enroulements d'excitation l'un branché aux bornes de l'induit, l'autre excité séparément, solution reprise en Allemagne dans la dynamo Krämer. Mais en général toutes les solutions existantes admettent implicitement qu'il s'agit de débiter sur un circuit extérieur dont la résistance varie assez lentement pour qu'il soit possible de négliger les phénomènes transitoires et en pratique on a des à-coups de débit. La solution à laquelle a été conduite la Société alsacienne de Constructions mécaniques résulte de la combinaison d'une génératrice et d'une excitatrice. La génératrice comprend un enroulement inducteur série à action différentielle et un enroulement inducteur alimenté par l'excitatrice elle-même à excitation shunt. De plus, dans le circuit comprenant l'induit de la génératrice, l'enroulement série et l'enroulement d'excitation des pôles auxiliaires, on insère le primaire d'un transformateur à deux enroulements secondaires couplés en série l'un avec l'enroulement inducteur de la génératrice, l'autre avec l'enroulement inducteur de l'excitatrice. Des oscillogrammes montrent qu'on obtient ainsi une compensation presque parfaite : en cas de court-circuit brusque l'intensité du courant atteint progressivement la valeur de court-circuit sans surintensité. On utilise aussi en outre sur ces machines la réaction d'induit et on obtient ainsi une variation du débit dans de larges limites par simple décalage des balais. Un levier est prévu à cet effet sur la machine. — J. S.

621.39 : 614.84. — Système avertisseur d'incendie. *The Electrician*, 17 juin 1927, t. XCVIII, p. 683, 1 700 mots, 1 fig. — Cet article donne une description de principe du système avertisseur d'incendie de l'Automatic Telephone Manufacturing C° exposé à Perth au cours du meeting annuel de la Professional Fire Brigades Association. Le principe du système consiste à grouper un certain nombre d'appareils extérieurs d'appel en série sur un circuit en forme de boucle passant par le poste central. Le nombre de ces circuits bouclés est variable suivant le nombre total d'appareils d'appel à envisager. Les appels sont produits par des ruptures de circuit actionnant les appareils d'enregistrement du poste central ; ces ruptures sont provoquées par les appareils d'appel. Ceux-ci comportent un bouton-poussoir, accessible après rupture de la glace de protection, qui commande la mise en marche, par un mouvement d'horlogerie, d'une roue de code dont les dents provoquent, au moyen d'une paire de ressorts, dans le circuit bouclé, un nombre déterminé de ruptures caractéristique de l'appareil d'où se fait l'appel. Au poste central, un système de relais commandé par les ruptures du circuit bouclé, actionne à la fois un timbre avertisseur à un coup par impulsion, deux lampes indicatrices indiquant l'appel et le circuit bouclé intéressé, et enfin le système d'enregistrement, par perforation sur une bande de papier, de l'indicatif d'appel et, par impression, de la date et de l'heure exactes de l'appel. Les dispositifs prévus permettent la réalisation de deux appels simultanés provenant de deux appareils d'une même boucle. Au poste central, l'installation comprend un système de signalisation par panneaux lumineux attirant l'attention du

personnel de service lorsqu'il se produit une faute ou lorsqu'il y a lieu, par exemple, de procéder au montage de l'appareil perforateur, au renouvellement du rouleau de papier. — J. S.

DIVERS

537.(062). — Remise de la médaille Mascart à Sir J.-J. Thomson. *R. G. E.*, 18 juin 1927, t. XXI, p. 970-971, 750 mots.

92 (Sciama). — Gaston Sciama ; Jean Rey. *R. G. E.*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 764-768, 4 200 mots, 1 photographie.

MATIÈRES PREMIÈRES

546.3 : 537.31 2. — Sur les propriétés électriques de quelques composés métalliques ; H. André. *C. R. Ac. des Sc.*, 21 mars 1927, t. CLXXXIV, p. 741-742, 350 mots. — Certaines combinaisons d'un métal avec du soufre ou du phosphore présentent des changements de composition spontanés, ou facilement provocables par des actions physiques à action faible. Ainsi les composés argent-soufre ou argent-phosphore sont capables d'absorber une certaine quantité de soufre ou de phosphore fondus à basse température. Cette saturation leur donne, au point de vue de la résistance électrique, un coefficient de température négatif, élevé et variable, diminuant à partir d'une certaine température. Jusqu'à 100°C le produit ne se modifie pas ; au-dessous, il faut l'entretenir dans un état stable par enrobement permanent de soufre. L'auteur voit, comme résultat pratique de ses recherches, de nombreuses applications industrielles. — M.-H. B.

669.912.8 : 669.13. — Les propriétés magnétiques des fontes ; R. Stotz. *E. T. Z.*, 23 juin 1927, t. XLVIII, p. 876-879, 2 500 mots, 9 fig. — L'auteur a étudié les courbes d'aimantation et les caractéristiques hystérétiques (induction rémanente et champ coercitif) de six types de fontes grises et blanches, de cassures et constitutions diverses. Outre le charbon qu'elles contenaient à l'état libre et en combinaison, ces fontes contenaient des proportions appréciables de silicium et de manganèse, et un peu de phosphore et de soufre. Les fontes blanches ont un cycle d'hystérésis dont la surface est plusieurs fois plus grande que pour les fontes grises. Il en résulte des pertes par hystérésis plus considérables. La cause réside dans la différence des proportions de carbone combiné ; l'examen microscopique de l'intérieur montre également une répartition très diverse de la ferrite, de la perlite et du carbone libre, de l'extérieur à l'intérieur. Par suite du manque d'homogénéité des coulées, les caractéristiques magnétiques varient avec les échantillons. Il est difficile de trouver une méthode d'essai à l'abri de ce défaut. — C.-R. M.

620.121.7 : 669.14. — Contribution à l'étude des déformations accompagnant les traitements thermiques de l'acier ; A. Portevin et A. Sourdillon. *Revue de Métallurgie*, avril 1927, t. XXIV, p. 215-233, 4 500 mots, 15 fig., 19 tabl. — Dans cet article les auteurs donnent sous forme de tableaux et de courbes les résultats de recherches qu'ils ont entreprises sur l'étude des déformations par traitement thermique des pièces en acier. Ces déformations résultent de la superposition du phénomène de trempe proprement dit (lorsqu'il y a trempe) et des effets du refroidissement non isotherme de la masse. Elles dépendent donc essentiellement de la forme et des dimensions des pièces. Les auteurs se sont bornés dans le cas présent à l'étude des déformations des pièces cylindriques en acier. Ils ont constaté, pour des aciers demi-durs au carbone dans le cas du recuit : une diminution de longueur ; une augmentation du diamètre avec tendance générale vers l'ellipsoïde ; que les variations de dimensions dépendent surtout de la vitesse de refroidissement au-dessus de 600° ; que les effets de recuits successifs sont additifs. Dans le cas de la trempe, les déformations dépendent de la température de trempe adoptée ; elles peuvent être sur une même dimension positives ou négatives suivant cette température. Par exemple au-dessus de 850° pour l'acier demi-dur, il y a allongement du cylindre. Comme dans le cas du recuit, les effets de trempes successives sont additifs. Il faut ajouter d'ailleurs que la forme, c'est-à-dire dans le cas présent le rapport $\frac{D}{L}$, a une influence marquée, les résultats pouvant être inversés suivant la valeur de ce rapport. — J. S.

665.5 : 621.314.2. — Les essais de dépôts dans les huiles pour transformateurs ; E.-A. Snyder. *La Mailleraye*, mars-avril 1927, n° 15, p. 7-18, 8 500 mots. — Cet article et les notes complémentaires qui le suivent donnent un exposé des travaux de M. E.-A. Snyder de la General electric Company sur la question des huiles pour transformateurs. L'auteur montre d'abord que la formation de dépôts dans ces huiles est due uniquement à un procédé d'oxydation pur et simple. Il a ensuite cherché une méthode d'essai capable de donner une indication de la « vie » de l'huile, c'est-à-dire du temps que peut durer une huile avant de commencer à donner des dépôts. La méthode doit en outre être telle que des expérimentateurs différents en différents laboratoires obtiennent des résultats comparables. Avant de rechercher une nouvelle méthode, l'auteur a étudié celles déjà répandues dans le but de voir si l'une ou l'autre ne permettait pas d'obtenir le résultat cherché. Aucune ne répondait aux conditions voulues et il expose dans l'article les objections faites à chacune d'elles. En général, il leur reproche de ne pas donner des résultats concordants pour différents expérimentateurs et en outre de donner une indication relative à la quantité de dépôt formée au bout d'un temps arbitraire. Or, ainsi qu'il le montre, les quantités pour deux huiles différentes peuvent varier largement l'une par rapport à l'autre et même s'inverser suivant la durée de l'essai. Les méthodes qui ont été ainsi étudiées sont la méthode Michie, la méthode d'essai à la formalite, la méthode d'essai « allemande n° 9, » la méthode d'addition et de substitution d'iode et enfin la méthode Brown, Boveri et Cie. En outre des objections indiquées plus haut il faut signaler que certaines de ces méthodes (celles de Michie et de Brown, Boveri et Cie par exemple) ne sont guère qu'une mesure du pouvoir de résistance d'une huile contre les effets catalytiques du cuivre. Dans la méthode mise au point par l'auteur et dite « essai de durée » tous les échantillons d'huile sont soumis à la même quantité de chaleur et d'oxygène et on mesure le temps nécessaire pour arriver aux premières indications de dépôt. L'auteur expose les divers avantages de cette méthode et répond à quelques objections qui pourraient être faites à cette méthode. Les résultats d'expérience obtenus jusqu'ici permettent d'assurer que cet essai peut être reproduit avec précision et que des résultats concordants peuvent être obtenus par différents expérimentateurs dans des laboratoires différents. La méthode permet en outre de différencier de façon nette la qualité de différentes huiles ; car des essais en service régulier ont démontré que les huiles ayant donné la plus grande durée d'après l'essai sont celles qui, en pratique, ont eu la durée la plus longue dans un transformateur. — J. S.

665.52. — Le cracking du pétrole. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1 042, 1 050 mots. Analyse d'un article de T.-G. Delbridge publié dans *Journal of the Franklin Institute*, novembre 1926, t. CCII, p. 569-588, 6 600 mots, 7 fig.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'EDIT., 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant : J. Blondel.*

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.12. — La dynamique de l'électron; J.-B. Pomey. *R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. xxii, p. 183-186, 4000 mots. — L'auteur considère, parmi toutes les trajectoires susceptibles d'être parcourues par un électron placé dans un champ magnétique, celles qu'il suit lorsqu'il est sollicité par le champ magnétique particulier qui existe au voisinage du filament d'une lampe électronique. Le filament peut être considéré comme un fil rectiligne et indéfini parcouru par un courant continu et constant. L'auteur assimile la trajectoire de l'électron à une courbe funiculaire et géodésique, en montrant que cette trajectoire est identique à un fil conducteur flexible et inextensible, parcouru par un courant dont on peut négliger l'action magnétique par rapport à celle d'un courant rectiligne indéfini. Il écrit la condition d'équilibre de la courbe funiculaire et il donne l'équation différentielle de la méridienne de la surface de révolution dont la trajectoire de l'électron est une courbe géodésique. Il discute la forme de la trajectoire et calcule aussi sa longueur.

537.226.5. — Les oscillations à haute fréquence dues aux décharges superficielles sous l'action d'une tension de sens constant; Shigeo Mochizuki. *J. I. E. E. of Japan*, juin 1927, n° 467, p. 657-663, 9 fig., 2 tabl. — Dans un mémoire précédent, l'auteur a montré que l'amplitude du courant dû à la décharge superficielle, aux fréquences inférieures à 50 p : s, augmente avec le temps jusqu'à ce qu'on approche de la rupture du diélectrique solide. Dans son mémoire actuel, il étudie le même phénomène sur les diélectriques solides soumis à une fatigue excessive. Il emploie un kénotron qui donne du courant redressé à 50 p : s. En réglant convenablement le courant de chauffage, il a réussi à obtenir un équilibre stable dans le diélectrique, même en opérant au delà du maximum de la caractéristique des tensions et courants. Dès que les diélectriques sont électriquement distendus sous l'influence de l'air ionisé, et si l'électrode sphérique est négative relativement à l'électrode plane, on constate une oscillation énergique de très haute fréquence, laquelle est nettement définie par les constantes du circuit. Quand l'électrode sphérique est positive, on ne constate qu'une oscillation très faible. Bien que l'oscillation dépende de la rapidité de rupture diélectrique de l'air autour de l'électrode sphérique, on a pu montrer que l'amplitude du courant dépend de l'état et de la nature du diélectrique solide. Finalement, on a constaté qu'en connectant un corps semi-conducteur près d'un espace d'air très court on obtient des oscillations plus fortes et plus stables qu'avec plusieurs intervalles en série. — C.-R. M.

537.311.6 : 538.551.21. — Solution graphique des problèmes relatifs aux circuits électriques dont la résistance ou l'inductance sont variables; J. Yamamoto et K. Morita. *J. I. E. E. of Japan*, juin 1927, n° 467, p. 583-594, 10 fig. — Les problèmes relatifs à des circuits électriques ne peuvent pas être résolus analytiquement quand la résistance ou l'inductance sont des fonctions du courant. Dans un premier chapitre, on donne une forme générale de l'équation fondamentale de ces circuits. Le chapitre II donne une théorie de la solution graphique de cette équation, et le chapitre III, cinq exemples choisi parmi les plus importants : 1° Disparition du courant dans un circuit à résistance et inductance fixes, quand on supprime instantanément la force électromotrice ; 2° forme du courant de charge d'un condensateur, à l'aide d'une force électromotrice alternative agissant à travers un kénotron (résistance variable) ; 3° forme du courant dans une bobine à noyau, à perméabilité variable, soumise à une force électromotrice alternative ; 4° forme de l'onde de tension aux bornes d'une résistance parcourue par un courant alternatif redressé ; 5° forme de l'élévation de tension dans une dynamo shunt à autoexcitation, quand on ferme son circuit d'excitation à vitesse constante. — C.-R. M.

537.583. — Emission d'électrons par les filaments de tungstène thoriés; S. Dushman et J.-W. Ewald. *Phys. Rev.*, juin 1927, t. xxix, p. 857-870, 5000 mots, 3 fig. — On sait que les données expérimentales relatives à l'émission d'électrons par le tungstène et le tantale sont représentées de façon satisfaisante, en fonction de la température absolue T du métal émissif, par une équation de la forme

$$I = A T^2 e^{-\frac{b_0}{T}}, \qquad (1)$$

où I est la densité du courant d'électrons, A est une constante universelle, égale à 60, 2 A : cm² pour une température de 1° K et b_0, une autre constante du métal envisagé. Quelques observations présentées par K.-H. Kingdon, et de nouvelles expériences effectuées par les auteurs du présent travail conduisent à penser que, dans le cas des émissions par couches monoatomiques, l'équation (1) n'est plus valable, ou tout au moins que la constante A possède une valeur différente de 60,2. C'est pourquoi il a paru important d'obtenir des nombres aussi exacts que possible dans un cas d'émission par couche monoatomique, celui du tungstène thorié. Langmuir a en effet montré que l'émission par le tungstène contenant de la thorine est due à l'existence superficielle d'une couche monoatomique de thorium, résultant de la réduction à haute température d'une petite quantité de la thorine

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. xxi, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise ; envoi recommandé et emballage, en plus : France, 1,50 fr ; étranger, 3,50 fr.)

Les postes à batterie centrale
type P.T.T 1924

sont les derniers modèles officiels
imposés par l'Administration des P.T.T.

Ces appareils peuvent être employés sur les Réseaux automatiques par la simple adjonction immédiate d'un disque envoyeur.



Type mobile à combiné

Demandez les postes provenant de la fabrication de la Société créatrice:

"Le Matériel Téléphonique"

Société Anonyme au Capital de 110.000.000 de francs

46 AVENUE DE BRETEUIL PARIS. (VIIe)

contenue dans le métal, et de la diffusion ultérieure des atomes de thorium vers la surface. Les mesures ont été effectuées de 1 000 à 2 000° K. Leurs résultats montrent que l'émission d'électrons par une couche monoatomique de thorium sur le tungstène est au mieux représentée pour une intensité de champ nulle par la relation

$$I = 3\,T^2 e^{-\frac{30\,500}{T}} \qquad (2)$$

où I est exprimée en A : cm². L'émission a été mesurée en outre pour différents états d'activation du filament. Si θ est la fraction de la surface recouverte de thorium, pour $\theta < 0{,}95$, log A_θ varie linéairement avec b_θ, en représentant l'émission par la surface donnée par

$$I = A_\theta\, T^2 e^{-\frac{b_\theta}{T}}. \qquad (3)$$

On a aussi constaté que l'émission par un film monoatomique de thorium sur tungstène est supérieure à celle du thorium massif. L. B.

538.23. — Sur la perte par hystérésis dans un champ magnétique oscillant amorti; Hikoichi Abata. *Researches of the electrotechnical Laboratory*, avril 1927, p. 1-10, 1 100 mots, 3 tabl., 6 fig. hors texte. — L'auteur expose dans ce rapport une méthode simple de détermination de la perte par hystérésis dans un champ magnétique oscillant amorti, en supposant que la courbe théorique d'hystérésis peut être remplacée approximativement par une spirale elliptique par l'introduction de l'angle d'hystérésis et en outre que la spirale ainsi obtenue est constituée d'un système d'ellipses moyennes. Il donne quelques exemples d'application numérique de la formule ainsi obtenue. Les résultats montrent que la perte dépend beaucoup de la valeur du coefficient d'amortissement, surtout pour un champ à petit amortissement et à basse fréquence. D'autre part, l'effet de la fréquence sur la perte, bien que suivant une loi linéaire, devient négligeable pour un champ fortement amorti. Dans un appendice l'auteur donne l'expression de la distribution du champ magnétique et de la perte dans le fer pour une tôle d'acier. — J. S.

538.51.21.3. — La résonance dans le cas de courants alternatifs comportant un seul harmonique; F.-H. Miller. *Phys. Rev.*, avril 1927, t. XXIX, p. 546-553, 2 500 mots, 4 fig. — Le phénomène de résonance dans un circuit auquel on applique une force électromotrice sinusoïdale est familière à tous, et il a été discuté en détail par de nombreux auteurs. Mais les relations entre la fréquence ν et le courant I, dans la mesure où elles sont affectées par la présence d'harmoniques dans l'onde des potentiels, ne sont pas aussi bien connues, bien que le phénomène se présente souvent dans la pratique. Le but du présent travail est d'étudier quelques-unes de ces relations pour le cas où un harmonique, d'ordre n, est présent dans la force électromotrice appliquée. On suppose que, lorsque la fréquence varie, le rapport entre les amplitudes des deux composantes de la force électromotrice reste constant. Le terme résonance est employé par l'auteur dans un sens généralisé, pour désigner tout l'état pour lequel l'intensité du courant passe par un maximum pour le circuit série, ou par un minimum pour le circuit parallèle. 1° *Circuit série*. Il est formé par une résistance R, une inductance L, et une capacité C connectées en série. On applique à ce circuit une force électromotrice à deux composantes E_0 et E_1. On constate que la forme des courbes intensité du courant et de la fréquence ne dépend que du rapport $K = R^2 C/L$ (facteur de résonance) et du rapport a entre l'amplitude de l'harmonique et du fondamental. Lorsque K croit, la valeur de a au-dessous de laquelle la courbe ne peut avoir qu'un maximum du courant en fonction de la fréquence croit de zéro à l'unité; pour chaque harmonique (de rang n), il y a une valeur déterminée de K, donnée par

$$K_E = \frac{(n-1)^2\,(n^2+4n+1)}{n\,(n^2+1)},$$

au-dessus de laquelle il ne peut y avoir qu'un sommet à la courbe quelle que soit la valeur de a. 2° *Circuits en parallèle*. Le circuit consiste en trois branches formées respectivement par la résistance R, l'inductance L et la capacité C. La courbe du courant et de la fréquence n'a qu'un minimum, quel que soit le rang de l'harmonique, mais la position du minimum dépend du rang, et de l'amplitude de l'harmonique présent. — L. B.

SCIENCES DIVERSES

535.247 : 535.6 : 62. — Un photocolorimètre à cellule photoélectrique; R. Toussaint. *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, juin 1927, t. CXXVI, p. 421-430, 5000 mots, 7 fig ; L. Blin Desbleds. *The Electrician*, 1er juillet 1927, t. XCIX, p. 8, 1100 mots, 2 fig. — L'appareil qui fait l'objet de ces deux articles a déjà été décrit brièvement dans « R. G. E., » 4 juin 1927, t. XXI, p. 889-890, 400 mots, et mentionné dans « R. G. E. », 13-20 août 1927, t. XXII, p. 50 D. — L'article du « Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale » est la reproduction in extenso de la communication faite par M. Toussaint, et de la discussion consécutive, à la séance du 14 mai 1927 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. — F. P

535.24 (072) (42). — Les travaux de la section de photométrie du National physical Laboratory; H. Buckley. *The Illuminating Engineer*, juin et juillet 1927, t. XX, p. 174-177 et 197-202, 9 300 mots, 12 fig. — Dans cette conférence faite lors de la visite par l'Illuminating Engineering Society du National physical Laboratory, l'auteur expose simplement les différents travaux qui font l'objet de l'activité de la section de photométrie. C'est en tout premier lieu le maintien des étalons normalisés de puissance lumineuse. L'unité internationale de puissance lumineuse a été définie en 1909 par un accord entre la France, les États-Unis et l'Angleterre d'après la puissance lumineuse de la lampe au pentane. En réalité, cette unité est définie d'après l'intensité lumineuse de lampes à filament de carbone. Comme la puissance lumineuse de ces lampes diminue d'environ 3 pour 100 pour 100 heures d'utilisation, elles ne servent que d'étalons de comparaison pour des lampes étalons secondaires, et ne sont ainsi utilisées en moyenne qu'un quart d'heure par an. L'emploi pratique de ces étalons soulève de suite le problème délicat de la photométrie hétérochromatique. Il a été résolu tout au moins en ce qui concerne les différences de couleurs entre la lampe au pentane et les lampes à filament de tungstène à 1,5 watt par bougie en divisant cet écart de couleurs en 6 étages. On se propose en outre d'étudier la méthode de photométrie par scintillement. D'autre part, la principale difficulté en photométrie hétérochrome provenant de l'œil lui-même, des recherches sont en cours pour l'emploi de cellules photoélectriques. On a pu déjà déterminer ainsi que deux lampes ont la même couleur : dans ce cas le rapport de la puissance lumineuse mesuré avec une cellule au sodium et avec une cellule au rubidium doit être le même pour ces deux lampes. Pour la mesure de la puissance lumineuse totale d'une lampe, le laboratoire possède trois intégrateurs : un ayant la forme d'un cube de 2 m; les deux autres sont sphériques, l'un ayant un diamètre de 1 m, l'autre, de 3,05 m. Une autre catégorie de travaux comprend les essais entrepris soit à la demande du gouvernement, soit parce qu'ils ne peuvent être exécutés dans d'autres laboratoires ou qu'ils servent de référence pour un contrat ou enfin dans les cas de litige. Ces essais portent principalement sur la normalisation des lampes et sur leur durée. Pour ce dernier essai, les lampes fonctionnent non pas à la tension nominale, mais au rendement nominal parce que dans ces conditions des lampes de même type se trouveront fonctionner à la même température. La détermination des courbes polaires de la répartition de l'intensité lumineuse est faite au moyen d'un appareil avec miroir tournant qui évite le déplacement de la lampe elle-même. Parmi les recherches spéciales entreprises par ce

laboratoire il faut citer : l'éclairage des galeries de musées, l'étude expérimentale de lentilles pour les feux des navires. Des études ont été faites également sur la relation entre la couleur, la température et le rendement pour les lampes au tungstène, ainsi que sur l'emploi d'un corps noir comme étalon normalisé de puissance lumineuse. En liaison avec des recherches relatives au problème de l'éclairage des rues, des expériences relatives à l'influence du reflet d'une source lumineuse sur l'aptitude de l'œil à distinguer des différences d'éclairement ont été faites. L'étude de l'éclairement naturel est poursuivie depuis trois ans et lorsque les chiffres moyens de plusieurs années pourront être obtenus, ils fourniront un guide précieux pour les architectes et autres techniciens ayant à s'occuper des questions d'éclairage par la lumière du jour. Dans ce même ordre d'idées, on a mis au point deux appareils pour mesurer le rapport de l'éclairement réel naturel reçu par un point à celui qui serait produit par un quart de sphère de ciel uniforme. D'autres recherches ont eu pour but d'étudier l'éclairage naturel de salles profondes et l'influence des décorations, l'influence de l'éclairement sur la facilité d'exécution de travaux délicats, et la réflexion à la surface des rues vue sous un angle d'incidence élevé. Il semble sur ce dernier point que l'éclat de la surface de la rue dépende principalement de la puissance lumineuse totale de la source de lumière et non de l'éclat intrinsèque de la route. Cette conférence a été suivie d'une discussion dans laquelle les interlocuteurs ont principalement demandé des précisions sur divers points ou sur des appareils vus au cours de la visite. — J. S.

533.56. — La production et l'utilisation du vide poussé dans les appareils métalliques démontables (pompe à vide moléculaire, tubes à rayons X métalliques, lampes de radiocommunication métalliques, spectrographes à réseau dans le vide, oscillographes cathodiques, etc.). *R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 169-170, 750 mots. Résumé d'une communication de Henri Gondet faite à la séance du 28 mai 1927 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

539.15. — Les deux moments magnétiques de l'atome. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 109-110, 1 100 mots. Résumé d'une communication de Raoul Ferrier présentée à la séance du 27 juin 1927 de l'Académie des Sciences et publié dans *C. R. Ac. des Sc.*, 27 juin 1927, t. CLXXXIV, p. 1641-1643.

539.15 + 530.145. — L'électron magnétique et la mécanique ondulatoire. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 109, 600 mots. Résumé d'une communication de L. Rosenfeld présentée à la séance du 13 juin 1927 de l'Académie des Sciences et publié dans *C. R. Ac. des Sc.*, 20 juin 1927, t. CLXXXIV, p. 1540-1541.

MESURES ET ESSAIS

537.742.9. — Mesure de la tension d'un courant alternatif au moyen des condensateurs. *E. u. M.*, 26 juin 1927, t. XLV, p. 524-525, 1 000 mots, d'après *Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern*, août 1926, t. V. — La méthode proposée par l'auteur consiste à monter en série un certain nombre de condensateurs et à se servir d'un voltmètre électrostatique connecté aux bornes de l'un ou de plusieurs de ces condensateurs, ayant lui-même une capacité connue. Si l'on désigne par E_1 la valeur efficace de la tension de l'onde fondamentale et par a_3, a_5... le rapport en centièmes entre les amplitudes des harmoniques et celle de l'onde fondamentale, la tension alternative correspondante E a, en valeur efficace, la valeur suivante

$$E = \frac{E_1}{100}\sqrt{100^2 + a_3^2 + a_5^2 + \dots}$$

Si J_1 est l'intensité du courant correspondant au terme fondamental, celle du courant pour une série de k harmoniques, en ne tenant pas compte des termes de valeur négligeable, peut être donnée par la formule

$$J = \frac{J_1}{100}\sqrt{100^2 + (3a_3)^2 + (5a_5)^2 + \dots}$$

L'auteur considère deux cas, suivant que l'on intercale ou non entre le condensateur et l'instrument de mesure un transformateur de mesure. Dans le cas où il n'est pas prévu de transformateur, le courant est donné par la formule

$$J = \frac{E}{\sqrt{R^2\left(1 + \frac{C_n}{C}\right)^2 + \frac{1}{C^2\omega^2}}},$$

C étant la capacité des condensateurs en série, C_n, celle du condensateur aux bornes duquel s'effectue la mesure, R, la résistance de l'instrument de mesure.

S'il y a un transformateur dont le coefficient de self-induction de fuites est L, on a pour le courant, en posant

$$\gamma = \frac{R}{L\omega_0} \quad \text{et} \quad \nu = L\omega_0^2(C + C_n),$$

$$J = \frac{C\omega_0 E}{\sqrt{\frac{1}{k^2} + \nu^2(k^2 + \gamma^2) - 2\gamma}}$$

où ω_0 est la fréquence de l'onde fondamentale et k, le nombre d'harmoniques. L'auteur discute les valeurs à attribuer aux capacités et celles à admettre pour R dans les deux cas considérés, si la tension à mesurer est de l'ordre de 100 000 V. — A. L.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.316(017). — Normalisation des postes en plein air ; H.-W. Young. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 140-141, 700 mots. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.316.00.42. — Réglage de la tension dans les installations à courant triphasé ; O. Burger. *E. u. M.*, 3 juillet 1927, t. XLV, p. 537-543, 4 500 mots, 11 fig. — Les modes de réglage de la tension décrits dans cet article sont uniquement ceux qui interviennent quand le réseau est en charge. L'auteur traite d'abord des procédés de réglage à l'aide d'appareils spéciaux, tels que les régulateurs d'induction et les transformateurs survolteurs et dévolteurs ; il décrit différents modes de montage de ces derniers, notamment celui proposé par Sessinghaus suivant lequel le transformateur est relié au transformateur d'excitation par l'intermédiaire d'un combinateur; la solution de Reichenbach consiste en une combinaison de deux transformateurs auxiliaires. Un autre procédé de réglage mentionné dans l'article est celui suivant lequel on agit sur le courant réactif, au moyen de compensateurs de phase, ou encore sur la réactance des canalisations avec des condensateurs. Traitant sommairement de la vitesse du réglage, l'auteur préconise les solutions de Sessinghaus ou de Reichenbach comme ayant l'action la plus rapide. Il examine, pour terminer, comment doit être résolu ce problème du réglage dans les principaux cas qui se présentent, suivant qu'il s'agit d'une canalisation principale ou de lignes secondaires. — A. L.

621.312/4.00.14. — Choix de la tension d'épreuve des machines électriques à haute tension ; G.-J.-Th. Bakker et O.-C. van Staveren. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 137-139, 1 800 mots, 3 fig. Analyse d'un rapport présenté à la

première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.312.1.00.12 : 537.32. — Echauffement des enroulements inducteurs d'une machine à courant continu; Sven Hjertén. *E. T. Z.*, 9 juin 1927, t. XLVIII, p. 793-798, 6000 mots, 13 fig. — On sait que les enroulements inducteurs et ceux des pôles de commutation des machines à courant continu représentent une des parties les plus coûteuses. Aussi l'auteur indique-t-il les dimensions les plus réduites possibles à leur donner pour que le nombre d'ampères-tours nécessaire soit assuré avec le minimum de dépense et sans que l'échauffement admissible soit dépassé. Il traite les cas suivants : I. *Bobines de pôles principaux et de commutation*. A. Cas de bobines à section rectangulaire : *a*) répartition de la chaleur sans tenir compte du refroidissement déterminé par les épanouissements polaires ; *b*) répartition de la chaleur en tenant compte de ce refroidissement. Pour ces cas l'auteur arrive à des formules très compliquées donnant l'échauffement en fonction des caractéristiques de la bobine. B. Cas de bobines de section non rectangulaire : Les formules précédentes peuvent être utilisées moyennant certaines corrections. — II. *Bobines de compensation*. — III. *Calcul des résistances*. Ce sont surtout les résistances calorifiques qu'offrent les diverses parties du circuit magnétique à l'évacuation de la chaleur. — IV. *Prédétermination des enroulements*. Les résultats précédents permettent d'obtenir pour la densité du courant à choisir dans les enroulements la formule suivante

$$\sigma = \frac{100\,h\,w}{\rho\,IN}$$

où on représente par σ la densité du courant en ampères par millimètre carré ; h la hauteur de la bobine ; ρ la résistance du métal du conducteur exprimée en ohms pour un conducteur de 1 m de longueur et de 1 mm² de section ; IN le nombre d'ampères-tours ; un coefficient w dépendant de la vitesse linéaire du rotor. — V. *Comparaison des résultats avec ceux des anciens procédés*. Ce dernier chapitre donne quelques applications numériques. — B. H.

621.312.2.00.2-4. — Sur la construction et les conditions de service des turboalternateurs à grande vitesse; E. Wilczek. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 133, 800 mots. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.312.2. — Courbes de puissances des machines synchrones; G. Hauffe. *E. u. M.*, 3 juillet 1927, t. XLV, p. 543-544, 700 mots, 2 fig. — L'auteur rappelle l'intérêt qu'il y a à connaître les courbes de puissances à tension constante et à excitation constante des machines synchrones pour pouvoir en déterminer les conditions de fonctionnement. Il montre comment on déduit ces courbes du diagramme obtenu en composant la tension aux bornes et la chute de tension dans la machine pour obtenir la force électromotrice. Lorsque cette dernière est constante, le lieu de l'extrémité du vecteur représentant la tension est un cercle si le facteur de puissance est constant ; l'auteur fait ressortir les conditions auxquelles satisfont les centres des cercles correspondant aux diverses valeurs de ce facteur de puissance. — A. L.

621.312.2.00.14. — Méthode la plus simple pour la mesure de la réactance de fuites des alternateurs à courant triphasé; W.-A. Tolwinski et D.-B. Efremov. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 137, 300 mots. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.312.2 + 621.313.23|00.413. — Excitation à réaction rapide pour les machines synchrones; C.-A. Powel. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 136-137, 600 mots. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.312.2.00.413. — Considérations sur l'autoexcitation des alternateurs branchés aux lignes à haute tension; G. Petresco. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 133-136, 1500 mots, 5 fig. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.313.4 : 621.311.73. — Remarques sur le raccordement de petits récepteurs à des centrales de grande puissance; F. Rutgers. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 100, 500 mots. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.314.2.00.41. — Les changements de prises sur les transformateurs en charge; L.-H. Hill. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 97-100, 1300 mots. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

665.58 : 621.315.61 : 621.314.2. — L'emploi dans un transformateur d'un mélange d'huiles de provenances diverses; E. Pélissier. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 145, 450 mots. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.314.2.00.14. — Surtensions dans les transformateurs et essais aux ondes à front raide; J. Fallou. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 94-96, 2700 mots, 2 fig. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.314.2.00.41. — Les surtensions de déclenchement et particulièrement celles des transformateurs à vide; J. Kopeliovitch. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 96-97, 900 mots. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.62. — Bornes condensateurs à sollicitation superficielle uniforme; A. Smouroff. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 144, 500 mots. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.62. — Isolateurs pour traversées de murs pour très hautes tensions; G. Silva. *L'Elettrotecnica*, 25 juin et 5 juillet 1927, t. XIV, p. 401-408 et 420-432, 11300 mots, 67 fig. — La réalisation d'un bon isolateur de sortie (ou passage) suppose la connaissance exacte du champ électrostatique entre le conducteur et la collerette métallique de fixation. Ces isolateurs peuvent être, soit simplement à diélectrique, soit à combinaisons de condensateurs. Dans le premier cas, la solution analytique du problème n'étant pas connue, il faut examiner les solutions de problèmes voisins : champ électrostatique entre deux conducteurs cylindriques concentriques infinis quand ils sont séparés par un diélectrique homogène ou par un diélectrique hétérogène en couches concentriques. Dans ce dernier cas, on aboutit à la loi $r_{p-1}\,\delta_p\,\varepsilon_p =$ constante où r_{p-1} est le rayon intérieur du cylindre isolant considéré, δ_p le gradient de potentiel limite qu'on y admet, ε_p son pouvoir inducteur spécifique. Dans le sens longitudinal, l'auteur admet un champ hyperbolique de révolution, hypothèse admissible dans les régions extérieures à la collerette. L'étude de la répartition de la tension le long de la surface externe

montre la grande importance du diamètre. L'augmentation du diamètre au collier diminue le gradient de potentiel maximum. Par contre, la longueur est sans influence sur la tension d'effluves. Le meilleur profil semble être un double fuseau conique creux muni de collerettes pare-effluves. Dans une annexe à la première partie, l'auteur étudie le mécanisme de la formation de celles-ci. Il montre que, contrairement à ce qu'on pourrait croire, un isolateur de sortie qui présente des effluves à la tension d'essai n'est pas à priori moins résistant qu'un autre qui en serait exempt. Ceux à condensateurs se prêtent mieux au calcul que ceux à diélectrique. Leur détermination repose sur une formule analogue à celle déjà signalée où l'on emploie ε_p par la longueur h_p de l'armature de rang p. Si on se donne p = constante, on obtient des isolateurs à section méridienne composée de deux arcs d'hyperboles équilatères. Si au contraire on veut que la différence de tension d'une armature à la suivante soit constante, il faut prendre un isolateur biconique où les armatures sont régulièrement espacées. Humbourg a établi un type spécial d'isolateur permettant d'avoir la même valeur du gradient de potentiel au conducteur et à la collerette. On peut réaliser des isolateurs à fatigue uniforme dans les sens radial et longitudinal, en ajoutant aux armatures de l'isolateur hyperbolique des anneaux de garde dont les bords extérieurs sont sur un cône. La détermination du diélectrique à employer doit reposer sur une estimation très prudente de la rigidité, car celle-ci est très variable pour un même matériel. Une meilleure base de calcul se trouve dans les pertes thermiques spécifiques dans le diélectrique. Elles sont définies par le rapport de la perte en watts par mètre cube au carré du gradient en kilovolts par centimètre. Ces pertes croissent très rapidement avec la température, au delà de 60°C. L'auteur estime que, si l'isolateur peut résister à la fatigue thermique résultant de la tension de service prolongé, il pourra généralement résister aux surtensions instantanées accidentelles. Parmi les modèles les plus modernes, il y a lieu de citer ceux de la maison Haefely pour 220 kv, les types Brown, Boveri et Cie pour 150 kv, Breda, pour 150 kv, Ateliers de Delle pour 220 kv essayés à 420 kv et ceux de la Compagnie générale d'Electro-Céramique. Les matières employées sont la porcelaine, la bakélite ou le carton. Avant leur mise en service, on soumet ces appareils à des épreuves de surtension instantanées et des épreuves de charge normale et de longue durée. — C.-R. M.

621.315.7. — La protection des barres omnibus dans les stations centrales; C.-A. Stephens. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. xxii, p. 142-144, 800 mots, 1 fig. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale de grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.311.7. — Protection des circuits et des appareils à haute tension; A.-S. Fitz-Gérald et H.-S. Petch. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. xxii, p. 141-142, 750 mots, 4 fig. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.395.5 (73). — Les récents progrès en téléphonie à grande distance aux Etats-Unis; F.-B. Jewett. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1927, t. xvi, p. 486-513, 6500 mots, 22 fig. — Dans cet article l'auteur esquisse seulement dans leurs grandes lignes quelques-uns des progrès les plus intéressants et les plus importants réalisés en téléphonie à grande distance dans ces douze dernières années. Il montre d'abord que ces progrès sont non pas des phénomènes sporadiques, mais l'effet de l'accumulation progressive de résultats obtenus au cours de recherches longues et nombreuses, organisées, aux Etats-Unis du moins, en vue de problèmes posés longtemps avant que leur solution ne soit commercialement nécessaire. Les grandes étapes des communications téléphoniques à grande distance peuvent cependant être marquées à peu près comme il suit : pupinisation des circuits aériens ou en câble souterrain avec établissement de bobines de charge permettant la combinaison des circuits réels; puis, grâce à la lampe à trois électrodes, possibilité de créer un relais téléphonique qui a été l'origine d'un développement considérable dans cette technique. Enfin sont venues la téléphonie et la télégraphie par courants porteurs et la radiotéléphonie. Tout en restant dans les grandes lignes, l'auteur examine un peu plus en détail quelques-uns des éléments de ces progrès. C'est ainsi qu'il montre comment de la bobine de pupinisation pour circuit simple, telle qu'elle existait vers 1900, on est arrivé à la bobine permettant la charge des circuits fantômes. Il expose ensuite les différents montages de relais téléphoniques soit avec circuit à deux fils soit avec circuit à quatre fils. Il termine par l'exposé du principe de la téléphonie ou télégraphie par courants porteurs, indiquant comment il faut modifier un circuit téléphonique ordinaire pour pouvoir y effectuer une transmission par courant porteur, notamment par l'adjonction de dispositifs sélectifs dits filtres passe-bas ou passe-haut. — J. S.

621.396.11-24. — La notion expérimentale d'une surface de référence dans la propagation des ondes courtes; R. Bureau. *L'Onde électrique*, avril 1927, t. vi, p. 168-169, 700 mots, 1 fig. — L'expérience montre que l'on peut démêler dans l'apparent désordre des phénomènes constatés dans la propagation des ondes courtes certaines variations régulières d'un caractère général et simple, auxquelles on peut ramener dans l'ensemble la plupart des constatations expérimentales et par rapport auxquelles les divergences constatées certains jours se présentent sous l'effet de perturbations accidentelles. C'est ainsi qu'on peut ramener à un même type de courbes les variations diverses de la propagation des ondes courtes. On peut grouper ces courbes en une surface qui rend compte des phénomènes observés sur les différentes ondes et à différentes distances. — G. M.

621.396.24. — Les ondes électromagnétiques entretenues très courtes, obtenues par le magnétron; K. Okabe. *J. I. E. E. of Japan*, juin 1927, n° 467, p. 575-583, 10 fig. — L'auteur a obtenu à l'aide du magnétron des ondes très courtes et très intenses en maintenant le champ magnétique au voisinage de sa valeur critique et en utilisant une tension anodique très élevée. Les longueurs de ces ondes sont données approximativement par la formule empirique $\lambda_0 = 2ct$, où c est la vitesse de la lumière et t, la durée du trajet des électrons entre anode et cathode. La longueur d'onde est pratiquement indépendante du chauffage du filament, mais dépend de l'intensité du champ magnétique. La plus courte longueur d'onde obtenue était 19 cm. Les expériences sont encore en cours. — C.-R. M.

621.396.24. — Remarque sur la propagation des ondes courtes à distance fixe; A. Jouffray. *L'Onde électrique*, avril 1927, t. vi, p. 170-172, 700 mots, 1 fig. — A distance fixe d'un poste émetteur, les maxima correspondant aux diverses longueurs d'onde n'apparaissent pas simultanément : ils semblent se succéder par ordre de longueurs d'onde décroissantes pour le maximum du matin et en ordre inverse pour celui du soir. Assez net et assez régulier entre 100 m et 35 m, le phénomène est le plus souvent masqué par les perturbations pour les longueurs d'onde inférieures et demanderait à être vérifié et étudié par des essais prolongés. Il y aurait un très grand intérêt à vérifier la non-simultanéité des maxima aux différentes longueurs d'onde et à préciser leur position par des essais assez prolongés pour porter sur les deux branches des courbes comprenant un même maximum. Ces mêmes essais permettraient de déterminer les valeurs relatives des maxima. — G. M.

661.1.65-622|054.1. — La fabrication de la galène synthétique; G.-H. Tatham. *Wireless World and Radio Review*, 22 juin 1927, t. xx, p. 774-778, 2600 mots, 3 fig. — La



galène naturelle est remplacée de plus en plus actuellement par un sulfure de plomb fabriqué appelé « galène synthétique » à cause de sa ressemblance avec le produit naturel. Une série d'expériences a montré que l'on peut produire une galène synthétique pure par la fusion de plomb en poudre avec du soufre dans un simple four à huile, en utilisant la chaleur considérable développée par la combinaison chimique du plomb et du soufre. Ce procédé est des plus simples et des plus économiques. — G. M.

621.396.62. — Filtre thermoionique pour l'alimentation d'un récepteur sur secteur alternatif; E. FROMY. *L'Onde électrique*, avril 1927, t. VI, p. 161-167, 2 300 mots, 7 fig. — Une valve thermoionique possède la propriété de se saturer : à partir d'une certaine valeur de la tension d'anode, le courant débité dans la lampe reste rigoureusement constant quelle que soit la tension de la plaque. Cette propriété peut être utilisée pour régulariser le débit d'une source de force électromotrice ondulée ou limiter le courant à une valeur donnée ; la seule condition qu'il en soit ainsi est qu'à aucun moment la tension d'anode ne tombe en dessous de la valeur correspondant à la saturation. Dans ces conditions une valve peut jouer le rôle d'une inductance de choc infinie et être utilisée pour toutes les applications où l'on fait usage habituellement de bobines de choc ou de filtres passe-bas constitués par des inductances et des capacités. En particulier, on peut l'employer comme filtre pour l'alimentation d'un récepteur sur secteur alternatif ou continu et pour la modulation d'un émetteur par le procédé à courant constant. D'une façon générale, elle peut être utilisée aux lieu et place des filtres ordinaires ou bobines de choc, dans tous les cas où l'on doit séparer un courant continu d'un courant alternatif, régulariser le débit d'une source ou maintenir le courant à une valeur fixe dans une portion donnée de circuit. Dans le cas de l'application du filtre thermoionique à l'émission pour la modulation téléphonique par le procédé dit à courant constant, la lampe joue un double rôle : 1° elle régularise le débit de la source du circuit de plaque, en sorte que cette dernière n'a plus besoin d'être à force électromotrice rigoureusement continue, et peut être constituée par une machine tournante à collecteur ou des kénotrons redresseurs; 2° elle joue le rôle d'une inductance de choc infinie, pour toutes les oscillations téléphoniques quelles que soient leurs fréquences; il en résulte une plus grande pureté de la modulation. — G. M.

534.41 2 : 621.396.623. — L'importance de l'électroacoustique pour la radiodiffusion. *R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 204, 900 mots. Analyse d'un article de F. AIGNER publié dans *E. u M.*, 6 février, 6 mars et 3 avril 1927, t. XLV, supplément *Die Radiotechnik*, t. IV, p. 13-17 et 41-43, 8 300 mots, 2 fig.

621.396.67. — Danger des antennes de radioréception non réglementaires; K. SCHNEIDERMANN. *E. T. Z.*, 9 juin 1927, t. XLVIII, p. 807-809, 2 600 mots, 1 fig. — Des règles pour l'établissement des antennes extérieures de radioréception ont bien été édictées par le Verband deutscher Elektrotechniker, le 1er octobre 1925, mais l'auteur constate qu'elles ne sont presque jamais observées par les particuliers qui réalisent eux-mêmes leur installation, ni par les installateurs professionnels. Il énumère quelques accidents causés par des antennes défectueuses au cours de l'année 1926, et montre qu'ils auraient été évités si les règles en question avaient été respectées. — B. H.

621.396.67. — Un nouveau « radio-projecteur » pour ondes courtes; S. UDA. *J. J. E. E. of Japan*, juin 1927, n° 467, p. 623-634, 28 fig. — Le principe du système exposé est distinct de tout autre déjà connu. Son effet directif est dû surtout aux mâts eux-mêmes (wave director rod). Quand plusieurs éléments directionnels sont placés le long d'une ligne à des intervalles égaux ou supérieurs au quart de la longueur d'onde, l'énergie de l'onde est transmise principalement le long de cette ligne, dite *plan d'émission* (wave canal). Cela étant, on peut réaliser un faisceau très étroit en combinant un réflecteur triangulaire et un plan d'émission. On améliore les propriétés directives en augmentant le nombre des mâts du plan d'émission. Quand on en emploie 27, l'angle d'émission est inférieur à 5°. Dans le cas extrême, on peut espérer transmettre l'énergie à grande distance entre deux stations réunies de cette façon. On a effectué des expériences avec 2 ou 3 plans d'émission parallèles placés devant un réflecteur triangulaire. Les résultats montrent que l'effet directif des plans multiples n'est pas très supérieur à celui d'un plan unique, ce qui rend celui-ci avantageux. Si un plan d'émission est placé devant une antenne d'émission, de façon à faire un certain angle avec le plan de réflexion, sa direction est encore le siège d'une émission renforcée. Théoriquement le meilleur plan d'émission est difficile à déterminer. Il y a lieu de recourir à l'expérience. Dans les expériences de l'auteur, la longueur d'onde était 440 cm, celle de chaque mât directeur, de 180 m, et leur intervalle de 150 m. Le récepteur était à 50 m ; le champ y était mesuré à l'aide d'une antenne munie, soit d'un thermocouple, soit d'un détecteur à cristal, combinés avec un microampèremètre. — C.-R. M.

621.396.72 : 613.56 (42). — L'installation de téléphonie sans fil de l'hôpital de Newcastle; Léonard A. SAYCE. *Wireless World and Radio Review*, 22 juin 1927, t. XX, p. 790-793, 2 200 mots, 6 fig. — Cette installation est caractérisée par son automaticité à peu près complète, de sorte qu'il suffit de remonter un mouvement d'horlogerie une fois par mois. Les courants à haute et basse tension sont fournis respectivement par des batteries à 120 et 6 v ; à une heure donnée, celles-ci sont connectées à l'appareil au moyen d'un commutateur à temps et d'un contacteur. A la fin du programme, le courant est coupé automatiquement. En revenant à sa position « hors circuit », le contacteur de décharge met en marche un groupe moteur-générateur qui commence à charger les batteries d'accumulateurs à haute et à basse tension. Mais pendant la période de décharge, le courant de chauffage passait à travers un compteur d'ampères-heures réglé initialement au zéro. Le courant de charge passe aussi à travers ce compteur, mais dans le sens inverse. De la sorte, lorsque le compteur est revenu au zéro, un contact est établi à l'intérieur du compteur ; le contacteur de charge est libéré et le groupe moteur-générateur est mis hors circuit. Les contacts du compteur sont disposés de telle sorte qu'une faible surcharge est assurée automatiquement. — G. M.

621.396.7... (45.632). — La station radiotélégraphique de Rome (San-Paolo); G. PESSION et G. MONTEFINALE. *L'Elettrotecnica*, 5 juillet 1927, t. XIV, p. 413-419, 5 000 mots, 13 fig. — Cette station, montée en 1917 avec un arc Poulsen de 150 kw, dut remplacer en 1923 ses pylônes, de 218 m de hauteur qui sont en bois. Depuis 1926, la station possède un arc de 250 kw pour la longueur d'onde, de 10 750 m, et deux émetteurs à lampes de 6 kw, l'un sur 66 m, et l'autre sur 32 m. Le poste récepteur, à Monte-Rotondo, peut recevoir les ondes longues sur un cadre extérieur, les ondes moyennes sur une antenne ordinaire, l'onde de 57 m venant de Pékin, celles de 70 et 38 m venant de la Somalie italienne, celle de 60 m venant de l'Erythrée, et d'autres ondes courtes du Dodécanèse, et de la Tripolitaine. Pour assurer une émission ininterrompue à grande distance, on a mis en essai récemment une lampe de 25 kw type Z 82 Philips, à anode refroidie, devant émettre sur 34 m. La tension anodique continue est obtenue par le redressement du courant monophasé d'un alternateur à 500 p : s. Avec 15 kw on obtint à Rhodes une réception diurne extrêmement forte. Avec 20 kw la portée diurne pratique est de 6 000 km. On a adjoint au poste, en 1927, un émetteur de 15 kw à 12 lampes, et recevant sa tension anodique de 6 000 v directement d'une dynamo. Ainsi équipée, cette station a permis d'effectuer des observations qui viennent s'ajouter avantageusement aux données déjà acquises sur les ondes courtes. — C.-R. M.

621.396.82... — Essai de l'appareil antiparasite Baudot-Verdan; P. Raynaud. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juillet 1927, t. XVI, p. 562-581, 5 000 mots, 14 fig. — L'auteur expose dans cet article les résultats obtenus avec l'appareil Baudot-Verdan dans les essais de liaison radiotélégraphique Paris-La Croix-d'Hins-Tananarive. Il donne d'abord quelques indications sur le poste d'émission et sur celui de réception à Tananarive, puis une description sommaire des nouveaux répéteurs Verdan. Il analyse ensuite les bandes reçues. Ces essais ont montré l'efficacité du système, des dépêches ayant pu être reçues convenablement dans des conditions atmosphériques qui rendaient impossible la réception au Morse. La vitesse de transmission dépend évidemment du nombre de répétitions des signaux (donc des conditions atmosphériques) qu'il faut faire et peut varier de 180 à 60 mots à la minute. Ce cas extrême correspond d'ailleurs à des conditions où la réception est impossible par tout autre moyen. A la suite de ces essais, l'appareil doit subir quelques modifications de détail portant notamment sur le correcteur. J. S.

621.396.82... : 621.33. — Nouveaux résultats des recherches sur les perturbations qu'apporte la circulation des tramways aux réceptions radiotéléphoniques. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 122-124, 1 000 mots, 4 fig. Analyse d'un article de Ferd. Eppen publié dans *E. T. Z.*, 27 janvier 1927, t. XLVIII, p. 97-100, 5000 mots, 4 fig.

621.397. 65. — A propos du problème de la télévision. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 110, 550 mots. Résumé d'une note de A.-A. Campbell-Swinton publiée dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 1er avril 1927, n° 245, p. 55 S.

621.397.25-65. — Une démonstration officielle de la télévision en Amérique ; A. Dinsdale. *Wireless World and Radio Review*, 1er juin 1927, t. XX, p. 680-686, 2 100 mots, 5 fig. — Le 7 avril dernier, la « Bell Telephone Co » a fait une démonstration officielle de télévision ; les assistants — dont M. Hoover, ministre du Commerce — ont pu causer et voir leurs correspondants à une distance d'environ 300 km (de New-York à Washington). L'appareil employé comportait tout d'abord un dispositif électrooptique qui, « regardant » l'image à transmettre, transforme les variations d'ombre et de lumière en variations d'intensité d'un courant électrique. L'appareil récepteur retransforme les variations du courant en ombres et lumières qui reforment l'image primitive. Un appareil de télégraphie — sans fil ou avec fil — est intercalé entre l'appareil émetteur et l'appareil récepteur. Enfin, un mécanisme spécial assure le synchronisme entre les deux groupes d'appareils. Pour supprimer l'inconvénient résultant de la projection d'une lumière extrêmement intense sur la figure de la personne dont on veut reproduire les traits à distance, diverses précautions ont été prises; en particulier, l'emploi en parallèle de trois cellules photoélectriques énormes. Il faut, en effet, tenir compte du fait que la quantité totale de lumière réfléchie par une figure humaine est très faible et que le courant fourni par une cellule photoélectrique est extrêmement faible et nécessite une amplification considérable avant de pouvoir être utilisé; c'est ainsi qu'au cours de la démonstration, le courant avait été amplifié 5×10^{13} fois avant d'être rayonné par l'antenne. La question du synchronisme est également d'une importance capitale dans tout système de télévision. Les appareils aux extrémités transmettrice et réceptrice doivent tourner exactement au synchronisme. Il suffirait d'une erreur de un quatre-vingt-dix-millième de seconde pour que les images fussent complètement brouillées. Les parties mobiles à chaque extrémité du circuit sont entraînées par des moteurs exactement semblables et, pour assurer la constance de marche, on utilise deux moteurs à chaque extrémité. L'un des deux moteurs est un moteur synchrone chargé de contrôler la vitesse du moteur principal d'entraînement, de sorte que le synchronisme soit assuré à moins de un quatre-vingt-dix-millième de seconde; il fonctionne à la fréquence de 2 000 p : s (fréquence téléphonique). Lorsqu'il s'agit de la présentation d'une image devant un grand public, on ne peut plus employer la méthode de la petite lampe au néon; celle-ci est alors remplacée par un grand tube recourbé de façon à former cinquante boucles correspondant au nombre de trous percés dans le disque de l'appareil transmetteur. Au lieu d'être muni d'une seule paire d'électrodes, ce tube spécial est muni de 2 500 électrodes (50 par boucle). Chaque électrode correspond à une surface élémentaire de l'image explorée par les cellules photoélectriques de l'appareil transmetteur. Ces électrodes sont reliées par fil à un distributeur relié à son tour au circuit venant de la station de transmission; le distributeur tourne en synchronisme parfait avec le disque tournant placé à l'extrémité réceptrice. Le distributeur consiste en un balai qui, en tournant, assure le contact avec un collecteur composé de 2 500 segments auxquels sont connectés les fils allant aux électrodes du tube au néon. Chaque segment recueille sur le balai tournant l'impulsion électrique appropriée et la conduit par le fil de connexion à l'électrode correspondante. Chacun des 2 500 fils reçoit 15 impulsions par seconde. La démonstration exécutée sur ces bases a été des plus concluantes. — G. M.

621.397.7. — Les ultrasons et leurs applications; M. Belus. *La Technique moderne*, 15 juillet 1927, t. XIX, p. 425-429, 4800 mots, 11 fig. — Les ultrasons sont des ondes élastiques de fréquence plus grande que celle des sons. Leur production pratique a été réalisée par M. Langevin en utilisant les propriétés piézoélectriques d'une lame de quartz taillée perpendiculairement à un axe binaire. D'ailleurs grâce à la réversibilité du phénomène le quartz peut servir à la fois d'émetteur et de récepteur. Cependant la tension à appliquer sur les lames de quartz serait encore de 60 000 v, c'est-à-dire difficile, sinon impossible à appliquer en pratique. M. Langevin est arrivé à réduire cette tension d'abord en faisant intervenir une résonance mécanique (utilisation de la période propre de vibrations élastiques de la lame dans le sens de l'épaisseur) ce qui conduisait à avoir une lame de 15 mm d'épaisseur et la tension à appliquer n'était plus que de 12 000 v. Puis il a obtenu une autre réduction en enfermant la lame de quartz (qui est en réalité une mosaïque de morceaux de quartz) entre deux plaques d'acier, l'épaisseur de l'ensemble étant égale à la longueur d'une demi-onde dans l'acier. La tension à appliquer n'est plus alors que de 2 500 v. Les propriétés qui permettent l'emploi des ultrasons pour les applications sous-marines sont qu'ils se propagent dans l'eau salée et que leur vitesse de propagation est très sensiblement constante d'une valeur voisine de 1 500 m : s. Pour les applications on a adopté une fréquence de 40 000 p : s afin d'obtenir des ondes dirigées sans que l'absorption (qui croît avec la fréquence) soit trop forte. Une des applications les plus intéressantes de ces ondes est le phare ultrasonore de Calais qui permet à un navire en mer de déterminer le gisement de la jetée dite Est du port à 5° près et sa distance à 50 m près. Cette dernière est mesurée en déterminant l'intervalle de temps entre la réception par télégraphie sans fil et par ondes ultrasonores d'un signal envoyé simultanément et automatiquement, par les deux procédés, du poste émetteur. Une autre application intéressante des ultrasons est le sondage dans lequel on utilise la réflexion des ultrasons sur le fond de la mer. Les appareils de sondage par les ultrasons ont le grand avantage de permettre le sondage en marche. Par contre, on ne peut dépasser des profondeurs de 400 à 500 m. Un sondeur ultra-sonore comporte trois éléments principaux : 1° le projecteur ultrasonore constitué par le système quartz et acier décrit plus haut; 2° l'ensemble émetteur et récepteur électrique. L'émetteur est un circuit oscillant excité par impulsion, commandé automatiquement, qui émet des trains d'ondes ultrasonores amorties de durée très brève (1/1000 de seconde). Le récepteur est formé du projecteur qui reçoit les ondes d'écho et d'un amplificateur de télégraphie sans

fil ; 3° l'analyseur optique, dont le principe est donné dans l'article, donne une indication optique du départ de l'onde et du retour de l'onde d'écho. Cette indication est donnée par le déplacement du spot lumineux réfléchi par le miroir d'un galvanomètre sur une échelle graduée directement en profondeur. Normalement le miroir donne un spot se déplaçant suivant une ligne droite. Le départ et le retour de l'onde se traduisent par un cran dans cette ligne. La longueur entre les deux crans est proportionnelle à la durée de la propagation des ondes incidentes et réfléchies, donc à la profondeur. La forme du cran correspondant à l'onde d'écho ou le nombre de ces crans donne des indications sur la forme du fond. — J. S.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.364.3. — Au sujet du chauffage des habitations au moyen d'énergie électrique. *R. G. E.*, 2 juillet 1927, t. XXII, p. 3-4, 1 300 mots.

621.364 : 663.62. — A propos du chauffage électrique de l'eau. La chaudière électrique Cogenga; M. GACOGNE. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 115-120, 4 200 mots, 8 fig., 1 tabl. — Les tarifs particulièrement avantageux de l'énergie électrique aux heures de nuit incitent les abonnés aux réseaux à pratiquer le chauffage par accumulation. Divers constructeurs ont déjà établi des chaudières électriques qui répondent au problème. Dans son article, l'auteur décrit un nouveau type de chaudière à accumulation, dont la réalisation particulièrement ingénieuse lui a valu un prix du Ministère des Travaux publics, au concours de décembre 1926 et une médaille d'argent de la Ville de Lyon, à la Foire de cette ville. Cette chaudière électrique autorégulatrice et à électrodes ne comporte aucun organe mobile.

621.365.036.7. — Les baguettes chauffantes et la silite; L. KRIEGER. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 159-161, 2 500 mots. — Dans cet article, l'auteur, après avoir examiné les diverses réalisations de baguettes chauffantes, retient comme seules pratiquement utilisables celles au carborundum et à la silite; il indique ensuite leur procédé de fabrication, leurs caractéristiques, ainsi que les températures maxima qu'elles permettent d'atteindre.

621.365. — Le four électrique industriel dans le premier quart du siècle; Stefano PAGLIANI. *L'Elettricista*, juin 1927, t. VI, p. 81-87, 7 000 mots, 8 fig. — Après avoir classé les divers systèmes de fours d'après leur mode d'action (à résistance, à induction) l'article les classe d'après leurs buts : sidérurgie, métallurgie, fusions et traitements, fabrications diverses. Dès 1900 les fours pour l'électrosidérurgie ont reçu des applications nombreuses. Dès 1915, la Suède possédait une unité de 6 000 ch. La fonte électrique est obtenue surtout au haut fourneau électrique qui possède de grands avantages au point de vue de la récupération des gaz. En France, de 1916 à 1918, on a produit 220 000 t de fonte synthétique avec des fours électriques. Le four électrique permet également l'affinage de la fonte grise. La production de l'acier électrique s'est développée surtout aux Etats-Unis, qui possèdent environ 500 fours. D'après l'auteur, l'Italie est actuellement le seul pays d'Europe où cette industrie continue à se développer. L'article donne la description du four Stassano, dont la sole est inactive, du four Héroult et de ses diverses variétés. — C.-R. M.

621.365.54. — Les fours électriques à haute fréquence système Ajax-Northrup. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 120-121, 900 mots, 1 fig.

ÉCLAIRAGE

621.32 : 625.712 (73). — Les nouvelles installations d'éclairage public de la ville de Saint-Louis (Etats-Unis d'Amérique). *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 121-122, 750 mots, 1 fig.

621.311.75 : 621.32|00.12. — Méthode de calcul des rhéostats de réglage pour l'éclairage et son emploi pratique; N.-A. HALBERTSMA et Edw.-L.-J. MATTHEWS. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 111-115, 3 000 mots, 5 fig. — Le calcul des rhéostats de réglage pour l'éclairage met en évidence une certaine incertitude dans les résultats, du fait que les lampes à incandescence ont une résistance très variable avec le courant qui parcourt leur filament; c'est l'origine des difficultés rencontrées dans la détermination à priori de la répartition de la tension entre le rhéostat et les lampes. Dans leur article les auteurs exposent une méthode graphique permettant la détermination exacte et facile des sections des conducteurs de ces rhéostats.

APPLICATIONS DIVERSES

621.838.23. — Accouplements électromagnétiques. *El. Rev.*, 24 juin 1927, t. C, p. 1039, 700 mots, 3 fig. — Cet article signale l'emploi d'accouplements électromagnétiques système Forster, établis pour transmettre jusqu'à 17 000 ch, aux usines hydroélectriques de Farneta et de Predaro en Italie. Ces accouplements seront placés entre les turbines hydrauliques et les alternateurs. Ils permettent de découpler ces deux machines et de faire fonctionner l'alternateur en moteur synchrone. A l'usine de Predaro, il y a un alternateur asynchrone fournissant du courant à 42 ou 50 p : s (cette machine est à deux enroulements séparés) et un alternateur synchrone fournissant du courant à 16,7 p : s. En plus des accouplements entre chacune de ces machines et leur turbine il y en a un entre elles qui permet, les deux autres n'étant plus en service, de faire fonctionner les deux machines comme groupe convertisseur de fréquence. — J. S.

USINES ET ATELIERS

665.5 : 532.13 — La pénétration des liquides huileux dans le bois; A.-M. HOWALD. *Chem. and Metall. Eng.*, juin 1927, t. XXXIV, p. 353-355, 2 000 mots, 1 fig., 2 tabl. — On estimait jusqu'ici qu'il y avait une relation directe entre la pénétration des liquides huileux dans le bois et leur viscosité. L'auteur a procédé dans les laboratoiree du Mellon Institute de l'Université de Pittsburg à une série d'essais qui lui ont permis de conclure que la pénétration de liquides tels que la créosote, les huiles de pétrole et des mélanges des deux, n'est pas du tout proportionnelle à leur viscosité. Dans cet article, il décrit le mode opératoire suivi ainsi que la méthode pour obtenir des échantillons de bois aussi identiques les uns aux autres que possible et le procédé de repérage de ces échantillons. Les essais ont été faits soit sur de petits échantillons de 25,4 mm × 25,4 mm × 280 mm, soit sur des échantillons plus grands de 150 mm × 150 mm × 760 mm. Les résultats obtenus dans les deux cas se confirment, et sont donnés dans deux tableaux où la pénétration est traduite en poids de liquide absorbé. On y voit par exemple que les quantités moyennes absorbées par deux échantillons d'un même bois varient de 175 pour 100 alors que la viscosité des liquides d'imprégnation varie tout au plus de 6 pour 100. — J. S.

620.123.141. — Le mécanisme de la rupture des métaux par fatigue. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 151-152, 1 500 mots. Analyse d'un article de H.-F. MOORE publié dans *Journal of the Franklin Institute*, novembre 1926, t. CCII, p. 547-568, 6 200 mots, 13 fig.

Le Gérant : J. BLONDIN.

PARIS. — SOC. GLE D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.313. — Le théorème de la combinaison des circuits et ses applications; T. Hoashi. *J. I. E. E. of Japan*, juin 1927, n° 467, p. 595-610, 14 fig. — On calcule habituellement la répartition du courant et de la chute de tension dans un réseau à l'aide des lois de Kirchhoff, ce qui entraîne des calculs très laborieux, dès que les circuits se compliquent un peu. Ce travail peut être considérablement simplifié si on suppose que le circuit est sectionné en des points convenablement choisis, pour être refermé ensuite. L'article est un développement de cette théorie, illustré par quelques exemples. — C.-R. M.

537.53. — Sur les potentiels explosifs des tubes à décharge lumineuse *R. G. E.*, 6 août 1927, t. xxii, p. 231-232, 900 mots. Analyse d'un article de J. Taylor publié dans *Phil. Mag.*, avril 1927, t. iii (7e série), p. 753-770, 7 300 mots, 2 fig.

538.552.01. — Calcul du degré de déséquilibre d'un système triphasé monté en triangle dont les trois côtés sont connus. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. xxii, p. 246, 1 000 mots, 1 fig. Analyse d'un article de A.-E. Kennelly publié dans *J. A. I. E. E.*, mars 1927, t. xlvi, p. 240-241, 1 300 mots, 2 fig.

538.56. — Les travaux de Lord Kelvin, précurseur dans le domaine des courants à haute fréquence. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. xxii, p. 232, 450 mots. Analyse d'un article publié dans *The Electrician*, 29 avril 1927, t. xcviii, p. 458-459, 3 700 mots.

SCIENCES DIVERSES

536.2. — Problème de l'échauffement d'un système de trois corps; F. Fabinger. *Elektrotechnický Obzor* (Prague), 27 mai, 17 et 24 juin 1927, t. xvi, p. 329-333, 383-385 et 400-402, 5 100 mots, 10 fig. — L'auteur considère le transformateur à refroidissement par l'huile comme un système de trois corps (l'enroulement, le fer et l'huile), dans lequel la chaleur produite est amenée au milieu réfrigérant à l'aide d'un corps intermédiaire ; il fait remarquer que les relations permettant de calculer l'échauffement d'un tel système sont très compliquées et montre, en partant de quelques hypothèses simples, que l'échauffement de deux corps enveloppés par un troisième corps est donné pour chacun d'eux par la superposition de trois fonctions exponentielles. Les constantes de ces fonctions sont les mêmes pour tous les trois corps et en liaison étroite avec les constantes des corps eux-mêmes. En appliquant cette théorie aux transformateurs, l'auteur détermine l'échauffement de chacune des trois parties, de l'enroulement, du fer et de l'huile ; les résultats montrent que les courbes des températures de l'enroulement et du fer sont particulièrement déformées. — L. N.

MESURES ET ESSAIS

531.768. — Accélérographe et son application à l'enregistrement des accélérations en avion et dans divers véhicules; Huguenard, Magnan et Planiol. *Bulletin de la Société française de Physique*, 20 mai 1927, p. 78 S-79 S, 800 mots. — Cet appareil comprend une colonne cylindrique de mercure, dont l'axe est disposé dans la direction de l'accélération à enregistrer. Le mercure appuie sur un liquide aqueux qui transmet à un manomètre enregistreur spécial, du genre Bourdon, les pressions dues aux accélérations. Son tarage se fait comme il suit : la colonne de mercure est placée horizontalement, puis verticalement ; la déviation de l'aiguille du manomètre représente alors l'accélération due à la pesanteur, soit g ; on replace la colonne horizontalement, on comprime de l'air sur l'extrémité libre jusqu'à ce que l'on obtienne la même déviation, puis on remet la colonne suivant la verticale, la nouvelle position de l'aiguille du manomètre correspond à $2g$; on continue de la même manière la graduation. Une étude expérimentale dynamique de l'instrument a permis de vérifier l'exactitude de ce tarage statique. — Outre son utilisation dans l'aviation, cet accélérographe a reçu des applications pour l'évaluation des efforts dynamiques subis par des véhicules et engins divers : automobiles, wagons de chemins de fer, ascenseurs, etc. — J. R.

537.74 + 621.317.00.12. — Au sujet du calcul des instruments de mesure à cadre mobile; N. Rasoomovsky. *Elektritchestvo*, juillet 1927, n° 7, p. 234-238, 7 500 mots, 4 fig. — Le calcul de ces instruments comporte diverses parties. La détermination de la carcasse, des entrefers et de l'aimant permanent, se prête difficilement à l'analyse mathématique. La détermination de l'appareil mobile doit chercher à allier la légèreté à la robustesse, ce qui est une question de résistance des matériaux. L'auteur montre les rapports de cette partie avec l'étude de l'amortissement et insiste surtout sur la question principale : le calcul de l'enroulement à employer dans les cas particuliers d'un voltmètre, d'un ampèremètre et des milliampèremètres et millivoltmètres. Le résultat de ses calculs se trouve représenté dans les for-

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.* *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue generale de l'Electricite*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingenieurs electriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. xxi, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : *France*, 1,50 fr ; *Etranger*, 3,50 fr.)



OUVRAGES TECHNIQUES

En vente aux bureaux de la « R. G. E. ».

Extraits de la « R. G. E. »

Amet (Amiral). — Utilisation des marées. Une brochure, 29 cm × 22 cm, 48 pages, 9 fr.

Beinet (E.). — Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 144 pages, 9 fr.

Blaevoet (Ch.). — Contentieux des travaux publics. Une brochure 28 cm × 22 cm, 36 pages, 7,50 fr.

Blondel (A.). — Application de la méthode de deux réactions à l'étude des phénomènes oscillatoires des alternateurs couplés. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 64 pages, 15 fr.

Bois (J.). — La traction sur route par accumulateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 56 pages, 10 fr.

Bougault (P.) — Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique avec les modifications contenues dans les lois subséquentes. Une broch., 23 cm × 22 cm, 8 p., 2,50 fr.

Boutteville (R.). — La distribution de l'énergie électrique à l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes. Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Bruckman (H.-W.-L.). — A propos des composés isolants dits « compounds ». Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 p. 2,50 fr.

Calame (J.) et **Gaden** (D.). — Calcul d'une chambre d'équilibre à grands épanouissements supérieur et inférieur à l'aide de « valeurs relatives ». Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 p., 3,50 fr.

Capdeville (P.) et **Laroche** (R.). — Méthodes de mesure des pertes diélectriques en courant triphasé et en courant monophasé à très haute tension. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Carjat (E.). — Influence des dimensions principales sur la commutation des machines et turbomachines à courant continu. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H.). — Prédétermination des moteurs synchrones nécessaires pour améliorer le facteur de puissance et pour régler la tension d'un réseau. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Carpentier (H.). — Notes sur le calcul des fondations des pylones supportant les lignes de transmissions d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H.). — Lignes de transmission d'énergie montées sur chaînes d'isolateurs. Rupture de conducteurs dans une portée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Dagory. — Application de la métallisation par le procédé Schoop aux installations de transmission d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Defour (A.). — Sur l'utilisation de l'énergie des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 24 pages, 5,50 fr.

Duval (C.) et **Bouskopoux** (S.). — La ligne de transmission d'énergie à 120000 volts de la Basse Isère. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Ferrier (R.). — Les nouveaux axiomes de l'électronique. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 64 pages, 3,50 fr.

Féry (Ch.) et **Chéneveau** (Ch.). — Théorie complète du fonctionnement de l'accumulateur au plomb. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Fournier (F.). — La propagation des actions dans l'éther. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 40 pages, broché, 4 50 fr.

Gariel (M.). — Étude sur les maxima de surpression dans les coups de bélier. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 p., 5 fr.

Genkin (V.). — Protection de réseaux électriques contre les courts-circuits et les défauts d'isolements. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 48 pages, 9 fr.

Girault (P.). — Sur l'échauffement d'un organe de machine électrique soumis à des pertes dans le fer constantes et à des pertes par effets Joule. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 28 p. 6,50 fr.

Goissard (G.). — L'aménagement hydroélectrique de la vallée d'Aspe. L'usine génératrice d'Esquit. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Gouineau (M.). — Appareil automatique de sûreté et de contrôle des trains. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Guery (F.). — Contraction de Lorentz et relativité (cohésion, gravitation, électromagnétisme). Une brochure, 22 cm × 14 cm, 80 pages, 6 figures, broché, 6 fr.

Janculesco (C.). — La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 50 fr.

Latour (M.). — Note sur le montage en récupération du moteur shunt à collecteur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Lavanchy (Ch.). — Calcul mécanique des conducteurs de lignes électriques pour le cas où les supports sont à des niveaux différents. Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Lefèvre (C.). — L'usine génératrice hydroélectrique du ... près Saint-Chély-d'Apcher (Lozère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4 50 fr.

Lehmann (Th.). — Calcul de l'attraction magnétique dans les machines dynamo-électriques lorsque la loi de Maxwell devient insuffisante. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 pages, 5 fr.

Le Gallou (Y.). — L'utilisation des moteurs à huile lourde pour l'électrification des campagnes. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Louis (J.). — Règle pour le calcul des réseaux triphasés de distribution d'énergie électrique. 30 cm × 15 cm, avec note explicative, 14,50 fr.

Parteni (A.-C.). — Contribution à l'étude expérimentale et théorique de la commutation dans les machines à courant continu. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 60 pages, 11 fr.

Pellion. — Application du repérage par le son et à la mesure des vitesses initiales. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 20 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Électriciens*, nº 90), 4 fr.

Pistoye (H. de). — Bobinages à courant alternatif à trous partiels. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Planteau (J.). — Le poste extérieur de transformation de Puiseux 60000/15000 volts à commande automatique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Racapé (A.). — Détermination des valeurs du facteur de puissance entre lesquelles il peut être plus ou moins avantageux d'utiliser l'une ou l'autre des formules susceptibles d'être employées pour servir de base à la tarification de l'énergie réactive. Étude comparative de l'erreur des compteurs à énergie réactive selon quelle est calculée par rapport à la fonction sinus ou par rapport à la fonction cosinus. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 50 fr.

Reyval (J.). — L'usine hydroélectrique de l'Isle Jourdain (Vienne). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Reyval (J.). — L'usine hydroélectrique du Drac-Romanche à Pont-de-Claix (Isère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, ... fr.

Roth (E.). — Les alternateurs de 40000 kilowatts construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Électricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Sarolea (J.). — Problème de la protection sélective des lignes de transmission triphasées à très haute tension. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Sparre (de). — Remarques au sujet des conditions à réaliser par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Szarvady (G.). — Énergie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités des courants périodiques quelconques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Tegna (A.). — Essai de puissance réduite des alternateurs. Une brochure, 23 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Tumerelle (A.). — L'usine génératrice hydroélectrique de Chancy-Pougny. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Witz (Aimé). — Le nouvel essor de la machine à vapeur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 pages, 5 fr.

(Frais de port et d'emballage en plus.)

mules qui donnent le nombre et la dimension des spires de l'équipage mobile. — C.-R. M.

621.311.7 + 621.312/4(00.23-14. — Essai des bobines à grand nombre de spires des appareils à courant alternatif; Joseph Komlossy. *E. T. Z.*, 16 juin 1927, t. XLVIII, p. 835-836, 1 900 mots, 2 fig. — La vérification des bobines s'effectue facilement pour celles qui doivent fonctionner avec un fort courant ou déterminer une grande induction; mais il n'en est pas de même pour celles destinées aux relais, appareils de mesure, compteurs et autres appareils. L'auteur a établi pour ce dernier cas un dispositif spécial. Il consiste en un cadre rectangulaire, exécuté en tôles de transformateur, avec deux lames d'air fixes aux deux extrémités d'un des grands côtés. C'est autour du noyau formé par ce côté du cadre que sont enroulées la bobine étalon, la bobine à essayer et une bobine de compensation; dans ce système de trois bobines est induite une force électromotrice due à un courant alternatif alimentant une bobine enroulée sur le deuxième grand côté du cadre. Le contrôle des bobines se ramène à la mesure de cette force électromotrice qui doit être nulle pour un réglage convenable de la bobine de compensation. — B. H.

621.315.2.00.14. — Rapport général sur les spécifications techniques à exiger pour la fourniture et les essais des câbles à haute tension; Bellaar Spruyt. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 216-217, 700 mots. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.2.00.14. — Essais en usine des câbles à haute tension; J. Delon. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 212-213, 600 mots, 1 fig. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.2.00.142. — Recherches sur l'échauffement des câbles souterrains. Un nouveau type de câble; Konstantinowsky et Tschiassny. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 213-217, 800 mots, 1 fig. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.62.00.142. — Essais des isolateurs lorsque la ligne est en service; F. Dejong. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 222, 150 mots. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.349 : 621.62.00.14. — Discussion sur l'essai des ventilateurs de plafond. *J. I. E. E.*, juin 1927, t. LXV, p. 648-650, 1 300 mots. Compte rendu d'une discussion au sujet d'un mémoire de MM. E. Hughes et W.-G. White publié dans le numéro de mars 1927, t. LXV, p. 367 du *J. I. E. E.* et résumé dans *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 42 D. — Cette controverse porte sur la question des dimensions et des dispositions de la salle artificielle dans laquelle doivent se faire les essais. M. O. Kapp ayant de son côté procédé autrefois à de semblables essais défend les conditions dans lesquelles il opérait et les auteurs du mémoire dans leur réponse prétendent qu'elles donnent pour le ventilateur des conditions de fonctionnement trop loin de la réalité et que leur solution est préférable. — J. S.

621.315.61 : 665. — A propos des essais de réception des huiles pour transformateurs. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 209-210, 1100 mots.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.165-18 (492). — Récentes installations de chaudières et de turbines à vapeur à haute pression aux Pays-Bas; J. Overweg. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 91-92, 900 mots. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.311.004. — Définitions des grandeurs considérées dans l'exploitation des usines génératrices; V. List. *Elektrotechnický Obzor* (Prague), 29 avril, 6 et 13 mai 1927, t. XVI, p. 259-261, 275-277 et 295-297, 5000 mots, 9 fig., 5 tabl. — On emploie dans l'établissement de projets d'électrification, dans la tarification, dans l'établissement de statistiques relatives aux usines génératrices, et dans leur exploitation des notions et des termes dont la signification n'est pas encore exactement définie. Après avoir recommandé une normalisation internationale de cette terminologie, l'auteur donne des définitions de plusieurs termes se rapportant à la durée de service, au régime et à la charge; il montre les différentes sortes de diagrammes de production et fait ressortir un certain nombre de grandeurs dont la notion s'impose dans les calculs d'ordre économique relatifs à l'exploitation de l'entreprise. L'auteur ajoute aux définitions de quelques termes encore peu usités des exemples pratiques et donne leurs valeurs numériques enregistrées dans des tableaux. Citons comme exemples de ces grandeurs le facteur de charge, le coefficient d'utilisation, le facteur de diversité, etc. Il montre ensuite comment on emploie ces grandeurs dans l'étude économique d'une entreprise de production ou de consommation. — L. N.

621.316.00.41. — L'influence du déphasage du courant sur les installations et la marche des usines génératrices; A. Němec. *Elektrotechnický Obzor* (Prague), 25 mars, 1er et 15 avril 1927, t. XVI, p. 177-180, 200-202 et 230-233, 6600 mots, 14 fig. — Il s'agit d'une communication présentée à Elektrotechnický Svaz československý, le 13 décembre 1926. Après avoir mentionné l'importance économique de la question du déphasage du courant l'auteur traite, en se basant sur des résultats pratiques obtenus en cours d'exploitation, de l'influence du facteur de puissance sur les conditions de marche de l'usine génératrice; il recommande de réduire le nombre des transformateurs au minimum et de tenir compte dans les conditions imposées relatives à ces transformateurs des valeurs du courant de court-circuit. En ce qui concerne les réseaux, l'auteur a construit des courbes représentant, pour une portion de ligne donnée, la relation entre la chute de tension et le facteur de puissance. Considérant ensuite les appareils d'utilisation de l'énergie électrique, il insiste pour que l'abonné soit incité à améliorer le facteur de puissance de son installation; le distributeur doit à cet effet recommander l'emploi des moteurs à vitesses élevées et à cage d'écureuil, plutôt qu'à induit bobiné, et proposer un groupement judicieux des moteurs conduisant à un facteur de puissance satisfaisant. Dans les applications des moteurs à l'agriculture, l'auteur note que souvent ceux-ci sont d'une puissance trop élevée et travaillent à demi-charge, d'où résulte un facteur de puissance défectueux. Pour terminer, l'auteur mentionne les compensateurs de phases qui selon son avis sont seuls intéressants pour les grandes entreprises de distribution disposant d'un personnel exercé pour la surveillance; puis il ajoute quelques considérations relatives à la tarification de l'énergie réactive. — L. N.

621.312.2.00.413. — Détermination du courant de court-circuit des machines synchrones; V.-S. Kulebakin. *E. u. M.*, 26 juin 1927, t. XLV, p. 518-524, 4500 mots, 12 fig. — L'auteur étudie la façon dont prennent naissance les courants instantanés de court-circuit dans les moteurs synchrones et les méthodes de détermination de ces courants, afin de rechercher à remédier à leurs conséquences dangereuses. La méthode la plus répandue consiste à examiner les oscillogrammes relevés au moment du court-circuit, l'alternateur tournant à sa vitesse normale. La réactance de dispersion est donnée, si E_m est la valeur maximum de la tension du court-circuit et I_k la valeur maximum du courant de court-circuit, par le quotient de ces deux valeurs;

cette réactance étant ainsi déterminée, l'auteur discute la formule permettant de déterminer le courant de court-circuit en service normal. Après avoir signalé les inconvénients de cette méthode, il propose de déterminer la réactance de dispersion en envoyant dans l'induit de la machine un courant alternatif monophasé ou triphasé, de même fréquence que celle pour laquelle est établie la machine, ou un peu supérieure, le rotor étant immobile et excité en courant continu. Ecrivant que la tension aux bornes de l'induit est égale à la somme de la force électromotrice induite par suite de la variation du courant dans le champ magnétique fixe, de la chute de tension due à la réactance de fuites des dents, d'une part, et à la réactance de fuites dans l'air, il montre comment on peut déterminer la réactance de fuites totale. Dans la dernière partie sont enregistrés des résultats d'essais obtenus par ce procédé. — A. L.

621.312.2...00.3. — La compensation de phase au point de vue économique; J. Pokorny. *Elektrotechnicky Obzor* (Prague), 8 octobre 1926, t. xv, p. 633-635, 1 100 mots, 6 fig.; discussion, p. 635-637. — Dans son mémoire à la huitième réunion annuelle de l'Elektrotechnicky Svaz ceskoslovensky, le 24 mai 1926, M. Pokorny a établi, par des développements mathématiques, les relations entre le degré de compensation de phase d'une machine triphasée et ses pertes et il a déterminé au point de vue économique le point du réseau où doit être prévu le compensateur de phase dans les deux cas suivants : celui d'une usine génératrice située dans une région où se trouvent groupés les points d'utilisation et celui d'une usine alimentant au contraire un réseau très étendu. En général, pour des moteurs de puissance inférieure à 50 kw la compensation ne donne pas lieu à une économie appréciable. L'auteur donne quelques détails de construction des moteurs asynchrones compensés. Dans la discussion, M. V. List a examiné les avantages et les inconvénients des moteurs compensés et a recommandé l'emploi de simples moteurs asynchrones avec rotor en court-circuit, par lesquels on peut, en choisissant convenablement leur nombre et leurs puissances, arriver à un facteur de puissance favorable. — L. N.

621.314.2.00.1. — Transformateurs à trois enroulements; J. Lammeraner. *Elektrotechnicky Obzor* (Prague), 25 février, 4, 11 et 18 mars 1927, t. xvi, p. 113-115, 129-132, 147-149 et 163-164, 5 500 mots, 10 fig. — L'auteur expose la théorie d'un transformateur triphasé à trois enroulements, le troisième enroulement étant en triangle. Il examine les propriétés de cette disposition au point de vue des chutes de tension, du fonctionnement en parallèle et de son fonctionnement en cas des courts-circuits symétriques et non symétriques. Après avoir développé quelques exemples numériques, l'auteur termine en montrant que le prix élevé d'un transformateur à trois enroulements peut être compensé par les avantages qu'il présente en assurant la suppression de l'harmonique d'ordre 3 du courant magnétisant ainsi qu'une importante réduction du courant de court-circuit et en facilitant le réglage de la tension du réseau. — L. N.

621.314.2. — Les transformateurs à trois enroulements et à double alimentation primaire; G. della Salda. *L'Elettrotecnica*, 25 mai 1927, t. xiv, p. 318-320, 3 200 mots, 6 fig. — Dans son étude, l'auteur se limite à l'examen de ces transformateurs, à l'exclusion de ceux où le circuit primaire est unique et le circuit secondaire double. Il suppose que les trois circuits électriques agissent sur un même circuit magnétique et définit deux nouveaux flux de fuites, qui sont ceux de chacun des deux enroulements primaires par rapport au secondaire unique, le second enroulement primaire n'intervenant pas. Dans le cas où le secondaire est intermédiaire, les formules de chute de tension entre chaque primaire et le secondaire ont une certaine analogie avec celles des transformateurs à secondaire double, déjà établies par le même auteur. Elles mettent en jeu deux constantes que l'on détermine par des essais du secondaire en court-circuit, un seul des primaires étant en service. Les mêmes formules subsistent dans le cas où le secondaire est intérieur. Dans le premier cas, si les nombres de spires des primaires sont proportionnels à leurs tensions et si ces tensions sont à peu près en phase, les puissances demandées aux deux primaires sont égales. Quand le réseau secondaire est à tension constante, on constate que, dans le premier cas comme dans le cas du secondaire double, la charge d'un des circuits primaires n'a pas d'influence sensible sur celle de l'autre. L'auteur considère comme cas particulier celui d'un transformateur ordinaire à deux enroulements, où l'un des deux enroulements est intermédiaire entre les deux parties de l'autre. Ce procédé a pour effet de supprimer la réactance de fuites du circuit divisé et de réduire de moitié environ la réactance totale du transformateur. — C.-R. M.

621.355.2 3. — Sur la théorie de l'accumulateur au plomb. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. xxii, p. 229-231, 2 700 mots. — La théorie proposée en 1917 par M. Ch. Féry (*R. G. E.*, 6 janvier 1917, t. i, p. 10-12) pour expliquer les réactions chimiques dont l'accumulateur au plomb est le siège a donné lieu à une longue discussion qui, commencée dès 1917 dans un article de M. Jumau, s'est amplifiée l'an dernier à la suite de la publication dans ces colonnes d'un article de MM. Ch. Féry et Ch. Chéneveau, puis d'un article de M. Ch. Féry. Cette discussion, à laquelle prirent part MM. Crennell, Denina, Jumau, a été reprise dans une des séances de la « Semaine de Discussions » d'octobre dernier de la Société française des Electriciens et, sur la suggestion faite par M. Ch. Féry, il fut convenu au cours de cette séance que l'on chercherait à intéresser les chimistes à l'étude des réactions qui se produisent dans l'accumulateur au plomb. Pour répondre à ce désir, la Société française des Electriciens et la Société de Chimie industrielle organisèrent une séance commune qui eut lieu le 26 janvier 1927. Dans cette séance, après que M. Ch. Féry eut exposé sa théorie, une nouvelle discussion s'engagea à laquelle prirent part diverses personnes, notamment M. C. Liagre et M. L. Jumau. On trouvera dans la note qui nous occupe le résumé de la communication de M. Ch. Féry, ainsi que les observations présentées par M. Liagre et par M. Jumau. On verra que ces observations tendent à démontrer l'exactitude de la théorie classique de la double sulfatation. Il conviendrait donc que de nouvelles expériences fussent entreprises par des chimistes pour élucider la question.

621.355. — L'accumulateur électrique Almeida. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 30 juin 1927, t. xlviii, p. 950, 550 mots. — Cette courte note est inspirée par la nouvelle donnée dans la grande presse de la création récente d'un nouvel accumulateur électrique, création due au Père espagnol Almeida. L'auteur de cette note fait d'abord remarquer que le principe de cet accumulateur, de la catégorie des accumulateurs aux halogènes, a été signalé par M. Jumau dans son ouvrage sur « Les accumulateurs électriques » datant de 1904. L'Accumulatoren-Fabrik Aktien-Gesellschaft, qui avait entrepris des essais sur ce nouvel accumulateur dès qu'il en fut question dans la presse, a renoncé à les poursuivre, après une série d'expériences sérieuses et minutieuses qui se prolongèrent durant six mois; les résultats obtenus suffisaient à montrer que le nouvel accumulateur ne présentait pas, au point de vue économique, l'intérêt qu'on lui prêtait; son énergie massique serait notablement inférieure à celle de certains modèles d'accumulateurs au plomb ou aux fer et nickel construits dans des buts spéciaux; la même remarque peut être formulée au sujet du rendement. Au point de vue des applications, l'Accumulatoren-Fabrik Aktien-Gesellschaft note l'impossibilité d'éviter, lors de la charge de cet accumulateur, le dégagement de vapeurs nocives de brome et de chlore. Ces observations ont été soumises à l'inventeur qui n'a jusqu'à maintenant formulé aucune réponse. — A. C.

621.315.1.00.12. — Calcul rationnel des conducteurs électriques et des lignes de transport. Comparaison entre le cuivre et l'aluminium ; E. Poirson. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 223-224, 750 mots. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.1.00.12. — Recherche de la portée la plus économique pour une ligne à construire ; P. Ferrier et H. Haussadis. *R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 171-173, 1 700 mots. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.1.00.46. — Observations relatives au verglas sur les lignes. *E. T. Z.*, 16 juin 1927, t. XLVIII, p. 843-844, 2 700 mots, 7 fig. — Une étude détaillée indique que le verglas qui se forme sur les conducteurs aériens peut être dû aux causes suivantes : 1° givre résultant des gouttelettes d'eau de l'air saturé d'humidité, se trouvant sur le conducteur, se gelant lorsque la température de l'air est inférieure à 0°C. La couche grossit d'autant plus vite qu'est plus rapide le vent qui pousse le brouillard ; 2° glace lisse produite par prise de l'eau en surfusion ; 3° dépôt de neige qui est d'autant plus important qu'une première couche de glace a renforcé le diamètre du conducteur ; 4° combinaison des phénomènes précédents. Le dépôt le plus dangereux est celui du givre avec couche de glace ou de neige. Ces dépôts surviennent le plus souvent en des endroits prédestinés, qui sont généralement à une haute altitude. Leur poids spécifique varie de 0,2 pour la neige, à 0,9 pour la glace. La formule des prescriptions allemandes pour la surcharge à prévoir, en grammes par mètre de longueurs est $180\sqrt{d}$, d étant le diamètre de la ligne, en millimètres. L'expérience a montré que la formule $180 \times d^{\frac{1}{1,35}}$ serait plus exacte. On a proposé de faire chauffer les conducteurs par effet Joule pour empêcher la formation de verglas. Un tableau donne pour différentes sections allant de 16 à 150 mm², le courant à adopter suivant que les conducteurs sont en cuivre ou en aluminium et la perte d'énergie correspondante, par kilomètre de ligne triphasée. Cependant, dans certains climats, on observe des surcharges pouvant être dix fois plus grandes que celles qu'indique la formule. Il est nécessaire alors de raccourcir les portées, d'augmenter les coefficients de sécurité et d'adopter pour les conducteurs des métaux à haute résistance mécanique. On a proposé d'utiliser des traverses tournantes avec cheville de rupture réduisant les conséquences désastreuses d'une rupture de câble. Mais ces dispositifs en service depuis quelques années n'ont pas encore fait leurs preuves. — B. H.

621.315.1 : 539.4. — Ligne électrique à longues portées des Chemins de fer fédéraux suisses en alliage à conductibilité élevée et à haute résistance mécanique ; Wyssling. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 225-228, 2 900 mots, 1 fig. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

669.71 + 661.22 | 621.315.1. — L'emploi des câbles d'aluminium-acier dans les lignes à haute tension ; E.-T. Painton. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 224, 120 mots. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.1 : 669.71(73). — Récents progrès dans la construction des lignes en aluminium en Amérique ; W. Binz. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 224-225, 1 300 mots. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.1-7. — Conclusions à tirer d'un accident survenu à un pylône métallique de transport d'énergie électrique à très haute tension ; L. Labbé. *R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 173-176, 2 700 mots, 1 fig. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315... — Description d'une ligne expérimentale sur pylônes-chevalets ; G. Darrieus. *R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 181-182, 900 mots, 1 fig. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315... — Pylônes à base étroite pour lignes à 220 000 v ; G.-R. Falkiner-Nuttal. *R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 181, 160 mots. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.2 : 537.262. — La courbe des pertes diélectriques comme indice de la qualité des câbles ; C.-F. Proos. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 214, 250 mots. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.2. — Câbles métallisés et câbles à ceinture ; Bellaar Spruyt et van Staveren. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 212, 500 mots. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.2-4. — Influence de la pression des gaz occlus sur les caractéristiques d'ionisation ; E.-S. Lee. *R. G. E.*, 5 août 1927, t. XXII, p. 213-214, 300 mots, 1 fig. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.7. — Le calcul des résistances de protection pour les lignes de transmission d'énergie électrique ; G.-L. Epstein. *Electritchestvo*, juillet 1927, n° 7, p. 221-224, 5 000 mots, 2 fig. — Les résistances de protection ont fait d'abord l'objet de régulations empiriques de la part de certaines maisons, parmi lesquelles l'auteur cite l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft et les Siemens-Schuckert-Werke. Actuellement, des travaux théoriques ont pris pour point de départ les conditions suivantes : interdire toute réflexion de l'onde, supprimer toute décharge oscillatoire, empêcher la stabilité de l'arc qui se forme à l'éclateur. On en déduit la formule suivant laquelle la résistance de protection doit être égale à la résistance de la ligne à la propagation de l'onde. L'auteur discute la valeur de cette formule. Selon ses conclusions, il vaut mieux prendre une valeur qui soit voisine du double de la précédente, et qui assure l'instabilité de l'arc à 7 ou 8 A. Les résultats sont représentés dans des tableaux numériques donnant, pour les lignes aériennes et souterraines, la résistance de protection en fonction de la tension et du courant. — C.-R. M.

621.315.7. — Avantages et limitation de l'emploi du bois dans les installations de transport d'énergie ; A.-O. Austin. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 219, 700 mots. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.311.77. — Nouveau relais de protection contre les surintensités de courant ; Roger Dubusc. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 233-244, 7000 mots, 26 fig., 3 tabl. — Le relais RS₂ décrit dans cet article, est construit par la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel

d'Usines à gaz; il est destiné à fonctionner en cas de surcharge sur la portion du réseau qu'il protège et ceci, dans des conditions de temps qui sont déterminées pour chacun des appareils du réseau avec la plus grande précision. C'est le réglage du retard dans le déclenchement du relais qui constitue une des principales difficultés dans sa réalisation, ainsi que l'auteur le fait ressortir au début de son article. Par quelques exemples bien définis, il montre dans quel ordre successif les relais de la transmission d'énergie considérée doivent entrer en service ou, plus exactement, provoquer la disjonction voulue. Ces considérations sur les conditions à remplir et les propriétés générales des relais à courant maximum et sélectifs précèdent la description proprement dite du relais RS₄; celle-ci, détaillée et illustrée de quelques vues et schémas, est suivie de l'exposé des résultats d'essais effectués sur quelques relais dans des conditions particulières déterminées. L'auteur consacre ensuite quelques lignes à la station d'étalonnage de ces relais qu'a établie la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz.

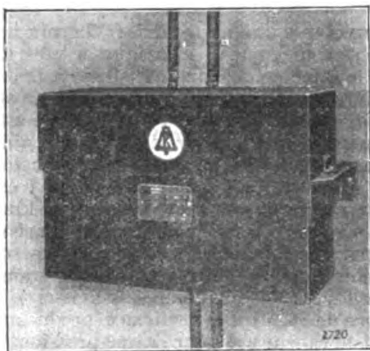
USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.311.21(47). — Schéma de l'utilisation hydroélectrique de la rivière Svir (Russie); G. Gorbounov. *Elektritchestvo*, juillet 1927, n° 7, p. 224-227, 3000 mots, 5 fig. — Etude comparative des diverses solutions possibles. La rivière Svir réunit les lacs Onega et Ladoga. Elle présente une chute brute de 28 m en 130 km environ, dont l'utilisation s'accompagnerait de l'amélioration de la voie de navigation. La puissance disponible à Leninegrad serait de l'ordre de 150 000 kw. — C.-R. M.

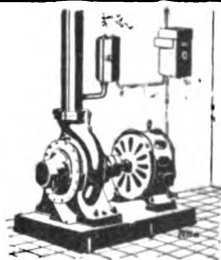
627.223.4 : 621.311. — Usine marémotrice de Passamaquoddy. *E. T. Z.*, 16 juin 1927, t. XLVIII, p. 831-833, 2 500 mots, 1 fig. — Dexter P. Cooper a dressé le projet d'une usine marémotrice prévue sur la côte nord-est de l'Amérique du Nord entre les Etats-Unis et le Canada, dans la partie de la baie de Fundy dite baie de Passamaquoddy. Les conditions locales sont exceptionnelles. Les marées hautes de 6,1 m en moyenne, remplissent les baies de Passamaquoddy, d'une surface de 285 km² et de Cobsook, d'une surface de 116,5 km². Ces deux baies communiquant entre elles et avec la mer, il est prévu de fermer, par des digues munies de portes et d'écluses, toutes les communications, de manière à isoler chacune des baies. A chaque marée montante, la première baie serait mise en communication avec la mer et l'usine génératrice installée sur la digue fermant la communication entre les deux baies pourrait fonctionner non seulement pendant la marée montante, mais encore pendant la marée descendante, grâce à l'énorme quantité d'eau mise en réserve. Au moment de la marée basse, la seconde baie serait mise en communication avec la mer de manière à être prête pour un nouveau cycle. Cette disposition permet ainsi de disposer sans interruption d'une hauteur de chute assez constante. L'auteur du projet a calculé les heures et les durées d'ouverture des portes d'entrée de la baie de Passamaquoddy et de sortie de la baie de Cobsook. Il serait nécessaire de construire 5 digues d'une longueur variant de 0,4 à 1,61 km formant 4,3 km au total. Les différentes portes auraient une longueur totale de 2,103 km. Certains enrochements devraient être détruits à la mine; mais la pierre que l'on retirerait de ces travaux serait utilisée pour la construction des digues. L'énergie électrique produite pourrait être transmise aux Etats-Unis et au Canada et contribuerait au développement économique des régions voisines en ces deux pays en alimentant les usines électrochimiques (ammoniaque synthétique, aluminium, carborundum, chlore) et les papeteries. On juge qu'en utilisant 5 000 travailleurs, la réalisation de ce projet demanderait quatre années. — B. H.

621.311.22 (437). — Usine génératrice d'Ervenice (Tchécoslovaquie); F. Sembera. *Elektrotechnický Obzor* (Prague), 1926, t. XV, 22 000 mots, 76 fig., 5 tabl. — L'auteur donne la description d'une nouvelle usine génératrice thermique, construite pour alimenter en énergie électrique la ville de Prague et le centre de la Bohême. L'usine est située à Ervenice, près de la frontière du nord-ouest de la Tchécoslovaquie. L'établissement des fondations a demandé des précautions spéciales, le bâtiment étant placé sur une ancienne mine. L'eau est amenée d'une rivière distante de 22 km de l'usine dans des canalisations en acier. Le combustible employé est le lignite d'un pouvoir calorique de 3 200 calories par kilogramme et contenant 23 pour 100 de cendres. Le charbon est trié et transporté par chariots, entraînés par chaîne sur un pont, puis broyé, élevé sur une tour et amené par transporteurs à tablier aux foyers des chaudières; celles-ci sont actuellement au nombre de 16, à tubes verticaux, produisant en régime normal 280 t de vapeur par heure à une pression de 20 kg : cm². L'usine, dont la puissance installée est actuellement de 45 000 kw et sera ultérieurement élevée à 145 000 kw, comporte 3 groupes turboalternateurs d'une puissance unitaire de 20 000 kv-A et tournant à la vitesse de 3000 t : mn. Les turbines, dont deux sont du système Skoda et une du système Breitfeld-Danek, sont alimentées par de la vapeur à 18 kg : cm², surchauffée à 350°C; l'eau de condensation, d'un débit total de 6000 m³ : h, est refroidie au moyen de deux réfrigérants à contre-courant. Le chauffage et la production de la vapeur sont contrôlés par un système automatique dit « multimètre », indiquant et enregistrant sans interruption huit valeurs caractéristiques. Les alternateurs triphasés à une tension de 6300 v, 50 p : s ont été construites par les établissements Ceskomoravska-Kolben, Skoda et l'Allgemeine Elektricittäs-Gesellschaft. Ils sont connectés par l'intermédiaire de transformateurs qui élèvent la tension de 6 300 à 110000 v, à un double jeu de barres à 110 000 v. La ligne d'Ervenice à Prague, d'une longueur de 84 km, est construite sur pylônes d'une hauteur de 21,5 m, les portées normales étant de 230 m et la portée maximum de 420 m. Deux pylônes ont une hauteur de 38 m. Les conducteurs, suspendus par des isolateurs à chaîne, sont en câble de cuivre, d'une section de 95 mm², avec câble de terre en acier de 50 mm². — L. N.

621.316.26 : 621.314.7. — L'installation des redresseurs à vapeur de mercure de l'usine génératrice de Blankenburg dans le Harz; Weidlich. *E. T. Z.*, 16 juin 1927, t. XLVIII, p. 825-826, 2 000 mots, 1 fig, 1 tabl. — Le secteur distribuait du courant continu à la tension de 2 × 110 v, produit par des dynamos entraînées par des machines à vapeur. A la suite de l'extension du réseau, il fut décidé d'équiper l'usine génératrice avec des redresseurs et de créer une sous-station dans un quartier où la consommation avait augmenté. Les appareils suivants ont été installés : I. Dans l'usine génératrice 3 groupes donnant ensemble 900 A sous 235 v alimentés par du courant triphasé 400/231 v à la fréquence de 50 p : s. Ces groupes sont constitués chacun par 2 redresseurs à ampoule de verre prévus pour 150 A, alimentés par un même transformateur de réglage correspondant à ± 10 pour 100 sur la tension du courant continu, ceux-ci étant desservis à leur tour par 3 transformateurs triphasés de 150 kv-A, 10 000 400/231 v. II. Dans la sous-station, 2 redresseurs de 150 A, donnant du courant continu à 100/250 v et qui sont alimentés à 400/231 v par des transformateurs identiques aux précédents. Les rendements exigés étaient, pour les redresseurs, 89 pour 100 entre la pleine charge et le quart de charge à la tension de 235 v du côté continu, et pour les transformateurs, 97,46 pour 100 avec ± 0,3 pour 100 de tolérance à pleine charge et cos φ = 1. L'installation a été mise en service en janvier 1923 et fonctionne convenablement. Au début, à plusieurs reprises les ampoules de verre des redresseurs se brisèrent. On observa ensuite qu'à leur mise en service les redresseurs ne doivent pas pendant quelques semaines débiter plus de la moitié de leur charge nominale. Au cours des hivers, l'usine subit de fortes surcharges et en 1924 l'installation d'un nouveau groupe fut décidée. L'équilibre entre les deux pôles et le fil neutre était assuré au début par une batterie d'accumulateurs. Deux



APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE
« KLOECKNER »
COLOGNE - BAYENTHAL



Contacteurs électromagnétiques
Relais - Démarreurs automatiques
Disjoncteurs - Appareillage blindé
Équipement électrique d'Engin de Levage
Controllers pour moteurs de traction

Représentants exclusifs en France et Colonies

Société Industrielle de Machines et Appareillage Electro-Mécaniques
Société à responsabilité limitée, capital 200000 fr
104, rue Lecourbe — PARIS (15e) *Téléphone* : **SÉGUR 94-53**

MESURES ELECTRIQUES



Envoi franco du catalogue

Enregistreurs et appareils de tableaux
AMPÈREMÈTRES, VOLTMÈTRES, WATTMETRES
COURANTS CONTINUS ET COURANTS ALTERNATIFS

Modèle à cadre complètement apériodique pour courant continu.
Modèle électromagnétique à apériodicité réglable (Brev. S. G. D. G.), sans aimant permanent.
Millivoltmètres et milliampèremètres. — Boîtes de contrôle. — Ohmmètres. — Ampèremètres-voltmètres simples et combinés pour automobiles.

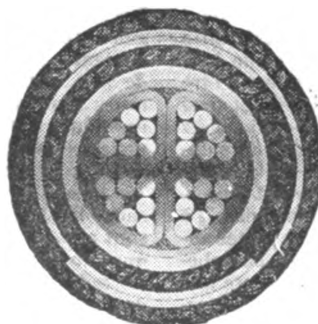
ENREGISTREURS POUR TOUT CONTROLE INDUSTRIEL
Manomètres — Cinémomètres — Dynamomètres — Thermomètres — Pyromètres
Anémomètres — Baromètres — Hygromètres, etc., etc.

A la même maison : le **Vérascope**, le **Glyphoscope**, le **Taxiphote**, appareils photographiques pour la prise et l'examen des vues stéréoscopiques 45 mm × 107 mm.
Nouveauté : L'**HOMÉOS** permettant de faire 27 vues stéréoscopiques sur pellicules cinématographiques en bobines se chargeant en plein jour.

Ets JULES RICHARD, S. A. AU CAPITAL DE 6000000 FR **25, rue Mélingue** (anc. imp. Fessart), **PARIS** (19e) *Reg. du Com.* : Seine, 17.637
EXPOSITION & VENTE : 10, rue Halévy (près l'Opéra) (9e)

CABLES

L'expérience des USINES HENLEY dans la fabrication des câbles remonte aux débuts de l'usage de l'électricité.



HENLEY

Leurs recherches constantes et la modernisation continuelle de leurs installation garantissent la qualité sans rivale de leurs câbles et fils

W. T. HENLEY'S Telegraph Works Co Ltd Londres
AGENT GÉNÉRAL : Ad. SEGHERS, Rue de la Michodière, 4. — PARIS (2e)
FRANCE — BELGIQUE — ESPAGNE — PORTUGAL

groupes d'équilibre furent ensuite installés. La durée de service des ampoules de verre avait été garantie de 1 000 heures. Certaines ont fonctionné 13 000 heures. — B. H

621.315.1. — La première ligne d'Europe à 240 000 v sur pylônes en ciment armé centrifugé; MONTAGNI. *R.G.E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 176-178, 1 400 mots. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.1. — La traversée de la Loire à Nantes-Chantenay par les lignes de transmission d'énergie de la Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'Electricité; ASSELBERGS et VALENSI. *R.G.E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 178-181, 2 900 mots, 2 fig. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

TRACTION ET LOCOMOTION

621 33 033.2 : 625.1 2 (45.63). — Le chemin de fer électrique Rome-Ostie; L. SOCCORSI. *Rivista tecnica della Ferrovie italiane*, 15 mai 1927, t. XXXI, p. 181-202, 8 500 mots, 24 fig., 2 plans. — Cette ligne de 25 km projetée depuis longtemps fut inaugurée en avril 1925. L'article en donne une description complète et détaillée. La signalisation est électrique et applique le système de l'Allgemeine Elektricitats-Gesellschaft. Le contrôle des voies a été centralisé de façon à satisfaire à de nombreuses conditions qui sont énumérées. L'appareillage de contrôle est décrit. Le courant est continu sous 2 400 v; la tension est maintenue constante par un réglage automatique. Outre les voitures ordinaires, le matériel roulant comprend 6 locomotives et 5 automotrices, toutes de construction italienne, et dont les dispositions sont décrites par l'auteur. Les conditions du trafic de cette ligne sont tout à fait anormales. Le trafic des marchandises est toujours faible, et celui des voyageurs varie dans la proportion de 1 à 50 entre l'hiver et l'été. C.-R. M.

621.311.77 : 656.256. — Relais de block à courant continu; J. BILEK. *Elektrotechnicky Obzor* (Prague), 21 et 28 janvier et 4 février 1927, t. XVI, p. 33-36, 49-51 et 67-69, 4000 mots, 9 fig., 2 tabl. — Après avoir décrit les modes de connexion des relais de block, l'auteur traite le cas d'un relais monté en série avec le rail. Reprenant la formule qu'il a donnée dans « Elektrotechniky Obzor », 1923, p. 151 et 152 et qui permet le calcul de la conductivité maximum du rail admise, il évalue l'énergie consommée par le relais, d'une part, au moment où le train est sur les rails isolés et, d'autre part, pendant que le relais est fermé. Ayant déterminé, sous forme de courbes, les relations entre l'énergie et la résistance du relais (pour une conductivité du rail constante) et entre l'énergie et la résistance du rail (celle du relais étant donnée) l'auteur arrive à déterminer la valeur la plus favorable d'une résistance à monter en série avec un relais donné; il indique le mode d'emploi de sa méthode en développant le calcul pratique d'un relais et donne des valeurs caractéristiques de relais à résistances différentes. L. N.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.396.5. — Les systèmes de radiotéléphonie secrète; O.-F. BROWN. *The Wireless World and Radio Review*, 8 et 15 juin 1927, t. XX, p. 713-716 et 763-765, 4 500 mots, 6 fig. — L'inauguration récente du service de téléphonie transatlantique a orienté l'attention vers le problème du secret des radiocommunications. Jusqu'à présent, on avait assez peu étudié la question, en partie à cause des difficultés du problème, en partie à cause de la possibilité d'emploi d'un code chiffré. Bien que les mots de code puissent être employés dans une certaine mesure pour les communications téléphoniques, il est évident que leur emploi offre certains inconvénients. La première solution qui se présente à l'esprit est celle des faisceaux d'ondes dirigées; mais il ne faut pas oublier qu'un seul faisceau n'a pas une forme rigoureusement géométrique de sorte que la surface sur laquelle les signaux peuvent être reçus est encore relativement grande, et ceci d'autant plus que l'on s'éloigne du sommet du faisceau, c'est-à-dire du poste émetteur. L'emploi de réflecteurs à la station de réception réduit les interférences dues aux parasites et aux signaux des autres stations émettrices; mais il est faux de dire que sans l'emploi de réflecteurs les signaux sont si faibles qu'ils ne peuvent être recueillis par les autres postes. La solution semble donc ne pouvoir se trouver que par l'emploi d'appareils de réception très compliqués; seuls pourront être retenus les appareils permettant d'éviter les brouillages résultant de l'encombrement actuel de l'éther. Parmi les divers systèmes imaginés, signalons celui du Danois Tigerstedt (1918) qui s'applique aussi bien à la télégraphie et à la téléphonie sans fil qu'à la télégraphie et téléphonie avec fils; dans ce système, les signes Morse ou les mots sont transmis en sections disposées dans un ordre différent de façon à produire un ensemble inintelligible qui est transmis dans l'éther. A l'extrémité réceptrice les composantes de la voix sont reformées automatiquement de façon à reproduire les sons primitifs. Certaines autres méthodes proposées pour l'obtention du secret des radiocommunications sont basées sur la variation de la longueur de l'onde porteuse; l'une des plus simples consiste à transmettre alternativement sur deux longueurs d'onde. L'antenne est couplée à deux générateurs identiques d'ondes entretenues qui sont modulées à leur tour par le même circuit microphonique. Le passage d'un émetteur à l'autre se fait au moyen d'un commutateur mécanique tournant. Pour éviter toute interruption, la transmission sur une longueur d'onde commence avant qu'elle ait cessé sur l'autre. L'appareil récepteur consiste en deux circuits détecteurs connectés au même amplificateur à fréquence acoustique conduisant aux téléphones récepteurs. D'autres systèmes font varier la longueur de l'onde porteuse au moyen de variations régulières ou irrégulières des dispositifs d'accord des circuits de transmission. On peut, par exemple, employer des condensateurs tournants dont les plaques ont des formes irrégulières, ou bien utiliser le déplacement de la bobine mobile d'un variomètre; à l'extrémité réceptrice, les appareils récepteurs seront munis de condensateurs ou variomètres semblables dont le mouvement sera synchronisé avec celui des appareils émetteurs. On a également proposé de faire varier la longueur d'onde de l'émetteur et du récepteur en utilisant le déplacement de pendules synchronisés; un dispositif est prévu pour arrêter les pendules au moyen de la télégraphie sans fil, de sorte qu'un signal peut être transmis sur une longueur d'onde déterminée mais inconnue de toute autre station réceptrice. Dans toutes ces méthodes, cependant, l'intervalle de longueurs d'onde nécessaire serait si grand qu'il rendrait les communications impossibles, et si l'on réduisait cet intervalle, les signaux pourraient être facilement reçus sur un récepteur peu sélectif. Ces difficultés ont été surmontées dans l'appareil de la Western electric Co qui utilise les principes de la téléphonie par bande latérale; on sait que pour cette méthode — qui est celle employée pour le service transatlantique — l'onde porteuse est supprimée et une seule bande latérale est transmise. Ce système assure un certain secret des communications puisqu'il est nécessaire à la réception « d'hétérodyner » les ondes incidentes avec des oscillations locales de fréquence appropriée. On peut encore accroître le secret des communications par le système dit « à transmission de voix inversée » : les notes basses de la bande de voix, ou une certaine partie d'entre elles, sont transformées en notes élevées et vice versa. La parole est ainsi rendue complètement inintelligible, sauf pour les appareils récepteurs prévus pour opérer la transformation inverse. Bien entendu, il est indispensable de diviser la bande de voix en trois ou quatre sections et on intervertit pour une ou deux seulement les fréquences; il ne servirait à

MAISON BREGUET

SIEGE SOCIAL : 19, rue Didot, PARIS (14°) **SERVICE COMMERCIAL : 34, rue de Châteaudun, PARIS (9°)**

CONDENSATION et VIDE
avec
ÉJECTAIR Breguet-Delaport

POMPES CENTRIFUGES
procédés
WEISE et MONSKI

Ejecto-Compresseurs

Siège social et Usine
à TREVOUX Ain
Registre du Commerce
Trévoux (Ain) N° 2896

SOCIÉTÉ ANONYME DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX

CAPITAL : [illegible] FRANCS

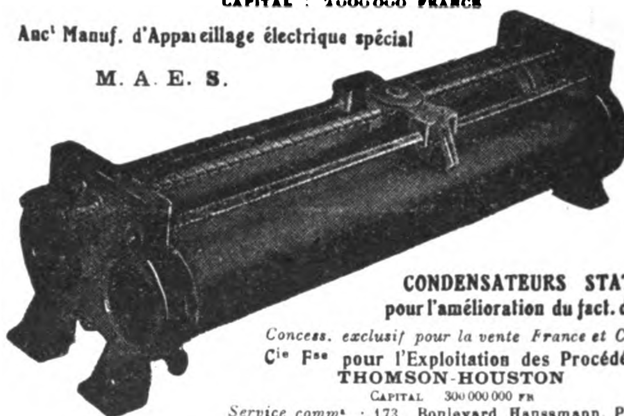
Téléph. : 52
—
Adr. télég. :
CONDENSATEURS-TREVOUX
TRÉCONDENS-PARIS

Anc^t Manuf. d'Appareillage électrique spécial

M. A. E. S.

CONDENSATEURS
TÉLÉPHONIQUES
ET TOUS USAGES
SPÉCIALITÉ de CONDENSATEURS
MICA T. S. F.
Licence exclusive
"DUBILIER"

Bureaux à Paris :
52, rue de Dunkerque (X°)
Téléph. : TRUDAINE 68-61



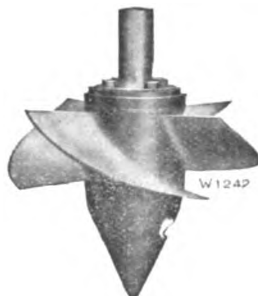
RHÉOSTATS à CURSEURS
toutes intensites,
toutes resistances,
tous genres
de commandes.

CONDENSATEURS STATIQUES
pour l'amélioration du fact. de puiss.
Conces. exclusif pour la vente France et Colonies :
Cie F^se pour l'Exploitation des Procédés
THOMSON-HOUSTON
CAPITAL 300 000 000 FR
Service comm^l : 173, Boulevard Haussmann, Paris (8°)

Agences en
BELGIQUE
ITALIE
TCHECO-SLOVAQUIE, etc
Concessionnaires à
LONDRES
NEW-HAVEN (Conn.)

ESCHER WYSS & CIE - ZURICH

TURBINES A HÉLICE
RENDEMENT
LE PLUS ÉLEVÉ



RÉGULATEURS
UNIVERSELS
TURBOPOMPES

Bureau de Paris : 39, Rue de Châteaudun — PARIS (9°)

rien d'intervertir les fréquences de la bande entière. En compliquant un peu le système en question, il devient possible de réaliser un nombre énorme de combinaisons assurant pratiquement le secret des communications. La même méthode pourrait s'appliquer, semble-t-il, au système ordinaire de téléphonie par onde porteuse sur ondes courtes. — G. M.

621.396.64.00.42. — Le fonctionnement d'un amplificateur en moyenne fréquence; Marcus-G. Scroggie. *J. I. E. E.*, juin 1927, t. LXV, p. 644-647, 2 200 mots, 4 fig. 2 tabl. — L'auteur s'est proposé d'effectuer des mesures pour déterminer jusqu'à quel point un amplificateur commercial répond aux considérations théoriques qui ont guidé dans son établissement. Il décrit la méthode suivie dans le cas d'un amplificateur en moyenne fréquence faisant partie d'un récepteur hétérodyne à fréquence ultrasonore. Elle consiste, en grandes lignes, à alimenter le montage avec une force électromotrice alternative de fréquence et d'amplitude connues et à mesurer au moyen d'un voltmètre à triode la force électromotrice de sortie. L'auteur décrit le circuit et principalement le transformateur de couplage. La méthode entraîne quelques légères modifications au circuit, mais les conditions dans lesquelles se font les mesures sont suffisamment rapprochées des conditions réelles d'emploi. L'auteur a étudié trois types de lampes triodes et les résultats obtenus peuvent être résumés comme il suit : 1° Les lampes ayant une conductance mutuelle élevée donnent des pointes de résonance plus larges pour une amplification donnée et entrent plus vite en oscillation que celles à basse conductance; 2° le réglage des lampes à faible coefficient d'amplification est plus facile que celui des lampes à coefficient élevé; 3° la fréquence de la pointe de résonance diminue quand l'amplification croît avec un changement du potentiel de grille; 4° l'amplification croît avec l'amplitude à l'entrée dans le cas d'un amplificateur à grand amortissement et vice versa. — J. S.

621.396.64-615.4. — L'amplification à résonance avec les bigrilles; R. Barthélémy. *L'Onde électrique*, avril 1927, t. VI, p. 152-161, 3 500 mots, 11 fig. — L'auteur expose la méthode très simple, permise par l'emploi des lampes à quatre électrodes, pour éviter les réactions parasites dans les amplificateurs à résonance et démontre la possibilité de réaliser aisément les étages successifs d'amplification à haute fréquence. C'est ainsi qu'il a été possible de monter sans difficulté jusqu'à six étages en haute fréquence et d'obtenir sur les seuls circuits d'accord la plupart des émissions de broadcasting. La sélectivité de ces systèmes comportant plusieurs circuits syntonisés est excellente. Une autre qualité réside dans la pureté des réceptions obtenues à travers cette succession de filtres que sont les circuits à haute fréquence. Il existe, d'autre part, un effet antiparasite dans la lampe bigrille elle-même, à cause de la très petite longueur de la partie rectiligne ascendante des caractéristiques. Le palier presque horizontal qui suit constitue un limiteur efficace à l'amplification des parasites violents. — G. M.

538.53 : 621.396.674. — Inductance des bobines carrées; J. Kosvanec. *Elektrotechnický Obzor* (Prague), février et mars 1927, t. XVI, 5 400 mots, 4 fig., 4 tabl. — Pour déterminer l'inductance des bobines carrées qu'on emploie souvent pour les cadres des postes récepteurs de radiocommunications, l'auteur montre comment s'ajoutent les coefficients d'induction d'éléments de conducteurs et il applique cette méthode au cas considéré, en précisant les limites dans lesquelles elle peut être employée. Les résultats sont représentés sous forme d'un nomogramme, permettant de trouver facilement l'inductance totale d'un cadre de dimensions données. — L. N.

621.396.7 8. — Distribution de l'énergie radioélectrique dans les agglomérations urbaines; Lloyd Espenschied. *L'Onde électrique*, juin 1927, t. VI, p. 229-254, 11 000 mots, 12 fig. — La radiodiffusion constitue un système de distribution électrique introduisant des relations étroites entre la station émettrice, le milieu servant à la transmission et le poste récepteur. En particulier, le poste récepteur doit laisser passer avec une amplitude suffisante toutes les composantes de l'onde nécessaires pour reproduire le signal émis et éliminer efficacement toutes les autres. Le développement rapide des appareils permet maintenant de satisfaire pleinement à cette dernière condition et la situation est devenue telle que l'on possède des appareils sans connaître très bien les conditions et les limites d'emploi imposées par le lien intermédiaire. Il n'y a que peu d'années qu'ont été créées des méthodes de mesure pour la transmission sans fil et qu'on a ainsi transformé celle-ci en science quantitative. Le présent article a pour but de présenter les résultats d'une étude systématique des conditions d'écoute aux différents postes récepteurs de l'agglomération de New-York et, de cette façon, de donner une idée des conditions générales que doivent remplir les systèmes de radiodiffusion. La loi naturelle de la distribution radioélectrique est une décroissance rapide de puissance des ondes; puis, au lieu de s'annuler brusquement, le champ conserve, à de grandes distances, une valeur qui, bien que généralement trop faible pour être utile, suffit pour provoquer des perturbations dans les autres zones. Le « fading » se produit à la distance où l'atténuation des ondes transmises directement est devenue considérable : cette distance dépend de la nature du terrain. L'auteur a tracé une carte indiquant les lignes d'égal champ relatives aux ondes émises par la station W. E. A. F. sur l'agglomération de New-York. Il étudie sommairement la corrélation entre les champs mesurés et leur possibilité d'emploi en vue d'assurer une réception de bonne qualité. La portée d'une station assurant une réception de tous les instants est extrêmement faible. La radiodiffusion n'utilise donc actuellement que des puissances insuffisantes. On sera donc conduit à mettre en service des stations plus puissantes, même si l'on ne veut assurer une réception sans aléas qu'à quelques dizaines de kilomètres de la station émettrice. Mais alors se pose le problème de la recherche, pour une agglomération donnée, du meilleur emplacement pour une station d'émission. Une antenne placée sur un immeuble élevé peut donner une émission faible pour certaines longueurs d'onde et une bonne émission pour d'autres. Ayant étudié ensuite successivement la distribution du champ pour des sources situées en banlieue, la relation entre la distribution des ondes et la répartition des postes récepteurs, et enfin le problème de la réception à l'intérieur des appartements, l'auteur passe au cas général du fonctionnement simultané de plusieurs stations, introduisant ainsi le problème de la sélection des fréquences et soulevant la question de l'efficacité des différents types de postes récepteurs. Les expériences ont montré clairement jusqu'à quel point la situation d'un poste règle les conditions de sélection. Dans les régions où les stations sont nombreuses, il est donc nécessaire d'employer toujours des postes très sélectifs. Lorsque l'on étudie l'emplacement d'une nouvelle station, il serait possible, si l'on connaissait les champs dus aux autres stations de la région, de déterminer approximativement la zone d'interférences pour les différents types de postes récepteurs. On reconnaîtrait, dans cet ordre d'idées, qu'il y a intérêt, en ce qui concerne les interférences, à réunir les stations de radiodiffusion aussi loin que possible en un point, et à leur donner même puissance. De cette façon, les usagers obtiendraient à peu près le même champ pour chaque station et n'auraient besoin d'utiliser que la sélection minimum. Bien qu'il soit impossible d'obtenir entièrement ces résultats, on peut cependant espérer que l'on arrivera naturellement à une meilleure coordination entre stations de radiodiffusion lorsque l'on comprendra mieux le problème posé par les interférences et l'avantage qu'il y a à les réduire. — G. M.

ÉCLAIRAGE

621.326.4 : 535.247. — Irrégularités dans les lampes à filament de tungstène dans le vide, leur étude photomé-

trique par une méthode photoélectrique. *R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 188, 300 mots. Analyse d'un article de N.-R. CAMPBELL et M.-K. FREETH, publié dans *Proceedings of the optical Convention*, 1926, t. I, p. 253-274, 10 000 mots, 2 fig., 8 tabl.

621.328 : 658.4. — Eclairage moderne des vitrines ; Fritz REITER. *E. u. M.*, 26 juin 1927, t. XLV, supplément *Die Lichttechnik*, p. 77-80, 4 500 mots, 25 fig. — L'auteur indique dans cet article quelques règles générales à suivre dans la résolution du problème. Il rappelle que l'éclairage des vitrines doit être conçu non seulement pour attirer le public, mais encore pour lui permettre de voir distinctement la couleur et la forme des marchandises exposées et de les apprécier facilement et les choisir. Il faut éviter en général un éclairage trop éblouissant et une succession trop brusque et non atténuée d'ombres intenses et de parties brillamment éclairées. Il est souvent préférable d'avoir un éclairage atténué, par exemple par réflexion sur le plafond et sur les murs. Dans le choix du type d'appareils d'éclairage, il faut tenir compte de la nature des marchandises, des dimensions et formes des locaux où sont situées les vitrines. On pourra, suivant les cas, se servir de réflecteurs ou entourer les lampes de verres dépolis ou colorés, servant à atténuer la lumière ou à lui donner une coloration correspondant à la couleur des objets exposés. On peut adopter comme règle que les lampes destinées à l'éclairage des vitrines doivent fournir 15 à 20 lumens par watt ou que la dépense doit être de 1,2 à 0,75 w par bougie. Le rendement lumineux doit être compris entre 70 et 80 pour 100 en général. L'auteur donne un certain nombre de figures à l'aide desquelles il étudie les différents cas qui peuvent se présenter; il montre les inconvénients des modes d'éclairage considérés et les moyens d'y remédier. — A. L.

MATIÈRES PREMIÈRES

621.899 : 665.5. — La régénération des huiles minérales usées ; E. AZZARELLO. *Rivista tecnica delle Ferrovie Italiane*, 15 mai 1927, t. XXXI, p. 216-230, 7 000 mots, 10 fig. — L'auteur a établi pour les chemins de fer italiens un système économique, dont il donne la description, pour une quantité mensuelle de 1 000 kg d'huile régénérée. Un filtre métallique composé de trois toiles, convenablement espacées et munies de mailles de plus en plus fines, est placé en dessous d'un bac de 100 litres. L'huile séparée ainsi de ses impuretés mécaniques est ensuite refoulée par l'air comprimé dans des réservoirs cylindriques, où elle est réchauffée à la vapeur à 90° C environ. Elle subit dans ces réservoirs une première décantation, qui dure dix jours. Une deuxième décantation s'effectue dans les mêmes récipients en présence d'une composition épuratrice, pendant vingt jours. Un deuxième filtre retient toutes les impuretés qui subsistent. Il est composé de couches de coton, de charbon pulvérisé, d'un mélange calcaire, suivant des conditions bien définies. Le résidu de la première décantation est soumis lui-même à une régénération spéciale. On peut compter que l'opération procure un rendement de 90 pour 100 en huile récupérée. Elle nécessite le concours de deux ouvriers. Pour l'installation de 10 t envisagée, le prix de premier établissement est d'environ 70 000 lire. Le prix de revient de chaque opération revient à 36 lire par quintal récupéré. L'auteur estime qu'avec ce système les chemins de fer italiens peuvent économiser 2 millions de lire par an sur une consommation annuelle de 10 000 t. — C.-R. M.

666.12 (44). — L'industrie du verre de silice en France ; Henri GEORGE. *R. G. E.*, 23 et 30 juillet 1927, t. XXII, p. 153-159 et 189-202, 12 300 mots, 32 fig. — L'industrie du verre de silice s'est considérablement développée ces dernières années; les perfectionnements apportés à la fabrication de ce verre en ont fait un produit qui a reçu de nombreuses applications, en particulier dans les industries électriques où l'on tire parti de sa rigidité diélectrique élevée, de la faible hystérésis diélectrique qu'il présente dans un champ électrique, de la transparence aux rayons ultraviolets, d'une part, et infrarouges, d'autre part, etc. Or, M. H. George qui a fondé en France la Société Quartz et Silice, filiale des Manufactures des Glaces et Produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey, dans le but d'améliorer les procédés de fabrication du verre de silice et d'étendre les applications de ce produit, montre dans l'article qui nous occupe ce qu'était cette industrie autrefois et ce qu'elle est devenue. L'auteur décrit les procédés de préparation classiques et ceux basés sur l'emploi du four à induction à haute fréquence; il importe de remarquer que l'application de ce four à cette industrie contribue pour une large part aux perfectionnements dont elle est l'objet. Cet exposé des modes de fabrication est suivi de celui des propriétés du verre de silice qui justifient son emploi dans les domaines les plus divers; l'auteur montre, pour terminer, l'intérêt que présente ce produit pour les industries électriques, comme diélectrique, ainsi qu'il est dit plus haut, et enfin comme matière transparente, pour les industries de l'éclairage et du chauffage.

COMBUSTIBLES ET CHAUFFAGE

662.6.00.414. — Utilisation rationnelle des combustibles ; C.-O. MAILLOUX. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 92-94, 1 700 mots. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

553.24.00.4 (063). — La Conférence internationale de Pittsburg, au sujet des charbons bitumineux ; R. LESSING. *World Power*, juin 1927, t. VII, p. 287-292, 7 000 mots. Dans cet article l'auteur fait un résumé des principaux rapports qui ont été présentés à la conférence internationale tenue à l'Institut de technologie Carnegie de Pittsburg en 1926, et organisée par le docteur Thomas Stockham Baker, président de cet institut. Le docteur Marius Campbell indiqua quelles sont les ressources en charbon des Etats-Unis et comment elles se répartissent entre les différentes qualités de charbon. Le docteur C.-H. Lander pour la Grande-Bretagne et M. A.-C. Fieldner pour les Etats-Unis traitèrent des recherches en général sur les charbons. Parmi les mémoires relatifs à la pratique de l'utilisation du charbon, on peut citer les suivants : ceux de MM. Bergius, Frantz Fischer et G. Patart sur la liquéfaction du charbon; ceux de H. Kreisinger sur la pratique des foyers à charbon pulvérisé, de W.-E. Trent qui propose de réduire le charbon en poudre au moyen de pulvérisateurs utilisant de petites billes d'acier mises électriquement en vibration à raison de 60 vibrations par seconde de 3 à 4 mm d'amplitude, et ceux de A.-A. White et du docteur W. Runge relatifs à la carbonisation instantanée du charbon pulvérisé suivant les idées des travaux de Newall et Sinnatt sur les « cenosphères ». La carbonisation à basse température a fait l'objet d'un grand nombre de mémoires décrivant différents systèmes de fours et de cornues. La fabrication du gaz a été traitée par M. G.-M. Gill, W.-H Fulweiler (gaz à l'eau) et C.-J Ramsburg (description d'une installation entièrement automatique de gaz à l'eau). La question du goudron a également été traitée assez abondamment d'un point de vue plus économique que technique d'ailleurs. MM. Cottrell, H.-A. Curtis, L.-C. Jones et C.-J. Brand présentèrent des études relatives à la production d'engrais à partir du charbon. M. G.-A. Orrok's a discuté la question de l'emplacement des usines de production d'énergie électrique sur le carreau des mines et est arrivé à la conclusion que la question de l'eau est le facteur primordial en l'affaire. Enfin l'auteur de l'article a présenté un mémoire sur le « charbon et ses éléments minéraux ». — J. S.

PARIS — SOC. Gᵉ D'IMP. ET D'EDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. BLONDIN.

rien d'intervertir les fréquences de la bande entière. En compliquant un peu le système en question, il devient possible de réaliser un nombre énorme de combinaisons assurant pratiquement le secret des communications. La même méthode pourrait s'appliquer, semble-t-il, au système ordinaire de téléphonie par onde porteuse sur ondes courtes. — G. M.

621.396.64.00.42. — **Le fonctionnement d'un amplificateur en moyenne fréquence**; Marcus-G. Scroggie. *J. I. E. E.*, juin 1927, t. LXV, p. 644-647, 2 200 mots, 4 fig. 2 tabl. — L'auteur s'est proposé d'effectuer des mesures pour déterminer jusqu'à quel point un amplificateur commercial répond aux considérations théoriques qui ont guidé dans son établissement. Il décrit la méthode suivie dans le cas d'un amplificateur en moyenne fréquence faisant partie d'un récepteur hétérodyne à fréquence ultrasonore. Elle consiste, en grandes lignes, à alimenter le montage avec une force électromotrice alternative de fréquence et d'amplitude connues et à mesurer au moyen d'un voltmètre à triode la force électromotrice de sortie. L'auteur décrit le circuit et principalement le transformateur de couplage. La méthode entraine quelques légères modifications au circuit, mais les conditions dans lesquelles se font les mesures sont suffisamment rapprochées des conditions réelles d'emploi. L'auteur a étudié trois types de lampes triodes et les résultats obtenus peuvent être résumés comme il suit : 1° Les lampes ayant une conductance mutuelle élevée donnent des pointes de résonance plus larges pour une amplification donnée et entrent plus vite en oscillation que celles à basse conductance; 2° le réglage des lampes à faible coefficient d'amplification est plus facile que celui des lampes à coefficient élevé; 3° la fréquence de la pointe de résonance diminue quand l'amplification croît avec un changement du potentiel de grille; 4° l'amplification croît avec l'amplitude à l'entrée dans le cas d'un amplificateur à grand amortissement et vice versa. — J. S.

621.396.64-615.4. — **L'amplification à résonance avec les bigrilles**; R. Barthélémy. *L'Onde électrique*, avril 1927, t. VI, p. 152-161, 3 500 mots, 11 fig. — L'auteur expose la méthode très simple, permise par l'emploi des lampes à quatre électrodes, pour éviter les réactions parasites dans les amplificateurs à résonance et démontre la possibilité de réaliser aisément les étages successifs d'amplification à haute fréquence. C'est ainsi qu'il a été possible de monter sans difficulté jusqu'à six étages en haute fréquence et d'obtenir sur les seuls circuits d'accord la plupart des émissions de broadcasting. La sélectivité de ces systèmes comportant plusieurs circuits syntonisés est excellente. Une autre qualité réside dans la pureté des réceptions obtenues à travers cette succession de filtres que sont les circuits à haute fréquence. Il existe, d'autre part, un effet antiparasite dans la lampe bigrille elle-même, à cause de la très petite longueur de la partie rectiligne ascendante des caractéristiques. Le palier presque horizontal qui suit constitue un limiteur efficace à l'amplification des parasites violents. — G. M.

538.53 : 621.396.674. — **Inductance des bobines carrées**; J. Kosvanec. *Elektrotechnicky Obzor* (Prague), février et mars 1927, t. XVI, 5 400 mots, 4 fig., 4 tabl. — Pour déterminer l'inductance des bobines carrées qu'on emploie souvent pour les cadres des postes récepteurs de radiocommunications, l'auteur montre comment s'ajoutent les coefficients d'induction d'éléments de conducteurs et il applique cette méthode au cas considéré, en précisant les limites dans lesquelles elle peut être employée. Les résultats sont représentés sous forme d'un nomogramme, permettant de trouver facilement l'inductance totale d'un cadre de dimensions données. — L. N.

621.396.7 8. — **Distribution de l'énergie radioélectrique dans les agglomérations urbaines**; Lloyd Espenschied. *L'Onde électrique*, juin 1927, t. VI, p. 229-254, 11 000 mots, 12 fig. — La radiodiffusion constitue un système de distribution électrique introduisant des relations étroites entre la station émettrice, le milieu servant à la transmission et le poste récepteur. En particulier, le poste récepteur doit laisser passer avec une amplitude suffisante toutes les composantes de l'onde nécessaires pour reproduire le signal émis et éliminer efficacement toutes les autres. Le développement rapide des appareils permet maintenant de satisfaire pleinement à cette dernière condition et la situation est devenue telle que l'on possède des appareils sans connaître très bien les conditions et les limites d'emploi imposées par le lien intermédiaire. Il n'y a que peu d'années qu'ont été créées des méthodes de mesure pour la transmission sans fil et qu'on a ainsi transformé celle-ci en science quantitative. Le présent article a pour but de présenter les résultats d'une étude systématique des conditions d'écoute aux différents postes récepteurs de l'agglomération de New-York et, de cette façon, de donner une idée des conditions générales que doivent remplir les systèmes de radiodiffusion. La loi naturelle de la distribution radioélectrique est une décroissance rapide de puissance des ondes; puis, au lieu de s'annuler brusquement, le champ conserve, à de grandes distances, une valeur qui, bien que généralement trop faible pour être utile, suffit pour provoquer des perturbations dans les autres zones. Le « fading » se produit à la distance où l'atténuation des ondes transmises directement est devenue considérable : cette distance dépend de la nature du terrain. L'auteur a tracé une carte indiquant les lignes d'égal champ relatives aux ondes émises par la station W. E. A. F. sur l'agglomération de New-York. Il étudie sommairement la corrélation entre les champs mesurés et leur possibilité d'emploi en vue d'assurer une réception de bonne qualité. La portée d'une station assurant une réception de tous les instants est extrêmement faible. La radiodiffusion n'utilise donc actuellement que des puissances insuffisantes. On sera donc conduit à mettre en service des stations plus puissantes, même si l'on ne veut assurer une réception sans aléas qu'à quelques dizaines de kilomètres de la station émettrice. Mais alors se pose le problème de la recherche, pour une agglomération donnée, du meilleur emplacement pour une station d'émission. Une antenne placée sur un immeuble élevé peut donner une émission faible pour certaines longueurs d'onde et une bonne émission pour d'autres. Ayant étudié ensuite successivement la distribution du champ pour des sources situées en banlieue, la relation entre la distribution des ondes et la répartition des postes récepteurs, et enfin le problème de la réception à l'intérieur des appartements, l'auteur passe au cas général du fonctionnement simultané de plusieurs stations, introduisant ainsi le problème de la sélection des fréquences et soulevant la question de l'efficacité des différents types de postes récepteurs. Les expériences ont montré clairement jusqu'à quel point la situation d'un poste règle les conditions de sélection. Dans les régions où les stations sont nombreuses, il est donc nécessaire d'employer toujours des postes très sélectifs. Lorsque l'on étudie l'emplacement d'une nouvelle station, il serait possible, si l'on connaissait les champs dus aux autres stations de la région, de déterminer approximativement la zone d'interférences pour les différents types de postes récepteurs. On reconnaîtrait, dans cet ordre d'idées, qu'il y a intérêt, en ce qui concerne les interférences, à réunir les stations de radiodiffusion aussi loin que possible en un point, et à leur donner même puissance. De cette façon, les usagers obtiendraient à peu près le même champ pour chaque station et n'auraient besoin d'utiliser que la sélection minimum. Bien qu'il soit impossible d'obtenir entièrement ces résultats, on peut cependant espérer que l'on arrivera naturellement à une meilleure coordination entre stations de radiodiffusion lorsque l'on comprendra mieux le problème posé par les interférences et l'avantage qu'il y a à les réduire. — G. M.

ÉCLAIRAGE

621.326.4 : 535.247. — **Irrégularités dans les lampes à filament de tungstène dans le vide, leur étude photomé-**

d'Usines à gaz; il est destiné à fonctionner en cas de surcharge sur la portion du réseau qu'il protège et ceci, dans des conditions de temps qui sont déterminées pour chacun des appareils du réseau avec la plus grande précision. C'est le réglage du retard dans le déclenchement du relais qui constitue une des principales difficultés dans sa réalisation, ainsi que l'auteur le fait ressortir au début de son article. Par quelques exemples bien définis, il montre dans quel ordre successif les relais de la transmission d'énergie considérée doivent entrer en service ou, plus exactement, provoquer la disjonction voulue. Ces considérations sur les conditions à remplir et les propriétés générales des relais à courant maximum et sélectifs précèdent la description proprement dite du relais RS$_4$; celle-ci, détaillée et illustrée de quelques vues et schémas, est suivie de l'exposé des résultats d'essais effectués sur quelques relais dans des conditions particulières déterminées. L'auteur consacre ensuite quelques lignes à la station d'étalonnage de ces relais qu'a établie la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz.

USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.311.21(47). — Schéma de l'utilisation hydroélectrique de la rivière Svir (Russie); G. Gorboonov. *Electrichestvo*, juillet 1927, n° 7, p. 224-227, 3000 mots, 5 fig. — Etude comparative des diverses solutions possibles. La rivière Svir réunit les lacs Onega et Ladoga. Elle présente une chute brute de 28 m en 130 km environ, dont l'utilisation s'accompagnerait de l'amélioration de la voie de navigation. La puissance disponible à Leninegrad serait de l'ordre de 150 000 kw. — C.-R. M.

627.223.4 :621.311. — Usine marémotrice de Passamaquoddy. *E. T. Z.*, 16 juin 1927, t. XLVIII, p. 831-833, 2 500 mots, 1 fig. — Dexter P. Cooper a dressé le projet d'une usine marémotrice prévue sur la côte nord-est de l'Amérique du Nord entre les Etats-Unis et le Canada, dans la partie de la baie de Fundy dite baie de Passamaquoddy. Les conditions locales sont exceptionnelles. Les marées hautes de 6,1 m en moyenne, remplissent les baies de Passamaquoddy, d'une surface de 285 km² et de Cobsook, d'une surface de 116,5 km². Ces deux baies communiquant entre elles et avec la mer, il est prévu de fermer, par des digues munies de portes et d'écluses, toutes les communications, de manière à isoler chacune des baies. A chaque marée montante, la première baie serait mise en communication avec la mer et l'usine génératrice installée sur la digue fermant la communication entre les deux baies pourrait fonctionner non seulement pendant la marée montante, mais encore pendant la marée descendante, grâce à l'énorme quantité d'eau mise en réserve. Au moment de la marée basse, la seconde baie serait mise en communication avec la mer de manière à être prête pour un nouveau cycle. Cette disposition permet ainsi de disposer sans interruption d'une hauteur de chute assez constante. L'auteur du projet a calculé les heures et les durées d'ouverture des portes d'entrée de la baie de Passamaquoddy et de sortie de la baie de Cobsook. Il serait nécessaire de construire 5 digues d'une longueur variant de 0,4 à 1,61 km formant 4,3 km au total. Les différentes portes auraient une longueur totale de 2,103 km. Certains enrochements devraient être détruits à la mine; mais la pierre que l'on retirerait de ces travaux serait utilisée pour la construction des digues. L'énergie électrique produite pourrait être transmise aux Etats-Unis et au Canada et contribuerait au développement économique des régions voisines en ces deux pays en alimentant les usines électrochimiques (ammoniaque synthétique, aluminium, carborundum, chlore) et les papeteries. On juge qu'en utilisant 5 000 travailleurs, la réalisation de ce projet demanderait quatre années. — B. H.

621.311.22 (437). — Usine génératrice d'Ervenice (Tchécoslovaquie); F. Sembera. *Elektrotechnický Obzor* (Prague), 1926, t. XV, 22 000 mots, 76 fig., 5 tabl. — L'auteur donne la description d'une nouvelle usine génératrice thermique, construite pour alimenter en énergie électrique la ville de Prague et le centre de la Bohême. L'usine est située à Ervenice, près de la frontière du nord-ouest de la Tchécoslovaquie. L'établissement des fondations a demandé des précautions spéciales, le bâtiment étant placé sur une ancienne mine L'eau est amenée d'une rivière distante de 22 km de l'usine dans des canalisations en acier. Le combustible employé est le lignite d'un pouvoir calorique de 3 200 calories par kilogramme et contenant 23 pour 100 de cendres. Le charbon est trié et transporté par chariots, entraînés par chaîne sur un pont, puis broyé, élevé sur une tour et amené par transporteurs à tablier aux foyers des chaudières; celles-ci sont actuellement au nombre de 16, à tubes verticaux, produisant en régime normal 280 t de vapeur par heure à une pression de 20 kg : cm². L'usine, dont la puissance installée est actuellement de 45 000 kw et sera ultérieurement élevée à 145 000 kw, comporte 3 groupes turboalternateurs d'une puissance unitaire de 20 000 kv-A et tournant à la vitesse de 3000 t : mn. Les turbines, dont deux sont du système Skoda et une du système Breitfeld-Danek, sont alimentées par de la vapeur à 18 kg : cm², surchauffée à 350°C; l'eau de condensation, d'un débit total de 6000 m³ : h, est refroidie au moyen de deux réfrigérants à contre-courant. Le chauffage et la production de la vapeur sont contrôlés par un système automatique dit « multimètre », indiquant et enregistrant sans interruption huit valeurs caractéristiques. Les alternateurs triphasés à une tension de 6300 v, 50 p : s ont été construites par les établissements Ceskomoravska-Kolben, Skoda et l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft. Ils sont connectés par l'intermédiaire de transformateurs qui élèvent la tension de 6 300 à 110 000 v, à un double jeu de barres à 110 000 v. La ligne d'Ervenice à Prague, d'une longueur de 84 km, est construite sur pylônes d'une hauteur de 21,5 m, les portées normales étant de 230 m et la portée maximum de 420 m. Deux pylônes ont une hauteur de 38 m. Les conducteurs, suspendus par des isolateurs à chaîne, sont en câble de cuivre, d'une section de 95 mm², avec câble de terre en acier de 50 mm². — L. N.

621.316.26 : 621.314.7. — L'installation des redresseurs à vapeur de mercure de l'usine génératrice de Blankenburg dans le Harz; Weidlich. *E. T. Z.*, 16 juin 1927, t. XLVIII, p. 825-826, 2 000 mots, 1 fig., 1 tabl. — Le secteur distribuait du courant continu à la tension de 2 × 110 v, produit par des dynamos entraînées par des machines à vapeur. A la suite de l'extension du réseau, il fut décidé d'équiper l'usine génératrice avec des redresseurs et de créer une sous-station dans un quartier où la consommation avait augmenté. Les appareils suivants ont été installés : I. Dans l'usine génératrice 3 groupes donnant ensemble 900 A sous 235 v alimentés par du courant triphasé 400/231 v à la fréquence de 50 p : s. Ces groupes sont constitués chacun par 2 redresseurs à ampoule de verre prévus pour 150 A, alimentés par un même transformateur de réglage correspondant à ± 10 pour 100 sur la tension du courant continu, ceux-ci étant desservis à leur tour par 3 transformateurs triphasés de 150 kv-A, 10 000 400/231 v. II. Dans la sous-station, 2 redresseurs de 150 A, donnant du courant continu à 100/250 v et qui sont alimentés à 400/231 v par des transformateurs identiques aux précédents. Les rendements exigés étaient, pour les redresseurs, 89 pour 100 entre la pleine charge et le quart de charge à la tension de 235 v du côté continu, et pour les transformateurs, 97,46 pour 100 avec ± 0,3 pour 100 de tolérance à pleine charge et cos $\varphi = 1$. L'installation a été mise en service en janvier 1923 et fonctionne convenablement. Au début, à plusieurs reprises les ampoules de verre des redresseurs se brisèrent. On observa ensuite qu'à leur mise en service les redresseurs ne doivent pas pendant quelques semaines débiter plus de la moitié de leur charge nominale. Au cours des hivers, l'usine subit de fortes surcharges et en 1924 l'installation d'un nouveau groupe fut décidée. L'équilibre entre les deux pôles et le fil neutre était assuré au début par une batterie d'accumulateurs. Deux

groupes d'équilibre furent ensuite installés. La durée de service des ampoules de verre avait été garantie de 1 000 heures. Certaines ont fonctionné 13 000 heures. — B. H.

621.315.1. — La première ligne d'Europe à 240 000 v sur pylônes en ciment armé centrifugé; MONTAGNI. *R.G.E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 176-178, 1 400 mots. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.1. — La traversée de la Loire à Nantes-Chantenay par les lignes de transmission d'énergie de la Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'Electricité; ASSELBERGS et VALENSI. *R.G.E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 178-181, 2 900 mots, 2 fig. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33.033.2 : 625.1 2 (45.63). — Le chemin de fer électrique Rome-Ostie : L. SOCCORSI. *Rivista tecnica della Ferrovie italiane*, 15 mai 1927, t. XXXI, p. 181-202, 8 500 mots, 24 fig., 2 plans. — Cette ligne de 25 km projetée depuis longtemps fut inaugurée en avril 1925. L'article en donne une description complète et détaillée. La signalisation est électrique et applique le système de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft. Le contrôle des voies a été centralisé de façon à satisfaire à de nombreuses conditions qui sont énumérées. L'appareillage de contrôle est décrit. Le courant est continu sous 2 400 v; la tension est maintenue constante par un réglage automatique. Outre les voitures ordinaires, le matériel roulant comprend 6 locomotives et 5 automotrices, toutes de construction italienne, et dont les dispositions sont décrites par l'auteur. Les conditions du trafic de cette ligne sont tout à fait anormales. Le trafic des marchandises est toujours faible, et celui des voyageurs varie dans la proportion de 1 à 50 entre l'hiver et l'été. — C.-R. M.

621.311.77 : 656.256. — Relais de block à courant continu : J. BILEK. *Elektrotechnický Obzor* (Prague), 21 et 28 janvier et 4 février 1927, t. XVI, p. 33-36, 49-51 et 67-69, 4000 mots, 9 fig., 2 tabl. — Après avoir décrit les modes de connexion des relais de block, l'auteur traite le cas d'un relais monté en série avec le rail. Reprenant la formule qu'il a donnée dans « Elektrotechniky Obzor », 1923, p. 151 et 152 et qui permet le calcul de la conductivité maximum du rail admise, il évalue l'énergie consommée par le relais, d'une part, au moment où le train est sur les rails isolés et, d'autre part, pendant que le relais est fermé. Ayant déterminé, sous forme de courbes, les relations entre l'énergie et la résistance du relais (pour une conductivité du rail constante) et entre l'énergie et la résistance du rail (celle du relais étant donnée) l'auteur arrive à déterminer la valeur la plus favorable d'une résistance à monter en série avec un relais donné; il indique le mode d'emploi de sa méthode en développant le calcul pratique d'un relais et donne des valeurs caractéristiques de relais à résistances différentes. — L. N.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.396.5. — Les systèmes de radiotéléphonie secrète : O.-F. BROWN. *The Wireless World and Radio Review*, 8 et 15 juin 1927, t. XX, p. 713-716 et 763-765, 4 300 mots, 6 fig. — L'inauguration récente du service de téléphonie transatlantique a orienté l'attention vers le problème du secret des radiocommunications. Jusqu'à présent, on avait assez peu étudié la question, en partie à cause des difficultés du problème, en partie à cause de la possibilité d'emploi d'un code chiffré. Bien que les mots de code puissent être employés dans une certaine mesure pour les communications téléphoniques, il est évident que leur emploi offre certains inconvénients. La première solution qui se présente à l'esprit est celle des faisceaux d'ondes dirigées; mais il ne faut pas oublier qu'un seul faisceau n'a pas une forme rigoureusement géométrique de sorte que la surface sur laquelle les signaux peuvent être reçus est encore relativement grande, et ceci d'autant plus que l'on s'éloigne du sommet du faisceau, c'est-à-dire du poste émetteur. L'emploi de réflecteurs à la station de réception réduit les interférences dues aux parasites et aux signaux des autres stations émettrices; mais il est faux de dire que sans l'emploi de réflecteurs les signaux sont si faibles qu'ils ne peuvent être recueillis par les autres postes. La solution semble donc ne pouvoir se trouver que par l'emploi d'appareils de réception très compliqués; seuls pourront être retenus les appareils permettant d'éviter les brouillages résultant de l'encombrement actuel de l'éther. Parmi les divers systèmes imaginés, signalons celui du Danois Tigerstedt (1918) qui s'applique aussi bien à la télégraphie et à la téléphonie sans fil qu'à la télégraphie et téléphonie avec fils; dans ce système, les signes Morse ou les mots sont transmis en sections disposées dans un ordre différent de façon à produire un ensemble inintelligible qui est transmis dans l'éther. A l'extrémité réceptrice les composantes de la voix sont reformées automatiquement de façon à reproduire les sons primitifs. Certaines autres méthodes proposées pour l'obtention du secret des radiocommunications sont basées sur la variation de la longueur de l'onde porteuse; l'une des plus simples consiste à transmettre alternativement sur deux longueurs d'onde. L'antenne est couplée à deux générateurs identiques d'ondes entretenues qui sont modulées à leur tour par le même circuit microphonique. Le passage d'un émetteur à l'autre se fait au moyen d'un commutateur mécanique tournant. Pour éviter toute interruption, la transmission sur une longueur d'onde commence avant qu'elle ait cessé sur l'autre. L'appareil récepteur consiste en deux circuits détecteurs connectés au même amplificateur à fréquence acoustique conduisant aux téléphones récepteurs. D'autres systèmes font varier la longueur de l'onde porteuse au moyen de variations régulières ou irrégulières des dispositifs d'accord des circuits de transmission. On peut, par exemple, employer des condensateurs tournants dont les plaques ont des formes irrégulières, ou bien utiliser le déplacement de la bobine mobile d'un variomètre; à l'extrémité réceptrice, les appareils récepteurs seront munis de condensateurs ou variomètres semblables dont le mouvement sera synchronisé avec celui des appareils émetteurs. On a également proposé de faire varier la longueur d'onde de l'émetteur et du récepteur en utilisant le déplacement de pendules synchronisés; un dispositif est prévu pour arrêter les pendules au moyen de la télégraphie sans fil, de sorte qu'un signal peut être transmis sur une longueur d'onde déterminée mais inconnue de toute autre station réceptrice. Dans toutes ces méthodes, cependant, l'intervalle de longueurs d'onde nécessaire serait si grand qu'il rendrait les communications impossibles, et si l'on réduisait cet intervalle, les signaux pourraient être facilement reçus sur un récepteur peu sélectif. Ces difficultés ont été surmontées dans l'appareil de la Western electric Co qui utilise les principes de la téléphonie par bande latérale; on sait que pour cette méthode — qui est celle employée pour le service transatlantique — l'onde porteuse est supprimée et une seule bande latérale est transmise. Ce système assure un certain secret des communications puisqu'il est nécessaire à la réception « d'hétérodyner » les ondes incidentes avec des oscillations locales de fréquence appropriée. On peut encore accroître le secret des communications par le système dit « à transmission de voix inversée » : les notes basses de la bande de voix, ou une certaine partie d'entre elles, sont transformées en notes élevées et vice versa. La parole est ainsi rendue complètement inintelligible, sauf pour les appareils récepteurs prévus pour opérer la transformation inverse. Bien entendu, il est indispensable de diviser la bande de voix en trois ou quatre sections et on intervertit pour une ou deux seulement les fréquences; il ne servirait à

rien d'intervertir les fréquences de la bande entière. En compliquant un peu le système en question, il devient possible de réaliser un nombre énorme de combinaisons assurant pratiquement le secret des communications. La même méthode pourrait s'appliquer, semble-t-il, au système ordinaire de téléphonie par onde porteuse sur ondes courtes. — G. M.

621.396.64.00.42. — Le fonctionnement d'un amplificateur en moyenne fréquence; Marcus-G. Scroggie. *J. I. E. E.*, juin 1927, t. LXV, p. 644-647, 2 200 mots, 4 fig. 2 tabl. — L'auteur s'est proposé d'effectuer des mesures pour déterminer jusqu'à quel point un amplificateur commercial répond aux considérations théoriques qui ont guidé dans son établissement. Il décrit la méthode suivie dans le cas d'un amplificateur en moyenne fréquence faisant partie d'un récepteur hétérodyne à fréquence ultrasonore. Elle consiste, en grandes lignes, à alimenter le montage avec une force électromotrice alternative de fréquence et d'amplitude connues et à mesurer au moyen d'un voltmètre à triode la force électromotrice de sortie. L'auteur décrit le circuit et principalement le transformateur de couplage. La méthode entraine quelques légères modifications au circuit, mais les conditions dans lesquelles se font les mesures sont suffisamment rapprochées des conditions réelles d'emploi. L'auteur a étudié trois types de lampes triodes et les résultats obtenus peuvent être résumés comme il suit : 1° Les lampes ayant une conductance mutuelle élevée donnent des pointes de résonance plus larges pour une amplification donnée et entrent plus vite en oscillation que celles à basse conductance; 2° le réglage des lampes à faible coefficient d'amplification est plus facile que celui des lampes à coefficient élevé; 3° la fréquence de la pointe de résonance diminue quand l'amplification croit avec un changement du potentiel de grille; 4° l'amplification croit avec l'amplitude à l'entrée dans le cas d'un amplificateur à grand amortissement et vice versa. — J. S.

621.396.64-615.4. — L'amplification à résonance avec les bigrilles; R. Barthélémy. *L'Onde électrique*, avril 1927, t. VI, p. 152-161, 3 500 mots, 11 fig. — L'auteur expose la méthode très simple, permise par l'emploi des lampes à quatre électrodes, pour éviter les réactions parasites dans les amplificateurs à résonance et démontre la possibilité de réaliser aisément les étages successifs d'amplification à haute fréquence. C'est ainsi qu'il a été possible de monter sans difficulté jusqu'à six étages en haute fréquence et d'obtenir sur les seuls circuits d'accord la plupart des émissions de broadcasting. La sélectivité de ces systèmes comportant plusieurs circuits syntonisés est excellente. Une autre qualité réside dans la pureté des réceptions obtenues à travers cette succession de filtres que sont les circuits à haute fréquence. Il existe, d'autre part, un effet antiparasite dans la lampe bigrille elle-même, à cause de la très petite longueur de la partie rectiligne ascendante des caractéristiques. Le palier presque horizontal qui suit constitue un limiteur efficace à l'amplification des parasites violents. — G. M.

538.53 : 621.396.674. — Inductance des bobines carrées; J. Kosvanec. *Elektrotechnický Obzor* (Prague), février et mars 1927, t. XVI, 5 400 mots, 4 fig., 4 tabl. — Pour déterminer l'inductance des bobines carrées qu'on emploie souvent pour les cadres des postes récepteurs de radiocommunications, l'auteur montre comment s'ajoutent les coefficients d'induction d'éléments de conducteurs et il applique cette méthode au cas considéré, en précisant les limites dans lesquelles elle peut être employée. Les résultats sont représentés sous forme d'un nomogramme, permettant de trouver facilement l'inductance totale d'un cadre de dimensions données. — L. N.

621.396.7 8. — Distribution de l'énergie radioélectrique dans les agglomérations urbaines; Lloyd Espenschied. *L'Onde électrique*, juin 1927, t. VI, p. 229-254, 11 000 mots, 12 fig. — La radiodiffusion constitue un système de distribution électrique introduisant des relations étroites entre la station émettrice, le milieu servant à la transmission et le poste récepteur. En particulier, le poste récepteur doit laisser passer avec une amplitude suffisante toutes les composantes de l'onde nécessaires pour reproduire le signal émis et éliminer efficacement toutes les autres. Le développement rapide des appareils permet maintenant de satisfaire pleinement à cette dernière condition et la situation est devenue telle que l'on possède des appareils sans connaitre très bien les conditions et les limites d'emploi imposées par le lien intermédiaire. Il n'y a que peu d'années qu'ont été créées des méthodes de mesure pour la transmission sans fil et qu'on a ainsi transformé celle-ci en science quantitative. Le présent article a pour but de présenter les résultats d'une étude systématique des conditions d'écoute aux différents postes récepteurs de l'agglomération de New-York et, de cette façon, de donner une idée des conditions générales que doivent remplir les systèmes de radiodiffusion. La loi naturelle de la distribution radioélectrique est une décroissance rapide de puissance des ondes; puis, au lieu de s'annuler brusquement, le champ conserve, à de grandes distances, une valeur qui, bien que généralement trop faible pour être utile, suffit pour provoquer des perturbations dans les autres zones. Le « fading » se produit à la distance où l'atténuation des ondes transmises directement est devenue considérable : cette distance dépend de la nature du terrain. L'auteur a tracé une carte indiquant les lignes d'égal champ relatives aux ondes émises par la station W. E. A. F. sur l'agglomération de New-York. Il étudie sommairement la corrélation entre les champs mesurés et leur possibilité d'emploi en vue d'assurer une réception de bonne qualité. La portée d'une station assurant une réception de tous les instants est extrêmement faible. La radiodiffusion n'utilise donc actuellement que des puissances insuffisantes. On sera donc conduit à mettre en service des stations plus puissantes, même si l'on ne veut assurer une réception sans aléas qu'à quelques dizaines de kilomètres de la station émettrice. Mais alors se pose le problème de la recherche, pour une agglomération donnée, du meilleur emplacement pour une station d'émission. Une antenne placée sur un immeuble élevé peut donner une émission faible pour certaines longueurs d'onde et une bonne émission pour d'autres. Ayant étudié ensuite successivement la distribution du champ pour des sources situées en banlieue, la relation entre la distribution des ondes et la répartition des postes récepteurs, et enfin le problème de la réception à l'intérieur des appartements, l'auteur passe au cas général du fonctionnement simultané de plusieurs stations, introduisant ainsi le problème de la sélection des fréquences et soulevant la question de l'efficacité des différents types de postes récepteurs. Les expériences ont montré clairement jusqu'à quel point la situation d'un poste règle les conditions de sélection. Dans les régions où les stations sont nombreuses, il est donc nécessaire d'employer toujours des postes très sélectifs. Lorsque l'on étudie l'emplacement d'une nouvelle station, il serait possible, si l'on connaissait les champs dus aux autres stations de la région, de déterminer approximativement la zone d'interférences pour les différents types de postes récepteurs. On reconnaitrait, dans cet ordre d'idées, qu'il y a intérêt, en ce qui concerne les interférences, à réunir les stations de radiodiffusion aussi loin que possible en un point, et à leur donner même puissance. De cette façon, les usagers obtiendraient à peu près le même champ pour chaque station et n'auraient besoin d'utiliser que la sélection minimum. Bien qu'il soit impossible d'obtenir entièrement ces résultats, on peut cependant espérer que l'on arrivera naturellement à une meilleure coordination entre stations de radiodiffusion lorsque l'on comprendra mieux le problème posé par les interférences et l'avantage qu'il y a à les réduire. — G. M.

ÉCLAIRAGE

621.326.4 : 535.247. — Irrégularités dans les lampes à filament de tungstène dans le vide, leur étude photomé-

trique par une méthode photoélectrique. *R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 188, 300 mots. Analyse d'un article de N.-R. CAMPBELL et M.-K. FREETH, publié dans *Proceedings of the optical Convention*, 1926, t. I, p. 253-274, 10 000 mots, 2 fig., 8 tabl.

621.328 : 658.4. — Eclairage moderne des vitrines ; Fritz REITER. *E. u. M.*, 26 juin 1927, t. XLV, supplément *Die Lichttechnik*, p. 77-80, 4 500 mots, 25 fig. — L'auteur indique dans cet article quelques règles générales à suivre dans la résolution du problème. Il rappelle que l'éclairage des vitrines doit être conçu non seulement pour attirer le public, mais encore pour lui permettre de voir distinctement la couleur et la forme des marchandises exposées et de les apprécier facilement et les choisir. Il faut éviter en général un éclairage trop éblouissant et une succession trop brusque et non atténuée d'ombres intenses et de parties brillamment éclairées. Il est souvent préférable d'avoir un éclairage atténué, par exemple par réflexion sur le plafond et sur les murs. Dans le choix du type d'appareils d'éclairage, il faut tenir compte de la nature des marchandises, des dimensions et formes des locaux où sont situées les vitrines. On pourra, suivant les cas, se servir de réflecteurs ou entourer les lampes de verres dépolis ou colorés, servant à atténuer la lumière ou à lui donner une coloration correspondant à la couleur des objets exposés. On peut adopter comme règle que les lampes destinées à l'éclairage des vitrines doivent fournir 15 à 20 lumens par watt ou que la dépense doit être de 1,2 à 0,75 w par bougie. Le rendement lumineux doit être compris entre 70 et 80 pour 100 en général. L'auteur donne un certain nombre de figures à l'aide desquelles il étudie les différents cas qui peuvent se présenter; il montre les inconvénients des modes d'éclairage considérés et les moyens d'y remédier. — A. L.

MATIÈRES PREMIÈRES

621.899 : 665.5. — La régénération des huiles minérales usées ; E. AZZARELLO. *Rivista tecnica delle Ferrovie Italiane*, 15 mai 1927, t. XXXI, p. 216-230, 7 000 mots, 10 fig. — L'auteur a établi pour les chemins de fer italiens un système économique, dont il donne la description, pour une quantité mensuelle de 1 000 kg d'huile régénérée. Un filtre métallique composé de trois toiles, convenablement espacées et munies de mailles de plus en plus fines, est placé en dessous d'un bac de 100 litres. L'huile séparée ainsi de ses impuretés mécaniques est ensuite refoulée par l'air comprimé dans des réservoirs cylindriques, où elle est réchauffée à la vapeur à 90° C environ. Elle subit dans ces réservoirs une première décantation, qui dure dix jours. Une deuxième décantation s'effectue dans les mêmes récipients en présence d'une composition épuratrice, pendant vingt jours. Un deuxième filtre retient toutes les impuretés qui subsistent. Il est composé de couches de coton, de charbon pulvérisé, d'un mélange calcaire, suivant des conditions bien définies. Le résidu de la première décantation est soumis lui-même à une régénération spéciale. On peut compter que l'opération procure un rendement de 90 pour 100 en huile récupérée. Elle nécessite le concours de deux ouvriers. Pour l'installation de 10 t envisagée, le prix de premier établissement est d'environ 70 000 lire. Le prix de revient de chaque opération revient à 36 lire par quintal récupéré. L'auteur estime qu'avec ce système les chemins de fer italiens peuvent économiser 2 millions de lire par an sur une consommation annuelle de 10 000 t. — C.-R. M.

666.12 (44). — L'industrie du verre de silice en France ; Henri GEORGE. *R. G. E.*, 23 et 30 juillet 1927, t. XXII, p. 153-159 et 189-202, 12 300 mots, 32 fig. — L'industrie du verre de silice s'est considérablement développée ces dernières années; les perfectionnements apportés à la fabrication de ce verre en ont fait un produit qui a reçu de nombreuses applications, en particulier dans les industries électriques où l'on tire parti de sa rigidité diélectrique élevée, de la faible hystérésis diélectrique qu'il présente dans un champ électrique, de la transparence aux rayons ultraviolets, d'une part, et infrarouges, d'autre part, etc. Or, M. H. George qui a fondé en France la Société Quartz et Silice, filiale des Manufactures des Glaces et Produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey, dans le but d'améliorer les procédés de fabrication du verre de silice et d'étendre les applications de ce produit, montre dans l'article qui nous occupe ce qu'était cette industrie autrefois et ce qu'elle est devenue. L'auteur décrit les procédés de préparation classiques et ceux basés sur l'emploi du four à induction à haute fréquence; il importe de remarquer que l'application de ce four à cette industrie contribue pour une large part aux perfectionnements dont elle est l'objet. Cet exposé des modes de fabrication est suivi de celui des propriétés du verre de silice qui justifient son emploi dans les domaines les plus divers; l'auteur montre, pour terminer, l'intérêt que présente ce produit pour les industries électriques, comme diélectrique, ainsi qu'il est dit plus haut, et enfin comme matière transparente, pour les industries de l'éclairage et du chauffage.

COMBUSTIBLES ET CHAUFFAGE

662.6.00.414. — Utilisation rationnelle des combustibles ; C.-O. MAILLOUX. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 92-94, 1 700 mots. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

553.24.00.4 (063). — La Conférence internationale de Pittsburg, au sujet des charbons bitumineux ; R. LESSING. *World Power*, juin 1927, t. VII, p. 287-292, 7 000 mots. Dans cet article l'auteur fait un résumé des principaux rapports qui ont été présentés à la conférence internationale tenue à l'Institut de technologie Carnegie de Pittsburg en 1926, et organisée par le docteur Thomas Stockham Baker, président de cet institut. Le docteur Marius Campbell indiqua quelles sont les ressources en charbon des Etats-Unis et comment elles se répartissent entre les différentes qualités de charbon. Le docteur C.-H. Lander pour la Grande-Bretagne et M. A.-C. Fieldner pour les Etats-Unis traitèrent des recherches en général sur les charbons. Parmi les mémoires relatifs à la pratique de l'utilisation du charbon, on peut citer les suivants : ceux de MM. Bergius, Frantz Fischer et G. Patart sur la liquéfaction du charbon; ceux de H. Kreisinger sur la pratique des foyers à charbon pulvérisé, de W.-E. Trent qui propose de réduire le charbon en poudre au moyen de pulvérisateurs utilisant de petites billes d'acier mises électriquement en vibration à raison de 60 vibrations par seconde de 3 à 4 mm d'amplitude, et ceux de A.-A. White et du docteur W. Runge relatifs à la carbonisation instantanée du charbon pulvérisé suivant les idées des travaux de Newall et Sinnatt sur les « cenosphères ». La carbonisation à basse température a fait l'objet d'un grand nombre de mémoires décrivant différents systèmes de fours et de cornues. La fabrication du gaz a été traitée par M. G.-M. Gill, W.-H. Fulweiler (gaz à l'eau) et C.-J. Ramsburg (description d'une installation entièrement automatique de gaz à l'eau). La question du goudron a également été traitée assez abondamment d'un point de vue plus économique que technique d'ailleurs. MM. Cottrell, H.-A. Curtis, L.-C. Jones et C.-J. Brand présentèrent des études relatives à la production d'engrais à partir du charbon. M. G.-A. Orrok's a discuté la question de l'emplacement des usines de production d'énergie électrique sur le carreau des mines et est arrivé à la conclusion que la question de l'eau est le facteur primordial en l'affaire. Enfin l'auteur de l'article a présenté un mémoire sur le « charbon et ses éléments minéraux ». — J. S.

PARIS. — SOC. D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. BLONDIN.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.531 : 535.2. — Etude expérimentale des directions d'émission des photoélectrons ; P. Auger. *Le Journal de Physique et le Radium*, février 1927, t. VIII (6e série), p. 85-92, 4000 mots, 2 fig. — On a depuis longtemps remarqué que l'émission d'électrons par la matière sous l'influence de radiations électromagnétiques de courte longueur d'onde (rayons X, par exemple) n'était pas isotrope, et qu'en particulier le nombre de photoélectrons possédant une composante de vitesse dans le sens de propagation de la radiation était plus grand que celui des électrons revenant en arrière. Ce seul fait indique que la quantité de mouvement transportée par les ondes joue un rôle dans l'effet photoélectrique et montre qu'une étude précise de la répartition dans l'espace des directions d'émission des rayons secondaires est susceptible de donner des renseignements importants sur le mécanisme de cet effet. La détermination de la répartition se fait naturellement par rapport à l'axe de propagation des rayons X. Il est commode de caractériser chaque direction par l'angle ω qu'elle fait avec cet axe, et par son azimut λ autour de lui (compté à partir d'un méridien choisi arbitrairement). On ne s'occupe ici que de la distribution suivant ω, la seule que l'on puisse étudier lorsqu'on opère avec des rayons X non polarisés, le phénomène étant alors de révolution autour du faisceau excitateur. L'auteur a constaté que, pour un faisceau non polarisé, la densité de l'émission dans une certaine direction ne dépend que de l'angle qu'elle fait avec l'axe de propagation des rayons X. La répartition spatiale correspondante a été étudiée par la méthode de condensation, grâce à la photographie simultanée dans deux directions rectangulaires. Les mesures, représentées par des courbes, ont été faites dans six cas différents ; elles ont permis d'obtenir les caractères principaux de la répartition : 1° Sa forme générale est bien définie et résulte d'une large distribution de part et d'autre d'une direction privilégiée d'émission voisine de 90° ; elle n'est que peu altérée par les variations des conditions expérimentales. 2° Elle peut être caractérisée, dans chaque cas, par la valeur de l'angle moyen, c'est-à-dire du demi-angle au sommet du cône qui la partage en deux moitiés d'égale importance ; cet angle dépend de la fréquence des rayons X incidents et du numéro atomique de l'élément sur lequel se produit l'effet photoélectrique. — L. B.

537.531 : 535.3. — La réfraction des rayons X : B. Davis. *Journal of the Franklin Institute*, juillet 1927, t. CCIV, p. 29-39, 4000 mots, 3 fig., 4 tabl. — Immédiatement après la découverte des rayons X, de nombreuses expériences ont été exécutées par Röntgen et par d'autres physiciens pour déterminer la nature des nouveaux rayons. On s'est demandé en particulier s'ils consistaient en un courant de menues particules ou en une radiation électromagnétique de la nature de la lumière. Dans ce dernier cas, ils devraient pouvoir être réfléchis et réfractés. Cependant, pendant de nombreuses années, on ne réussit à déceler ni réflexion, ni réfraction de ces rayons. La plupart des expériences sur la réfraction des rayons X ont été effectuées par Chapman et Barkla, peu après la découverte de la réflexion par les cristaux des spectres de lignes des rayons X et l'établissement direct du fait que ces rayons étaient de la même nature que la lumière. Les expériences de Barkla étaient effectuées avec un prisme de vapeur de brome en faisant usage de radiations voisines de la fréquence de résonance du brome. L'auteur conclut que s'il y a réfraction des rayons X, la valeur de $\delta = 1 - \mu$ est inférieure à $6 \times 10^{-}$[illegible], μ étant l'indice de réfraction. Ce résultat est conforme à ce qui a été observé depuis. Après que Laue eut découvert en 1912 la réflexion des rayons X par les cristaux, W. Bragg montra qu'il y a entre la longueur d'onde λ de la radiation, la constante d'espacement d du réseau du cristal et l'angle θ suivant lequel les rayons sont réfléchis, la relation aujourd'hui bien connue

$$n\lambda = 2d \sin \theta.$$

Ainsi, le rapport $\frac{\lambda}{2d}$ doit être constant pour tous les ordres de réflexion. Pourtant, en faisant des mesures plus précises, on constata bientôt que ce rapport n'était pas tout à fait constant. Les écarts observés furent attribués par Stenstrom à une légère réfraction des rayons à l'entrée et à la sortie de la surface du cristal. Si les rayons font un angle θ_1 avec la surface à l'incidence et un angle θ_0 à la réfraction, comme les plans moléculaires sont parallèles à la surface, l'indice de réfraction sera donné par

$$\mu = \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_0}.$$

La vraie longueur d'onde est représentée par

$$n\lambda = 2d \cos \theta_0,$$

alors que c'est en réalité l'angle θ_1 que l'on mesure. On aura pour δ

$$\delta = 1 - \mu = 1 - \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_0}$$

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Seances de l'Academie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise ; envoi recommandé et emballage, en plus : France, 1,50 fr ; étranger, 3,50 fr.)

Les postes à batterie centrale
type P.T.T 1924

sont les derniers modèles officiels imposés par l'Administration des P.T.T.

Ces appareils peuvent être employés sur les Réseaux automatiques par la simple adjonction immédiate d'un disque envoyeur.



Type mobile à combiné

Demandez les postes provenant de la fabrication de la Société créatrice:

"Le Matériel Téléphonique"

Société Anonyme au Capital de 110.000.000 de francs

46 AVENUE DE BRETEUIL PARIS . (VIIe)

et ceci peut s'écrire, pour des ordres m et n

$$\delta = \frac{\left(\frac{\sin \theta_m}{m}\right)^2 - \left(\frac{\sin \theta_n}{n}\right)^2}{2\left(\frac{\cos \theta_m}{m}\right)^2 - 2\left(\frac{\cos \theta_n}{n}\right)^2}.$$

Les mesures de Stenstrom ne permirent pas d'obtenir des valeurs certaines de δ. Davis et Terrill firent des mesures, comportant une erreur de 100 pour 100. L'effet de réfraction est extrêmement petit. On peut l'accroître dans une forte proportion en taillant le cristal de sorte que la face réfringente fasse un angle φ avec les plans réfléchissants. La déviation des rayons qui en résulte peut passer, par exemple, de 3" à 160". On peut montrer que δ est alors donné par l'équation

$$\delta = \frac{(\sin \alpha - \sin \theta_0)(\sin^2\alpha - \sin^2\varphi)}{\sin \alpha \cos^2\alpha},$$

α étant le complément du demi-angle dont les rayons ont tourné en passant de l'incidence à l'émergence. On a ainsi trouvé, en faisant usage d'un spectromètre spécialement construit pour cet emploi $\delta = 2 \times 10^{-6}$ pour la radiation K_α du molybdène ($\lambda = 0{,}7078$ Å), et avec la calcite. La valeur calculée au moyen de la formule de dispersion de Lorentz était $1{,}9 \times 10^{-6}$. Les théories de la réfraction indiquent que la réfraction doit s'accroître considérablement si la fréquence de la radiation incidente est voisine de la fréquence de résonance de la substance réfringente. Cet effet fut essayé avec la radiation K_α du cuivre et des cristaux de pyrite. On obtint dans ces conditions un accord très satisfaisant avec l'expérience, en admettant qu'il y a deux électrons K dans l'atome de fer. — L. B.

537.561 : 546.49. — Potentiels d'ultraionisation du mercure; E.-O. Lawrence. *Journal of the Franklin Institute*, juillet 1927, t. CCIV, p. 91-94, 1 100 mots, 2 fig. — En bombardant de la vapeur de mercure avec des électrons de vitesses déterminées, l'auteur a montré récemment qu'il y a une suite de types distincts d'impacts inélastiques des électrons dans la vapeur de mercure, à des potentiels supérieurs au potentiel d'ionisation, et dont les valeurs critiques sont les suivantes : 10,6; 11,29; 11,70 et 12,06 v, respectivement. Bien que par le passé un grand nombre d'observations aient été faites sur l'ionisation de la vapeur de mercure par des faisceaux d'électrons dont les vitesses sont définies par la loi de répartition thermique, de tels potentiels d'ultraionisation n'avaient pas été signalés. Et cependant, il y a tout lieu de penser que ces potentiels critiques auraient dû être observés. Le but du présent travail est d'examiner le désaccord apparent qui existe entre les récentes expériences et les travaux des premiers chercheurs. Le montage expérimental est le suivant. Les électrons émanant d'un filament de platine recouvert d'oxyde sont accélérés à travers un orifice dans une région où un autre champ accélérant provoque le passage d'une portion d'entre eux dans une chambre d'ionisation. Les ions positifs produits par impacts de ces électrons dans la vapeur de mercure située dans la chambre d'ionisation sont dirigés vers une grille par un petit champ électrique, et vers un fil collecteur par un champ beaucoup plus intense. Si l'on fait varier les vitesses des électrons qui traversent la chambre d'ionisation tout en maintenant constant le potentiel accélérant établi entre l'orifice et le filament (environ 9 v) le courant qui passe dans la chambre d'ionisation ne s'accroît pas trop lorsque la vitesse des électrons croît. Le courant d'ions positifs parvenant au fil collecteur est mesuré à l'électromètre par une méthode de zéro. La courbe traduisant le résultat des mesures est obtenue en portant en abscisses les potentiels accélérants entre l'orifice et la chambre d'ionisation, et en ordonnées l'ionisation observée rapportée à un courant d'électrons d'intensité 1. Cette courbe manifeste l'existence de plusieurs points anguleux, et si l'on fait correspondre le plus prononcé d'entre eux à un potentiel critique de 11,29 v, les autres potentiels critiques observés sont en accord avec les valeurs 10,4; 10,6; 11,29 et 11,7 v, respectivement. Les points anguleux se montrent indépendants de l'existence d'un champ magnétique dans la région d'ionisation. Il est ainsi démontré que les premières méthodes d'observation des potentiels critiques, impliquant des répartitions de vitesses de Maxwell, sont capables de mettre en évidence, au moins qualitativement, les potentiels d'ultraionisation dans le mercure et par suite que l'apparent conflit entre les données expérimentales de sources différentes n'est pas réel. Si ces potentiels d'ultraionisation n'ont pas été observés antérieurement, c'est peut-être que les mesures étaient faites à intervalles supérieurs à 0,1 v et avec des intensités de courants d'électrons très supérieures à celle dont l'auteur a fait usage, et qui est égale à 10^{-9} A. — L. B.

537.581 : 541.128 : 661.51. — L'émission thermoionique des mélanges d'oxydes ferreux et alcalins employés comme catalyseurs pour la synthèse du gaz ammoniac. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 276, 600 mots. Analyse d'un article de C.-H. Kunsman publié dans *Journal of the Franklin Institute*, mai 1927, t. CCIII, p. 635-646, 8 000 mots, 4 fig.

538.652 : 546.74. — Etude de l'effet de renversement de Villari dans le nickel; S.-R. Williams. *Journal of the Franklin Institute*, juin 1927, t. CCIII, p. 843-848, 1 200 mots, 5 fig. — C'est un fait bien établi qu'une traction longitudinale appliquée à un barreau de fer accroît l'induction magnétique dans les faibles champs et la diminue dans les champs intenses. La courbe d'aimantation en charge va donc venir couper la courbe d'aimantation sans charge en un point déterminé, qui est le point de renversement de Villari : c'est le point où l'effet de la tension change de sens. On s'est demandé si le nickel pouvait manifester un effet analogue. Il a été montré à ce sujet que l'effet Villari est le réciproque de l'effet de magnétostriction de Joule. En conséquence, si une substance manifeste un renversement de Villari, elle devra aussi manifester un changement de signe dans sa variation de longueur sous l'effet d'un accroissement continu du champ à partir de zéro. L'effet de magnétostriction de Joule constitue par suite un moyen sensible de déceler indirectement la présence ou l'absence de l'effet de renversement de Villari, que l'auteur met à profit pour l'étude du nickel : si le nickel présente un effet Villari, comme le fer, il devra s'allonger d'abord pour de faibles champs et se contracter pour des champs intenses. 22 lames de nickel ont été étudiées à ce point de vue, avec deux échantillons pour chaque degré de dureté. On n'observa pas d'allongement initial, le champ magnétique croissant à partir de zéro. On n'a pu obtenir qu'une contraction pour tous les champs jusqu'à 1 200 gauss. Il ne semble donc pas y avoir d'effet de renversement pour le nickel. — L. B.

SCIENCES DIVERSES

532.13 + 533.16. — Lois de la viscosité des fluides; J. Dubief. *Le Journal de Physique et le Radium*, décembre 1926, t. VII (6e série), p. 402-413, 4 900 mots, 8 fig. — Il n'existait pas jusqu'à présent de loi exprimant la viscosité en fonction de la densité ou de la pression pour l'ensemble de l'état fluide. La relation donnée par Maxwell ne s'applique qu'aux gaz parfaits, les fluides réels suivant d'autant moins cette dernière qu'ils s'écartent davantage de la loi de Boyle. La théorie cinétique de la matière permet d'établir une relation générale très simple, valable pour les gaz comprimés et même pour les liquides. Soient η la viscosité du fluide sous le volume v, η_0 celle du gaz parfait à la même température, b le covolume de van der Waals. On a entre ces grandeurs la relation

$$\eta = \eta_0 \frac{v}{v - b}.$$

La forme remarquable de cette relation a conduit l'auteur à

rechercher la forme de l'équation d'état. Le rapport $\frac{r}{v-b}$ intervient en effet dans cette dernière. Des raisons tant théoriques qu'expérimentales conduisent à admettre l'équation d'état suivante

$$pv = \left(1 - \frac{\gamma\varphi(T)}{v}\right)\frac{\eta}{\eta_0}RT - \pi$$

où π est une fonction linéaire de la densité. L'étude de cette dernière fonction conduit à des résultats extraordinaires : elle n'est pas continue, mais varie par sauts brusques. Il est probable que l'on se trouve en présence d'erreurs expérimentales, et que la véritable loi de compressibilité des gaz n'est pas encore exactement connue. — L. B.

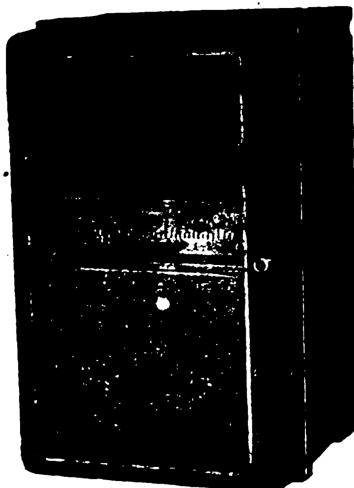
MESURES ET ESSAIS

537.741.5. — Sur l'acuité de la résonance du galvanomètre à vibration; S. Jimbo. *J. I. E. E. of Japan*, juin 1927, n° 467, p. 611-622, 9 fig., 3 tabl. — L'auteur propose de mesurer cette acuité par le nombre $\frac{\omega_0}{2\delta}$ où ω_0 est la pulsation propre du système vibrant et δ le facteur d'amortissement. Il y a deux sortes d'acuité : l'une est l'acuité de résonance intrinsèque; l'autre est l'acuité de résonance effective. L'auteur montre comment cette dernière est influencée par la configuration du circuit électrique, et donne une méthode permettant de la régler sans modifier la sensibilité. Il propose ensuite une méthode d'étalonnage et indique des résultats obtenus sur cinq galvanomètres. — C.-R. M.

537.745. — Sur la détermination du sens de rotation du diagramme de l'oscillographe cathodique; M. Kobayashi. *J. I. E. E. of Japan*, juin 1927, n° 467, p. 635-648, 11 fig. — Quand on mesure, à l'aide d'un oscillographe cathodique la différence de phase entre deux forces électromotrices alternatives, le sens de cette différence peut être déterminé par le sens de rotation du diagramme polaire, sur l'écran fluorescent. Dans son mémoire, l'auteur présente deux méthodes pour déterminer le sens de rotation. Elles sont basées sur la superposition de certaines forces électromotrices à la tension de plaque. Dans la première méthode, cette tension est sinusoïdale. On constate une ondulation autour du diagramme quand la relation suivante est satisfaite : $nf = mf_1$. Dans cette relation f est la fréquence du diagramme, f_1 celle de la tension superposée; m et n sont des constantes positives. Si mf_1 est un peu plus petit que nf, l'ondulation tournera dans le sens où le diagramme lui-même est décrit. Cette méthode peut être appliquée pour la gamme des fréquences acoustiques. Dans la seconde méthode, on superpose à la tension de plaque une onde de tension de forme spéciale, et on déduit encore le sens de rotation du sens de déplacement de l'onde qui en résulte. Cette méthode ne convient qu'aux basses fréquences acoustiques. — C.-R. M.

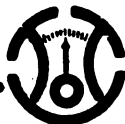
621.317.5.00.14. — Méthode stroboscopique pour la vérification et l'étalonnage des compteurs: H.-P. Sparkes. *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. XLVI, p. 356-360, 3800 mots, 1 fig. — Le dispositif imaginé par l'auteur permet de réaliser le contrôle aussi bien que l'étalonnage des compteurs avec une grande précision. Il comprend un wattmètre du type Kelvin, un indicateur d'équilibre donnant en centièmes la différence en plus ou en moins entre la grandeur vraie et celle indiquée par le compteur et un système d'éclairage intermittent dont la fréquence des éclairs peut être synchronisée avec la vitesse de déplacement de divisions équidistantes, en général au nombre de 300, tracées sur la tranche du disque du compteur; c'est entre ces deux organes que se produit l'effet stroboscopique auquel il est fait allusion dans le titre. L'appareillage est en deux parties. La première se réfère au système à impulsions lumineuses; elle est constituée par un moteur dont l'arbre porte, d'une part, un commutateur fermant et ouvrant le circuit d'éclairage et, d'autre part, une magnéto dont la caractéristique vitesse et tension est une ligne droite; l'équipement est complété par un rhéostat à main pour le réglage de la vitesse du moteur. La seconde partie comprend un indicateur d'équilibre assez semblable à un wattmètre polyphasé, à cette différence près que l'un de ses éléments est remplacé par un voltmètre étalon à courant continu du type d'Arsonval connecté en série avec la magnéto; l'élément wattmétrique est traversé par la charge du compteur, mais les couples des deux éléments agissent en sens contraires. — Quand on désire vérifier un compteur, on met ce dernier en charge; puis, on règle la vitesse du moteur, c'est-à-dire le nombre des éclairs, jusqu'à ce que les divisions du disque paraissent immobiles sous l'effet stroboscopique. L'erreur de vitesse du compteur, pour la charge donnée, est alors lue en centièmes sur l'indicateur d'équilibre, la valeur 100 pour 100 correspondant à une exactitude parfaite du compteur. Pour l'étalonnage, on opère de la façon suivante : on règle la vitesse du moteur de manière que l'indicateur d'équilibre marque 100 pour 100; après quoi, si les divisions du disque paraissent immobiles, c'est que le compteur tourne à la vitesse requise pour la charge donnée; mais, généralement, elles paraissent tourner en avant ou en arrière, ce qui signifie que le compteur enregistre en plus ou en moins; on agit alors sur le régulateur jusqu'à ce que les divisions du disque semblent immobiles. L'explication du fonctionnement de l'indicateur peut se résumer comme il suit. Pour la charge imposée, le compteur tourne à une certaine vitesse; cette même charge imprime aussi un certain couple au wattmètre de l'indicateur. Quand on règle la vitesse du moteur au synchronisme de celle du disque, la magnéto engendre une certaine tension qui, à son tour, développe un certain couple sur l'élément à courant continu de l'indicateur d'équilibre; si les deux couples sont égaux, c'est que le compteur tourne bien à la vitesse requise pour la charge donnée; sinon, on procède au réglage comme on l'a indiqué plus haut. En résumé, en augmentant la fréquence des éclairs, on augmente aussi la vitesse de la magnéto, la tension de cette dernière et, finalement, le couple du voltmètre à courant continu. — B. C.

621.317.5.00.14. — Théorie du fonctionnement du wattheuremètre à induction et étude des erreurs dues aux variations de température; D.-T. Canfield. *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. XLVI, p. 328-336, 6500 mots, 13 fig. — L'article comprend deux parties. La première est consacrée à la classification suivant leur siège et à la discussion des causes d'erreurs dues aux variations de température et de la répercussion qu'elles peuvent avoir sur les indications de l'appareil; dans la seconde, on décrit les dispositifs qui permettent de compenser ces erreurs. Par exemple, une élévation de la température ambiante a pour effet de changer les propriétés magnétiques de l'aimant permanent, ce qui se traduit par un accroissement de vitesse du compteur; de changer les propriétés magnétiques des circuits magnétiques des éléments voltmétrique et ampèremétrique, d'où une diminution de vitesse du compteur; d'augmenter l'entrefer de l'aimant permanent d'où résulte une diminution de vitesse. Il se produit encore un déphasage en arrière du courant d'excitation avec une augmentation de vitesse et un accroissement de ce même courant qui, au contraire, diminue la vitesse, etc. En résumé, toutes les erreurs se classent en deux groupes; celles qui viennent d'être énumérées ressortissent au groupe I. Les variations des résistances de l'enroulement voltmétrique, celle des disques fixes et du disque mobile se rangent dans le second. En principe, la compensation des erreurs du groupe I est réalisée en produisant artificiellement une déviation du flux de l'aimant permanent; à cet effet, on monte sur une lame bi-métallique une pièce qui s'enfonce dans l'entrefer de l'aimant ou en sort, suivant que la température s'abaisse ou s'élève; pour la compensation des erreurs du second groupe, on fixe les disques reliés à deux des phases à des rubans bi-métalliques de telle façon qu'ils prennent un mouvement



TRUB, TAUBER & C[ie]

ZURICH
3, rue Ampère



PARIS
36, B[d] de la Bastille

Téléph. : Diderot 14-90 — *Télégr.* : Dyn
Registre du Commerce : Seine n° 20634

FABRIQUE d'INSTRUMENTS de MESURES

électromagnétiques, caloriques, à cadre mobile, dynamométriques, Ferraris et Statiques

INSTRUMENTS DE LABORATOIRE

TRANSFORMATEURS de MESURES jusqu'à 120 000 volts

Enregistreur : diagramme utile 150 mm coordonnées rectilignes | **Réparations Appareils toutes Marques**

SOCIÉTÉ ANONYME DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX

CAPITAL : 2000000 FRANCS

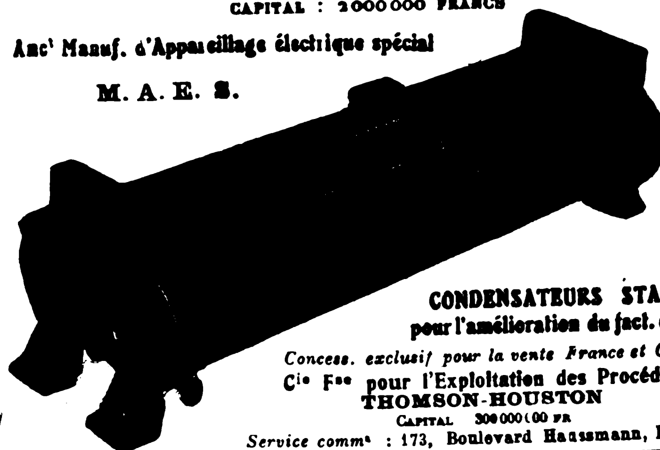
Siège social et Usine à TRÉVOUX (Ain)
Registre du Commerce Trévoux (Ain) N° 2896

Téléph. : 52
Adr. télég. : CONDENSATEURS-TRÉVOUX
TRÉCONDENS-PARIS

Anc[t] Manuf. d'Appareillage électrique spécial
M. A. E. S.

CONDENSATEURS
TÉLÉPHONIQUES
ET TOUS USAGES
SPÉCIALITÉ de CONDENSATEURS
MICA T. S. F.
Licence exclusive
"DUBILIER"

Bureaux à Paris :
52, rue de Dunkerque (X[e])
Téléph. : Trudaine 68-61

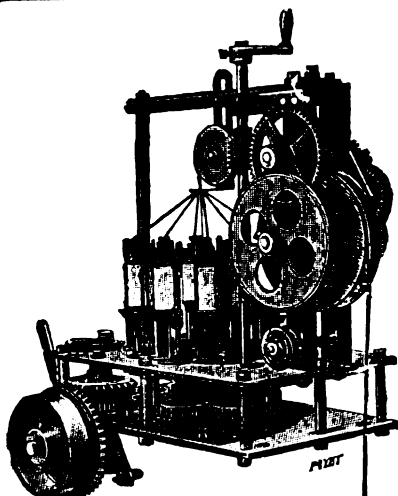


RHÉOSTATS à CURSEURS
toutes intensités,
toutes résistances,
tous genres de commandes.

CONDENSATEURS STATIQUES
pour l'amélioration du fact. de puiss.

Concess. exclusif pour la vente France et Colonies :
C[ie] F[se] pour l'Exploitation des Procédés
THOMSON-HOUSTON
CAPITAL 300000000 FR
Service comm[l] : 173, Boulevard Haussmann, Paris (8[e])

Agences en
BELGIQUE
ITALIE
TCHECO-SLOVAQUIE, etc
Concessionnaires à
LONDRES
NEW-HAVEN (Conn.)



TRESSEUSES

L. DEBRON

CONSTRUCTEUR
91, rue du Centre
LA GARENNE-COLOMBES
(Seine)
Registre du Commerce
Seine N° 9743
Téléphone : La Garenne 57

RECHANGES
ACCESSOIRES

FUSEAUX — BOBINES — POMPES
SUPPORTS de BOBINES
CLIQUETS en acier estampé
PORCELAINES — CASSE-FILS
PIGNONS DENTÉS pour tirage
TAMBOURS, etc.

ascendant ou descendant suivant que la température s'élève ou s'abaisse. Un compteur muni de ces dispositifs et soigneusement réglé ne doit pas varier de plus de 0,5 pour 100 entre 18°C et 40°C pour des valeurs du facteur de puissance supérieures à 50 pour 100; entre 50 et 30 pour 100, les indications de l'appareil sont entachées d'une erreur d'environ 1 pour 100. On a constaté que les manipulations et transports ordinaires n'ont aucun effet nuisible sur les dispositifs compensateurs. — B. C.

621.317.00.12. — Dispositif de contact dont peuvent être munis les instruments de mesures électriques; F. Sieber. *Bull. A. S. E.*, août 1927, t. xviii, p. 484-490, 2000 mots, 11 fig. — La solution la plus simple consiste à munir l'aiguille même de l'instrument de mesure d'un contact métallique qui vient reposer pour une déviation donnée, sur un plot fixe; un des inconvénients que présente ce dispositif est d'être soumis à l'action d'un couple directeur très faible, couple qui est de l'ordre de 0,2 à 0,5 cm-g dans les instruments de mesure ordinaires pour la déviation maximum; un autre inconvénient réside dans la détérioration rapide des contacts. L'auteur décrit dans l'article qui nous occupe un dispositif qui permet d'augmenter de 20 à 100 fois le couple directeur disponible : le conducteur enroulé en spirale s'échauffant lors du passage du courant agit sur une première tige qui transmet son mouvement de rotation, par l'intermédiaire d'un ressort spiral, à une seconde tige; à l'extrémité de cette dernière est fixé un levier portant un ou deux contacts mobiles. Ceux-ci et les contacts fixes correspondants sont placés dans le vide, ce qui remédie au deuxième inconvénient signalé plus haut. Ce principe est appliqué actuellement par la plupart des constructeurs d'instruments de mesure; quelques-unes de ces applications sont décrites dans l'article. — A. C.

620.172 : 539.382.2. — La cause de la formation de la coupelle dans la rupture des éprouvettes essayées à la traction; Ch. Frémont. *C. R. Ac. des Sc.*, 25 avril 1927, t. clxxxiv, p. 998-1000, 500 mots, 5 fig.; *Le Génie civil*, 7 mai 1927, t. xc, p. 453-456, 2100 mots, 47 fig. — L'auteur rappelle d'abord les théories de Duguet, L. Hartmann et A. Mesnager sur la manière dont s'effectue la rupture des éprouvettes présentant une striction en fin de traction. Ces auteurs dans leurs explications supposent que la rupture commence par la zone périphérique. M. Ch. Frémont, partant d'une expérience dans laquelle il a observé la rupture par traction d'une éprouvette tubulaire composée de deux parties concentriques très ductiles, montre que la rupture commence par la partie centrale de l'éprouvette. D'après lui, il se produit au fond de la gorge de l'éprouvette, en même temps qu'un allongement longitudinal du métal, une compression par rétreinte, d'où formation intérieure d'une surface de déformation isolant un anneau circulaire en forme de croissant. La rétreinte fournit par réaction à cet anneau du métal venu de la partie centrale, d'où naissance du canal central signalé par Duquet. L'anneau de métal ainsi fourni peut continuer à s'allonger par traction, alors que la partie centrale non renforcée se rompt. L'auteur donne de nombreux exemples de ruptures d'éprouvettes à la traction et les discute. — J. S.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.311.21.00.413. — De la stabilité des installations hydrauliques munies de chambres d'équilibre; Jules Calame et Daniel Gaden. *Schweizerische Bauzeitung*, 30 juillet et 6 août 1927, t. xc, p. 55-59 et 69-71, 9200 mots, 9 fig. — Les auteurs, qui ont publié récemment un ouvrage intitulé « Théorie des chambres d'équilibre » analysé dans « R.G.E. », 19 juin 1926, t. xix, p. 963-964, reprennent ici ce problème particulier pour lui donner un développement plus complet. Ils établissent d'abord la formule de Thoma qui donne la valeur de la plus faible section admissible pour la chambre d'équilibre en fonction des éléments caractéristiques de l'installation et étudient successivement l'influence de chacun des facteurs intervenant dans cette expression. Les conclusions de l'étude relative à l'influence de l'allure de la courbe de rendement des turbines et de la conduite forcée sont particulièrement intéressantes pour les exploitants d'usines génératrices; si le réseau alimenté par l'usine considérée est indépendant de toute autre usine génératrice, il y a intérêt à faire fonctionner les turbines au-dessous de la pleine charge, pour un rendement inférieur au rendement maximum. Dans le cas de réseaux interconnectés, il suffit, pour que les petites oscillations dues à la variation de la charge s'amortissent, que l'usine supposée seule munie d'une cheminée d'équilibre ne pourvoie qu'à un tiers des variations de la charge du réseau. — A. C.

621.791.6 : 621.165|00.36. — Quelques considérations économiques sur le système Emmet à vapeur de mercure; W.-L.-R. Emmet. *G. E. R.*, juillet 1927, t. xxx, p. 339-341, 1900 mots, 2 fig. — Dans cette note, l'inventeur du procédé d'alimentation des turbines par la vapeur de mercure se propose de montrer que son emploi permet de réaliser d'importantes économies de combustible dans bien des cas. Il considère en particulier l'extension d'usines génératrices existantes. Il faut en quelque sorte considérer ce procédé comme un mode de production de vapeur, l'énergie créée dans la turbine par la vapeur de mercure n'étant qu'un sous-produit. D'ailleurs la chaleur équivalente à cette énergie n'est guère que de 20 pour 100 de la chaleur totale mise en jeu dans le procédé. La vapeur d'eau est produite par la condensation de la vapeur de mercure à sa sortie de la turbine. En plaçant le condenseur à une hauteur convenable, le mercure peut, par l'effet de son seul poids, vaincre la pression et rentrer dans la chaudière, ce qui évite l'emploi d'une pompe d'alimentation. L'auteur donne dans l'article quelques chiffres relatifs à une installation type de 10 000 kw. — J. S.

621.3. — Les progrès des machines et appareils électriques y compris les applications navales. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. xxii, p. 284, 600 mots. Analyse d'un article de Henry-M. Sayers publié dans *J. I. E. E.*, mars 1927, t. lxv, p. 327-337, 11 000 mots.

621.313.23. — Puissance synchronisante des moteurs synchrones suivant qu'ils fonctionnent en régime constant ou transitoire. *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. xlvi, p. 380-385, 7500 mots, 5 fig. Discussion à la réunion de Salt Lake City, Utah, le 7 septembre 1926, d'un mémoire de H.-V. Putman publié dans *J. A. I. E. E.*, décembre 1926, t. xlv, p. 1229-1237, et résumé dans *R. G. E.*, 2 avril 1927, t. xxi, p. 110 D. — M. F.-E. Ferman fait remarquer que les calculs soignés de l'auteur perdent une partie de leur valeur si le moteur est alimenté par des lignes et des transformateurs doués d'une grande impédance; car, dans ce cas, la tension aux bornes du moteur n'est plus constante, comme le suppose M. Putman, puisque toute variation du courant se traduit par une chute de tension variable de ligne; on peut cependant en tenir compte dans les équations de M. Putman en prenant pour tension aux bornes du moteur la valeur de la tension qui paraît la plus constante pendant la surintensité et en adoptant pour impédance l'impédance vraie de l'induit augmentée de l'impédance de la ligne et des transformateurs compris entre le moteur et le point où la tension redevient constante. — L'intervention de M. F.-K. Brainard comporte la discussion complète de l'équation différentielle du second ordre qui relie le déplacement angulaire de la machine au moment d'inertie des parties tournantes, au couple d'amortissement $K\frac{d\delta}{dt}$, au couple mécanique C correspondant à un déplacement angulaire d'un radian et, enfin, au couple $f(t)$ disponible sur l'arbre. L'erreur de l'auteur est de supposer que le couple d'amortissement est proportionnel à $\frac{d\delta}{dt}$, c'est-à-dire au taux de variation du déplacement angulaire total de la machine, alors qu'il n'agit

que sur une partie et non sur l'ensemble du déplacement. Pour mieux faire saisir son raisonnement, M. F.-K. Brainard a recours à l'analogie mécanique des oscillations forcées d'un poids suspendu à un ressort : 1° quand un dash-pot est mis en parallèle avec le ressort entier; 2° quand le dash-pot est branché sur la partie inférieure du ressort seulement. — De son côté, M. C.-A. Nickle essaye aussi de démontrer par le calcul que les hypothèses introduites dans le mémoire ne permettent pas d'arriver à un résultat correct et il reprend pour cela les arguments présentés dans un article sur les machines synchrones qu'il a publié en collaboration avec R.-E. Doherty dans « J. A. I. E. E. », octobre 1926, t. XLV, p. 974 analysé dans « R. G. E. », 12 mars 1927, t. XXI, p. 85 D). — B. C.

621.312.2... — Les plus grands compensateurs synchrones du monde ; L.-W. Riggs. *G. E. R.*, juillet 1927, t. XXX, p. 335-338, 2000 mots, 8 fig. — L'auteur donne dans cet article quelques indications relatives à la construction de trois compensateurs synchrones de 50000 kv-a, triphasés, 50 p : s, 13200 v à 600 t : mn, destinés au réglage de la tension sur le réseau à 220000 v de la Southern California Edison Company (lignes de Big Creek à Los Angeles). Ces machines sont à ventilation en circuit fermé avec refroidisseurs d'air placés dans les fosses, en dessous des machines. La circulation d'air est assurée uniquement par les ventilateurs du rotor, et, en conséquence, le tracé des canaux de ventilation a été étudié avec un soin particulier. Au point de vue de la construction il faut signaler l'emploi très restreint de pièces coulées, dont les seules importantes sont : le socle en quatre parties, boulonnées, et les corps de paliers en fonte ; les épanouissements polaires et les pièces de maintien transversal des bobines du rotor, en acier coulé. Toutes les autres parties mécaniques ont été exécutées en tôles soudées à l'arc électrique. Ce mode de construction semble d'ailleurs se généraliser à la General electric Co. Les tôles du stator en acier au silicium sont recouvertes sur chaque face d'un vernis isolant cuit à haute température. Les encoches sont découpées au moyen d'un outil combiné, avec une précision suffisante pour qu'au montage il y ait très peu de retouches à faire. Dans ces conditions les pertes dans le fer du stator ne montent pas à plus de 0,33 pour 100 de la puissance nominale. L'ensemble des tôles est maintenu de chaque côté par des doigts en alliage non magnétique de grande résistance, et des plaques de serrage en acier entretoisées par des tiges boulonnées. L'enroulement statorique est en bobines à un seul tour en câble à conducteurs individuels isolés à l'amiante, et toronnés pour diminuer les pertes dans le cuivre. L'isolation extérieure du câble est faite au ruban micaté imprégné de compound à plusieurs reprises, suivant la méthode dite du vide et sous pression. Sur le tout est enroulée une couche d'amiante ferreuse assurant une protection mécanique et un chemin de fuite en cas de décharge par effet de couronne. A l'intérieur de l'enroulement statorique, à mi-longueur du paquet de tôles, sont placées des résistances pour les indicateurs de température. L'enroulement est maintenu dans les encoches par des cales en érable imprégné. L'enroulement du rotor est en ruban de cuivre sur champ ; l'isolation entre spires est en ruban d'amiante non ferreux ; entre la bobine et la masse, elle est assurée par de l'amiante et du mica. Le rotor est muni d'un robuste enroulement amortisseur, constitué par des barres en bronze dont les extrémités sont brasées à l'argent sur des segments en laiton, boulonnés eux-mêmes sur deux couronnes circulaires en acier qui sont disposées chacune à une extrémité du rotor ; elles servent en même temps au maintien des ailettes de ventilation. La partie mécanique du rotor comporte un arbre en acier forgé sur lequel sont calées à la presse les quatre portions identiques de la culasse polaire pourvues de rainures en forme de T renversé dans lesquelles viennent s'engager les tenons correspondants des pièces polaires constituées par des tôles minces découpées et serrées entre des joues terminales en acier fondu. Les paliers sont du type à rotule à autoalignement, à graissage par bagues. Chacun est muni d'un indicateur thermométrique à cadran, de serpentins de refroidissement par circulation d'eau et d'une tuyauterie pour démarrage sous pression d'huile. Un des deux corps de paliers, boulonnés sur le socle, en est isolé électriquement pour éviter le passage de courants de circulation qui endommageraient les coussinets. Le socle porte dans un angle la pompe à huile pour le démarrage et à une extrémité l'excitatrice de 165 kw. 250 v. La carcasse magnétique de cette excitatrice est en acier laminé à chaud, et les seules pièces de fonderie utilisées dans sa construction sont le croisillon d'induit et le support des porte-balais. — J. S.

621.314.2.00.4. — Le couplage en cascade des transformateurs ; Emil Wirz. *Bull. A. S. E.*, mai et juin 1927, t. XVIII, p. 257-279 et 355-370, 20500 mots, 25 fig. — Dans le couplage en cascade étudié dans cet article le transformateur comporte un enroulement primaire et un enroulement secondaire, disposés sur des noyaux distincts et accouplés l'un à l'autre par deux autres enroulements en cascade prévus chacun respectivement sur un des deux noyaux. L'auteur examine d'abord les conditions de fonctionnement d'un tel système dans la marche à vide ; il y a lieu de distinguer plusieurs cas suivant que le rapport des nombres des spires des deux enroulements en cascade est inférieur, supérieur ou égal à l'unité. Les diagrammes des tensions et des courants mettent en évidence les propriétés caractéristiques du dispositif dans chacune de ces hypothèses. Si l'on fait varier les constantes des enroulements, leurs résistances et leurs inductances, ainsi que l'importance des flux de dispersion, on peut, pour des relations données entre ces éléments obtenir des résultats intéressants ; l'auteur démontre, entre autres, la possibilité de réaliser la concordance de phase entre les tensions primaire et secondaire dans la marche à vide. Le second régime étudié est celui du court-circuit. Les résultats obtenus au cours de l'étude du fonctionnement du transformateur avec couplage en cascade à ces deux régimes, à vide et en court-circuit, permettent de définir les propriétés du système en charge normale et d'établir les relations fondamentales qui interviennent dans le calcul d'un tel transformateur. Une des applications de ce système que l'auteur envisage au cours de son étude est celle qui peut en être faite aux transformateurs de mesure et aux transformateurs de courant. Ajoutons qu'il n'est pas tenu compte ici de la capacité des enroulements qui ne serait plus négligeable dans des transformateurs à très haute tension. — A. C.

621.314.2.00.12. — Enroulements de transformateurs à spires inachevées : R.-H. Chadwick. *G. E. R.*, juillet 1927, t. XXX, p. 342-345, 2500 mots, 8 fig. — L'auteur détermine d'abord ce qui constitue une spire d'un enroulement de transformateur et montre que, pour les transformateurs à circuit magnétique simple comportant deux colonnes seulement, il ne peut y avoir de spire fractionnaire. Au contraire, lorsque le circuit magnétique comporte plus de deux colonnes on peut avoir des spires fractionnaires et on peut être tenté d'en employer dans le cas d'enroulements à petit nombre de spires, pour obtenir un rapport de transformation donné. L'auteur montre que l'emploi de cette disposition produit un déséquilibre magnétique. Il discute les limites théoriques dans lesquelles un tel déséquilibre peut être admis, et montre qu'on peut aller jusqu'à 5 pour 100 de la force magnétomotrice normale. En tout cas pour les transformateurs de courant il ne faut jamais prévoir de spire fractionnaire. — J. S.

621.316.00.11. — Quelques considérations au sujet de la disposition géographique des réseaux : R.-O. Kapp. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 253-254, 1100 mots. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.316. — Tensions normalisées pour réseaux de distribution d'énergie électrique; H.-B. Gear. *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. XLVI, p. 343-345, 2000 mots. — Ce sont surtout les constructeurs qui ont été les plus ardents à revendiquer la normalisation des tensions de distribution; pour justifier cette amélioration, ils ont présenté un schéma des chutes de tension dans les diverses parties d'un réseau, sur lequel on pouvait constater que l'énergie distribuée éprouvait jusqu'à 5 transformations à partir du générateur jusqu'au point d'utilisation avec une chute de tension de 50 pour 100; dans ces conditions, le réglage de la tension devient un problème difficile à résoudre, même avec le meilleur équipement. On propose donc d'adopter, pour les tensions secondaires ou tensions de distribution, des multiples de 115 au lieu de 110. Ce changement assure, à vide, une tension d'environ 5 pour 100 supérieure à celle que donne la tension normale actuelle et, à pleine charge, une tension qui compense la chute de tension des transformateurs, c'est-à-dire reste égale à la tension à vide correspondant à l'ancienne normalisation. On propose aussi que la tension des générateurs soit réglée à ± 5 pour 100 de la tension normalisée. Puis l'auteur parle des tempéraments que l'on devra apporter à cette proposition, notamment pour satisfaire aux conditions de réglage nécessitées par le passage de la charge correspondant à celle des circuits d'éclairage seuls à la pleine charge. — B. C.

621.315.1.00.414. — La chute de tension inductive dans les lignes parcourues par un courant alternatif; G. Heisser. *Bull. A. S. E.*, juin 1927, t. XVIII, p. 383-392, 4800 mots, 4 fig. — L'application des formules donnant le coefficient de self-induction et celui d'induction mutuelle des lignes nécessite un examen minutieux des dispositions relatives des conducteurs. En particulier, lorsqu'il s'agit de transmission d'énergie par deux lignes monophasées ou triphasées en parallèle, il importe de préciser la répartition des courants dans les deux lignes et le sens du courant dans chaque conducteur à un même instant pour déterminer la valeur de l'inductance du système. Ce sont ces phénomènes qu'examine l'auteur dans l'article qui nous occupe; il en traite la solution à l'aide d'applications numériques; pour terminer il examine le cas où les canalisations sont en fils de fer et enfin, celui où il s'agit de câbles. — A. C.

621.317.5. — Le contrôle du facteur de puissance; L.-D. Price. *Electrical World*, 13 août 1927, t. XC, p. 301-304, 2500 mots, 10 fig. — Certains contrats de fourniture d'énergie électrique comportant une clause relative au facteur de puissance minimum admissible pour l'installation de l'abonné, on doit pouvoir contrôler de temps à autre ce facteur de puissance. L'auteur expose dans cet article quelques considérations relatives à l'emploi dans ce but du compteur d'énergie apparente type RI de la Westinghouse Electric and Manufacturing Company. Cet appareil enregistre graphiquement et simultanément les puissances apparente et active maxima. Il indique en outre sur deux cadrans l'énergie apparente et l'énergie active, ainsi que le facteur de puissance instantané. Il se compose essentiellement de deux compteurs polyphasés, l'un pour l'énergie réactive, l'autre pour l'énergie active et dont les mouvements sont combinés par un mécanisme à billes de façon à donner une indication proportionnelle à la puissance apparente. L'auteur donne quelques indications sur le montage de cet appareil, ainsi que sur le dispositif de contrôle dont il reproduit le schéma. — J. S.

621.315.2 (44.361). — Discussion sur « Quelques notes sur le réseau souterrain à 60 000 v de l'Union d'Electricité ». *J. I. E. E.*, juillet 1927, t. LXV, p. 681-685, 3500 mots, 1 fig. Discussion à la réunion de Manchester d'un mémoire de E. Mercier publié dans le numéro de mai 1927 du *J. I. E. E.*, p. 499 et résumé dans *R. G. E.* du 13-20 août 1927, t. XXII, p. 53 D. — Dans son ensemble cette discussion a porté sur la question du choix de trois câbles à un seul conducteur au lieu d'un câble triphasé pour établir le réseau à 60000 v de l'Union d'Electricité, ainsi que sur celle des joints de câbles. M. Beaver estime que la cause principale de tous les ennuis donnés par les câbles réside dans l'air occlus au cours de la fabrication. Il rappelle à ce sujet son procédé de fabrication avec papier préalablement compoundé et enroulé sous compound et donne une courbe du facteur de puissance dans le diélectrique en fonction de la tension qui montre qu'un câble triphasé ainsi fabriqué est aussi bon qu'un câble à un seul conducteur. Au sujet des joints il préfère les joints au compound aux joints avec isolation reconstituée utilisés par l'Union d'Electricité. D'ailleurs à ce propos l'opinion générale des interlocuteurs est qu'il semble, d'après le mémoire de M. Mercier, que cette question des joints ne soit pas aussi avancée en France qu'en Angleterre. La méthode de pose des câbles dans une tranchée remplie de sable a été critiquée au point de vue de la dissipation de la chaleur, par M. Beaver et M. Duncan qui préfère poser les câbles directement à même le sol de la tranchée. Plusieurs interlocuteurs ont en outre exprimé leur étonnement de l'assertion de M. Mercier suivant laquelle le système à trois câbles serait moins coûteux que le câble triphasé. — J. S.

621.315.1.00.42. — Capacité et stabilité des transmissions d'énergie électrique; Ch. Lavanchy. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 251-253, 2000 mots, 3 fig. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.4. — Amélioration apportée à l'isolement des lignes à haute tension situées au voisinage de la mer; A. Montandon et Y. Le Moigne. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 217-218, 800 mots, 5 fig. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.5 : 621.761.32. — L'emploi des conducteurs en acier dans les distributions d'énergie électrique. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 283, 900 mots.

621.315.5 : 539.3. — Allongement des conducteurs bimétalliques; G.-R.-F. Nuttal. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 225, 130 mots. — Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.5. — Les conducteurs creux à couche unique sans support intérieur dans les installations à très haute tension; M.-F. Dahl. *Bull. A. S. E.*, juillet 1927, t. XVIII, p. 409-419, 4700 mots, 22 fig., 2 tabl. — Après avoir décrit sommairement la constitution des conducteurs creux à double couche avec support intérieur et en avoir montré les inconvénients, l'auteur compare ce genre de conducteur à un modèle à couche unique sans support intérieur exécuté par la Metallbank à Francfort-sur-le-Mein. Au point de vue mécanique, il importe de signaler que la répartition de la tension n'est pas uniforme dans les éléments constitutifs des conducteurs à double couche, tandis que l'on n'observe aucune différence d'un point à un autre dans les conducteurs à une seule couche. De plus, la pose de ces derniers est plus facile que celle des conducteurs de la première catégorie et nécessite moins de précautions. Exigeant moins de matière, de résistance mécanique plus grande, de pose plus aisée et plus économique, le conducteur à couche unique entraîne à des frais d'installation moins élevés que celui à double couche. — A. C.

621.315.61 : 533.275. — Influence de l'air et de l'humidité dans le papier isolant imprégné; J.-B. Whitehead et F. Hamburger. **Influence du vide intérieur et de l'ionisation sur la durée des câbles à haute tension isolés au papier imprégné**; A. Smouroff. *R. G. E.*, 6 août 1927,

Les postes à batterie centrale
type P.T.T 1924

sont les derniers modèles officiels
imposés par l'Administration des P.T.T.

Ces appareils peuvent être employés sur
les Réseaux automatiques par la simple
adjonction immédiate d'un disque envoyeur.



Type mobile à combiné

Demandez les postes provenant de la
fabrication de la Société créatrice:

"Le Matériel Téléphonique"

Société Anonyme au Capital de 110.000.000 de francs

46 AVENUE DE BRETEUIL PARIS. (VIIe)

et ceci peut s'écrire, pour des ordres m et n

$$\delta = \frac{\left(\frac{\sin\theta_m}{m}\right)^2 - \left(\frac{\sin\theta_n}{n}\right)^2}{2\left(\frac{\cos\theta_m}{m}\right)^2 - 2\left(\frac{\cos\theta_n}{n}\right)^2}.$$

Les mesures de Stenstrom ne permirent pas d'obtenir des valeurs certaines de δ. Davis et Terrill firent des mesures, comportant une erreur de 100 pour 100. L'effet de réfraction est extrêmement petit. On peut l'accroître dans une forte proportion en taillant le cristal de sorte que la face réfringente fasse un angle φ avec les plans réfléchissants. La déviation des rayons qui en résulte peut passer, par exemple, de 3″ à 160″. On peut montrer que δ est alors donné par l'équation

$$\delta = \frac{(\sin\alpha - \sin\theta_0)(\sin^2\alpha - \sin^2\varphi)}{\sin\alpha\cos^2\alpha},$$

α étant le complément du demi-angle dont les rayons ont tourné en passant de l'incidence à l'émergence. On a ainsi trouvé, en faisant usage d'un spectromètre spécialement construit pour cet emploi $\delta = 2 \times 10^{-6}$ pour la radiation K_α du molybdène ($\lambda = 0{,}7078$ Å), et avec la calcite. La valeur calculée au moyen de la formule de dispersion de Lorentz était $1{,}9 \times 10^{-6}$. Les théories de la réfraction indiquent que la réfraction doit s'accroître considérablement si la fréquence de la radiation incidente est voisine de la fréquence de résonance de la substance réfringente. Cet effet fut essayé avec la radiation K_α du cuivre et des cristaux de pyrite. On obtint dans ces conditions un accord très satisfaisant avec l'expérience, en admettant qu'il y a deux électrons K dans l'atome de fer. — L. B.

537.561 : 546.49. — Potentiels d'ultraionisation du mercure; E.-O. LAWRENCE. *Journal of the Franklin Institute*, juillet 1927, t. CCIV, p. 91-94, 1 100 mots, 2 fig. — En bombardant de la vapeur de mercure avec des électrons de vitesses déterminées, l'auteur a montré récemment qu'il y a une suite de types distincts d'impacts inélastiques des électrons dans la vapeur de mercure, à des potentiels supérieurs au potentiel d'ionisation, et dont les valeurs critiques sont les suivantes : 10,6; 11,29; 11,70 et 12,06 v, respectivement. Bien que par le passé un grand nombre d'observations aient été faites sur l'ionisation de la vapeur de mercure par des faisceaux d'électrons dont les vitesses sont définies par la loi de répartition thermique, de tels potentiels d'ultraionisation n'avaient pas été signalés. Et cependant, il y a tout lieu de penser que ces potentiels critiques auraient dû être observés. Le but du présent travail est d'examiner le désaccord apparent qui existe entre les récentes expériences et les travaux des premiers chercheurs. Le montage expérimental est le suivant. Les électrons émanant d'un filament de platine recouvert d'oxyde sont accélérés à travers un orifice dans une région où un autre champ accélérant provoque le passage d'une portion d'entre eux dans une chambre d'ionisation. Les ions positifs produits par impacts de ces électrons dans la vapeur de mercure située dans la chambre d'ionisation sont dirigés vers une grille par un petit champ électrique, et vers un fil collecteur par un champ beaucoup plus intense. Si l'on fait varier les vitesses des électrons qui traversent la chambre d'ionisation tout en maintenant constant le potentiel accélérant établi entre l'orifice et le filament (environ 9 v) le courant qui passe dans la chambre d'ionisation ne s'accroît pas trop lorsque la vitesse des électrons croît. Le courant d'ions positifs parvenant au fil collecteur est mesuré à l'électromètre par une méthode de zéro. La courbe traduisant le résultat des mesures est obtenue en portant en abscisses les potentiels accélérants entre l'orifice et la chambre d'ionisation, et en ordonnées l'ionisation observée rapportée à un courant d'électrons d'intensité 1. Cette courbe manifeste l'existence de plusieurs points anguleux, et si l'on fait correspondre le plus prononcé d'entre eux à un potentiel critique de 11,29 v, les autres potentiels critiques observés sont en accord avec les valeurs 10,4; 10,6; 11,29 et 11,7 v, respectivement. Les points anguleux se montrent indépendants de l'existence d'un champ magnétique dans la région d'ionisation. Il est ainsi démontré que les premières méthodes d'observation des potentiels critiques, impliquant des répartitions de vitesses de Maxwell, sont capables de mettre en évidence, au moins qualitativement, les potentiels d'ultraionisation dans le mercure et par suite que l'apparent conflit entre les données expérimentales de sources différentes n'est pas réel. Si ces potentiels d'ultraionisation n'ont pas été observés antérieurement, c'est peut-être que les mesures étaient faites à intervalles supérieurs à 0,1 v et avec des intensités de courants d'électrons très supérieures à celle dont l'auteur a fait usage, et qui est égale à 10^{-9} A. — L. B.

537.581 : 541.128 : 661.51. — L'émission thermoionique des mélanges d'oxydes ferreux et alcalins employés comme catalyseurs pour la synthèse du gaz ammoniac. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 276, 600 mots. Analyse d'un article de C.-H. KUNSMAN publié dans *Journal of the Franklin Institute*, mai 1927, t. CCIII, p. 635-646, 8 000 mots, 4 fig.

538.652 : 546.74. — Etude de l'effet de renversement de Villari dans le nickel; S.-R. WILLIAMS. *Journal of the Franklin Institute*, juin 1927, t. CCIII, p. 843-848, 1 200 mots, 5 fig. — C'est un fait bien établi qu'une traction longitudinale appliquée à un barreau de fer accroît l'induction magnétique dans les faibles champs et la diminue dans les champs intenses. La courbe d'aimantation en charge va donc venir couper la courbe d'aimantation sans charge en un point déterminé, qui est le point de renversement de Villari : c'est le point où l'effet de la tension change de sens. On s'est demandé si le nickel pouvait manifester un effet analogue. Il a été montré à ce sujet que l'effet Villari est le réciproque de l'effet de magnétostriction de Joule. En conséquence, si une substance manifeste un renversement de Villari, elle devra aussi manifester un changement de signe dans sa variation de longueur sous l'effet d'un accroissement continu du champ à partir de zéro. L'effet de magnétostriction de Joule constitue par suite un moyen sensible de déceler indirectement la présence ou l'absence de l'effet de renversement de Villari, que l'auteur met à profit pour l'étude du nickel : si le nickel présente un effet Villari, comme le fer, il devra s'allonger d'abord pour de faibles champs et se contracter pour des champs intenses. 22 lames de nickel ont été étudiées à ce point de vue, avec deux échantillons pour chaque degré de dureté. On n'observa pas d'allongement initial, le champ magnétique croissant à partir de zéro. On n'a pu obtenir qu'une contraction pour tous les champs jusqu'à 1 200 gauss. Il ne semble donc pas y avoir d'effet de renversement pour le nickel. — L. B.

SCIENCES DIVERSES

532.13 + 533.16. — Lois de la viscosité des fluides; J. DUBIEF. *Le Journal de Physique et le Radium*, décembre 1926, t. VII (6e série), p. 402-413, 4 900 mots, 8 fig. — Il n'existait pas jusqu'à présent de loi exprimant la viscosité en fonction de la densité ou de la pression pour l'ensemble de l'état fluide. La relation donnée par Maxwell ne s'applique qu'aux gaz parfaits, les fluides réels suivant d'autant moins cette dernière qu'ils s'écartent davantage de la loi de Boyle. La théorie cinétique de la matière permet d'établir une relation générale très simple, valable pour les gaz comprimés et même pour les liquides. Soient η la viscosité du fluide sous le volume v, η_0 celle du gaz parfait à la même température, b le covolume de van der Waals. On a entre ces grandeurs la relation

$$\eta = \eta_0 \frac{v}{v - b}.$$

La forme remarquable de cette relation a conduit l'auteur à

rechercher la forme de l'équation d'état. Le rapport $\frac{v}{v-b}$ intervient en effet dans cette dernière. Des raisons tant théoriques qu'expérimentales conduisent à admettre l'équation d'état suivante

$$pv = \left(1 - \frac{\gamma\varphi(T)}{v}\right)\frac{\eta}{\eta_0} RT - \pi$$

où π est une fonction linéaire de la densité. L'étude de cette dernière fonction conduit à des résultats extraordinaires : elle n'est pas continue, mais varie par sauts brusques. Il est probable que l'on se trouve en présence d'erreurs expérimentales, et que la véritable loi de compressibilité des gaz n'est pas encore exactement connue. — L. B.

MESURES ET ESSAIS

537.741.5. — Sur l'acuité de la résonance du galvanomètre à vibration; S. Jimbo. *J. I. E. E. of Japan*, juin 1927, n° 467, p. 611-622, 9 fig., 3 tabl. — L'auteur propose de mesurer cette acuité par le nombre $\frac{\omega_0}{2\delta}$ où ω_0 est la pulsation propre du système vibrant et δ le facteur d'amortissement. Il y a deux sortes d'acuité : l'une est l'acuité de résonance intrinsèque; l'autre est l'acuité de résonance effective. L'auteur montre comment cette dernière est influencée par la configuration du circuit électrique, et donne une méthode permettant de la régler sans modifier la sensibilité. Il propose ensuite une méthode d'étalonnage et indique des résultats obtenus sur cinq galvanomètres. — C.-R. M.

537.745. — Sur la détermination du sens de rotation du diagramme de l'oscillographe cathodique; M. Kobayashi. *J. I. E. E. of Japan*, juin 1927, n° 467, p. 635-648, 11 fig. — Quand on mesure, à l'aide d'un oscillographe cathodique la différence de phase entre deux forces électromotrices alternatives, le sens de cette différence peut être déterminé par le sens de rotation du diagramme polaire, sur l'écran fluorescent. Dans son mémoire, l'auteur présente deux méthodes pour déterminer le sens de rotation. Elles sont basées sur la superposition de certaines forces électromotrices à la tension de plaque. Dans la première méthode, cette tension est sinusoïdale. On constate une ondulation autour du diagramme quand la relation suivante est satisfaite : $nf = mf_1$. Dans cette relation f est la fréquence du diagramme, f_1 celle de la tension superposée; m et n sont des constantes positives. Si mf_1 est un peu plus petit que nf, l'ondulation tournera dans le sens où le diagramme lui-même est décrit. Cette méthode peut être appliquée pour la gamme des fréquences acoustiques. Dans la seconde méthode, on superpose à la tension de plaque une onde de tension de forme spéciale, et on déduit encore le sens de rotation du sens de déplacement de l'onde qui en résulte. Cette méthode ne convient qu'aux basses fréquences acoustiques. — C.-R. M.

621.317.5.00.14. — Méthode stroboscopique pour la vérification et l'étalonnage des compteurs; H.-P. Sparkes. *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. XLVI, p. 356-360, 3800 mots, 1 fig. — Le dispositif imaginé par l'auteur permet de réaliser le contrôle aussi bien que l'étalonnage des compteurs avec une grande précision. Il comprend un wattmètre du type Kelvin, un indicateur d'équilibre donnant en centièmes la différence en plus ou en moins entre la grandeur vraie et celle indiquée par le compteur et un système d'éclairage intermittent dont la fréquence des éclairs peut être synchronisée avec la vitesse de déplacement de divisions équidistantes, en général au nombre de 300, tracées sur la tranche du disque du compteur; c'est entre ces deux organes que se produit l'effet stroboscopique auquel il est fait allusion dans le titre. L'appareillage est en deux parties. La première se réfère au système à impulsions lumineuses; elle est constituée par un moteur dont l'arbre porte, d'une part, un commutateur fermant et ouvrant le circuit d'éclairage et, d'autre part, une magnéto dont la caractéristique vitesse et tension est une ligne droite; l'équipement est complété par un rhéostat à main pour le réglage de la vitesse du moteur. La seconde partie comprend un indicateur d'équilibre assez semblable à un wattmètre polyphasé, à cette différence près que l'un de ses éléments est remplacé par un voltmètre étalon à courant continu du type d'Arsonval connecté en série avec la magnéto; l'élément wattmétrique est traversé par la charge du compteur, mais les couples des deux éléments agissent en sens contraires. — Quand on désire vérifier un compteur, on met ce dernier en charge; puis, on règle la vitesse du moteur, c'est-à-dire le nombre des éclairs, jusqu'à ce que les divisions du disque paraissent immobiles sous l'effet stroboscopique. L'erreur de vitesse du compteur, pour la charge donnée, est alors lue en centièmes sur l'indicateur d'équilibre, la valeur 100 pour 100 correspondant à une exactitude parfaite du compteur. Pour l'étalonnage, on opère de la façon suivante : on règle la vitesse du moteur de manière que l'indicateur d'équilibre marque 100 pour 100; après quoi, si les divisions du disque paraissent immobiles, c'est que le compteur tourne à la vitesse requise pour la charge donnée; mais, généralement, elles paraissent tourner en avant ou en arrière, ce qui signifie que le compteur enregistre en plus ou en moins; on agit alors sur le régulateur jusqu'à ce que les divisions du disque semblent immobiles. L'explication du fonctionnement de l'indicateur peut se résumer comme il suit. Pour la charge imposée, le compteur tourne à une certaine vitesse; cette même charge imprime aussi un certain couple au wattmètre de l'indicateur. Quand on règle la vitesse du moteur au synchronisme de celle du disque, la magnéto engendre une certaine tension qui, à son tour, développe un certain couple sur l'élément à courant continu de l'indicateur d'équilibre; si les deux couples sont égaux, c'est que le compteur tourne bien à la vitesse requise pour la charge donnée; sinon, on procède au réglage comme on l'a indiqué plus haut. En résumé, en augmentant la fréquence des éclairs, on augmente aussi la vitesse de la magnéto, la tension de cette dernière et, finalement, le couple du voltmètre à courant continu. — B. C.

621.317.5.00.14. — Théorie du fonctionnement du wattheuremètre à induction et étude des erreurs dues aux variations de température; D.-T. Canfield. *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. XLVI, p. 328-336, 6500 mots, 13 fig. — L'article comprend deux parties. La première est consacrée à la classification suivant leur siège et à la discussion des causes d'erreurs dues aux variations de température et de la répercussion qu'elles peuvent avoir sur les indications de l'appareil; dans la seconde, on décrit les dispositifs qui permettent de compenser ces erreurs. Par exemple, une élévation de la température ambiante a pour effet de changer les propriétés magnétiques de l'aimant permanent, ce qui se traduit par un accroissement de vitesse du compteur; de changer les propriétés magnétiques des circuits magnétiques des éléments voltmétrique et ampèremétrique, d'où une diminution de vitesse du compteur; d'augmenter l'entrefer de l'aimant permanent d'où résulte une diminution de vitesse. Il se produit encore un déphasage en arrière du courant d'excitation avec une augmentation de vitesse et un accroissement de ce même courant qui, au contraire, diminue la vitesse, etc. En résumé, toutes les erreurs se classent en deux groupes; celles qui viennent d'être énumérées ressortissent au groupe I. Les variations des résistances de l'enroulement voltmétrique, celle des disques fixes et du disque mobile se rangent dans le second. En principe, la compensation des erreurs du groupe I est réalisée en produisant artificiellement une déviation du flux de l'aimant permanent; à cet effet, on monte sur une lame bi-métallique une pièce qui s'enfonce dans l'entrefer de l'aimant ou en sort, suivant que la température s'abaisse ou s'élève; pour la compensation des erreurs du second groupe, on fixe les disques reliés à deux des phases à des rubans bi-métalliques de telle façon qu'ils prennent un mouvement

ascendant ou descendant suivant que la température s'élève ou s'abaisse. Un compteur muni de ces dispositifs et soigneusement réglé ne doit pas varier de plus de 0,5 pour 100 entre 18°C et 40°C pour des valeurs du facteur de puissance supérieures à 50 pour 100; entre 50 et 30 pour 100, les indications de l'appareil sont entachées d'une erreur d'environ 1 pour 100. On a constaté que les manipulations et transports ordinaires n'ont aucun effet nuisible sur les dispositifs compensateurs. — B. C.

621.317.00.12. — Dispositif de contact dont peuvent être munis les instruments de mesures électriques; F. Sieber. *Bull. A. S. E.*, août 1927, t. XVIII, p. 484-490, 2000 mots, 11 fig. — La solution la plus simple consiste à munir l'aiguille même de l'instrument de mesure d'un contact métallique qui vient reposer pour une déviation donnée, sur un plot fixe; un des inconvénients que présente ce dispositif est d'être soumis à l'action d'un couple directeur très faible, couple qui est de l'ordre de 0,2 à 0,5 cm-g dans les instruments de mesure ordinaires pour la déviation maximum; un autre inconvénient réside dans la détérioration rapide des contacts. L'auteur décrit dans l'article qui nous occupe un dispositif qui permet d'augmenter de 20 à 100 fois le couple directeur disponible : le conducteur enroulé en spirale s'échauffant lors du passage du courant agit sur une première tige qui transmet son mouvement de rotation, par l'intermédiaire d'un ressort spiral, à une seconde tige; à l'extrémité de cette dernière est fixé un levier portant un ou deux contacts mobiles. Ceux-ci et les contacts fixes correspondants sont placés dans le vide, ce qui remédie au deuxième inconvénient signalé plus haut. Ce principe est appliqué actuellement par la plupart des constructeurs d'instruments de mesure; quelques-unes de ces applications sont décrites dans l'article. — A. C.

620.172 : 539.382.2. — La cause de la formation de la coupelle dans la rupture des éprouvettes essayées à la traction; Ch. Frémont. *C. R. Ac. des Sc.*, 25 avril 1927, t. CLXXXIV, p. 998-1000, 500 mots, 5 fig.; *Le Génie civil*, 7 mai 1927, t. XC, p. 453-456, 2100 mots, 47 fig. — L'auteur rappelle d'abord les théories de Duguet, L. Hartmann et A. Mesnager sur la manière dont s'effectue la rupture des éprouvettes présentant une striction en fin de traction. Ces auteurs dans leurs explications supposent que la rupture commence par la zone périphérique. M. Ch. Frémont, partant d'une expérience dans laquelle il a observé la rupture par traction d'une éprouvette tubulaire composée de deux parties concentriques très ductiles, montre que la rupture commence par la partie centrale de l'éprouvette. D'après lui, il se produit au fond de la gorge de l'éprouvette, en même temps qu'un allongement longitudinal du métal, une compression par rétreinte, d'où formation intérieure d'une surface de déformation isolant un anneau circulaire en forme de croissant. La rétreinte fournit par réaction à cet anneau du métal venu de la partie centrale, d'où naissance du canal central signalé par Duquet. L'anneau de métal ainsi fourni peut continuer à s'allonger par traction, alors que la partie centrale non renforcée se rompt. L'auteur donne de nombreux exemples de ruptures d'éprouvettes à la traction et les discute. — J. S.

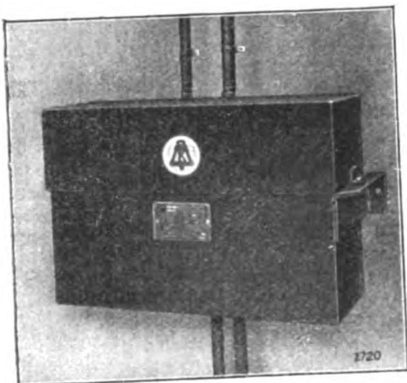
PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.311.21.00.413. — De la stabilité des installations hydrauliques munies de chambres d'équilibre; Jules Calame et Daniel Gaden. *Schweizerische Bauzeitung*, 30 juillet et 6 août 1927, t. XC, p. 55-59 et 69-71, 9200 mots, 9 fig. — Les auteurs, qui ont publié récemment un ouvrage intitulé « Théorie des chambres d'équilibre » analysé dans « R.G.E. », 19 juin 1926, t. XIX, p. 963-964, reprennent ici ce problème particulier pour lui donner un développement plus complet. Ils établissent d'abord la formule de Thoma qui donne la valeur de la plus faible section admissible pour la chambre d'équilibre en fonction des éléments caractéristiques de l'installation et étudient successivement l'influence de chacun des facteurs intervenant dans cette expression. Les conclusions de l'étude relative à l'influence de l'allure de la courbe de rendement des turbines et de la conduite forcée sont particulièrement intéressantes pour les exploitants d'usines génératrices; si le réseau alimenté par l'usine considérée est indépendant de toute autre usine génératrice, il y a intérêt à faire fonctionner les turbines au-dessous de la pleine charge, pour un rendement inférieur au rendement maximum. Dans le cas de réseaux interconnectés, il suffit, pour que les petites oscillations dues à la variation de la charge s'amortissent, que l'usine supposée seule munie d'une cheminée d'équilibre ne pourvoie qu'à un tiers des variations de la charge du réseau. — A. C.

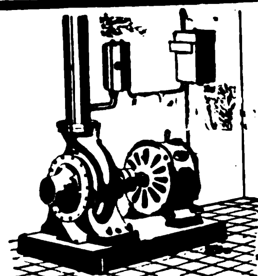
621.791.6 : 621.165|00.36. — Quelques considérations économiques sur le système Emmet à vapeur de mercure; W.-L.-R. Emmet. *G. E. R.*, juillet 1927, t. XXX, p. 339-341, 1900 mots, 2 fig. — Dans cette note, l'inventeur du procédé d'alimentation des turbines par la vapeur de mercure se propose de montrer que son emploi permet de réaliser d'importantes économies de combustible dans bien des cas. Il considère en particulier l'extension d'usines génératrices existantes. Il faut en quelque sorte considérer ce procédé comme un mode de production de vapeur, l'énergie créée dans la turbine par la vapeur de mercure n'étant qu'un sous-produit. D'ailleurs la chaleur équivalente à cette énergie n'est guère que de 20 pour 100 de la chaleur totale mise en jeu dans le procédé. La vapeur d'eau est produite par la condensation de la vapeur de mercure à sa sortie de la turbine. En plaçant le condenseur à une hauteur convenable, le mercure peut, par l'effet de son seul poids, vaincre la pression et rentrer dans la chaudière, ce qui évite l'emploi d'une pompe d'alimentation. L'auteur donne dans l'article quelques chiffres relatifs à une installation type de 100 000 kw. — J. S.

621.3. — Les progrès des machines et appareils électriques y compris les applications navales. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 284, 600 mots. Analyse d'un article de Henry-M. Sayers publié dans *J. I. E. E.*, mars 1927, t. LXV, p. 327-337, 11 000 mots.

621.313.23. — Puissance synchronisante des moteurs synchrones suivant qu'ils fonctionnent en régime constant ou transitoire. *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. XLVI, p. 380-385, 7500 mots, 5 fig. Discussion à la réunion de Salt Lake City, Utah, le 7 septembre 1926, d'un mémoire de H.-V. Putman publié dans *J. A. I. E. E.*, décembre 1926, t. XLV, p. 1229-1237, et résumé dans *R. G. E.*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 110 D. — M. F.-E. Ferman fait remarquer que les calculs soignés de l'auteur perdent une partie de leur valeur si le moteur est alimenté par des lignes et des transformateurs doués d'une grande impédance; car, dans ce cas, la tension aux bornes du moteur n'est plus constante, comme le suppose M. Putman, puisque toute variation du courant se traduit par une chute de tension variable de ligne; on peut cependant en tenir compte dans les équations de M. Putman en prenant pour tension aux bornes du moteur la valeur de la tension qui parait la plus constante pendant la surintensité et en adoptant pour impédance l'impédance vraie de l'induit augmentée de l'impédance de la ligne et des transformateurs compris entre le moteur et le point où la tension redevient constante. — L'intervention de M. F.-K. Brainard comporte la discussion complète de l'équation différentielle du second ordre qui relie le déplacement angulaire de la machine au moment d'inertie des parties tournantes, au couple d'amortissement $K\frac{d\delta}{dt}$, au couple mécanique C correspondant à un déplacement angulaire d'un radian et, enfin, au couple $f(t)$ disponible sur l'arbre. L'erreur de l'auteur est de supposer que le couple d'amortissement est proportionnel à $\frac{d\delta}{dt}$, c'est-à-dire au taux de variation du déplacement angulaire total de la machine, alors qu'il n'agit



APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE
« KLOECKNER »
COLOGNE - BAYENTHAL



Contacteurs électromagnétiques
Relais - Démarreurs automatiques
Disjoncteurs - Appareillage blindé
Équipement électrique d'Engin de Levage
Controllers pour moteurs de traction

Représentants exclusifs en France et Colonies

Société Industrielle de Machines et Appareillage Electro-Mécaniques
Société à responsabilité limitée, capital 200 000 fr
104, rue Lecourbe — PARIS (15e) *Téléphone* : **SÉGUR 94-53**



RÉGULATEURS D'ÉLECTRODES
Système **ARCA** breveté
Construction française

Régulateurs d'Intensité, Tension, Puissance
pour toutes Applications Industrielles

TOUS LES RÉGLAGES AUTOMATIQUES :
PRESSIONS - TEMPÉRATURE - HUMIDITÉ
SURCHAUFFE - DÉSURCHAUFFE, ETC.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES RÉGULATEURS UNIVERSELS ARCA
164, rue de la Croix-Nivert, 164 — PARIS (XVe)

Télgr. : Arcarégul-Paris



Téléph. : Ségur 36-08

ZIVY & Cie
29 et 31, rue de Naples, PARIS (8e)
Téléph. Laborde 16-70 *R C. Seine*, 35 812

COMPTEURS TOTALISATEURS pour tours à bobiner
TACHYMÈTRES portatifs et stationnaires
simples et enregistreurs, système « **Dr Th. HORN** »

Compteurs de tours et Compteurs horaires syst. " Hasler "
Indicateurs et Enregistreurs de vitesse " Tel "

Pieds à coulisse et Micromètres à cadran, Chronographes



Tachymètre portatif à changement automatique des échelles

que sur une partie et non sur l'ensemble du déplacement. Pour mieux faire saisir son raisonnement, M. F.-K. Brainard a recours à l'analogie mécanique des oscillations forcées d'un poids suspendu à un ressort : 1° quand un dash-pot est mis en parallèle avec le ressort entier ; 2° quand le dash-pot est branché sur la partie inférieure du ressort seulement. — De son côté, M. C.-A. Nickle essaye aussi de démontrer par le calcul que les hypothèses introduites dans le mémoire ne permettent pas d'arriver à un résultat correct et il reprend pour cela les arguments présentés dans un article sur les machines synchrones qu'il a publié en collaboration avec R.-E. Doherty dans « J. A. I. E. E. », octobre 1926, t. XLV, p. 974 (analysé dans « R. G. E. », 12 mars 1927, t. XXI, p. 85 D). — B. C.

621.312.2... — Les plus grands compensateurs synchrones du monde ; L.-W. Riggs. *G. E. R.*, juillet 1927, t. XXX, p. 335-338, 2000 mots, 8 fig. — L'auteur donne dans cet article quelques indications relatives à la construction de trois compensateurs synchrones de 50000 kv-A, triphasés, 50 p:s, 13200 v à 600 t:mn, destinés au réglage de la tension sur le réseau à 220000 v de la Southern California Edison Company (lignes de Big Creek à Los Angeles). Ces machines sont à ventilation en circuit fermé avec refroidisseurs d'air placés dans les fosses, en dessous des machines. La circulation d'air est assurée uniquement par les ventilateurs du rotor, et, en conséquence, le tracé des canaux de ventilation a été étudié avec un soin particulier. Au point de vue de la construction il faut signaler l'emploi très restreint de pièces coulées, dont les seules importantes sont : le socle en quatre parties, boulonnées, et les corps de paliers en fonte ; les épanouissements polaires et les pièces de maintien transversal des bobines du rotor, en acier coulé. Toutes les autres parties mécaniques ont été exécutées en tôles soudées à l'arc électrique. Ce mode de construction semble d'ailleurs se généraliser à la General electric Co. Les tôles du stator en acier au silicium sont recouvertes sur chaque face d'un vernis isolant cuit à haute température. Les encoches sont découpées au moyen d'un outil combiné, avec une précision suffisante pour qu'au montage il y ait très peu de retouches à faire. Dans ces conditions les pertes dans le fer du stator ne montent pas à plus de 0,33 pour 100 de la puissance nominale. L'ensemble des tôles est maintenu de chaque côté par des doigts en alliage non magnétique de grande résistance, et des plaques de serrage en acier entretoisées par des tiges boulonnées. L'enroulement statorique est en bobines à un seul tour en câble à conducteurs individuels isolés à l'amiante, et toronnés pour diminuer les pertes dans le cuivre. L'isolation extérieure du câble est faite au ruban micaté imprégné de compound à plusieurs reprises, suivant la méthode dite du vide et sous pression. Sur le tout est enroulée une couche d'amiante ferreuse assurant une protection mécanique et un chemin de fuite en cas de décharge par effet de couronne. A l'intérieur de l'enroulement statorique, à mi-longueur du paquet de tôles, sont placées des résistances pour les indicateurs de température. L'enroulement est maintenu dans les encoches par des cales en érable imprégné. L'enroulement du rotor est en ruban de cuivre sur champ ; l'isolation entre spires est en ruban d'amiante non ferreux ; entre la bobine et la masse, elle est assurée par de l'amiante et du mica. Le rotor est muni d'un robuste enroulement amortisseur, constitué par des barres en bronze dont les extrémités sont brasées à l'argent sur des segments en laiton, boulonnés eux-mêmes sur deux couronnes circulaires en acier qui sont disposées chacune à une extrémité du rotor ; elles servent en même temps au maintien des ailettes de ventilation. La partie mécanique du rotor comporte un arbre en acier forgé sur lequel sont calées à la presse les quatre portions identiques de la culasse polaire pourvues de rainures en forme de T renversé dans lesquelles viennent s'engager les tenons correspondants des pièces polaires constituées par des tôles minces découpées et serrées entre des joues terminales en acier fondu. Les paliers sont du type à rotule à autoalignement, à graissage par bagues. Chacun est muni d'un indicateur thermométrique à cadran, de serpentins de refroidissement par circulation d'eau et d'une tuyauterie pour démarrage sous pression d'huile. Un des deux corps de paliers, boulonnés sur le socle, en est isolé électriquement pour éviter le passage de courants de circulation qui endommageraient les coussinets. Le socle porte dans un angle la pompe à huile pour le démarrage et à une extrémité l'excitatrice de 165 kw, 250 v. La carcasse magnétique de cette excitatrice est en acier laminé à chaud, et les seules pièces de fonderie utilisées dans sa construction sont le croisillon d'induit et le support des porte-balais. — J. S.

621.314.2.00.4. — Le couplage en cascade des transformateurs ; Emil Wirz. *Bull. A. S. E.*, mai et juin 1927, t. XVIII, p. 257-279 et 355-370, 20500 mots, 25 fig. — Dans le couplage en cascade étudié dans cet article le transformateur comporte un enroulement primaire et un enroulement secondaire, disposés sur des noyaux distincts et accouplés l'un à l'autre par deux autres enroulements en cascade prévus chacun respectivement sur un des deux noyaux. L'auteur examine d'abord les conditions de fonctionnement d'un tel système dans la marche à vide ; il y a lieu de distinguer plusieurs cas suivant que le rapport des nombres des spires des deux enroulements en cascade est inférieur, supérieur ou égal à l'unité. Les diagrammes des tensions et des courants mettent en évidence les propriétés caractéristiques du dispositif dans chacune de ces hypothèses. Si l'on fait varier les constantes des enroulements, leurs résistances et leurs inductances, ainsi que l'importance des flux de dispersion, on peut, pour des relations données entre ces éléments obtenir des résultats intéressants ; l'auteur démontre, entre autres, la possibilité de réaliser la concordance de phase entre les tensions primaire et secondaire dans la marche à vide. Le second régime étudié est celui du court-circuit. Les résultats obtenus au cours de l'étude du fonctionnement du transformateur avec couplage en cascade à ces deux régimes, à vide et en court-circuit, permettent de définir les propriétés du système en charge normale et d'établir les relations fondamentales qui interviennent dans le calcul d'un tel transformateur. Une des applications de ce système que l'auteur envisage au cours de son étude est celle qui peut en être faite aux transformateurs de mesure et aux transformateurs de courant. Ajoutons qu'il n'est pas tenu compte ici de la capacité des enroulements qui ne serait plus négligeable dans des transformateurs à très haute tension. — A. C.

621.314.2.00.12. — Enroulements de transformateurs à spires inachevées ; R.-H. Chadwick. *G. E. R.*, juillet 1927, t. XXX, p. 342-345, 2500 mots, 8 fig. — L'auteur détermine d'abord ce qui constitue une spire d'un enroulement de transformateur et montre que, pour les transformateurs à circuit magnétique simple comportant deux colonnes seulement, il ne peut y avoir de spire fractionnaire. Au contraire, lorsque le circuit magnétique comporte plus de deux colonnes on peut avoir des spires fractionnaires et on peut être tenté d'en employer dans le cas d'enroulements à petit nombre de spires, pour obtenir un rapport de transformation donné. L'auteur montre que l'emploi de cette disposition produit un déséquilibre magnétique. Il discute les limites théoriques dans lesquelles un tel déséquilibre peut être admis, et montre qu'on peut aller jusqu'à 5 pour 100 de la force magnétomotrice normale. En tout cas pour les transformateurs de courant il ne faut jamais prévoir de spire fractionnaire. — J. S.

621.316 00.11. — Quelques considérations au sujet de la disposition géographique des réseaux ; R.-O. Kapp. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 253-254, 1100 mots. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

ascendant ou descendant suivant que la température s'élève ou s'abaisse. Un compteur muni de ces dispositifs et soigneusement réglé ne doit pas varier de plus de 0,5 pour 100 entre 18°C et 40°C pour des valeurs du facteur de puissance supérieures à 50 pour 100; entre 50 et 30 pour 100, les indications de l'appareil sont entachées d'une erreur d'environ 1 pour 100. On a constaté que les manipulations et transports ordinaires n'ont aucun effet nuisible sur les dispositifs compensateurs. — B. C.

621.317.00.12. — Dispositif de contact dont peuvent être munis les instruments de mesures électriques; F. Sieber. *Bull. A. S. E.*, août 1927, t. XVIII, p. 484-490, 2000 mots, 11 fig. — La solution la plus simple consiste à munir l'aiguille même de l'instrument de mesure d'un contact métallique qui vient reposer pour une déviation donnée, sur un plot fixe; un des inconvénients que présente ce dispositif est d'être soumis à l'action d'un couple directeur très faible, couple qui est de l'ordre de 0,2 à 0,5 cm-g dans les instruments de mesure ordinaires pour la déviation maximum; un autre inconvénient réside dans la détérioration rapide des contacts. L'auteur décrit dans l'article qui nous occupe un dispositif qui permet d'augmenter de 20 à 100 fois le couple directeur disponible: le conducteur enroulé en spirale s'échauffant lors du passage du courant agit sur une première tige qui transmet son mouvement de rotation, par l'intermédiaire d'un ressort spiral, à une seconde tige; à l'extrémité de cette dernière est fixé un levier portant un ou deux contacts mobiles. Ceux-ci et les contacts fixes correspondants sont placés dans le vide, ce qui remédie au deuxième inconvénient signalé plus haut. Ce principe est appliqué actuellement par la plupart des constructeurs d'instruments de mesure; quelques-unes de ces applications sont décrites dans l'article. — A. C.

620.172 : 539.382.2. — La cause de la formation de la coupelle dans la rupture des éprouvettes essayées à la traction; Ch. Frémont. *C. R. Ac. des Sc.*, 25 avril 1927, t. CLXXXIV, p. 998-1000, 500 mots, 5 fig.; *Le Génie civil*, 7 mai 1927, t. XC, p. 453-456, 2100 mots, 47 fig. — L'auteur rappelle d'abord les théories de Duguet, L. Hartmann et A. Mesnager sur la manière dont s'effectue la rupture des éprouvettes présentant une striction en fin de traction. Ces auteurs dans leurs explications supposent que la rupture commence par la zone périphérique. M. Ch. Frémont, partant d'une expérience dans laquelle il a observé la rupture par traction d'une éprouvette tubulaire composée de deux parties concentriques très ductiles, montre que la rupture commence par la partie centrale de l'éprouvette. D'après lui, il se produit au fond de la gorge de l'éprouvette, en même temps qu'un allongement longitudinal du métal, une compression par rétreinte, d'où formation intérieure d'une surface de déformation isolant un anneau circulaire en forme de croissant. La rétreinte fournit par réaction à cet anneau du métal venu de la partie centrale, d'où naissance du canal central signalé par Duguet. L'anneau de métal ainsi fourni peut continuer à s'allonger par traction, alors que la partie centrale non renforcée se rompt. L'auteur donne de nombreux exemples de ruptures d'éprouvettes à la traction et les discute. — J. S.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.311.21.00.413. — De la stabilité des installations hydrauliques munies de chambres d'équilibre; Jules Calame et Daniel Gaden. *Schweizerische Bauzeitung*, 30 juillet et 6 août 1927, t. XC, p. 55-59 et 69-71, 9200 mots, 9 fig. — Les auteurs, qui ont publié récemment un ouvrage intitulé « Théorie des chambres d'équilibre » analysé dans « R.G.E. », 19 juin 1926, t. XIX, p. 963-964, reprennent ici ce problème particulier pour lui donner un développement plus complet. Ils établissent d'abord la formule de Thoma qui donne la valeur de la plus faible section admissible pour la chambre d'équilibre en fonction des éléments caractéristiques de l'installation et étudient successivement l'influence de chacun des facteurs intervenant dans cette expression. Les conclusions de l'étude relative à l'influence de l'allure de la courbe de rendement des turbines et de la conduite forcée sont particulièrement intéressantes pour les exploitants d'usines génératrices; si le réseau alimenté par l'usine considérée est indépendant de toute autre usine génératrice, il y a intérêt à faire fonctionner les turbines au-dessous de la pleine charge, pour un rendement inférieur au rendement maximum. Dans le cas de réseaux interconnectés, il suffit, pour que les petites oscillations dues à la variation de la charge s'amortissent, que l'usine supposée seule munie d'une cheminée d'équilibre ne pourvoie qu'à un tiers des variations de la charge du réseau. — A. C.

621.791.6 : 621.165|00.36. — Quelques considérations économiques sur le système Emmet à vapeur de mercure; W.-L.-R. Emmet. *G. E. R.*, juillet 1927, t. XXX, p. 339-341, 1900 mots, 2 fig. — Dans cette note, l'inventeur du procédé d'alimentation des turbines par la vapeur de mercure se propose de montrer que son emploi permet de réaliser d'importantes économies de combustible dans bien des cas. Il considère en particulier l'extension d'usines génératrices existantes. Il faut en quelque sorte considérer ce procédé comme un mode de production de vapeur, l'énergie créée dans la turbine par la vapeur de mercure n'étant qu'un sous-produit. D'ailleurs la chaleur équivalente à cette énergie n'est guère que de 20 pour 100 de la chaleur totale mise en jeu dans le procédé. La vapeur d'eau est produite par la condensation de la vapeur de mercure à sa sortie de la turbine. En plaçant le condenseur à une hauteur convenable, le mercure peut, par l'effet de son seul poids, vaincre la pression et rentrer dans la chaudière, ce qui évite l'emploi d'une pompe d'alimentation. L'auteur donne dans l'article quelques chiffres relatifs à une installation type de 100 0 kw. — J. S.

621.3. — Les progrès des machines et appareils électriques y compris les applications navales. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 284, 600 mots. Analyse d'un article de Henry-M. Sayers publié dans *J. I. E. E.*, mars 1927, t. LXV, p. 327-337, 11 000 mots.

621.313.23. — Puissance synchronisante des moteurs synchrones suivant qu'ils fonctionnent en régime constant ou transitoire. *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. XLVI, p. 380-385, 7 500 mots, 5 fig. Discussion à la réunion de Salt Lake City, Utah, le 7 septembre 1926, d'un mémoire de H.-V. Putman publié dans *J. A. I. E. E.*, décembre 1926, t. XLV, p. 1229-1237, et résumé dans *R. G. E.*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 110 D. — M. F.-E. Ferman fait remarquer que les calculs soignés de l'auteur perdent une partie de leur valeur si le moteur est alimenté par des lignes et des transformateurs doués d'une grande impédance; car, dans ce cas, la tension aux bornes du moteur n'est plus constante, comme le suppose M. Putman, puisque toute variation du courant se traduit par une chute de tension variable de ligne; on peut cependant en tenir compte dans les équations de M. Putman en prenant pour tension aux bornes du moteur la valeur de la tension qui paraît la plus constante pendant la surintensité et en adoptant pour impédance l'impédance vraie de l'induit augmentée de l'impédance de la ligne et des transformateurs compris entre le moteur et le point où la tension redevient constante. — L'intervention de M. F.-K. Brainard comporte la discussion complète de l'équation différentielle du second ordre qui relie le déplacement angulaire de la machine au moment d'inertie des parties tournantes, au couple d'amortissement $K\frac{d\delta}{dt}$, au couple mécanique C correspondant à un déplacement angulaire d'un radian et, enfin, au couple $f(t)$ disponible sur l'arbre. L'erreur de l'auteur est de supposer que le couple d'amortissement est proportionnel à $\frac{d\delta}{dt}$, c'est-à-dire au taux de variation du déplacement angulaire total de la machine, alors qu'il n'agit

que sur une partie et non sur l'ensemble du déplacement. Pour mieux faire saisir son raisonnement, M. F.-K. Brainard a recours à l'analogie mécanique des oscillations forcées d'un poids suspendu à un ressort : 1° quand un dash-pot est mis en parallèle avec le ressort entier; 2° quand le dash-pot est branché sur la partie inférieure du ressort seulement. — De son côté, M. C.-A. Nickle essaye aussi de démontrer par le calcul que les hypothèses introduites dans le mémoire ne permettent pas d'arriver à un résultat correct et il reprend pour cela les arguments présentés dans un article sur les machines synchrones qu'il a publié en collaboration avec R.-E. Doherty dans « J. A. I. E. E. », octobre 1926, t. XLV, p. 974 (analysé dans « R. G. E. », 12 mars 1927, t. XXI, p. 85 D). — B. C.

621.312.2... — Les plus grands compensateurs synchrones du monde ; L.-W. Riggs. *G. E. R.*, juillet 1927, t. XXX, p. 335-338, 2 000 mots, 8 fig. — L'auteur donne dans cet article quelques indications relatives à la construction de trois compensateurs synchrones de 50 000 kv-A, triphasés, 50 p:s, 13 200 v à 600 t:mn, destinés au réglage de la tension sur le réseau à 220 000 v de la Southern California Edison Company (lignes de Big Creek à Los Angeles). Ces machines sont à ventilation en circuit fermé avec refroidisseurs d'air placés dans les fosses, en dessous des machines. La circulation d'air est assurée uniquement par les ventilateurs du rotor, et, en conséquence, le tracé des canaux de ventilation a été étudié avec un soin particulier. Au point de vue da la construction il faut signaler l'emploi très restreint de pièces coulées, dont les seules importantes sont : le socle en quatre parties, boulonnées, et les corps de paliers en fonte; les épanouissements polaires et les pièces de maintien transversal des bobines du rotor, en acier coulé. Toutes les autres parties mécaniques ont été exécutées en tôles soudées à l'arc électrique. Ce mode de construction semble d'ailleurs se généraliser à la General electric Co. Les tôles du stator en acier au silicium sont recouvertes sur chaque face d'un vernis isolant cuit à haute température. Les encoches sont découpées au moyen d'un outil combiné, avec une précision suffisante pour qu'au montage il y ait très peu de retouches à faire. Dans ces conditions les pertes dans le fer du stator ne montent pas à plus de 0,33 pour 100 de la puissance nominale. L'ensemble des tôles est maintenu de chaque côté par des doigts en alliage non magnétique de grande résistance, et des plaques de serrage en acier entretoisées par des tiges boulonnées. L'enroulement statorique est en bobines à un seul tour en câble à conducteurs individuels isolés à l'amiante, et toronnés pour diminuer les pertes dans le cuivre. L'isolation extérieure du câble est faite au ruban micaté imprégné de compound à plusieurs reprises, suivant la méthode dite du vide et sous pression. Sur le tout est enroulée une couche d'amiante ferreuse assurant une protection mécanique et un chemin de fuite en cas de décharge par effet de couronne. A l'intérieur de l'enroulement statorique, à mi-longueur du paquet de tôles, sont placées des résistances pour les indicateurs de température. L'enroulement est maintenu dans les encoches par des cales en érable imprégné. L'enroulement du rotor est en ruban de cuivre sur champ ; l'isolation entre spires est en ruban d'amiante non ferreux ; entre la bobine et la masse, elle est assurée par de l'amiante et du mica. Le rotor est muni d'un robuste enroulement amortisseur, constitué par des barres en bronze dont les extrémités sont brasées à l'argent sur des segments en laiton, boulonnés eux-mêmes sur deux couronnes circulaires en acier qui sont disposées chacune à une extrémité du rotor; elles servent en même temps au maintien des ailettes de ventilation. La partie mécanique du rotor comporte un arbre en acier forgé sur lequel sont calées à la presse les quatre portions identiques de la culasse polaire pourvues de rainures en forme de T renversé dans lesquelles viennent s'engager les tenons correspondants des pièces polaires constituées par des tôles minces découpées et serrées entre des joues terminales en acier fondu. Les paliers sont du type à rotule à autoalignement, à graissage par bagues. Chacun est muni d'un indicateur thermométrique à cadran, de serpentins de refroidissement par circulation d'eau et d'une tuyauterie pour démarrage sous pression d'huile. Un des deux corps de paliers, boulonnés sur le socle, en est isolé électriquement pour éviter le passage de courants de circulation qui endommageraient les coussinets. Le socle porte dans un angle la pompe à huile pour le démarrage et à une extrémité l'excitatrice de 165 kw, 250 v. La carcasse magnétique de cette excitatrice est en acier laminé à chaud, et les seules pièces de fonderie utilisées dans sa construction sont le croisillon d'induit et le support des porte-balais. — J. S.

621.314.2.00.4. — Le couplage en cascade des transformateurs; Emil Wirz. *Bull. A. S. E.*, mai et juin 1927, t. XVIII, p. 257-279 et 355-370, 20 500 mots, 25 fig. — Dans le couplage en cascade étudié dans cet article le transformateur comporte un enroulement primaire et un enroulement secondaire, disposés sur des noyaux distincts et accouplés l'un à l'autre par deux autres enroulements en cascade prévus chacun respectivement sur un des deux noyaux. L'auteur examine d'abord les conditions de fonctionnement d'un tel système dans la marche à vide ; il y a lieu de distinguer plusieurs cas suivant que le rapport des nombres des spires des deux enroulements en cascade est inférieur, supérieur ou égal à l'unité. Les diagrammes des tensions et des courants mettent en évidence les propriétés caractéristiques du dispositif dans chacune de ces hypothèses. Si l'on fait varier les constantes des enroulements, leurs résistances et leurs inductances, ainsi que l'importance des flux de dispersion, on peut, pour des relations données entre ces éléments obtenir des résultats intéressants ; l'auteur démontre, entre autres, la possibilité de réaliser la concordance de phase entre les tensions primaire et secondaire dans la marche à vide. Le second régime étudié est celui du court-circuit. Les résultats obtenus au cours de l'étude du fonctionnement du transformateur avec couplage en cascade à ces deux régimes, à vide et en court-circuit, permettent de définir les propriétés du système en charge normale et d'établir les relations fondamentales qui interviennent dans le calcul d'un tel transformateur. Une des applications de ce système que l'auteur envisage au cours de son étude est celle qui peut en être faite aux transformateurs de mesure et aux transformateurs de courant. Ajoutons qu'il n'est pas tenu compte ici de la capacité des enroulements qui ne serait plus négligeable dans des transformateurs à très haute tension. — A. C.

621.314.2.00.12. — Enroulements de transformateurs à spires inachevées; R.-H. Chadwick. *G. E. R.*, juillet 1927, t. XXX, p. 342-345, 2 500 mots, 8 fig. — L'auteur détermine d'abord ce qui constitue une spire d'un enroulement de transformateur et montre que, pour les transformateurs à circuit magnétique simple comportant deux colonnes seulement, il ne peut y avoir de spire fractionnaire. Au contraire, lorsque le circuit magnétique comporte plus de deux colonnes on peut avoir des spires fractionnaires et on peut être tenté d'en employer dans le cas d'enroulements à petit nombre de spires, pour obtenir un rapport de transformation donné. L'auteur montre que l'emploi de cette disposition produit un déséquilibre magnétique. Il discute les limites théoriques dans lesquelles un tel déséquilibre peut être admis, et montre qu'on peut aller jusqu'à 5 pour 100 de la force magnétomotrice normale. En tout cas pour les transformateurs de courant il ne faut jamais prévoir de spire fractionnaire. — J. S.

621.316.00.11. — Quelques considérations au sujet de la disposition géographique des réseaux; R.-O. Kapp. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 253-254, 1 100 mots. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.316. — Tensions normalisées pour réseaux de distribution d'énergie électrique; H.-B. Gear. *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. XLVI, p. 344-345, 2000 mots. — Ce sont surtout les constructeurs qui ont été les plus ardents à revendiquer la normalisation des tensions de distribution; pour justifier cette amélioration, ils ont présenté un schéma des chutes de tension dans les diverses parties d'un réseau, sur lequel on pouvait constater que l'énergie distribuée éprouvait jusqu'à 5 transformations à partir du générateur jusqu'au point d'utilisation avec une chute de tension de 50 pour 100; dans ces conditions, le réglage de la tension devient un problème difficile à résoudre, même avec le meilleur équipement. On propose donc d'adopter, pour les tensions secondaires ou tensions de distribution, des multiples de 115 au lieu de 110. Ce changement assure, à vide, une tension d'environ 5 pour 100 supérieure à celle que donne la tension normale actuelle et, à pleine charge, une tension qui compense la chute de tension des transformateurs, c'est-à-dire reste égale à la tension à vide correspondant à l'ancienne normalisation. On propose aussi que la tension des générateurs soit réglée à ± 5 pour 100 de la tension normalisée. Puis l'auteur parle des tempéraments que l'on devra apporter à cette proposition, notamment pour satisfaire aux conditions de réglage nécessitées par le passage de la charge correspondant à celle des circuits d'éclairage seuls à la pleine charge. — B. C.

621.315.1.00.414. — La chute de tension inductive dans les lignes parcourues par un courant alternatif; G. Heusser. *Bull. A. S. E.*, juin 1927, t. XVIII, p. 383-392, 4800 mots, 4 fig. — L'application des formules donnant le coefficient de self-induction et celui d'induction mutuelle des lignes nécessite un examen minutieux des dispositions relatives des conducteurs. En particulier, lorsqu'il s'agit de transmission d'énergie par deux lignes monophasées ou triphasées en parallèle, il importe de préciser la répartition des courants dans les deux lignes et le sens du courant dans chaque conducteur à un même instant pour déterminer la valeur de l'inductance du système. Ce sont ces phénomènes qu'examine l'auteur dans l'article qui nous occupe; il en traite la solution à l'aide d'applications numériques; pour terminer il examine le cas où les canalisations sont en fils de fer et enfin, celui où il s'agit de câbles. — A. C.

621.317.5. — Le contrôle du facteur de puissance; L.-D. Price. *Electrical World*, 13 août 1927, t. XC, p. 301-304, 2500 mots, 10 fig. — Certains contrats de fourniture d'énergie électrique comportant une clause relative au facteur de puissance minimum admissible pour l'installation de l'abonné, on doit pouvoir contrôler de temps à autre ce facteur de puissance. L'auteur expose dans cet article quelques considérations relatives à l'emploi dans ce but du compteur d'énergie apparente type RI de la Westinghouse electric and Manufacturing Company. Cet appareil enregistre graphiquement et simultanément les puissances apparente et active maxima. Il indique en outre sur deux cadrans l'énergie apparente et l'énergie active, ainsi que le facteur de puissance instantané. Il se compose essentiellement de deux compteurs polyphasés, l'un pour l'énergie réactive, l'autre pour l'énergie active et dont les mouvements sont combinés par un mécanisme à billes de façon à donner une indication proportionnelle à la puissance apparente. L'auteur donne quelques indications sur le montage de cet appareil, ainsi que sur le dispositif de contrôle dont il reproduit le schéma. — J. S.

621.315.2 (44.361). — Discussion sur « Quelques notes sur le réseau souterrain à 60 000 v de l'Union d'Electricité ». *J. I. E. E.*, juillet 1927, t. LXV, p. 681-685, 4500 mots, 1 fig. Discussion à la réunion de Manchester d'un mémoire de E. Mercier publié dans le numéro de mai 1927 du *J. I. E. E.*, p. 499 et résumé dans *R. G. E.* du 13-20 août 1927, t. XXII, p. 53 D. — Dans son ensemble cette discussion a porté sur la question du choix de trois câbles à un seul conducteur au lieu d'un câble triphasé pour établir le réseau à 60000 v de l'Union d'Electricité, ainsi que sur celle des joints de câbles. M. Beaver estime que la cause principale de tous les ennuis donnés par les câbles réside dans l'air occlus au cours de la fabrication. Il rappelle à ce sujet son procédé de fabrication avec papier préalablement compoundé et enroulé sous compound et donne une courbe du facteur de puissance dans le diélectrique en fonction de la tension qui montre qu'un câble triphasé ainsi fabriqué est aussi bon qu'un câble à un seul conducteur. Au sujet des joints il préfère les joints au compound aux joints avec isolation reconstituée utilisés par l'Union d'Electricité. D'ailleurs à ce propos l'opinion générale des interlocuteurs est qu'il semble, d'après le mémoire de M. Mercier, que cette question des joints ne soit pas aussi avancée en France qu'en Angleterre. La méthode de pose des câbles dans une tranchée remplie de sable a été critiquée au point de vue de la dissipation de la chaleur, par M. Beaver et M. Duncan qui préfère poser les câbles directement à même le sol de la tranchée. Plusieurs interlocuteurs ont en outre exprimé leur étonnement de l'assertion de M. Mercier suivant laquelle le système à trois câbles serait moins coûteux que le câble triphasé. — J. S.

621.315.1.00.42. — Capacité et stabilité des transmissions d'énergie électrique; Ch. Lavanchy. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 251-253, 2000 mots, 3 fig. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.4. — Amélioration apportée à l'isolement des lignes à haute tension situées au voisinage de la mer; A. Montandon et Y. Le Moigne. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 217-218, 800 mots, 5 fig. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.5 : 621.761.32. — L'emploi des conducteurs en acier dans les distributions d'énergie électrique. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 283, 900 mots.

621.315.5 : 539.3. — Allongement des conducteurs bimétalliques; G.-R.-F. Nuttal. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 225, 130 mots. — Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.5. — Les conducteurs creux à couche unique sans support intérieur dans les installations à très haute tension; M.-F. Dahl. *Bull. A. S. E.*, juillet 1927, t. XVIII, p. 409-419, 4700 mots, 22 fig., 2 tabl. — Après avoir décrit sommairement la constitution des conducteurs creux à double couche avec support intérieur et en avoir montré les inconvénients, l'auteur compare ce genre de conducteur à un modèle à couche unique sans support intérieur exécuté par la Metallbank à Francfort-sur-le-Mein. Au point de vue mécanique, il importe de signaler que la répartition de la tension n'est pas uniforme dans les éléments constitutifs des conducteurs à double couche, tandis que l'on n'observe aucune différence d'un point à un autre dans les conducteurs à une seule couche. De plus, la pose de ces derniers est plus facile que celle des conducteurs de la première catégorie et nécessite moins de précautions. Exigeant moins de matière, de résistance mécanique plus grande, de pose plus aisée et plus économique, le conducteur à couche unique entraîne à des frais d'installation moins élevés que celui à double couche. — A. C.

621.315.61 : 533.275. — Influence de l'air et de l'humidité dans le papier isolant imprégné; J.-B. Whitehead et F. Hamburger. **Influence du vide intérieur et de l'ionisation sur la durée des câbles à haute tension isolés au papier imprégné**; A. Smouroff. *R. G. E.*, 6 août 1927,

t. XXII, p. 214-215, 800 mots. Analyse de deux rapports présentés à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.62. — Isolateurs Hewlett: K.-A. HAWLEY. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 218-219, 120 mots. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.62.00.44. — La protection des chaînes d'isolateurs de suspension; K.-A. HAWLEY. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 220-222, 2 100 mots. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.62.00.46. — Influences simultanées d'une tension électrique et d'un effort de traction déterminés sur une chaîne d'isolateurs. Recherche des coefficients de sécurité correspondants; LEQUERLER et SCHUEP. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 222-223, 450 mots. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.1-62. — Conditions pratiques requises pour les isolateurs pour lignes à haute tension: F.-M GILLESPIE et F. DEJONG. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 222, 650 mots. Analyse d'un rapport présenté à la deuxième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.311.77. — Caractéristiques des relais installés sur réseaux à courant alternatif; D.-K. BLAKE. *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. XLVI, p. 361-369, 6 000 mots, 24 fig., 1 tabl. — Environ 11 compagnies exploitant des usines génératrices de grande puissance viennent d'installer, ou sont en train d'installer, des réseaux de distribution à courant alternatif à basse tension. Dans les districts où la demande en énergie électrique est très élevée, toutes, sauf trois, utilisent des disjoncteurs à basse tension insérés dans le circuit secondaire des transformateurs. L'auteur fait une étude complète des caractéristiques requises pour les relais qui ont la double fonction de déclencher et réenclencher les disjoncteurs; c'est cette dernière fonction qui est la plus difficile à remplir à cause du danger de « pompage » résultant du courant de capacité des câbles, d'une part, et, d'autre part, des différentes combinaisons de régulateurs d'induction et de connexions des transformateurs employés. Il semble qu'un relais du type compteur soit tout à fait indiqué pour remplir ce double rôle à la condition toutefois que la tension des transformateurs soit en avance sur la tension du réseau. Pour certains cas particuliers, on peut avoir besoin d'un appareil auquel on demande seulement de ne pas réenclencher le disjoncteur tant que la tension du transformateur est en retard sur celle du réseau; l'auteur montre quelles sont les caractéristiques qui conviennent à ce genre de relais. Il est bon de remarquer que le problème des relais est traité ici dans toute sa généralité sans aucune allusion à un appareil ou à une installation particulière. — R. C.

USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.311.21 (73). — L'usine hydroélectrique de Conowingo: N.-E. FUNK. *Journal of the Franklin Institute*, juin 1927, t. CCIII, p. 755-780, 5 600 mots, 36 fig.; *Electrical World*, 13 août 1927, t. XC, p. 307-310, 1 800 mots, 10 fig. — L'usine hydroélectrique de Conowingo en cours de construction sur la rivière Susquehanna (dont le bassin est le plus important après celui du Saint-Laurent sur la côte de l'Atlantique) aura, une fois achevée, une puissance totale de 594 000 ch développée par 11 turbines dont 7 sont en cours d'installation pour la première phase du développement. La puissance fournie sera transmise à 220 000 v à Philadelphie où il y aura liaison avec les lignes des usines à vapeur existantes. On estime que cette usine hydroélectrique fournira 1 150 000 000 kilowatts-heures par an, correspondant à une économie de 750 000 t de charbon. En raison du régime très variable de la rivière Susquehanna, dont le débit peut passer de 20 500 m³ : s en périodes de hautes eaux à 60 m³ : s en basses eaux, on a établi un barrage assurant une réserve d'eau de 400 000 000 mètres cubes environ. Les turbines hydrauliques sont à arbre vertical, à un seul rotor et à réaction et établies pour fonctionner sous des hauteurs d'eau très différentes de la hauteur normale sans grande baisse du rendement. Chacune entraîne directement un alternateur de 40 000 kv-A (13 800 v), un alternateur auxiliaire de 715 kv-A et son excitatrice. En plus des sept turbines principales il y a deux turbines entraînant chacune un alternateur de 1 600 kv-A, 480 v pour le service de l'usine. Les transformateurs élévateurs placés sur le toit de l'usine comprennent quatre groupes de 80 000 kv-A, formés chacun de trois transformateurs monophasés. L'appareillage à 13 800 v et les connexions sont établies suivant le système d'une baie par groupe, chaque groupe étant formé à l'origine de deux alternateurs et d'un groupe de transformateurs. La ligne de transmission est en câble aluminium acier, les trois conducteurs étant placés dans un même plan horizontal et espacés de 7,50 m environ. Les pylônes portent en outre deux fils de terre à 7,50 m l'un de l'autre et à 5,20 m des conducteurs. Les chaînes d'isolateurs de 2,75 m de longueur sont formées de 14 éléments. En général on a prévu 7 pylônes par mile, soit un tous les 245 m environ, les portées maxima prévues étant de 600 m et l'espace libre minimum en dessous des fils de 15 m. Au point de vue du mode général d'exploitation de cette usine en liaison avec les usines à vapeur de Philadelphie on a prévu qu'en période de basses eaux, l'usine hydroélectrique fournirait l'énergie correspondant aux pointes de consommation, tandis qu'en période de hautes eaux, elle fournirait l'énergie correspondant à la consommation de base. — J. S.

621.311.21 (494). — L'usine génératrice d'Eglisau des Forces motrices du Nord-Est de la Suisse. *Schweizerische Bauzeitung*, 16 et 23 juillet, 6, 13, 20 et 27 août 1927, t. XC, p. 27-31, 43-48, 72-76, 92-94, 99-102 et 115-117, 15 000 mots, 48 fig. — Cette usine est installée sur le Rhin et alimentée par la chute de ce fleuve, entre les embouchures de deux rivières désignées sous les noms de Thur et de Glatt. L'aménagement du Rhin en ce point et l'installation de l'usine ont nécessité un certain nombre d'ouvrages dont il est question au début de l'article qui nous occupe; d'abord, il s'est agi d'assurer la protection des rives en amont du barrage, puis de construire un nouveau pont sur le Rhin dans la localité d'Eglisau. L'exécution du barrage lui-même fait ensuite l'objet d'une description très complète, illustrée par de nombreux croquis et vues. On trouvera également des renseignements sur la construction de l'écluse et du canal destinés à permettre la navigation du côté droit du fleuve. La dernière partie de l'article est consacrée au bâtiment de l'usine et à son équipement: celui-ci comporte, comme principales machines, sept groupes formés chacun d'une turbine à axe vertical de 6 000 ch et d'un alternateur. — A. C.

621.317. — Remarques sur la tarification et la mesure de l'énergie électrique dans les réseaux à haute tension: A. ILIOVICI. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 260-263, 2 000 mots, 3 fig. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.2. — La protection des moteurs à courant alternatif: Louis LAGRON. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 277-280, 2 500 mots, 7 fig. — Cet article met en garde contre les inconvénients auxquels sont exposés les moteurs

à courant alternatif dans le cas de baisse de tension ou de manque de courant. L'auteur montre en particulier les accidents qui peuvent se produire quand un seul fil est coupé dans la distribution et indique les conditions que doit remplir un appareil pour protéger les moteurs dans tous les cas.

621.344-313.2. — **Ascenseurs commandés par moteurs à courant alternatif**; E.-B. THURSTON. *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. XLVI, p. 321-327, 5 500 mots, 10 fig. — Pour éviter toute méprise, l'auteur rappelle d'abord que, dans sa pensée, l'expression concise de « ascenseur à courant alternatif » s'adresse uniquement à l'équipement comportant le moteur, le combinateur et le frein. L'expérience des quinze dernières années a définitivement condamné le moteur à bagues et les constructeurs ont adopté, en général, les moteurs à cage d'écureuil d'une puissance de 25 à 150 ch dont la vitesse peut varier dans le rapport de 1 à 6. Ces moteurs doivent être pourvus d'un rotor de faible dimension de façon que soit réduite au minimum son énergie cinétique et qu'une accélération et un ralentissement rapides avec un courant de démarrage aussi faible que possible puissent être assurés; ils ont l'avantage d'une marche silencieuse, propriété très appréciable notamment dans les hôpitaux, les hôtels, les maisons d'habitation, etc.; il faut aussi que leur couple s'adapte aux conditions spéciales de chaque installation, ou que leur rayonnement soit suffisant pour empêcher tous les organes d'atteindre une température dangereuse, que leur facteur de puissance soit relativement élevé aussi bien durant la période de démarrage qu'en marche normale, de façon à ne pas troubler le réseau d'alimentation, etc. Le combinateur est d'un type à contacteurs électromagnétiques; le frein est du type magnétique. L'auteur donne ensuite quelques résultats des essais effectués par lui sur un ascenseur d'une capacité normale de levage de 750 kg à la vitesse de 143 m : mn, actionné par un moteur diphasé, à la tension de 220 v et dont la vitesse peut varier dans le rapport de 3 à 1. Un premier oscillogramme indique les variations du courant dans le cas d'une ascension du troisième au cinquième étage avec une charge de 500 kg; on constate que la vitesse de régime est atteinte au bout de 2,5 s; un deuxième se réfère au cas où l'on a imposé à l'ascenseur une surcharge de 33 pour 100 et l'auteur termine par cette remarque que, sans entrer dans un examen détaillé de la question, on a généralement cette impression qu'un moteur d'ascenseur à courant alternatif ne restitue pas d'énergie à la ligne en fonctionnant en génératrice quand la charge l'entraîne à une vitesse supérieure à la vitesse synchrone. En fait, cependant, l'expérience prouve que dans les ascenseurs dont la vitesse de déplacement est de l'ordre de 100 à 200 m : mn, le moteur peut compenser les pertes du combinateur et du frein et, en plus, restituer au réseau environ 25 à 40 pour 100 de sa puissance nominale en fonctionnant comme génératrice. — B. C.

DIVERS

778.554.4. — **Un nouveau système de cinématographe parlant**; A. DINSDALE. *The Wireless World and Radio Review*, 25 mai 1927, t. XX, p. 645-648, 1 300 mots, 4 fig. — Le problème à résoudre consiste en la synchronisation parfaite d'une pellicule cinématographique et d'un enregistrement sonore correspondant. La General electric Company a résolu le problème de la façon suivante : les deux enregistrements — photographique et sonore — sont réalisés sur une pellicule cinématographique de largeur ordinaire. L'enregistrement sonore est visible sur le bord de la pellicule sous forme de séries de bandes et raies horizontales alternativement sombres et claires, de largeur et d'intensité variables. La prise de vues s'opère de la façon usuelle ; dans le voisinage est monté un type spécial de microphone dont le courant de sortie est amplifié au moyen d'amplificateurs à basse fréquence ordinaire. Le courant amplifié actionne un petit miroir vibrant qui projette sur le bord de la pellicule une petite tache lumineuse par l'intermédiaire d'une lentille ; il en résulte un enregistrement oscillographique du son. L'appareil de projection cinématographique ne diffère d'un appareil ordinaire que par un dispositif supplémentaire comprenant une petite lampe électrique et une cellule photoélectrique. Lorsque la pellicule se déroule à travers le projecteur, une petite tache lumineuse reçue par la cellule photoélectrique dépend de la densité de l'enregistrement oscillographique sur le bord de la pellicule. Il en résulte la production d'un courant variable très faible dans le circuit de sortie de la cellule ; ce courant est ensuite amplifié au moyen d'amplificateurs à basse fréquence ordinaires et envoyé dans un haut-parleur puissant. — G. M.

621.328 : 679.75. — **Le classement automatique des cigares suivant leur nuance**; E. DREYFUS. *La Technique moderne*, 1er juillet 1927, t. XIX, p. 407, 900 mots, 1 fig. — La machine automatique à classer les cigares présentée à l'Exposition des Industries du Tabac à Londres par l'American Machine and Foundry Co repose sur le principe suivant : un faisceau lumineux est envoyé sur le cigare et le faisceau réfléchi dont l'intensité est fonction de la clarté de la robe du cigare est reçu dans une cellule photoélectrique. Le courant produit dans cette cellule par ce faisceau lumineux est directement proportionnel à son intensité lumineuse, donc caractérise la nuance du cigare. Après avoir passé dans un amplificateur à deux lampes il est mesuré par un milliampèremètre dont l'aiguille se déplace sur une série de plots et agit ainsi sur un électroaimant qui commande le déplacement d'un curseur le long de l'alvéole dans laquelle est placé le cigare. Cette alvéole est montée dans une chaîne sans fin et passe au-dessus d'une série de onze compartiments. Suivant la position du curseur, elle s'ouvrira au-dessus de l'un ou l'autre de ces compartiments et y laisse tomber le cigare. Il y a dix classes de nuances prévues, le onzième compartiment servant à recueillir les cigares non classés dans l'une des dix nuances prévues. Cette machine peut trier 4000 cigares à l'heure. Des dispositifs sont prévus dans le montage de la cellule photoélectrique et de la lampe qui éclaire les cigares pour que les variations accidentelles de la tension du réseau alimentant cette lampe n'agissent pas sur le classement et pour permettre de corriger par un réglage les variations lentes de la résistance propre de la lampe. En outre un écran coloré placé en avant de la cellule permet d'assurer la régularité du triage indépendamment de la couleur propre de la robe du cigare. — J. S.

MATIÈRES PREMIÈRES

621.315.61 : 620.1. — **Les prescriptions normalisées pour les compounds**; H.-W.-L. BRUCKMAN. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 139-140, 400 mots. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

665.5 : 621.315.61 (017). — **Sur le nombre de types des huiles isolantes à prévoir dans les spécifications internationales**; CZAPLICKI. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 144, 250 mots. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

665.5 : 621.315.61 : 621.314.2. — **Contribution à l'étude des essais d'altération des huiles de transformateurs**; H. WEISS et T. SALOMON. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 145-146, 1 300 mots. Analyse d'un rapport présenté à la première section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE. Le Gérant : J. BLONDIN.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.228.1 : 537.726. — Application des résonateurs piézoélectriques à la mesure de la fréquence; G. Vallauri. *L'Elettrotecnica*, 15 juillet 1927, t. xiv, p. 445-452, 5 500 mots, 4 fig., 2 tabl — Les développements actuels de la radiodiffusion rendent nécessaire une définition de plus en plus exacte et précise de la fréquence. L'auteur rappelle que les résonateurs piézoélectriques jouissent dans ce but de propriétés remarquables. Ces oscillateurs ont des périodes d'oscillation propre parfaitement définies, dépendant de leurs dimensions, de leur densité et de leur module d'élasticité. Ces périodes varient très peu avec la température. Placés dans un circuit électrique, les résonateurs piézoélectriques absorbent une puissance maximum au voisinage de leur fréquence propre. De plus, dans les mêmes circonstances, ils produisent dans le circuit des oscillations de leur fréquence propre. On peut déterminer la résonance non seulement par cette variation de puissance, mais aussi par les phénomènes de luminescence qui se produisent quand le cristal de quartz est placé dans une ampoule pleine de gaz raréfié. Dans ce cas, l'excitation du cristal se fait en général par voie inductive. On peut employer le quartz comme générateur d'ondes. Il suffit pour cela de le réunir au filament et à la grille d'une lampe triode, placés dans un circuit convenable. Le Bureau of Standards de Washington a envoyé en Europe, pour y être étalonnés par les principaux laboratoires, deux résonateurs de quartz. M. Vallauri indique la méthode qui a été suivie au laboratoire de la Marine italienne pour étalonner l'un d'eux. On règle à une valeur fixe la vitesse d'un alternateur par un système Léonard, et on mesure sa fréquence à l'aide d'un diapason électrique. On s'arrange, par un dispositif spécial, de façon que l'un des harmoniques soit particulièrement développé. La comparaison entre les résultats des différents laboratoires montre que l'erreur de mesure est inférieure à 1 pour 1000. — C.-R. M.

537.525.6. — Comparaison des décharges produites par des systèmes à deux ou trois électrodes dans l'hydrogène; B. Trevelyan. *Phil. Mag.*, juillet 1927, t. iv (7ᵉ série), p. 64-77, 4000 mots, 4 fig. — Dans une précédente étude des décharges à faible différence de potentiel dans l'hydrogène, la décharge était produite par un courant d'électrons émanant d'un filament incandescent, et accélérés vers une grille à larges mailles placée à environ 2 mm en avant du filament. La décharge principale s'étendait à travers la grille et le tube, loin des électrodes. Cette décharge est d'un type nettement différent de celle d'un tube à trois électrodes, ou d'un tube contenant deux électrodes, dont la distance mutuelle est considérablement plus grande que la distance entre les parois. La méthode basée sur l'emploi d'une électrode collectrice auxiliaire a été utilisée comme un moyen d'étudier la répartition des potentiels, et de déterminer la concentration et la température des électrons mis en jeu dans la décharge. Quelques mesures analogues ont été faites avec un tube à trois électrodes. Bien que la décharge soit compliquée, il est possible d'obtenir dans les deux cas des renseignements précis, à condition que l'électrode collectrice ne prenne qu'une petite fraction du courant principal. Le courant qui passe dans une décharge est régi par deux facteurs, qui sont le champ électrique appliqué et l'inégale vitesse de diffusion des ions. Selon les conditions de la décharge, l'un ou l'autre de ces facteurs joue un rôle prédominant. Dans des conditions qui donnent naissance à de grandes concentrations d'électrons et à un petit gradient de potentiel dû au champ appliqué, le courant peut être transporté principalement par diffusion. Dans le tube à deux électrodes, il n'y a pas de champs intenses, la chute de potentiel principale se produit entre le filament et la grille, et le potentiel de toute la région lumineuse située au delà n'est pas très différent de celui de la grille. Il n'y aura par suite pratiquement pas de champ résultant le long de la décharge lumineuse, excepté celui dû aux concentrations locales et aux effets de diffusion. Le système peut être considéré comme consistant, dans son ensemble, en deux surfaces équipotentielles, l'une formée par les parois et le filament, l'autre par la grille et la lueur, et pratiquement toute la chute de potentiel réside dans l'espace obscur compris entre eux. En insérant une anode comme troisième électrode, et superposant un champ entre l'anode et la grille, le système est modifié. Si le champ qui règne entre la grille et le filament n'est pas trop intense, la grille et les parois vont maintenant former une surface approximativement équipotentielle. La première agit comme cathode dans la décharge principale entre la grille et l'anode, mais ici la cathode et l'anode sont éloignées l'une de l'autre, et la région lumineuse principale est comprise entre elles, tandis que dans le tube à deux électrodes, la distance entre la cathode et l'anode était petite par rapport au diamètre du tube, et la région lumineuse était au delà de la grille. Dans un cas, un champ existe le long de la lueur; dans l'autre, le champ appliqué n'a pratiquement pas d'effet dans la partie lumineuse. En présence du champ, la diffusion le long du tube est favorisée, tandis que la diffusion vers les parois est empêchée. La plus grande différence entre les systèmes à deux et à trois électrodes réside dans l'énergie des électrons. Dans le premier, les températures des électrons dans la lueur sont élevées, et d'un ordre qui correspond au poten-

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.* *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. xxi, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : *France*, 1,50 fr; *Etranger*, 3,50 fr.)

Les postes à batterie centrale
type P.T.T 1924

sont les derniers modèles officiels
imposés par l'Administration des P.T.T.

Ces appareils peuvent être employés sur les Réseaux automatiques par la simple adjonction immédiate d'un disque envoyeur.



Type mobile à combiné

Demandez les postes provenant de la fabrication de la Société créatrice:

"Le Matériel Téléphonique"

Société Anonyme au Capital de 110.000.000 de francs

46 Avenue de Breteuil PARIS. (VIIe)

tiel d'ionisation de l'hydrogène : dans l'autre, les températures sont beaucoup plus basses. Ceci suggère que dans le système à deux électrodes la luminosité est produite par des électrons rapides capables d'ioniser le gaz directement, tandis qu'elle l'est par un moyen moins direct dans le système à trois électrodes. — L. B.

537.542. — Les propriétés électriques et les applications des lampes à luminescence cathodique; F. Neri. *L'Elettrotecnica*, 5 août 1927, t. XIV, p. 506-516, 9000 mots, 27 fig. — Les études expérimentales dont il s'agit ont été effectuées sur des lampes de la maison Osram. En courant continu, il existe deux tensions critiques, au-dessous desquelles aucun courant n'existe. L'une, la plus grande, correspond aux tensions ascendantes, et l'autre aux tensions décroissantes. Le courant correspondant à ces tensions n'est pas nul. Dans certaines circonstances, la lampe peut être considérée comme une résistance négative. La tension critique supérieure varie avec les conditions ambiantes, en particulier avec les facteurs ionisants. En atmosphère intensément éclairée, il se produit des phénomènes photoélectriques. En courant alternatif, les tensions efficaces critiques varient avec la fréquence. Leur différence décroît avec la luminosité de l'ambiance et croît avec la fréquence. La puissance consommée est par contre indépendante de la fréquence, mais varie avec l'éclairement. Quand on alimente une lampe à luminescence par les décharges d'un condensateur, la tension critique inférieure varie comme la capacité et en sens inverse de la tension de charge. Ces lampes sont susceptibles, dans certaines conditions, de provoquer des impulsions de courant unidirectionnelles. On y arrive en alimentant à l'aide d'une batterie d'accumulateurs, une lampe en parallèle avec un condensateur, le tout en série sur une résistance. Le même résultat est obtenu en mettant le condensateur en parallèle avec la résistance, l'ensemble étant en série avec la lampe. Quand on est assez loin des conditions limites du phénomène, sa période est sensiblement

$$T = RC \log_e \frac{V - V_i}{V - V_s}$$

où R est la résistance, C, la capacité, V, la tension de la batterie, V_i et V_s, les tensions critiques inférieure et supérieure. Parmi les applications possibles des lampes à luminescence, certaines sont peu connues: voltmètres de pointe (jusqu'à 250 kv), mesure des petites variations de tension, multiplicateurs de fréquence où la fréquence est multipliée par le nombre de phases, mesure des capacités et des grandes résistances, applications aux oscillographes, mesure des fréquences. — C.-R. M.

537.56 : 538.56. — Transmission des ondes électriques à travers un milieu ionisé; T.-L. Eckersley. *Phil. Mag.*, juillet 1927, t. IV (7e série), p. 147-165, 6800 mots, 6 fig. — Dans un récent travail, l'auteur a montré que l'état d'ionisation avait une profonde influence sur la propagation des ondes électromagnétiques. L'addition à l'éther d'électrons libres lui communique un caractère dispersif, avec le résultat que les diverses composantes d'une onde complexe sont séparées l'une de l'autre après un temps suffisant ; les fréquences élevées parviennent les premières en un point éloigné donné ; les fréquences inférieures suivent avec des retards croissants. On pourrait croire que le phénomène se poursuit jusqu'à la fréquence zéro ; on trouve au contraire que l'on parvient à une certaine fréquence critique ν_0, dont la valeur dépend de l'état du milieu, et est donnée par la relation

$$\nu_0^2 = \frac{Ne^2}{\pi m}.$$

L'objet de la présente note est d'étudier plus complètement cette fréquence caractéristique du milieu. En appliquant la méthode de Sommerfeld, l'auteur montre que dans un milieu contenant des électrons libres, il y a une certaine fréquence critique caractérisée par le fait que les ondes de fréquence plus petite ne peuvent se propager dans le milieu. La raison physique de l'existence d'une telle fréquence critique est liée au fait que les électrons du milieu empruntent à l'onde une partie plus ou moins grande de sa quantité de mouvements et la totalité à la fréquence critique, de sorte que l'onde ne peut plus se propager. Ce fait est connexe de la théorie de la diffusion de Compton, dans laquelle un quantum individuel donne sa quantité de mouvement à un électron, par choc. L'onde est réduite au repos quand tous les quanta entrent en collision avec les électrons, ce qui se produit lorsqu'on approche de la fréquence critique. — L. B.

538.56 : 535.2 : 621.396. — La vitesse de propagation des ondes courtes. *E. T. Z.*, 11 août 1927, t. XLVIII, p. 1157-1158, 950 mots. — D'après les théories les plus modernes, les rayons d'émission des ondes de télégraphie sans fil sont un réseau de cercles passant par la station émettrice et son antipode, et ayant leurs centres sur l'équateur qui a ces deux points comme pôles. Les rayons inférieurs suivent à peu près la surface terrestre. Pour vérifier ces vues, on a fait des expériences entre deux stations allemandes et une station américaine, avec des ondes comprises entre 15 et 21 m, en mesurant les deux ondes qui arrivent à un récepteur à partir d'un même émetteur. Elles conduisent à une vitesse de propagation de 289 500 km : s pour l'onde de 15 m. Cette diminution de la vitesse de propagation dépendrait aussi de la nature et de l'humidité du sol. M. F. Kiebitz donne une description succincte de l'appareil qui l'a conduit à cette dernière conclusion. — C.-R. M.

541.131-133. — Relation entre l'unité de conductivité électrolytique et la loi de Faraday; M. Eppley. *Journal of the Franklin Institute*, juillet 1927, t. CCIV, p. 95-96, 450 mots. — L'unité de conductivité électrolytique est la conductance (inverse de la résistance) d'une colonne de liquide de 1 centimètre de longueur et de 1 centimètre carré de section droite, dont la résistance est 1 ohm. La conductivité électrolytique k, s'exprime donc en fonction de la résistance R de la colonne liquide qui vient d'être définie par la relation

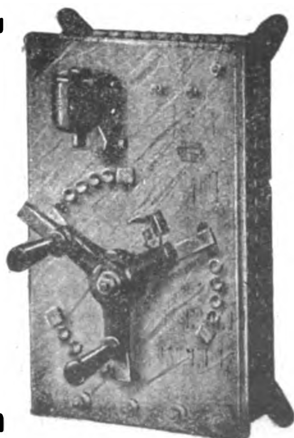
$$k = \frac{1}{R}.$$

Ce nombre k est numériquement égal à l'intensité, en ampères, du courant qui passe entre électrodes de 1 cm² et distantes de 1 cm, quand la différence de potentiel entre ces électrodes est égale à 1 volt. Pour l'unité de conductivité ce courant sera égal à 1 ampère qui déposera une quantité déterminée de matière qui en est l'équivalent électrochimique, d'où un nouvel énoncé de la loi de Faraday. — L. B.

541.133. — Le calcul de la conductivité équivalente des électrolytes forts; A. Ferguson et I. Vogel. *Phil. Mag.*, juillet 1927, t. IV (7e série), p. 233-242, 2000 mots, 13 tabl. — Dans un précédent mémoire les auteurs ont calculé les valeurs de la conductivité équivalente à dilution infinie, Λ_∞, pour trente-sept électrolytes forts, en faisant usage d'une méthode simple, mais exacte, pour calculer les quantités B et n de l'équation

$$\Lambda_0 = \Lambda + BC^n.$$

Contrairement à la supposition habituelle que n est indépendant de la nature de l'électrolyte, ils ont montré que B et n varient régulièrement avec la nature de l'électrolyte et que leurs valeurs sont par suite des caractéristiques importantes de chaque électrolyte. La formule se montre en outre valable pour les électrolytes dont les deux éléments sont monovalents, ou bivalents ou encore, l'un monovalent et l'autre bivalent. L'hypothèse de la constance de n est fondamentale dans certaines théories nouvelles des électrolytes forts : Debye



DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.228.1 : 537.726. — Application des résonateurs piézo-électriques à la mesure de la fréquence; G. VALLAURI. *L'Elettrotecnica*, 15 juillet 1927, t. XIV, p. 445-452, 5 500 mots, 4 fig., 2 tabl — Les développements actuels de la radiodiffusion rendent nécessaire une définition de plus en plus exacte et précise de la fréquence. L'auteur rappelle que les résonateurs piézoélectriques jouissent dans ce but de propriétés remarquables. Ces oscillateurs ont des périodes d'oscillation propre parfaitement définies, dépendant de leurs dimensions, de leur densité et de leur module d'élasticité. Ces périodes varient très peu avec la température. Placés dans un circuit électrique, les résonateurs piézoélectriques absorbent une puissance maximum au voisinage de leur fréquence propre. De plus, dans les mêmes circonstances, ils produisent dans le circuit des oscillations de leur fréquence propre. On peut déterminer la résonance non seulement par cette variation de puissance, mais aussi par les phénomènes de luminescence qui se produisent quand le cristal de quartz est placé dans une ampoule pleine de gaz raréfié. Dans ce cas, l'excitation du cristal se fait en général par voie inductive. On peut employer le quartz comme générateur d'ondes. Il suffit pour cela de le réunir au filament et à la grille d'une lampe triode, placés dans un circuit convenable. Le Bureau of Standards de Washington a envoyé en Europe, pour y être étalonnés par les principaux laboratoires, deux résonateurs de quartz. M. Vallauri indique la méthode qui a été suivie au laboratoire de la Marine italienne pour étalonner l'un d'eux. On règle à une valeur fixe la vitesse d'un alternateur par un système Léonard, et on mesure sa fréquence à l'aide d'un diapason électrique. On s'arrange, par un dispositif spécial, de façon que l'un des harmoniques soit particulièrement développé. La comparaison entre les résultats des différents laboratoires montre que l'erreur de mesure est inférieure à 1 pour 1000. — C.-R. M.

537.525.6. — Comparaison des décharges produites par des systèmes à deux ou trois électrodes dans l'hydrogène; R. TREVELYAN. *Phil. Mag.*, juillet 1927, t. IV (7e série), p. 61-77, 4 000 mots, 4 fig. — Dans une précédente étude des décharges à faible différence de potentiel dans l'hydrogène, la décharge était produite par un courant d'électrons émanant d'un filament incandescent, et accélérés vers une grille à larges mailles placée à environ 2 mm en avant du filament. La décharge principale s'étendait à travers la grille et le tube, loin des électrodes. Cette décharge est d'un type nettement différent de celle d'un tube à trois électrodes, ou d'un tube contenant deux électrodes, dont la distance mutuelle est considérablement plus grande que la distance entre les parois. La méthode basée sur l'emploi d'une électrode collectrice auxiliaire a été utilisée comme un moyen d'étudier la répartition des potentiels, et de déterminer la concentration et la température des électrons mis en jeu dans la décharge. Quelques mesures analogues ont été faites avec un tube à trois électrodes. Bien que la décharge soit compliquée, il est possible d'obtenir dans les deux cas des renseignements précis, à condition que l'électrode collectrice ne prenne qu'une petite fraction du courant principal. Le courant qui passe dans une décharge est régi par deux facteurs, qui sont le champ électrique appliqué et l'inégale vitesse de diffusion des ions. Selon les conditions de la décharge, l'un ou l'autre de ces facteurs joue un rôle prédominant. Dans des conditions qui donnent naissance à de grandes concentrations d'électrons et à un petit gradient de potentiel dû au champ appliqué, le courant peut être transporté principalement par diffusion. Dans le tube à deux électrodes, il n'y a pas de champs intenses, la chute de potentiel principale se produit entre le filament et la grille, et le potentiel de toute la région lumineuse située au delà n'est pas très différent de celui de la grille. Il n'y aura par suite pratiquement pas de champ résultant le long de la décharge lumineuse, excepté celui dû aux concentrations locales et aux effets de diffusion. Le système peut être considéré comme consistant, dans son ensemble, en deux surfaces équipotentielles, l'une formée par les parois et le filament, l'autre par la grille et la lueur, et pratiquement toute la chute de potentiel réside dans l'espace obscur compris entre eux. En insérant une anode comme troisième électrode, et superposant un champ entre l'anode et la grille, le système est modifié. Si le champ qui règne entre la grille et le filament n'est pas trop intense, la grille et les parois vont maintenant former une surface approximativement équipotentielle. La première agit comme cathode dans la décharge principale entre la grille et l'anode, mais ici la cathode et l'anode sont éloignées l'une de l'autre, et la région lumineuse principale est comprise entre elles, tandis que dans le tube à deux électrodes, la distance entre la cathode et l'anode était petite par rapport au diamètre du tube, et la région lumineuse était au delà de la grille. Dans un cas, un champ existe le long de la lueur; dans l'autre, le champ appliqué n'a pratiquement pas d'effet dans la partie lumineuse. En présence du champ, la diffusion le long du tube est favorisée, tandis que la diffusion vers les parois est empêchée. La plus grande différence entre les systèmes à deux et à trois électrodes réside dans l'énergie des électrons. Dans le premier, les températures des électrons dans la lueur sont élevées, et d'un ordre qui correspond au poten-

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.* *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingenieurs electriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : *France*, 1,50 fr; *Etranger*, 3,50 fr.)

tiel d'ionisation de l'hydrogène : dans l'autre, les températures sont beaucoup plus basses. Ceci suggère que dans le système à deux électrodes la luminosité est produite par des électrons rapides capables d'ioniser le gaz directement, tandis qu'elle l'est par un moyen moins direct dans le système à trois électrodes. — L. B.

537.542. — Les propriétés électriques et les applications des lampes à luminescence cathodique; F. Neri. *L'Elettrotecnica*, 5 août 1927, t. XIV, p. 506-516, 9000 mots, 27 fig. — Les études expérimentales dont il s'agit ont été effectuées sur des lampes de la maison Osram. En courant continu, il existe deux tensions critiques, au-dessous desquelles aucun courant n'existe. L'une, la plus grande, correspond aux tensions ascendantes, et l'autre aux tensions décroissantes. Le courant correspondant à ces tensions n'est pas nul. Dans certaines circonstances, la lampe peut être considérée comme une résistance négative. La tension critique supérieure varie avec les conditions ambiantes, en particulier avec les facteurs ionisants. En atmosphère intensément éclairée, il se produit des phénomènes photoélectriques. En courant alternatif, les tensions efficaces critiques varient avec la fréquence. Leur différence décroît avec la luminosité de l'ambiance et croît avec la fréquence. La puissance consommée est par contre indépendante de la fréquence, mais varie avec l'éclairement. Quand on alimente une lampe à luminescence par les décharges d'un condensateur, la tension critique inférieure varie comme la capacité et en sens inverse de la tension de charge. Ces lampes sont susceptibles, dans certaines conditions, de provoquer des impulsions de courant unidirectionnelles. On y arrive en alimentant à l'aide d'une batterie d'accumulateurs, une lampe en parallèle avec un condensateur, le tout en série sur une résistance. Le même résultat est obtenu en mettant le condensateur en parallèle avec la résistance, l'ensemble étant en série avec la lampe. Quand on est assez loin des conditions limites du phénomène, sa période est sensiblement

$$T = RC \log_e \frac{V - V_i}{V - V_s}$$

où R est la résistance, C, la capacité, V, la tension de la batterie, V_i et V_s, les tensions critiques inférieure et supérieure. Parmi les applications possibles des lampes à luminescence, certaines sont peu connues: voltmètres de pointe (jusqu'à 250 kV), mesure des petites variations de tension, multiplicateurs de fréquence où la fréquence est multipliée par le nombre de phases, mesure des capacités et des grandes résistances, applications aux oscillographes, mesure des fréquences. — C.-R. M.

537.56 : 538.56. — Transmission des ondes électriques à travers un milieu ionisé; T.-L. Eckersley. *Phil. Mag.*, juillet 1927, t. IV (7e série), p. 147-165, 6800 mots, 6 fig. — Dans un récent travail, l'auteur a montré que l'état d'ionisation avait une profonde influence sur la propagation des ondes électromagnétiques. L'addition à l'éther d'électrons libres lui communique un caractère dispersif, avec le résultat que les diverses composantes d'une onde complexe sont séparées l'une de l'autre après un temps suffisant ; les fréquences élevées parviennent les premières en un point éloigné donné ; les fréquences inférieures suivent avec des retards croissants. On pourrait croire que le phénomène se poursuit jusqu'à la fréquence zéro ; on trouve au contraire que l'on parvient à une certaine fréquence critique ν_0, dont la valeur dépend de l'état du milieu, et est donnée par la relation

$$\nu_0^2 = \frac{Ne^2}{\pi m}.$$

L'objet de la présente note est d'étudier plus complètement cette fréquence caractéristique du milieu. En appliquant la méthode de Sommerfeld, l'auteur montre que dans un milieu contenant des électrons libres, il y a une certaine fréquence critique caractérisée par le fait que les ondes de fréquence plus petite ne peuvent se propager dans le milieu. La raison physique de l'existence d'une telle fréquence critique est liée au fait que les électrons du milieu empruntent à l'onde une partie plus ou moins grande de sa quantité de mouvements et la totalité à la fréquence critique, de sorte que l'onde ne peut plus se propager. Ce fait est connexe de la théorie de la diffusion de Compton, dans laquelle un quantum individuel donne sa quantité de mouvement à un électron, par choc. L'onde est réduite au repos quand tous les quanta entrent en collision avec les électrons, ce qui se produit lorsqu'on approche de la fréquence critique. — L. B.

538.56 : 535.2 : 621.396. — La vitesse de propagation des ondes courtes. *E. T. Z.*, 11 août 1927, t. XLVIII, p. 1157-1158, 950 mots. — D'après les théories les plus modernes, les rayons d'émission des ondes de télégraphie sans fil sont un réseau de cercles passant par la station émettrice et son antipode, et ayant leurs centres sur l'équateur qui a ces deux points comme pôles. Les rayons inférieurs suivent à peu près la surface terrestre. Pour vérifier ces vues, on a fait des expériences entre deux stations allemandes et une station américaine, avec des ondes comprises entre 15 et 21 m, en mesurant les deux ondes qui arrivent à un récepteur à partir d'un même émetteur. Elles conduisent à une vitesse de propagation de 289 500 km : s pour l'onde de 15 m. Cette diminution de la vitesse de propagation dépendrait aussi de la nature et de l'humidité du sol. M. F. Kiebitz donne une description succincte de l'appareil qui l'a conduit à cette dernière conclusion. — C.-R. M.

541.131-133. — Relation entre l'unité de conductivité électrolytique et la loi de Faraday; M. Eppley. *Journal of the Franklin Institute*, juillet 1927, t. CCIV, p. 95-96, 450 mots. — L'unité de conductivité électrolytique est la conductance (inverse de la résistance) d'une colonne de liquide de 1 centimètre de longueur et de 1 centimètre carré de section droite, dont la résistance est 1 ohm. La conductivité électrolytique k, s'exprime donc en fonction de la résistance R de la colonne liquide qui vient d'être définie par la relation

$$k = \frac{1}{R}.$$

Ce nombre k est numériquement égal à l'intensité, en ampères, du courant qui passe entre électrodes de 1 cm² et distantes de 1 cm, quand la différence de potentiel entre ces électrodes est égale à 1 volt. Pour l'unité de conductivité ce courant sera égal à 1 ampère qui déposera une quantité déterminée de matière qui en est l'équivalent électrochimique, d'où un nouvel énoncé de la loi de Faraday. — L. B.

541.133. — Le calcul de la conductivité équivalente des électrolytes forts; A. Ferguson et I. Vogel. *Phil. Mag.*, juillet 1927, t. IV (7e série), p. 233-242, 2000 mots, 13 tabl. — Dans un précédent mémoire les auteurs ont calculé les valeurs de la conductivité équivalente à dilution infinie, Λ_0, pour trente-sept électrolytes forts, en faisant usage d'une méthode simple, mais exacte, pour calculer les quantités B et n de l'équation

$$\Lambda_0 = \Lambda + BC^n.$$

Contrairement à la supposition habituelle que n est indépendant de la nature de l'électrolyte, ils ont montré que B et n varient régulièrement avec la nature de l'électrolyte et que leurs valeurs sont par suite des caractéristiques importantes de chaque électrolyte. La formule se montre en outre valable pour les électrolytes dont les deux éléments sont monovalents, ou bivalents ou encore, l'un monovalent et l'autre bivalent. L'hypothèse de la constance de n est fondamentale dans certaines théories nouvelles des électrolytes forts ; Debye

et Hückel, par exemple, trouvent que leur théorie conduit directement à la formule de Kohlrausch

$$\frac{\Lambda_0 - \Lambda}{\Lambda_0} = BC^{\frac{1}{2}},$$

où B est déterminé en fonction de certaines constantes caractéristiques des substances considérées, alors que l'exposant de C est indépendant de la nature de l'électrolyte. Ceci est en opposition directe avec les résultats des auteurs. Dans le présent mémoire, on calcule Λ_0 pour un certain nombre d'électrolytes forts aux températures de 0°, 18° et 25°C. Des résultats obtenus, on peut conclure que la constante B varie irrégulièrement avec la température, tandis que n paraît décroître lorsque la température s'élève, excepté dans le cas du bromure de potassium et de l'acétate de sodium. Le mémoire se termine par une série de tableaux donnant les valeurs des mobilités de divers ions. — L. B.

SCIENCES DIVERSES

535.215.4 : 546.92. — Les propriétés photoélectriques du platine débarrassé de tous gaz occlus. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 275-276, 750 mots. Analyse d'un article de L.-A. du Bridge, publié dans *Phys. Rev.*, mars 1927, t. XXIX, p. 451-465, 6 000 mots, 4 fig.

MESURES ET ESSAIS

535.61-32 + 537.531] : 535.243 : 778. — Spectrographe à réseau dans le vide pour l'ultraviolet de Millikan et les rayons X; J. Thibaud. *Le Journal de Physique et le Radium*, janvier 1927, t. VIII (6e série), p. 13-24, 6 500 mots, 5 fig., 2 tabl. — La spectrographie des ondes les plus courtes de l'ultraviolet, celles qui forment le passage vers le domaine des rayons X, n'a été réalisée jusqu'ici, par enregistrement photographique, que par Millikan. L'auteur expose dans ce mémoire la théorie du réseau tangentiel, nouveau mode d'emploi qui accroît considérablement le pouvoir dispersif de cet instrument, et lui a permis d'obtenir la diffraction directe des rayons X et, par suite, une mesure absolue de leurs longueurs d'onde. Dans le spectrographe à vide pour l'ultraviolet, construit par l'auteur sur le même principe, le vide est assuré par une pompe moléculaire; il comporte une source à étincelle condensée, deux fentes collimatrices et un support à vis calantes pour le réglage du réseau tangentiel. L'instrument comporte soit un réseau sur verre à 200 traits par millimètre et une plaque d'enregistrement photographique ordinaire sensibilisée par une couche d'huile fluorescente, soit un réseau de Rowland avec plaque de Schumann. Il est établi que le verre a un pouvoir réflecteur plus élevé que le métal speculum pour toute longueur d'onde inférieure à 500 Å. Le carbone, magnésium, aluminium, fer, cuivre, platine, furent successivement utilisés comme électrodes. Sur un même cliché, on peut enregistrer la totalité d'un spectre allant de 6 000 à 140 Å, ce qui est précieux pour l'étalonnage des lignes nouvelles. On obtient notamment un spectre du cuivre avec le réseau à 200 traits par millimètre et une distance focale de 13 cm. Ce spectre est plus dispersé que ceux des auteurs américains pour les radiations de longueur d'onde inférieure à 200 Å. L'auteur signale l'existence de lignes nouvelles dans l'extrémité ultraviolette du spectre du cuivre. — L. B.

535.243 : 778 : 537.531. — La spectrographie des rayons X de grande longueur d'onde. Séries O et N, et jonction avec l'ultraviolet extrême; A. Dauvillier. *Le Journal de Physique et le Radium*, janvier 1927, t. VIII (6e série), p. 1-12, 8 000 mots, 11 fig. — L'auteur décrit une méthode d'exploration du spectre applicable au domaine spectrographique inconnu compris entre 20 et 136 Å, limite de la spectrographie optique. Les radiations à étudier sont produites par bombardement, au moyen d'électrons lents, d'une anticathode recouverte, à tout instant, d'un film de l'élément dont on veut obtenir le spectre. Ce film est obtenu par l'évaporation de la cathode. Le tube et le spectrographe sont séparés par une membrane transparente et étanche. La plaque photographique, du type Schumann, est protégée de la lumière provenant du tube par un écran transparent aux rayons X, et constitué par une pellicule de celluloïd recouverte d'un mince dépôt de magnésium. Le réseau consiste en une préparation de mélissate de plomb oscillant lentement. La série K a pu être complétée par la mesure des raies K_α de l'oxygène, du carbone et du bore. On décrit en outre une méthode permettant d'obtenir le spectre de n'importe quel élément fixe. Elle est utilisée pour suivre l'apparition des lignes L_α et M_α. Les séries N et O encore inconnues ont été étudiées avec le thorium. Les raies observées vérifient les prévisions théoriques. La série O a permis d'établir la liaison spectrographique entre les rayons X et le domaine optique. — L. B.

537.523.5 : 537.72 : 538.56. — Mesures relatives aux phénomènes transitoires rapides à l'aide d'éclateurs. *E. T. Z.*, 11 août 1927, t. XLVIII, p. 1 158, 850 mots; *E. u. M.*, 21 août 1927, t. XLV, p. 693-696, 1 500 mots, 2 fig. — L'étude des phénomènes transitoires a été entreprise à l'aide d'un éclateur à boules, réuni aux deux extrémités d'une résistance traversée par le courant étudié. Cette résistance doit être choisie d'une façon toute spéciale : elle doit être ponctuelle comparativement à la longueur de la perturbation, être exempte de réactance de self-induction et de capacité. Elle doit surtout être indépendante de la tension. A l'aide de l'appareillage décrit, on a mesuré la résistance relative aux ondulations et effectué l'étalonnage des résistances en silite, ainsi que la valeur maximum de la raideur des ondes dans les lignes ouvertes à l'aide de la valeur maximum du courant de charge d'un condensateur, quand celui-ci est en dérivation sur la ligne. — C.-R. M.

537.74 : 538.56. — Les diverses méthodes de mesures des ondes mobiles et des surtensions. Leurs domaines d'application; H. Muller. *E. u. M.*, 31 juillet 1927, t. XLV, p. 629-636, 5 800 mots, 10 fig. — L'auteur examine une série de méthodes expérimentales ayant pour but de déterminer les grandeurs caractéristiques des ondes mobiles le long des lignes : ces grandeurs sont l'amplitude, la longueur et la raideur maxima. Il a proposé une méthode qu'il compare à celles de Lecher, Binder, Peters, celle du klydonographe basée sur l'emploi des images de Lichtenberg. Enfin, il signale les essais de mesures effectués avec les oscillographes, par M. Rogowski et Matthias. — C.-R. M.

621.317.5. — Procédé permettant d'éviter la fraude par des modifications aux connexions des compteurs électriques; Walter Klucke. *E. T. Z.*, 11 août 1927, t. XLVIII, p. 1 148-1 149, 1 400 mots, 2 fig. — Pour les compteurs à courant alternatif, les modifications frauduleuses consistent surtout en des shuntages des bobines en série. L'auteur passe en revue leurs conséquences, par lesquelles on peut déceler leur existence. Il expose un système qui les rend impossibles. Ce système consiste en une modification des connexions intérieures, faite en respectant les bornes de sortie. — C.-R. M.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.165.00.42. — La régulation des turbines à condensation; E.-A. Kraft. *E. u. M.*, 21 août 1927, t. XLV, p. 685-689, 3 500 mots, 6 fig. — La régulation par détente est le système le plus simple et le plus anciennement pratiqué. Elle consiste dans l'emploi d'une seule soupape dont la plus ou moins grande ouverture permet de faire varier la détente de la vapeur avant son entrée dans la turbine. L'autre système est l'injection partielle, où l'on envoie la vapeur non détendue dans un nombre variable de tuyères. Dans la régulation par détente, la consommation spécifique augmente quand la charge diminue. Par contre, ce système

permet une installation plus simple. L'injection partielle permet au contraire de maintenir à peu près constante la consommation spécifique et d'employer des soupapes où l'étanchéité est excellente. Dans les deux systèmes, le rendement de la turbine diminue avec la charge. L'auteur a étudié par le calcul les variations de ce rendement dans une turbine à régulation par détente, et dans une turbine à injection partielle. Le premier système est à ce point de vue le meilleur dès que la charge est réduite. — C.-R. M.

621.314.4... — Sur la théorie de la transformation de phase asynchrone : B. Walsemann. *E. u. M.*, 31 juillet 1927, t. xlv, p. 636-637, 1 000 mots, 2 fig. — L'auteur donne ici le principe d'une deuxième solution de ce problème. Cette solution est une variante du procédé exposé par le même auteur dans « E. u. M., » 26 décembre 1926, t. xliv, p. 946, article résumé dans «R. G. E., » 9 avril 1927, t. xxi, p. 118 D, procédé auquel cette nouvelle étude se réfère. La caractéristique du nouveau principe réside en ce que le rapport de la tension à la fréquence n'est pas constant, même dans la marche à vide. — C.-R. M.

621.315.2 : 537.226.5-8. — Discussion sur les problèmes relatifs au diélectrique dans les câbles à haute tension. *J. I. E. E.*, juillet 1927, t. lxv, p. 727-730, 1000 mots, 1 fig. Communication de R. Liljeblad et réponse de l'auteur sur l'article de P. Dunsheath publié dans *J. I. E. E.*, de janvier et juillet 1926, t. lxiv, p. 97 et 771 et résumé dans *R. G. E.*, du 22 mai 1926, t. xix, p. 818 et du 6 novembre 1926, t. xx, p. 155 D. — Dans cette communication, M. Liljeblad qui a étudié théoriquement et pratiquement la question des pertes dans les diélectriques et de la perforation des isolants solides, résume brièvement ses idées à ce sujet exposées d'ailleurs dès 1916 dans deux articles de « Teknisk Tidskrift ». Comme M. Dunsheath, il part de l'hypothèse émise par Maxwell que les courants de charge anormaux peuvent s'expliquer par l'absorption dans un diélectrique non homogène. Il suppose le diélectrique formé de plusieurs couches ayant des constantes diélectriques et des conductivités différentes. Reprenant le cas du condensateur formé d'un diélectrique laminé, il rappelle que la contrainte électrique est distribuée également par couches, contrainte dont il calcule la valeur. Il obtient à la suite de ces calculs des courbes donnant la perte de puissance en fonction des conductibilités du diélectrique laminé. Ces courbes sont en accord remarquable avec celles obtenues expérimentalement par M. Dunsheath. A la suite de ces études, l'A S E A a modifié le mode de construction des sorties de transformateurs de façon qu'une même épaisseur de mica soit renfermée dans chaque couche de la sortie. Ces sorties ont des pertes qui ne sont que le 1/10 des pertes des sorties en bakélite pure à 90° C. Au sujet de l'anomalie présentée pour la fréquence o par les pertes à très haute température qui sont pratiquement indépendantes de la fréquence, M. Liljeblad pense qu'elle est due, au moins partiellement, au fait qu'il y a toujours une pellicule d'air entre le diélectrique et les électrodes. Enfin, au sujet de la nature de la perforation des isolants solides, il estime qu'ils sont dus à une cause purement thermique. — J. S.

621.315.62. — Sur la technique des isolateurs; E. Alessandri. *L'Elettrotecnica*, 25 juillet 1927, t. xiv, p. 488-494, 3700 mots, 32 fig. — L'auteur donne une description très succincte des nombreux types d'isolateurs en porcelaine : isolateurs fixes de suspension, ou d'amarrage. De nombreuses figures représentent tous les types décrits. L'exposé est accompagné par diverses considérations sur la préparation et les règles de réception, sur les diverses formes du vieillissement. L'auteur termine en posant de nombreuses questions qu'il désirerait voir discuter par l'Associazione elettrotecnica italiana. — C.-R. M.

621.315.62.00.14. — Tensions de choc appliquées aux isolateurs de canalisations aériennes : influence du nombre de chocs sous la pluie et de la durée de la pluie sur ces tensions ; Ed. Lienhard. *Bull. A.S.E.*, juillet 1927, t. xviii, p. 420-426, 2000 mots, 15 fig., 1 tabl. — Dans cet article sont enregistrés et commentés des résultats d'essais entrepris sur des isolateurs de canalisations aériennes par la Société Brown, Boveri et Cie, en vue de déterminer l'influence qu'exercent sur la valeur de la tension de décharge le nombre de chocs appliqués sous la pluie, la durée de cette pluie avant la décharge et la nature de l'eau. Les essais ont porté sur six modèles d'isolateurs dont la forme et les dimensions sont précisées dans l'article; l'eau employée pour réaliser l'effet de la pluie est caractérisée par sa conductivité; ce fut d'abord de l'eau d'alimentation de la localité de Baden de 313 micromhos par centimètre, puis des eaux distillées respectivement de 33,3 à 40 micromhos par centimètre, de 12,5 à 14,3 et de 8,7 à 10. Les résultats consignés dans un tableau montrent que la nature de l'eau et le nombre de chocs auxquels est soumis l'isolateur influent sensiblement sur la valeur de la tension de décharge, sans qu'il soit possible de déduire des nombres enregistrés la loi suivant laquelle s'exerce cette influence. Ainsi on remarque que généralement la tension de la première décharge est plus élevée que celle mesurée après un certain nombre de chocs; mais, il y a des exceptions; dans certains cas, en effet, cette dernière est au contraire plus élevée que la première. En ce qui concerne l'influence de la durée de la pluie, elle est peu importante, sauf dans les épreuves avec de l'eau d'alimentation de Baden de 313 micromhos par centimètre; l'auteur commente ce résultat et attribue ce phénomène à la présence dans l'eau de carbonate de calcium. — A. C.

621.315.16. — Traitement de préservation des poteaux en bois de pin; E.-E. Boehne. *E.R.J.*, 18 juin 1927, t. lxix, p. 1103-1104, 1500 mots, 2 fig. — L'auteur note d'abord que, d'après les statistiques officielles, le nombre de poteaux en bois de pin créosoté, en service aux Etats-Unis en 1925, était cinq fois plus grand qu'en 1920; en particulier leur nombre est passé de 500000 à 1000000 au cours de l'année 1924; c'est d'ailleurs la seule catégorie de poteaux pour laquelle on note un accroissement pendant cette période. Parmi tous les procédés de préservation des poteaux en bois contre la pourriture, l'imprégnation à la créosote paraît le meilleur. Avant tout traitement, les bois abattus sont en général entreposés en tas à l'air libre pour éliminer la plus grande partie de leur humidité; les tas sont formés de couches successives avec interposition de cales d'écartement en bois créosoté entre chaque couche. Une fois effectué ce premier séchage, qui peut être également fait dans des autoclaves, les poteaux sont soumis à l'un des deux traitements d'imprégnation normalement utilisés aux Etats-Unis. — Le procédé Bethel emploie 192,4 kg de créosote par mètre cube de bois et réalise le remplissage total des cellules du bois par la créosote. Il consiste à faire un vide tel que la pression résiduelle corresponde à celle d'une colonne de mercure de 150 mm au plus, dans la chambre cylindrique où les bois sont enfermés, et à le maintenir jusqu'à ce que le bois soit aussi sec que possible, et débarrassé d'air occlus; sans modifier le vide, on remplit alors totalement la chambre de créosote. On injecte ensuite de la créosote dans la chambre d'imprégnation au moyen de pompes qui montent progressivement la pression au moins jusqu'à 8,8 kg : cm²; cette pression est maintenue, en même temps que la température est portée entre 82° C et 93° C, pendant tout le temps nécessaire à l'imprégnation. Le traitement se termine par le vidage du surplus de créosote et une opération de vide dans la chambre d'imprégnation, pour éliminer superficiellement la créosote et sécher la surface extérieure des poteaux. Le procédé Rueping réalise une imprégnation partielle à raison de 129,6 kg de créosote par mètre cube de bois; contrairement au cas précédent, le traitement des bois consiste d'abord à remplir d'air sous pression la chambre d'imprégnation, puis à y introduire la créosote en maintenant la pression constante jusqu'à remplissage complet; on injecte alors une quantité supplémentaire de créosote en augmentant la pression. Le traitement se termine par l'évacuation de la créosote

en excédent, et l'élimination superficielle par le vide, comme dans le procédé Bethel, pour sécher la surface des poteaux. L'auteur signale ensuite que le pin est le bois qui se prête le mieux à une imprégnation à cœur. Puis traitant la question de durée des poteaux en bois de pin créosoté, il indique que la proportion de poteaux remplacés est moindre que 10 pour 100 pour une durée de 25 à 30 ans depuis la pose. Il cite enfin quelques installations où la proportion est encore moindre et où des poteaux posés depuis 25 ans ne présentent pas de différence visible avec des poteaux neufs. — F. P.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.344. — Limiteur de vitesse avec frein à force centrifuge. *Engineering*, 20 mai 1927, t. CXXIII, p. 624, 1300 mots, 7 fig. — Cet appareil est particulièrement applicable aux moteurs destinés à actionner des appareils de levage. Lorsque la charge devient motrice, à la descente, ces moteurs sont entraînés à une vitesse beaucoup plus grande que la vitesse de régime. Il importe de limiter cette vitesse et l'appareil construit dans ce but par J.-P. Hall and Company de Oldham utilise la force centrifuge. L'auteur donne la description d'une poulie basée sur le même principe, en montre la disposition, et en expose le mode de fonctionnement : sous l'action de la force centrifuge les masses mobiles écrasent les ressorts et viennent s'appuyer sur les parties coniques des disques concentriques qui, de ce fait, se trouvent pressées contre les joues de la poulie qu'elles entraînent lorsque la pression est suffisante, c'est-à-dire lorsqu'une certaine vitesse est atteinte. Dans le cas du frein limiteur, les joues de friction sont fixes et la friction des disques mobiles tend à arrêter le moteur ou à limiter sa vitesse. En général, les ressorts sont réglés pour que la vitesse à laquelle le couple normal peut être développé ou absorbé soit approximativement égale aux huit dixièmes de la vitesse de régime. — E. B.

621.313.1. — Sur un curieux moteur à courant continu ; J. Bethenod. *R. G. E.*, 17 septembre 1927, t. XXII, p. 432-433, 800 mots, 1 fig. — Dans cette note est exposée la théorie d'un moteur formé d'un anneau à collecteur fixe et d'un rotor muni d'un enroulement en court circuit. L'auteur, qui avait étudié le fonctionnement de ce système en 1903, sans en voir une application possible à l'époque, juge utile d'en signaler les propriétés dont il pourrait être tiré parti avec des soupapes thermoioniques commandées.

621.313.21-25.00.413. — Moteurs asynchrones fonctionnant en cascade avec des machines à collecteur. *R. G. E.*, 3 septembre 1927, t. XXII, p. 365-366, 1 500 mots, 2 fig. Analyse d'un article de F. Creedy, publié dans *The Electrician*, 22 avril 1927, t. XCVIII, p. 430-433, 4 500 mots, 11 fig.

621.347. — Sur l'électromotoculture. *R. G. E.*, 17 septembre 1927, t. XXII, p. 413-415, 800 mots. Résumé d'un rapport de Maurice Bitouzet, présenté au Congrès du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique (Paris 1927).

TRACTION ET LOCOMOTION

625.143.3 (71). — Une étude relative à l'usure ondulatoire des rails à Montréal. *E. R. J.*, 6 août 1927, t. LXX, p. 224-226, 2000 mots, 10 fig., 1 tabl. — Le comité de la Canadian electric Railway Association chargé d'étudier l'usure ondulatoire des rails a fait procéder à un examen d'un rail présentant une telle usure fortement marquée. Des essais de dureté à la bille ont été faits sur la table de roulement du rail alternativement aux sommets et dans le creux des ondulations. D'autre part, quatre coupes du rail (correspondant à des sommets et creux consécutifs d'ondulation) ont été soumises à un examen macrographique et microscopique, et des essais de dureté ont également été faits sur ces coupes. De l'ensemble de ces examens et essais on peut déduire : 1° Que le rail après laminage devrait, lorsqu'il est nécessaire, être dressé par un procédé continu entre rouleaux et non par l'action d'une presse exercée de place en place ; 2° que l'état de la surface au point de vue de l'uniformité de la dureté est un facteur pour l'origine de la formation des ondulations ; 3° que la structure interne du rail semble n'avoir aucun effet sur la formation de ces ondulations. Enfin à un autre point de vue il semble qu'un facteur important de la formation de ces ondulations réside dans le synchronisme d'oscillation des essieux produisant un martellement régulier du rail. Il y aurait intérêt dans ce sens à faire varier la période propre d'oscillation des essieux des différentes voitures. — J. S.

621.33.033.2 (73). — L'électrification des lignes suburbaines de l'Illinois central Railroad à Chicago. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 283-284, 600 mots. Analyse d'un article publié dans *G. E. R.*, avril 1927, t. XXX, p. 176-231, 70 fig.

621.337 : 625.616|00.142. — Essais sur l'équipement des tramways ; S.-W.-A. Sturman. *The Tramway and Railway World*, 11 août 1927, t. LXII, p. 77-80, 2000 mots, 8 fig. — L'auteur signale dans cet article l'emploi pour les essais sur l'équipement électrique des tramways d'un appareil enregistreur ; celui-ci assure l'inscription sur deux bandes se déroulant en synchronisme des quantités ci-après : tension en ligne, intensité du courant absorbé, vitesse, durée des démarrages, des freinages et des arrêts. L'appareil se place à l'intérieur de la voiture sans suspension spéciale. Dans l'article sont reproduits quelques graphiques relevés avec cet appareil, ainsi que le profil en long du parcours correspondant. Ces graphiques présentent un grand intérêt, soit pour l'étude des caractéristiques d'un nouvel équipement, soit pour l'examen de la possibilité de réduire la durée du parcours avec un équipement donné, par exemple en modifiant le rapport de réduction des engrenages des moteurs. — J. S.

621.332.7 (73). — La réduction des effets d'électrolyse à Baltimore ; H.-Carl Wolf. *E. R. J.*, 13 août 1927, t. LXX, p. 260-262, 2 000 mots, 3 fig. — L'auteur signale dans cet article qu'on a obtenu à Baltimore de bons résultats dans la lutte contre les effets d'électrolyse à la suite d'une entente entre les principaux intéressés par l'intermédiaire d'un comité consultatif comprenant des représentants de la municipalité, des tramways locaux et interurbains, des sociétés de gaz, d'électricité, de téléphone, télégraphe, etc. Ce comité n'a pas de pouvoir effectif, mais ses conseils ont été suivis avec succès. Il a entrepris l'étude des conditions d'électrolyse à Baltimore par sections et examine à ce point de vue toute construction nouvelle ou travaux entrepris dans la ville. La United Railways and electric Company qui exploite un système en courant continu 600 v avec retour par le rail lutte pour sa part contre les effets d'électrolyse par un entretien soigné des joints de rails et par la création de nouvelles sous-stations. On a remarqué en général que les joints isolants des rails et les joints de tuyauterie sont causes d'effets d'électrolyse. — J. S.

629.113.71 : 629.112.5. — Un nouveau modèle d'omnibus pétroléo-électrique. *E. R. J.*, 30 juillet 1927, t. LXX, p. 184-185, 1 200 mots, 4 fig. — La Public Service Transportation Company de Newark a mis récemment en service les premiers d'une série de 65 omnibus pétroléo-électriques qui présentent quelques caractéristiques nouvelles. Ces omnibus sont équipés au point de vue électrique d'une génératrice 240 v, 120 A, de deux moteurs, 240 v, 78 A, 1800 t : mn, attaquant chacun une roue de l'essieu arrière. La génératrice est à excitation compound avec pôles auxiliaires ; elle porte, en outre, un enroulement alimenté par une batterie d'accumulateurs et dont le circuit est commandé par un interrupteur actionné par la pédale d'accélération. Une résistance qui peut être intercalée dans le circuit d'excitation

MAISON BREGUET

SIÈGE SOCIAL : 19, rue Didot, PARIS (14e) SERVICE COMMERCIAL : 34, rue de Châteaudun, PARIS (9e)

TURBINES A VAPEUR

à condensation, à contre-pression, à prélèvement de vapeur

TURBINES MOTRICES ET GROUPES TURBO-ÉLECTROGÈNES DE 10 A 6 000 KW

Siège social et Usine à TREVOUX (Ain)
Registre du Commerce Trévoux (Ain) N° 2 896

SOCIÉTÉ ANONYME DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX

CAPITAL : 2 000 000 FRANCS

Anct Manuf. d'Appareillage électrique spécial

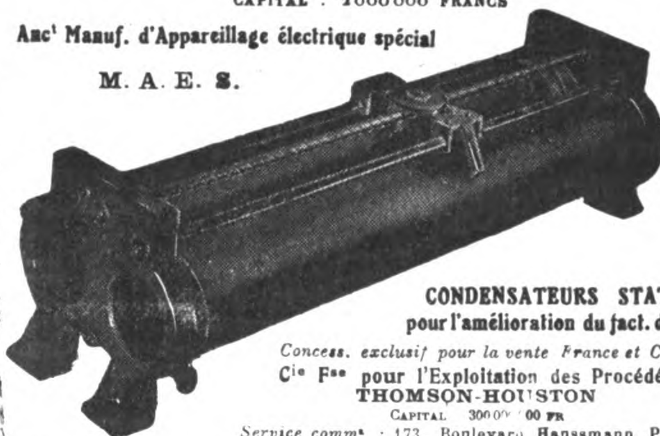
M. A. E. S.

Téléph. : 52

Adr. télég. :
CONDENSATEURS-TRÉVOUX
TRÉCONDENS-PARIS

CONDENSATEURS
TÉLÉPHONIQUES
ET TOUS USAGES
SPÉCIALITE de CONDENSATEURS
MICA T. S. F.
Licence exclusive
"DUBILIER"

Bureaux à Paris :
52, rue de Dunkerque (Xe)
Téléph. : TRUDAINE 68-61



RHÉOSTATS à CURSEURS
toutes intensités,
toutes résistances,
tous genres
de commandes.

CONDENSATEURS STATIQUES
pour l'amélioration du fact. de puiss.

Concess. exclusif pour la vente France et Colonies :
Cie Fse pour l'Exploitation des Procédés
THOMSON-HOUSTON
CAPITAL 300 0[illegible] 00 FR
Service comm : 173, Boulevard Haussmann, Paris (8e)

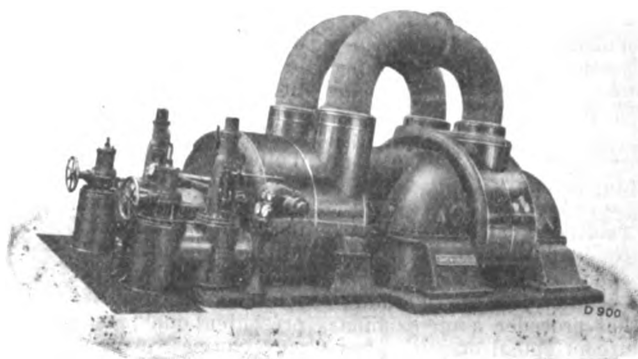
Agences en
BELGIQUE
ITALIE
TCHECO-SLOVAQUIE, etc
Concessionnaires à
LONDRES
NEW-HAVEN (Conn.)

ESCHER WYSS & Cie - ZURICH

TURBINES A VAPEUR

Système Zoelly

TURBO-COMPRESSEUR



TURBINES HYDRAULIQUES

TURBO-POMPES

Bureau de Paris : 39, Rue de Châteaudun, PARIS (9e) 73/27

shunt sert à obtenir des démarrages plus rapides. Les moteurs eux-mêmes sont commandés par un régulateur à soufflage magnétique qui ferme dans la position de repos le circuit du démarreur du moteur à explosion. — J. S.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394.81. — Mesure des transmissions télégraphiques. *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. XLVI, p. 385-386, 700 mots. Discussion à la réunion de New-York, le 11 février 1927, d'un mémoire de H. Nyquist, R.-B. Shanck et S.-I. Cory publié dans *J. A. I. E. E.* de mars 1927, t. XLVI, p. 231-240 et résumé dans *R. G. E.* du 30 juillet 1927, t. XXII, p. 40 D. — A propos de cette phrase du mémoire, « dans le cas de certains circuits à télégraphe imprimant, des variations dans le retard déforment la transmission; cependant, la considération de ce retard n'a pas d'importance », M. H.-W. Drake demande si les admirables dispositifs imaginés par la Bell System Co pour la mesure des transmissions permettent aussi de faire la mesure des variations du retard. M. H. Nyquist répond que, pour ces expériences, la mesure du retard et de ses variations, ils ont utilisé avec succès, d'une part, le pont à distorsion synchrone représenté schématiquement dans le mémoire et, d'autre part, l'enregistreur Wheatstone; mais les appareils destinés aux essais sur le terrain ne se prêtent pas facilement à ce genre de mesure. — B. C.

621.394/5.822.00.42. — Sur le voisinage des lignes d'énergie électrique et des lignes de télécommunication; E. Brylinski. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 263-264, 1400 mots. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internatonale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.394/5.822. — Action des courants forts sur les courants faibles; moyens pratiques d'atténuer cette action; G. Viel. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 264-266, 1700 mots, 1 fig. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

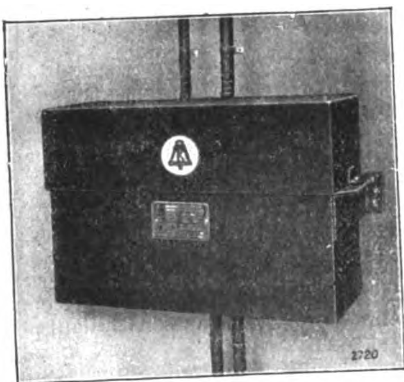
621.394/5.822. — La perturbation électromagnétique sur une ligne de communication due à une terre accidentelle sur une ligne de transmission d'énergie; S. Mayehara et E. Fukawo. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 266-268, 1700 mots, 2 fig., 2 tabl. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.395.00.4 (45). — Le problème téléphonique en Italie; G.-G. Ponti. *L'Elettrotecnica*, 15 juillet 1927, t. XIV, p. 452-457, 5800 mots, 2 tabl. — Pour améliorer la situation téléphonique en Italie, le gouvernement a divisé le pays en cinq circonscriptions téléphoniques, qui sont concédées chacune à une société privée. L'Etat conserve un rôle de surveillance et de coordination. La concession porte sur 37000 km de lignes, 353 réseaux urbains et environ 130000 postes d'abonnés. Le principe du téléphone automatique est actuellement adopté. Les différentes sociétés ont réparti leurs préférences sur les systèmes Strowger, Rotary et Ericsson. Après avoir présenté les conditions générales de ce problème national, l'auteur expose l'état matériel des travaux actuels. A l'époque où a été décidée la concession, il existait un seul câble souterrain de Turin à Gênes et à Milan, de 300 km, à 204 conducteurs. Le programme nouveau prévoit un nouveau câble allant, d'une part, de Milan vers Naples et, d'autre part, de Bologne vers la Vénétie. A la terminaison de ce programme, Rome sera réunie à Milan, Naples, Turin et Venise, respectivement par 39, 37, 14 et 8 circuits. Elle sera de plus le point de départ de 14 lignes internationales. — C.-R. M.

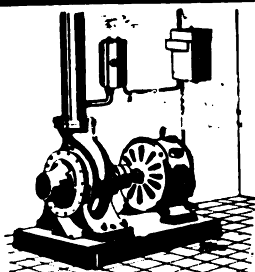
621.395.734 (45). — Le réseau téléphonique souterrain interurbain; G. Pession. *L'Elettrotecnica*, 25 juillet 1927, t. XIV, p. 473-488, 11500 mots, 18 fig. — La réorganisation des téléphones italiens comporte en particulier l'adoption de câbles téléphoniques souterrains pour liaisons à grande distance. Le câble de Turin à Gênes et à Milan, inauguré en 1924, en Y, a son centre à San-Giuliano. Le matériel fut fourni presque exclusivement par des maisons italiennes. Ce câble donna lieu à des difficultés par suite de phénomènes de corrosion, même en pleine campagne. Les études entreprises montrèrent que l'enveloppe de plomb est toujours électropositive par rapport au sol, que le courant vers le sol, est de 2 à 4 m A par 10 dm², et le long de l'enveloppe, est de 10 à 90 m A et enfin que la corrosion est d'autant plus active que ce dernier est plus intense. Ce courant longitudinal résulte de l'action chimique du terrain, en particulier du carbonate de calcium. Pour l'éviter, il faut protéger le plomb soit par du papier soit par du goudron, ou encore par l'emploi d'un système dû à l'ingénieur Simonetta. Dans les régions urbaines, il suffit de rendre la gaine négative par rapport au sol, à l'aide de sondes électriques disposées de place en place dans celui-ci. — Le réseau futur, pour être exempt de ces défauts, sera en câble armé. Il comprendra 1400 km de lignes. Les installations et les câbles eux-mêmes seront réalisés conformément aux prescriptions du Comité consultatif international des Communications à grande Distance. On tiendra compte, pour diminuer les échos, des dernières expériences réalisées aux Etats-Unis. Les câbles les plus importants contiendront 128 groupes de quatre conducteurs. L'auteur termine son étude par un examen des conditions du marché. — C.-R. M.

621.396.24. — Sur la direction des ondes courtes; S. Uda. *J. I. E. E. of Japan*, avril 1927, n° 465, p. 396-403, 26 fig. — L'auteur donne la description d'un nouveau dispositif d'émission d'ondes courtes dirigées. Le système décrit permet l'émission dans 8 directions différentes. Il consiste en une antenne verticale placée au centre de la figure et en 16 conducteurs verticaux disposés par groupes de 8 autour de l'antenne en deux couronnes concentriques; 8 des conducteurs font office de réflecteurs, 8 autres jouent le rôle d'antennes directrices. Les rayons des deux couronnes sont respectivement égaux à $\frac{\lambda}{4}$ et $\frac{\lambda}{2}$, λ étant la longueur d'onde. Le maximum d'énergie est dirigé dans le plan de symétrie du système. Si la longueur des conducteurs directeurs varie, la direction du maximum d'énergie change. Tant que la longueur est plus grande que $\frac{\lambda}{2}$, l'onde est arrêtée et l'antenne émet peu d'énergie. Si la longueur des conducteurs est inférieure à $\frac{\lambda}{2}$, il existe une région de l'espace qui reçoit une énergie beaucoup plus grande que toutes les autres en raison de l'existence de ces conducteurs. Si on dispose de moyens convenables pour faire varier la longueur d'onde propre de ces conducteurs, il est possible de diriger la radiation dans le sens désiré. Le contrôle de la longueur d'onde propre des conducteurs peut être assuré automatiquement, de telle manière que le rayonnement soit dirigé à volonté. L'auteur a expérimenté un autre dispositif permettant d'émettre dans 16 directions différentes. Il est possible d'employer un plus grand nombre de conducteurs directeurs et ainsi, de diminuer la valeur de l'angle de diffusion; mais la distance entre ces conducteurs doit être plus grande que $\frac{\lambda}{4}$ et plus petite que $\frac{\lambda}{2}$. Ce système, qui paraît simple, peut être utilisé pour les besoins de la marine ou de l'aviation, particulièrement pour diriger les vols de nuit des avions. — E. B.

621.396.671. — Sur les constantes des antennes réceptrice et émettrice; R.-M. Wilmotte. *Phil. Mag.*, juillet 1927, t. IV (7e série) p. 78-91, 4700 mots, 3 fig., 2 tabl. — La répartition des courants et des potentiels dans un circuit dépend de la répartition de la force électromotrice appli-



APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE
« KLOECKNER »
COLOGNE - BAYENTHAL



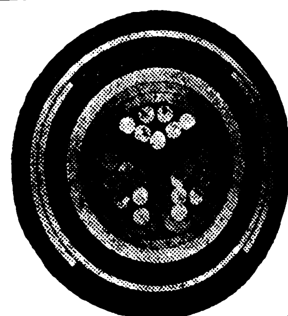
Contacteurs électromagnétiques
Relais - Démarreurs automatiques
Disjoncteurs - Appareillage blindé
Équipement électrique d'Engin de Levage
Controllers pour moteurs de traction

Représentants exclusifs en France et Colonies

Société Industrielle de Machines et Appareillage Electro-Mécaniques
Société à responsabilité limitée, capital 200000 fr
104, rue Lecourbe — PARIS (15e) *Téléphone* : SÉGUR 94-53

CABLES HENLEY

Les deux grandes USINES HENLEY fabriquent des câbles et fils électriques de toute sorte, depuis le plus petit fil jusqu'aux plus gros câbles de transport d'énergie. Isolements sous caoutchouc, papier, bitume, soie, coton, gutta-percha. Grands stocks et production rapide, assurant de promptes livraisons.





Première qualité seulement, à des prix raisonnables

W. T. HENLEY'S Telegraph Works Co Ltd Londres
AGENT GÉNÉRAL : Ad. SEGHERS, Rue de la Michodière, 4. — PARIS (2e)
FRANCE — BELGIQUE — ESPAGNE — PORTUGAL

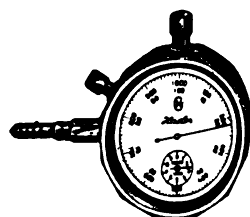
ZIVY & Cie

PARIS (8e)
29 et 31, Rue de Naples
Téléph. : Laborde 16-70
Registre du Commerce : Seine n° 35 81

COMPTEURS TOTALISATEURS pour tours à bobiner
TACHYMÈTRES portatifs et stationnaires
simples et enregistreurs, système « Dr Th. HORN »

Compteurs de tours et Compteurs horaires syst. "Hasler"
Indicateurs et Enregistreurs de vitesse "Tel"

Pieds à coulisse et Micromètres à cadran, Chronographes


Compteur Universel "Hasler"

quée à ce circuit, et il paraît raisonnable de supposer que l'impédance effective mesurée en un point donné du circuit doit dépendre de la répartition des forces électromotrices. Dans le cas d'une antenne, l'auteur montre théoriquement que, si l'on peut admettre que la répartition de la capacité, de l'inductance et de la résistance est la même pour l'émission que pour la réception, les valeurs effectives, de ces grandeurs ainsi que la hauteur effective mesurée à la base, sont également identiques pour l'émission et la réception. On montre d'ailleurs aussi que l'hypothèse fondamentale n'est pas strictement correcte, en particulier en ce qui concerne la résistance, qui dépend de la répartition des forces électromotrices appliquées. Enfin, en étudiant la question expérimentalement, on constate que les différences entre les constantes, sauf la résistance, à la réception et à l'émission ne peuvent être décelées. — L. B.

621.396.44. — Derniers perfectionnements dans les communications entre centrales par courants porteurs; R. Dubois. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 259-260, 600 mots, 1 tabl. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.396.44 (52). — La téléphonie à haute fréquence sur les lignes de transmission d'énergie électrique au Japon; Yokoyama. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 254-256, 1 000 mots, 2 fig. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.396.44 + 621.397.62. — Communications et commandes à distance au moyen d'ondes guidées; L.-C. Grant. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 256-259, 2 000 mots, 4 fig. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

APPLICATIONS THERMIQUES

536.582 : 621.364. — Théorie et pratique des régulateurs de température; Willy Aumann. *E. T. Z.*, 11 août 1927, t. XLVIII, p. 1 145-1 148, 2 700 mots, 11 fig. — Il s'agit ici des lames bimétalliques employées pour interrompre automatiquement à des températures déterminées, fixes ou variables, des circuits électriques de chauffage. L'auteur donne une théorie de leur déformation sous l'influence du phénomène thermique et mécanique qui se produit, et donne des exemples d'applications numériques. Dans son calcul, il admet qu'on peut appliquer la formule de déformation des ressorts à lames. Ces appareils sont d'autant plus précis que la différence α entre les coefficients de dilatation des deux lames est plus grand. La maison Kuhbier und Sohn, de Dahlerbrück, utilise deux alliages de fer et nickel, l'un à 26 pour 100 et l'autre à 36 pour 100 de nickel, combinaison qui conduit à une valeur élevée de α et qui présente d'intéressantes propriétés mécaniques. L'auteur a étudié expérimentalement ce système, ainsi qu'une combinaison tombak-acier. Dans les deux cas α est pratiquement indépendant de la température. Le déplacement linéaire de l'extrémité libre est proportionnel à la température, et beaucoup plus considérable avec le fer-nickel qu'avec le tombak-acier. — C.-R. M.

ÉCLAIRAGE

621.32.00.12. — Projets d'éclairage établis d'après la méthode du coefficient d'utilisation; W. Grix et V. Kowal. *E. T. Z.*, 16 juin 1927, t. XLVIII, p. 826-830, 4 200 mots, 7 fig., 3 tabl. — Après avoir rappelé les avantages du luxmètre Osram et les services qu'il peut rendre, l'article indique une méthode graphique très simple qui permet de déterminer rapidement le nombre de lumens à produire pour donner à une surface un éclairement d'un certain nombre de lux en supposant connu le facteur d'utilisation qui tient compte des différentes absorptions dans l'habillage, les murs et le plafond. On trouvera dans l'article deux abaques qui permettent ce calcul. — B. H.

APPLICATIONS DIVERSES

621.397.22. — Installation de signalisation avec circuits utilisant des matériaux semi-conducteurs; W. Bict. *E. T. Z.*, 16 juin 1927, t. XLVIII, p. 837-841, 5 400 mots, 5 fig. — L'article fait suite à ceux qui ont paru dans « E. T. Z. », 4 juin et 22 octobre 1925, t. XLVI, p. 842 et 1 635, et résumés dans « R. G. E. », 8 août 1925, t. XVIII, p. 48 D et 13 février 1926, t. XIX, p. 53 D. Il donne la description complète d'installations de signalisation où les circuits de contrôle utilisent des matériaux semi-conducteurs et actionnent des relais à adhérence. — B. H.

621.328 : 535.88 : 629.13. — Les phares pour la navigation aérienne. *R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 202-204, 1 800 mots. Analyse d'un article de H.-N. Green publié dans *The Illuminating Engineer*, avril et mai 1927, t. XX, p. 101-105 et 133-140, 9 500 mots, 8 fig.

DIVERS

5 + 6] (072). — Différences essentielles entre les méthodes des laboratoires de science pure et celles que l'on peut appliquer dans l'industrie. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 130, 650 mots. Résumé d'une communication de Eugène Darmois présentée à la séance du 6 juillet 1927 de la Société française des Electriciens.

6 (072). — Le travail de recherches dans les laboratoires privés créés en vue d'effectuer des recherches pour les industriels. *R. G. E*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 130-131, 400 mots. Résumé d'une communication de Léauté, présentée à la séance du 6 juillet 1927 de la Société française des Electriciens.

6 (072). — La recherche scientifique dans l'industrie en dehors des laboratoires. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 129-130, 350 mots. Résumé d'une communication de Maurice Leblanc présentée à la séance du 6 juillet 1927 de la Société française des Electriciens.

621.3. — Le travail de recherches dans les sociétés françaises de construction électrique. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 131, 630 mots. Résumé d'une communication de Gratzmuller présentée à la séance du 6 juillet 1927 de la Société française des Electriciens.

621.3. — Le travail de recherches à la Société Brown. Boveri et Cie. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 131, 300 mots. Résumé d'une communication de Darrieus présentée à la séance du 6 juillet 1927 de la Société française des Electriciens.

621.3. — Le travail de recherches à la General electric Company. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 131-132, 200 mots. Résumé d'une communication de Ducleré présentée à la séance du 6 juillet 1927 de la Société française des Electriciens.

621.31. — Le travail de recherches dans les sociétés de production et de distribution d'électricité. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 132, 500 mots. Résumé d'une communication de Ivas présentée à la séance du 6 juillet 1927 de la Société française des Electriciens.

53 (063) (∞). — Congrès international des Physiciens à l'occasion de la commémoration du centenaire de Volta. *R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 169, 200 mots.

USINES ET ATELIERS

• **614.842 : 621.7. — La protection contre l'incendie des locaux industriels. Avertisseurs automatiques**; M. Bousquet. *La Vie technique et industrielle*, juillet 1927, t. IX, p. 208-217, 7000 mots, 15 fig. — L'auteur donne dans cet article une description et expose le fonctionnement des divers systèmes d'avertisseurs automatiques d'incendie présentés l'an dernier au concours de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions. Le fonctionnement de ces appareils repose soit sur la fusion d'un alliage réglé pour fondre à une température déterminée (Grillon d'alarme), soit sur la dilatation de l'air et la vaporisation d'un liquide (le Détective, Thermosonus, Signum), soit sur la dilatation de lames métalliques d'épaisseurs inégales (Monito, Picart-Tournadre, Vignerie). Les installations complètes comportent avec le tableau de signalisation des dispositifs permettant de contrôler le fonctionnement de l'installation et, dans certains cas, de s'assurer si le signal est dû au fonctionnement régulier de l'avertisseur ou à un dérangement dans l'installation. Il faut noter que la plupart des appareils à dilatation ne fonctionnant que sous l'effet d'une élévation rapide de température ne donnent pas d'avertissement en cas de combustion lente. Seul le « Signum » peut être pourvu d'un limiteur qui agit lorsque la température dépasse, par élévation lente, une valeur fixée à l'avance. Parmi les autres systèmes on peut aussi citer le « Détective » qui fonctionne à la fois par ouverture ou fermeture d'un circuit et peut ainsi servir en même temps d'avertisseur d'effraction. — J. S.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.3 : 621.94.6. — Progrès réalisés dans la fabrication des fils de cuivre; John-R. Shea et Samuel Mc Mullian. *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. XLVI, p. 346-355, 5700 mots, 26 fig. — Les auteurs décrivent l'installation réalisée par la Western Co Copper Rod and Wire Mill de Chicago; le laminage des barres rondes comporte un four à réchauffer les billettes, un train dégrossisseur, un train intermédiaire, un train finisseur, des bobinoirs, des transporteurs et des tubes de décapage. On a constaté, contrairement à l'opinion généralement admise, que l'usinage progressif, c'est-à-dire l'augmentation du nombre de passes n'améliore pas la qualité des barres obtenues. Des échantillons prélevés au hasard sur un lot de barres de 6 mm de diamètre et soumis au laminage ont atteint leur allongement maximum, 42 pour 100, et leur contrainte de rupture maximum, 2,6 kg : cm² après la quatorzième passe. Le décapage des barres se fait dans une solution contenant de 5 à 10 pour 100 d'acide sulfurique qui dissout l'oxyde noir formé sur le cuivre au contact de l'air pendant le laminage; la solution est maintenue à la température de 50°C; mais le cuivre est récupéré par électrolyse presque aussi vite que l'oxyde est dissous. Le meilleur bain est celui qui contient environ 1 pour 100 de cuivre et 5 pour 100 d'acide et on recueille ainsi quotidiennement à peu près 220 kg de cuivre. Après leur décapage, les barres rondes assemblées en paquets sont abondamment lavées dans un courant d'eau dépourvue de sels minéraux, pour être débarrassées des poussières métalliques et de l'acide, puis plongées dans une solution alcaline afin d'éliminer toute trace d'acide. Après ces opérations, les barres sont transportées aux bancs à étirer dont la production annuelle est d'environ 2 200 000 kg de fils de cuivre de toutes dimensions. L'équipement qui sert au bobinage de ces fils fait l'objet d'une description très détaillée. L'auteur fait remarquer que, aux faibles vitesses, la préparation du mélange destiné à la lubrification des filières demande peu d'attention : il n'en est plus de même aux grandes vitesses atteintes dans l'usine actuelle qui sont, par exemple, de 600 à 900 m : mn pour le fil n° 42 de la jauge Brown and Sharp. Le meilleur lubrifiant est alors constitué par un mucilage de savon, de graisse et d'eau, dans lequel le pourcentage de savon et de graisse dépend de la dimension du fil et de la vitesse d'étirage. Il faut que la division de la graisse soit poussée assez loin pour que le diamètre des particules ne dépasse pas 1 micron, sans quoi ces dernières retiendraient les poussières de cuivre et obtureraient le trou des filières, ce qui provoquerait la rupture du fil. Dans l'étirage de fils recuits ou de tiges de cuivre doux, on peut, à la première passe, enlever une quantité de matière supérieure à celle qui correspond aux numéros de la jauge américaine; l'allongement de ces matériaux atteint une valeur limite dès les premières passes, tandis que la contrainte de rupture augmente rapidement le métal étant travaillé à froid. Pour les gros fils, on emploie des filières en fonte de fer. On a cherché à utiliser des alliages d'acier; mais les filières ainsi construites sont d'un prix prohibitif, aussi bien que les filières en diamant qui sont exclusivement réservées à l'étirage des fils fins compris entre les numéros 16 et 40 de la jauge américaine, soit entre 1,291 mm et 0,0799 mm. Les auteurs donnent quelques précisions sur le forage, le rodage et le sertissage de ces dernières; puis ils terminent par la description des procédés de recuit des fils, qui permettent d'obtenir des fils durs, demi-durs ou doux. Un four de modèle récent permet de recuire les fils de cuivre au blanc, mais il faut faire suivre cette opération d'un séchage pour éliminer les traces d'humidité provenant du passage des fils à travers un bain d'eau à leur sortie du four. L'atmosphère des cornues de ces fours à joints hydrauliques est constituée par de la vapeur d'eau de façon que soit évité tout contact avec l'air extérieur qui aurait pour effet de décolorer le cuivre. Les fils d'aspect brillant se préparent de la manière suivante : on les fait pénétrer dans la cornue sous l'eau pour les soustraire à l'action de l'air ambiant; leur extraction se fait en prenant les mêmes précautions et on les laisse refroidir sous l'eau ou dans une atmosphère de vapeur et de gaz. Un four spécial a été créé pour le recuit et le séchage des fils enroulés sur bobines. — R. C.

665.5 : 621.315.61|00.42 (42). — Une revue des travaux de recherches en Grande-Bretagne sur les huiles isolantes; A.-R. Everest. *J. I. E. E.*, juillet 1927, t. LXV, p. 686-689, 4000 mots. — Parmi les recherches effectuées dans ce domaine en Grande-Bretagne l'auteur signale d'abord jusqu'en 1913 les recherches personnelles, ou faites sous l'impulsion d'organismes privés, de Digby et Mellis, Michie, Symons. Puis en 1913 le Research Committee of the Institution of electrical Engineers établit un programme de recherches au sujet desquelles les informations fournies de divers côtés furent rassemblées dans un article publié dans *J. I. E. E.* de 1915, t. LIII, p. 146. En 1916 ce même comité établit une liste de 12 caractéristiques à connaître, dans l'ordre, afin de pouvoir juger des qualités d'une huile comme isolant et milieu de refroidissement. Ces caractéristiques sont : 1° Tendance à la formation de dépôts; 2° Perte par évaporation; 3° Point de perforation; 4° Viscosité à différentes températures; 5 Réactions chimiques; 6 Densité et coefficient de dilatation; 7 Essai de solidification; 8 Absorption d'humidité; 9 Résistance électrique; 10 Résistance spécifique; 11 Coefficient de conductibilité calorifique; 12 Chaleur spécifique. En même temps furent proposées des méthodes d'essais pour la détermination de chacune de ces caractéristiques. Les travaux ont été poursuivis avec l'assistance gouvernementale par l'Electrical Research Committee qui en 1920 devint la Research Association. Finalement en 1923 a été éditée la British Standard Specification n° 148 sur les huiles pour transformateurs et interrupteurs dans l'huile qui a été récemment revisée et à laquelle des modifications sont proposées sur les points suivants : Essai de formation de dépôt (question actuellement débattue par la Commission électrotechnique internationale et sur laquelle l'auteur ne s'étend pas); viscosité, point de perforation, résistance électrique. Enfin, l'auteur signale les essais faits en vue de la préparation d'un produit isolant et non inflammable. Cet article est suivi d'une bibliographie sur la question des huiles isolantes. — J. S.

Paris — Soc. G^le d'Imp. et d'Édit., 17, rue Cassette.

Le Gérant : J. Blondin.



OUVRAGES TECHNIQUES

En vente aux bureaux de la « R. G. E. ».

Extraits de la « R. G. E. »

Amet (Amiral). — Utilisation des marées. Une brochure, 29 cm × 22 cm, 48 pages, 9 fr.

Beinet (E.). — Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 144 pages, 9 fr.

Blaevoet (Ch.). — Contentieux des travaux publics. Une brochure 28 cm × 22 cm, 36 pages, 7,50 fr.

Blondel (A.). — Application de la méthode de deux réactions à l'étude des phénomènes oscillatoires des alternateurs couplés. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 64 pages, 15 fr.

Boës (J.). — La traction sur route par accumulateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 56 pages, 10 fr.

Bougault (P.) — Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique avec les modifications contenues dans les lois subséquentes. Une broch., 23 cm × 22 cm, 8 p., 2,50 fr.

Boutteville (R.). — La distribution de l'énergie électrique à l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes. Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Bruckeman (H.-W.-L.). — A propos des composés isolants dits « compounds ». Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 p. 2,50 fr.

Calame (J.) et Gaden (D.). — Calcul d'une chambre d'équilibre à grands épanouissements supérieur et inférieur à l'aide de « valeurs relatives ». Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 p., 3,50 fr.

Capdeville (P.) et Laroche (R.). — Méthodes de mesure des pertes diélectriques en courant triphasé et en courant monophasé à très haute tension. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Carjat (E.). — Influence des dimensions principales sur la commutation des machines et turbomachines à courant continu. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H.). — Prédétermination des moteurs synchrones nécessaires pour améliorer le facteur de puissance et pour régler la tension d'un réseau. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Carpentier (H.). — Notes sur le calcul des fondations des pylones supportant les lignes de transmissions d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H.). — Lignes de transmission d'énergie montées sur chaines d'isolateurs. Rupture de conducteurs dans une portée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Dagory. — Application de la métallisation par le procédé Schoop aux installations de transmission d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Defour (A.). — Sur l'utilisation de l'énergie des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 24 pages, 5,50 fr.

Duval (C.) et Bouskpoux (S.). — La ligne de transmission d'énergie à 120000 volts de la Basse Isère. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Ferrier (R.). — Les nouveaux axiomes de l'électronique. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 64 pages, 3,50 fr.

Féry (Ch.) et Cheneveau (Ch.). — Théorie complète du fonctionnement de l'accumulateur au plomb. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Fournier (F.). — La propagation des actions dans l'éther. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 40 pages, broché, 4,50 fr.

Gariel (M.). — Etude sur les maxima de surpression dans les coups de bélier. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 p., 5 fr.

Genkin (V.). — Protection de réseaux électriques contre les courts-circuits et les défauts d'isolements. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 48 pages, 9 fr.

Girault (P.). — Sur l'échauffement d'un organe de machine électrique soumis à des pertes dans le fer constantes et à des pertes par effets Joule. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 28 p. 6,50 fr.

Goisnard (G.). — L'aménagement hydroélectrique de la vallée d'Aspe. L'usine génératrice d'Esquit. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Gouineau (M.). — Appareil automatique de sûreté et de contrôle des trains. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Guery (F.). — Contraction de Lorentz et relativité (cohésion gravitation, électromagnétisme). Une brochure, 22 cm × 14 cm, 80 pages, 6 figures, broché, 6 fr.

Janculesco (C.). — La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Latour (M.). — Note sur le montage en récupération du moteur shunt à collecteur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Lavanchy (Ch.). — Calcul mécanique des conducteurs de lignes électriques pour le cas où les supports sont à des niveaux différents. Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Lefèvre (C.). — L'usine génératrice hydroélectrique du Bès près Saint-Chély-d'Apcher (Lozère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Lehmann (Th.). — Calcul de l'attraction magnétique dans les machines dynamo-électriques lorsque la loi de Maxwell devient insuffisante. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 pages, 5 fr.

Le Gallou (Y.). — L'utilisation des moteurs à huile lourde pour l'électrification des campagnes. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Louis (J.). — Règle pour le calcul des réseaux triphasés de distribution d'énergie électrique. 30 cm × 15 cm, avec note explicative, 14,50 fr.

Parteni (A.-C.). — Contribution à l'étude expérimentale et théorique de la commutation dans les machines à courant continu. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 60 pages, 12 fr.

Pellion. — Application du repérage par le son et à la mesure des vitesses initiales. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 20 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*, nº 90), 4 fr.

Pistoye (H. de). — Bobinages à courant alternatif à trous partiels. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Planteau (J.). — Le poste extérieur de transformation de Puiseux 60000/15000 volts à commande automatique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Racapé (A.). — Détermination des valeurs du facteur de puissance entre lesquelles il peut être plus ou moins avantageux d'utiliser l'une ou l'autre des formules susceptibles d'être employées pour servir de base à la tarification de l'énergie réactive. Etude comparative de l'erreur des compteurs à énergie réactive selon quelle est calculée par rapport à la fonction sinus ou par rapport à la fonction cosinus. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Reyval (J.). — L'usine hydroélectrique de l'Isle-Jourdain (Vienne). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Reyval (J.). — L'usine hydroélectrique du Drac-Romanche à Pont-de-Claix (Isère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 p. 5 fr.

Roth (E.). — Les alternateurs de 40000 kilowatts construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Electricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Sarolea (J.). — Problème de la protection sélective des lignes de transmission triphasées à très haute tension. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Sparre (de). — Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Szarvady (G.). — Energie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités des courants périodiques quelconques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Togna (A.). — Essai de puissance réduite des alternateurs. Une brochure, 23 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Tumerelle (A.). — L'usine génératrice hydro-électrique de Chancy-Pougny. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Witz (Aimé). — Le nouvel essor de la machine à vapeur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 pages, 5 fr.

(Frais de port et d'emballage en plus.)

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.228.1. — Les caractéristiques du coupleur piézoélectrique; Y. WATANABE. *J.I.E.E. of Japan*, mai 1927, n° 466, p. 529-537, 11 fig. — L'auteur appelle coupleur un résonateur piézoélectrique avec deux paires d'électrodes; une paire constitue le primaire et est utilisée pour provoquer la vibration du résonateur, l'autre paire est le secondaire et permet d'obtenir une différence de potentiel aux bornes d'une impédance connectée aux électrodes. Cette différence de potentiel est produite par la réaction de l'effet direct piézoélectrique à la condition de correspondre à la vibration de résonance du cristal. L'appareil est utilisé comme oscillateur piézoélectrique; l'auteur étudie le montage à l'aide du circuit électrique équivalent; il vérifie les résultats du calcul par quelques expériences dans lesquelles il utilise un potentiomètre à haute fréquence de son invention. — E. B.

537.228.1. — Le résonateur piézoélectrique; Y. WATANABE. *J.I.E.E. of Japan*, mai 1927, n° 466, p. 506-528, 32 fig. — Le diagramme du cercle d'admittance de mouvement du résonateur piézoélectrique permet de déterminer les constantes du circuit électrique correspondant; l'auteur décrit un certain nombre de méthodes de mesures applicables à ce cas et donne les résultats d'essais. Il étudie ensuite le résonateur dans certains cas spéciaux, par exemple, lorsqu'un intervalle d'air existe entre les électrodes et le cristal; il recherche ensuite expérimentalement la relation qui lie la surface des électrodes et la valeur de l'admittance de mouvement. Il montre ensuite que par l'emploi de deux paires d'électrodes il est possible de faire varier la fréquence entre celle du terme fondamental et celle du premier harmonique. Si l'amplitude est aussi grande que possible, la perte mécanique devient très importante et le diamètre du cercle du diagramme diminue beaucoup. Si l'oscillation mécanique est considérable, le champ électrique entre le cristal et les électrodes devient si important que des étincelles éclatent; ce phénomène conduit à l'idée d'utiliser ce résonateur pour l'amplification à haute tension. L'auteur a remarqué, en outre, que sous une haute tension, l'appareil devenait producteur d'un son dû aux forces mécaniques résultantes. Enfin il a observé les caractéristiques dynamiques du résonateur à l'aide d'un oscillographe cathodique. — E. B.

537.521.6. — Le retard dans les décharges électriques; W. CLARKSON. *Phil. Mag.*, juillet 1927, t. IV (7e série), p. 121-133, 9000 mots, 3 fig. — On étudie dans ce travail la variation des maxima de différence de potentiel dans des tubes à décharge parfaitement propres, et l'on en recherche les causes possibles, soit dans le gaz, soit dans les électrodes. L'auteur propose une théorie de ces phénomènes, basée sur l'hypothèse d'une modification superficielle de la cathode par le gaz qui remplit le tube à décharge. — L. B.

537.521.6. — L'éclateur à étincelles à trois pointes; J.-D. MORGAN. *Phil. Mag.*, juillet 1927, t. IV (7e série), p. 91-100, 3600 mots, 2 fig. — Il est bien connu que le potentiel explosif est plus grand quand la différence de potentiel est appliquée brusquement que lorsqu'elle l'est pendant un certain temps, et l'on sait que le rapport entre les potentiels explosifs dans les deux cas peut être réduit par l'emploi d'une troisième pointe. Dans sa forme ordinaire, l'éclateur à trois pointes comprend une paire d'électrodes principales, et une troisième électrode isolée voisine de l'une des précédentes. L'efficacité de la petite étincelle qui éclate dans cette coupure latérale dépend de la quantité d'électricité qui y passe et de sa position par rapport à la coupure principale. Le problème relatif à l'action de l'étincelle auxiliaire a déjà attiré l'attention de plusieurs chercheurs. Il ne semble pas que, jusqu'à il y a environ un an, une explication satisfaisante ait été donnée de son action. La solution la plus satisfaisante paraît être celle de Wynn-Williams. Selon cet auteur, l'action de l'étincelle auxiliaire serait due à l'ionisation du gaz de la coupure principale par les radiations qu'elle émet. Chemin faisant, Wynn-Williams a découvert un autre effet de la troisième pointe. Il a trouvé qu'une fine pointe d'aiguille maintenue à quelque distance de l'une des électrodes, mais connectée à celle-ci, paraît produire plus d'effet que l'étincelle auxiliaire usuelle. Les expériences décrites dans le présent mémoire confirment les conclusions de Wynn-Williams. Elles montrent de plus que lorsqu'une pointe d'aiguille voisine d'une coupure à étincelle est connectée à une source d'électricité, telle qu'une machine de Wimshurst, l'action de la pointe est alors due, non à l'émission d'une radiation, mais à la production d'un courant gazeux ionisé. — L. B.

SCIENCES DIVERSES

533.51/57. — Le vide très poussé et ses applications techniques; L.-G. CARPENTER. *World Power*, juillet 1927, t. VIII, p. 6-12, 6000 mots, 5 fig. — La pression d'un gaz est proportionnelle au nombre de molécules contenu dans l'unité de volume. A la pression ordinaire correspondant à celle d'une colonne de mercure de 760 mm, le nombre de molécules par centimètre cube est égal à $2,7 \times 10^{19}$; lorsque le vide est poussé à la plus extrême limite que nous puissions atteindre actuellement, ce nombre est encore considérablement supérieur à un million. La pompe à vide fonctionne dans des conditions particulières et son effet

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente **aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : France, 1,50 fr; étranger, 3,50 fr.)**

est d'autant moins efficace que le vide est plus poussé; le temps nécessaire pour amener dans un certain volume v, la valeur de la pression de p_1 à p_2 est égal à $t = \frac{2,3\,v}{S} \log_{10} \frac{p_1}{p_2}$, S étant une constante de la pompe. La discussion de la formule montre combien il est avantageux de réduire le volume des tubulures de liaison entre la pompe et le récipient à vider. Les pompes utilisées pour la production d'un vide très poussé peuvent être classées en deux groupes : les pompes mécaniques et les pompes moléculaires. Les prepremières fonctionnent de la même manière, quel que soit le nombre de molécules par unité de volume; les secondes au contraire ne peuvent fonctionner que si le nombre de molécules est relativement petit. Les pompes sont, en général, du type à piston, alternatif ou rotatif, et l'auteur en décrit quelques-unes; le vide le plus faible que l'on peut obtenir avec ces machines est tel que la pression résiduelle correspond à celle d'une colonne de mercure de 10^{-3} mm. La pompe moléculaire est constituée en principe par un cylindre tournant dans une cavité également cylindrique avec un jeu extrêmement petit; les molécules sont entraînées dans ce mouvement de rotation; leur nombre augmente dans le sens du mouvement de rotation; une ouverture disposée convenablement en permet l'évacuation. La pompe à mercure constitue également une machine propre à créer un vide élevé, si on la monte en série avec une pompe à vapeur de mercure; il est alors possible d'obtenir les pressions les plus basses réalisables actuellement. Un jet de vapeur de mercure vient se condenser dans une chambre refroidie extérieurement par un courant d'eau; l'arrière de cette chambre communique avec le récipient à vider et l'avant avec une pompe ordinaire. Ce type de pompe est réalisé en verre ou en quartz; la quantité de chaleur consommée pour vaporiser le mercure est extrêmement faible; elle peut être empruntée à l'installation électrique. On a remarqué cependant que des pompes ainsi établies suivant des données identiques étaient loin de donner les mêmes résultats pratiques, ce défaut étant dû à de petites imperfections de soufflage de la verrerie; les constructeurs se sont ingéniés à réaliser une telle pompe en métal et leurs efforts ont été couronnés de succès. On trouvera dans l'article la vue en coupe d'une telle pompe. Le vide très poussé peut encore être obtenu par absorption du gaz; on sait que tous les corps sont capables d'absorber les gaz dans certaines conditions : le charbon de bois possède au plus haut degré cette propriété, plus particulièrement aux très basses températures. Les différents gaz ne sont d'ailleurs pas absorbés également; à la température de liquéfaction de l'air, l'oxygène est absorbé plus facilement que l'hélium. Certains métaux absorbent également les gaz, en particulier si ce dernier se trouve sur la trajectoire de décharges électriques : c'est le phénomène du durcissement des tubes à décharge. Cette absorption est particulièrement énergique en présence de vapeurs de certains corps, le phosphore et le magnésium, par exemple; le mécanisme de cette absorption est encore mystérieux; il semble probable que la condensation des vapeurs sur les parois y emprisonne une couche de molécules gazeuses. L'auteur examine ensuite les difficultés qui ont dû être vaincues pour la fabrication courante des tubes à vide et signale en particulier la question du joint des électrodes et du verre. Il cite ensuite les applications techniques, en particulier à la fabrication des lampes employées en radiotéléphonie, aux soudures thermoélectriques utilisées pour la mesure de courants très faibles, etc. — E. B.

MESURES ET ESSAIS

537.74. — Un nouveau potentiomètre à courant alternatif; M. Sase et T. Muto. *J. I. E. E. of Japan*, mai 1927, n° 466, p. 489-500, 17 fig. — Les auteurs montrent le principe et les résultats d'essai de l'appareil qui possède sur celui de Gall un certain nombre d'avantages. En particulier, la différence de phase entre les composantes est rigoureusement égale à 90° pour toutes les fréquences commerciales, entre 20 et 200 p : s; le réglage de phase est donc inutile, seul celui de l'intensité du courant est nécessaire. Les auteurs pensent que la rapidité de mesure est plus grande qu'avec tout autre appareil. Ils en donnent une courte description. — E. B.

537.745 : 537.733. — Sur les oscillographes à rayons cathodiques; J. Obata. *J. I. E. E. of Japan*, juillet 1927, n° 468, p. 692-703, 17 fig. — Se basant sur l'expérience acquise dans la pratique des oscillographes de Johnson et de Wood, l'auteur fait une comparaison des trois types disponibles sur le marché : ceux de Johnson, de Wood et de Dufour. De ces trois types, celui qui a une grande sensibilité électrique en manque au point de vue photographique et inversement. Aucun de ces appareils ne peut donc être considéré comme parfait. Vu la nature des rayons cathodiques il est évidemment très difficile d'obtenir simultanément ces deux sensibilités; dans son état actuel l'oscillographe à rayons cathodiques est loin d'être satisfaisant, son emploi étant limité à certaines catégories de problèmes. Pour terminer, l'auteur signale un phénomène photographique particulier obtenu avec l'oscillographe de Wood en employant des plaques Schumann sensibilisées au tungstate de calcium. — J. S.

621.315.2 : 537.226.5. — Mesure des pertes dans le diélectrique des câbles triphasés sous plomb au moyen du wattmètre électrodynamique; H. Numakura. *J. I. E. E. of Japan*, juillet 1927, n° 468, p. 711-719, 6 fig. — Il existe deux méthodes pour la mesure des pertes dans le diélectrique des câbles triphasés ordinaires sous plomb. Dans l'une, cette mesure se fait à la tension normale de service, c'est-à-dire sous tension triphasée, dans l'autre on opère en tension monophasée et on mesure les pertes entre conducteurs et l'enveloppe de plomb. L'auteur a utilisé ces deux méthodes pour mesurer les pertes de divers câbles triphasés au moyen d'un wattmètre électrodynamique. Il compare les résultats obtenus. En général les pertes mesurées sous tension triphasée sont de quelques centièmes supérieures à celles mesurées avec tension monophasée. L'auteur estime que la raison de cette différence réside dans le champ tournant électrostatique qui se produit en montage triphasé. Par conséquent il semble strictement préférable d'effectuer les mesures sous tension triphasée. Mais les mesures au moyen du wattmètre électrodynamique sont sujettes à de grosses erreurs à cause des pertes du circuit en dérivation qu'il est difficile de compenser. Aussi finalement l'auteur estime que pratiquement la mesure en tension monophasée est suffisante. — J. S.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

627.8 : 621.311. — L'accumulation hydraulique de l'énergie; Ernst Reichel. *E. T. Z.*, 30 juin 1927, t. XLVIII, p. 924-926, 2 500 mots, 1 fig. — Pour compenser l'inégalité de la demande d'énergie dans un réseau de distribution, on peut accumuler l'énergie sous forme hydraulique. La possibilité et les modalités de cette méthode dépendent des cas particuliers. C'est ainsi que les rivières alpestres ont leur débit maximum en été, saison creuse. Au contraire, dans les régions où les rivières ont leur source à altitude modérée, le débit est maximum en hiver, saison de pointe. La possibilité d'accumulation dépend aussi en grande partie du relief du sol. On peut effectuer cette accumulation de l'eau artificiellement dans la nuit : une partie de l'eau en excès sert à mouvoir des pompes centrifuges qui refoulent de l'eau également en excès à une hauteur plus ou moins grande. Le réservoir à installer est d'autant plus petit que cette hauteur est plus élevée. Le rendement de ces installations est toujours assez faible et leur prix extrêmement variable; de 200 à 1 500 marks par kilowatt. Les premiers accumulateurs hydrauliques remontent à 1882; ils sont particulièrement nombreux dans la région des Alpes. — C.-R. M.

MACHINES ÉLECTRIQUES SPÉCIALES

Maison fondée en 1893

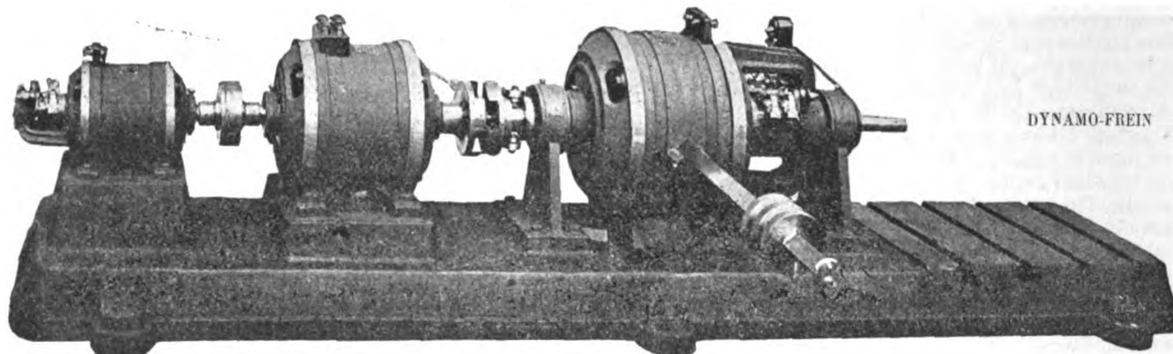
MICHEL BONNIER

19-20, Rue Saint-Gilbert,
LYON (VII[e])
Téléphone :
VAUDREY 24-09

Construction sur commande de MACHINES POUR TOUTES LES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

GÉNÉRATRICES - MOTEURS - ALTERNATEURS - CONVERTISSEURS ROTATIFS, ETC. Puissances de 0,01 à 100 kw.

Maison à Paris, 9, rue Sedaine (XI[e]). — Téléphone : ROQUETTE 53-48



MACHINES POUR LABORATOIRES. — Groupes convertisseurs à fréquences et tensions multiples. — Groupes d'étalonnage et décaleurs de phases.

MACHINES POUR T. S. F. — Alternateurs et transformateurs à fréquences musicales. — Génératrices à courant continu jusqu'à 10 000 volts. — Génératrices à double circuit magnétique : haute tension, d'une part ; basse tension, d'autre part. — Groupes convertisseurs horizontaux et verticaux.

MACHINES POUR APPLICATIONS INDUSTRIELLES. — Moteurs à vitesses lentes depuis 300 t : mn et moteurs à très grandes vitesses jusqu'à 10 000 tours (alternatifs ou continus). — Moteurs synchrones. — Commutatrices et transformatrices horizontales et verticales. — Régulateurs d'induction.

GÉNÉRATRICES A GRANDE INTENSITÉ, POUR ÉLECTROLYSE ET ÉLECTRO-MÉTALLURGIE. — Moteurs à courant continu pour traction. — Dynamos-frein. — Alternateurs-freins. — REDRESSEURS DE COURANT A BALAIS DE MERCURE système A. LATOUR (Licence exclusive).

Toutes nos machines étant exécutées sur commande sont de construction très soignée, de grande puissance spécifique et fournissent les plus hauts rendements

---



TÉLÉPHONE LE LAS



131, Rue de Vaugirard, PARIS (15[e])

Adresse télég. : TÉLÉNAUTIC-PARIS Reg. du Com. : SEINE, 106-296 Téléph. : SÉGUR, 43-46

TÉLÉPHONIE

La plus ancienne maison spécialisée dans la construction des téléphones haut-parleurs étanches pour la Marine, les Mines, l'Industrie, les Chemins de fer

T. S. F.

HAUT-PARLEURS, AMPLIFICATEURS DE PUISSANCE

SIGNALISATION

Appareils étanches de signalisation pour les Mines, Aciéries, Hauts-Fourneaux, Centrales, Relais, Avertisseurs divers Signaux lumineux, Magnétos étanches, etc. Appareillage de signalisation étanche pour Mines grisouteuses.

SONNERIES ÉTANCHES ET SEMI-ETANCHES FONCTIONNANT SUR TOUTES TENSIONS

Société Anonyme
des Anciens Etablissements

JACQUET FRÈRES

CAPITAL : 1 000 000 FRANCS

Siège social et Usines : à VERNON (Eure). — Téléphone : n° 13. — (*Reg. du Commerce* : Evreux N° 1095

GÉNÉRATRICES ET MOTEURS ÉLECTRIQUES

A COURANT CONTINU & A COURANT ALTERNATIF JUSQU'A 250 KW

627.8 : 621.311. — L'utilisation de l'énergie hydraulique superflue par accumulation hydraulique; K. Kobler *E. T. Z.*, 30 juin 1927, t. XLVIII, p. 940-944, 6 000 mots, 4 fig. — Les pays riches en énergie hydraulique sont amenés de ce fait à avoir une consommation spécifique élevée, à exporter néanmoins l'énergie électrique et à établir des tarifs industriels spéciaux très faibles. Dans les autres pays, on en est au contraire réduit à rechercher les meilleurs moyens d'accumuler l'énergie pour pouvoir toujours satisfaire la demande. L'auteur examine rapidement les divers systèmes au point de vue économique et à celui de leurs domaines d'application, notamment le système d'accumulation hydraulique et donne des indications sur les installations de Königstuhl, de Kargegg, de la Basse-Wartha, de Struden (Danube) et de l'Eifel. — C.-R. M.

621.17. — L'utilisation de la vapeur à très haute pression et l'influence de cet emploi sur le prix de revient; Thomas Roles. *World Power*, juillet 1927, t. VIII, p. 29-36, 6 000 mots, 4 fig. — L'auteur constate que la tendance actuelle est l'augmentation de la pression de la vapeur, certains ingénieurs proposant 100 kg : cm²; on sait que la puissance disponible par unité de poids de vapeur augmente avec la pression de cette dernière. En particulier, un même poids de vapeur à une pression de 100 kg : cm² contient environ 26 pour 100 de puissance disponible en plus de celle qui peut être obtenue du même poids de vapeur à la pression de 13 kg : cm²; le rendement est donc notablement augmenté. L'auteur montre cependant que le bénéfice réel n'est pas aussi considérable, car la turbine établie pour fonctionner à très haute pression a un rendement légèrement inférieur à celui de la turbine normale de sorte que le bénéfice tombe à 16 pour 100 environ. Ce bénéfice est encore réduit si l'on fait entrer en ligne de compte l'amortissement et les frais d'entretien, tous deux plus élevés dans le cas de la très haute pression. Après avoir tracé et discuté quelques schémas d'installation de chaudières, turbines et auxiliaires, l'auteur, indique pour conclure, que les installations futures utiliseront de la vapeur à une pression plus élevée que celle employée actuellement, mais que cette pression ne dépassera pas 70 kg : cm², pour les raisons qu'il a développées dans l'article. — E. B.

621.311.22.00.414. — Augmentation du rendement des stations génératrices à vapeur en Angleterre; Hugh Quigley. *World Power*, juillet 1927, t. VIII, p. 4-5, 1 500 mots, 2 tabl. — L'auteur fait une comparaison du rendement global réalisé dans les usines thermiques pendant les cinq dernières années; son enquête porte sur vingt-cinq usines de première importance et met en lumière une amélioration considérable du rendement des usines. Il résulte en effet des moyennes effectuées que la consommation de combustible par kilowatt-heure, égale à 1,42 kg en 1921-1922, est tombée à 1,09 kg en 1925-1926. L'économie totale de combustible ainsi réalisée est considérable, de l'ordre de 5 millions de tonnes. Cette économie aurait été augmentée de 1 à 6 millions de tonnes si toutes les stations génératrices du royaume avaient marché à la consommation moyenne. — E. B.

621.316. — Transmission de l'énergie de pointe à grande distance; A. Peucker. *E. T. Z.*, 30 juin 1927, t. XLVIII, p. 933-934, 2 700 mots, 2 fig. — L'auteur combat l'opinion souvent admise qu'une ligne de transmission d'énergie à grande distance doit, pour être rémunératrice, fonctionner toujours à pleine charge, c'est-à-dire n'être utilisée que pour la puissance de base. Il y a intérêt à se servir de ces lignes pour la transmission de l'énergie même en cas de surcharge; cette solution présente, suivant l'auteur, des avantages sur celle consistant à emprunter l'énergie de pointe à des usines locales; elle permet à un réseau local de jouir de la sécurité du fonctionnement de l'usine génératrice de forte puissance qui est toujours équipée pour parer à l'imprévu. Elle est, d'autre part, d'autant plus praticable qu'une ligne fonctionne rarement à pleine charge. Comme les pointes proviennent surtout d'une demande de lumière, la chute de tension en ligne croît beaucoup moins vite que la surcharge. L'auteur indique qu'on peut combiner l'emploi d'une ligne de transmission et d'une usine locale : la ligne fournit la puissance de base et les sommets des pointes, tandis que l'usine fournit les pointes modérées. — C.-R. M.

621.316 : 621.434. — La compensation des pointes à l'aide des moteurs Diesel de grande puissance; M. Gercke. *E. T. Z.*, 30 juin 1927, t. XLVIII, p. 929-932, 5 200 mots, 2 fig. — Il s'agit ici des moteurs de plus de 10 000 ch. Un seul est en service actuellement pour couvrir les pointes d'un réseau électrique. C'est celui de Hambourg de 10 500 kw, entré en service en 1926. Depuis son installation, il a donné entière satisfaction, non seulement en ce qui concerne les pointes, mais encore les mises en marche imprévisibles. Dans ce dernier cas, il peut être mis en parallèle sur le réseau en six minutes. Il immobilise trois hommes et consomme 250 à 260 grammes de combustible par kilowatt-heure. — Au point de vue économique, on diminue les frais de premier établissement en accroissant la vitesse et en diminuant la pression moyenne. Un type recommandé serait de 7 500 kw à 2 temps, injection sans air, en 10 cylindres à double effet, de 600 mm × 900 mm, à 215 t : mn. On peut prévoir un prix d'installation de 200 marks par kilowatt. Les frais d'exploitation sont à peu près équivalents à ceux des chaudières de pointe et des accumulateurs de vapeur. L'auteur établit le bilan financier d'une installation de 50 000 kw, fournissant annuellement 150 millions de kilowatts-heures, et couvrant les pointes avec un moteur Diesel de 15 000 kw, pour diverses durées des pointes. Il conclut à une économie de 572 000 marks par an. Il faut ajouter à cela la possibilité d'utiliser l'échappement, par exemple au chauffage, la décentralisation de la production, et avec elle l'économie des lignes de transmission et la réduction de leurs pertes. Pour développer ce genre d'utilisation, il serait bon de normaliser un petit nombre de types et de ne pas considérer les exigences particulières. L'auteur termine en exposant quelques principes d'installations accessoires. — C.-R. M.

621.316 : 621.355. — La compensation des pointes d'énergie à l'aide des batteries d'accumulateurs électriques; D. Berdelle. *E. T. Z.*, 30 juin 1927, t. XLVIII, p. 926-929, 4 400 mots, 3 fig. — A l'inverse de ce qui se produit pour une machine ordinaire le choix d'une batterie d'accumulateurs dépend non seulement de la puissance maximum qu'elle peut fournir, mais encore de la durée pendant laquelle elle peut la fournir. Pratiquement, on prend comme capacité le produit du courant maximum de surcharge par les deux tiers de la durée de la pointe, cette durée étant mesurée à la base. On peut alors réduire considérablement la valeur de la puissance maximum ou puissance installée de l'usine. Un autre avantage réside dans le fait qu'on peut répartir à volonté les batteries-tampons dans le réseau. Enfin, quand il s'agit de réseaux à courant alternatif, il est nécessaire d'employer des convertisseurs rotatifs, qui ont pour effet d'améliorer le facteur de puissance. Dans un exemple numérique qu'il traite, l'auteur part d'un prix de batterie de 150 marks par kilowatt-heure, d'un amortissement en 20 ans, et aboutit à une économie annuelle d'environ 600 000 marks pour une installation de 20 000 kw de puissance maximum et de 10 000 kw de puissance moyenne. — C.-R. M.

621.311.22.00.42. — La fourniture des pointes dans les centres de distribution d'énergie; Johannes Ruths. *E. T. Z.*, 30 juin 1927, t. XLVIII, p. 916-924, 8 000 mots, 21 fig. — L'auteur fait remarquer que les chaudières à haute pression et les turbines multiples sont mal adaptées pour les marches intermittentes et brèves que nécessitent les pointes. En particulier l'énergie qu'elles produisent est très coûteuse : elles entraînent des charges de capital énormes rapportées à l'heure de marche. Une première méthode d'aménagement consiste dans l'utilisation de tarifs spéciaux dits tarifs hors



OUVRAGES TECHNIQUES

En vente aux bureaux de la « R. G. E. ».

Extraits de la « R. G. E. »

AMET (Amiral). — Utilisation des marées. Une brochure, 29 cm × 22 cm, 48 pages, 9 fr.

BEINET (E.). — Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 144 pages, 9 fr.

BLAEVOET (Ch.). — Contentieux des travaux publics. Une brochure 28 cm × 22 cm, 36 pages, 7,50 fr.

BLONDEL (A.). — Application de la méthode de deux réactions à l'étude des phénomènes oscillatoires des alternateurs couplés. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 64 pages, 15 fr.

BOËS (J.). — La traction sur route par accumulateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 56 pages, 10 fr.

BOUGAULT (P.) — Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique avec les modifications contenues dans les lois subséquentes. Une broch., 23 cm × 22 cm, 8 p., 2,50 fr.

BOUTTEVILLE (R.). — La distribution de l'énergie électrique à l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes. Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

BRUCKEMAN (H.-W.-L.). — A propos des composés isolants dits « compounds ». Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 p. 2,50 fr.

CALAME (J.) et GADEN (D.). — Calcul d'une chambre d'équilibre à grands épanouissements supérieur et inférieur à l'aide de « valeurs relatives ». Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 p., 3,50 fr.

CAPDEVILLE (P.) et LAROCHE (R.). — Méthodes de mesure des pertes diélectriques en courant triphasé et en courant monophasé à très haute tension. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

CARJAT (E.). — Influence des dimensions principales sur la commutation des machines et turbomachines à courant continu. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

CARPENTIER (H.). — Prédétermination des moteurs synchrones nécessaires pour améliorer le facteur de puissance et pour régler la tension d'un réseau. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

CARPENTIER (H.). — Notes sur le calcul des fondations des pylones supportant les lignes de transmissions d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

CARPENTIER (H.). — Lignes de transmission d'énergie montées sur chaînes d'isolateurs. Rupture de conducteurs dans une portée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

DAGORY. — Application de la métallisation par le procédé Schoop aux installations de transmission d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

DEFOUR (A.). — Sur l'utilisation de l'énergie des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 24 pages, 5,50 fr.

DUVAL (C.) et BOUSKPOUX (S.). — La ligne de transmission d'énergie à 120000 volts de la Basse Isère. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

FERRIER (R.). — Les nouveaux axiomes de l'électronique. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 64 pages, 3,50 fr.

FÉRY (Ch.) et CHENEVEAU (Ch.). — Théorie complète du fonctionnement de l'accumulateur au plomb. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

FOURNIER (F.). — La propagation des actions dans l'éther. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 40 pages, broché, 4 50 fr.

GARIEL (M.). — Etude sur les maxima de surpression dans les coups de bélier. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 p., 5 fr.

GENKIN (V.). — Protection de réseaux électriques contre les courts-circuits et les défauts d'isolements. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 48 pages, 9 fr.

GIRAULT (P.). — Sur l'échauffement d'un organe de machine électrique soumis à des pertes dans le fer constantes et à des pertes par effets Joule. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 28 p. 6,50 fr.

GOISNARD (G.). — L'aménagement hydroélectrique de la vallée d'Aspe. L'usine génératrice d'Esquit. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

GOUINEAU (M.). — Appareil automatique de sûreté et de contrôle des trains. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

GUERY (F.). — Contraction de Lorentz et relativité (cohésion gravitation, électromagnétisme). Une brochure, 22 cm × 14 cm, 80 pages, 6 figures, broché, 6 fr.

JANCULESCO (C.). — La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 50 fr.

LATOUR (M.). — Note sur le montage en récupération du moteur shunt à collecteur. Une brochure, 28 cm, × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

LAVANCHY (Ch.). — Calcul mécanique des conducteurs de lignes électriques pour le cas où les supports sont à des niveaux différents. Une broch., 28 cm, × 22 cm, 12 pages, 3 50 fr.

LEFÈVRE (C.). — L'usine génératrice hydroélectrique du Bès près Saint-Chély-d'Apcher (Lozère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4 50 fr.

LEHMANN (Th.). — Calcul de l'attraction magnétique dans les machines dynamo-électriques lorsque la loi de Maxwell devient insuffisante. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 pages, 5 fr.

LE GALLOU (Y.). — L'utilisation des moteurs à huile lourde pour l'électrification des campagnes. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

LOUIS (J.). — Règle pour le calcul des réseaux triphasés de distribution d'énergie électrique. 30 cm × 15 cm, avec note explicative, 14,50 fr.

PARTENI (A.-C.). — Contribution à l'étude expérimentale et théorique de la commutation dans les machines à courant continu. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 60 pages, 12 fr.

PELLION. — Application du repérage par le son et à la mesure des vitesses initiales. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 20 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*, n° 90), 4 fr.

PISTOYE (H. de). — Bobinages à courant alternatif à trous partiels. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

PLANTEAU (J.). — Le poste extérieur de transformation de Puiseux 60000/15000 volts à commande automatique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

RACAPÉ (A.). — Détermination des valeurs du facteur de puissance entre lesquelles il peut être plus ou moins avantageux d'utiliser l'une ou l'autre des formules susceptibles d'être employées pour servir de base à la tarification de l'énergie réactive. Etude comparative de l'erreur des compteurs à énergie réactive selon quelle est calculée par rapport à la fonction sinus ou par rapport à la fonction cosinus. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

REYVAL (J.). — L'usine hydroélectrique de l'Isle-Jourdain (Vienne). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

REYVAL (J.). — L'usine hydroélectrique du Drac-Romanche à Pont-de-Claix (Isère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 p. 5 fr.

ROTH (E.). — Les alternateurs de 40000 kilowatts construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Electricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

SAROLEA (J.). — Problème de la protection sélective des lignes de transmission triphasées à très haute tension. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

SPARRE (DE). — Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4 50 fr.

SZARVADY (G.). — Energie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités des courants périodiques quelconques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 50 fr.

TEGNA (A.). — Essai de puissance réduite des alternateurs. Une brochure, 23 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

TUMERELLE (A.). — L'usine génératrice hydro-électrique de Chancy-Pougny. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

WITZ (Aimé). — Le nouvel essor de la machine à vapeur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 pages, 5 fr.

(Frais de port et d'emballage en plus.)

pointe, dans l'adjonction à l'usine d'industries spéciales qu'on fera travailler dans les heures creuses. Après avoir critiqué ces divers systèmes, ainsi que l'emploi du moteur Diesel, M. Ruths expose l'utilisation de l'accumulateur de vapeur, de son invention. Ce système constitue un lien élastique entre la production et l'absorption de l'énergie. Il a pour effet d'agir sur les chaudières elles-mêmes, en assurant une charge de base à laquelle vient s'ajouter une surcharge constante et modérée pendant les heures de pointe. Il conduit à une économie d'autant plus considérable que la durée des pointes est plus faible. Son prix d'installation est de 120 à 140 marks par kilowatt. — L'article expose les principes d'installation dans une petite ville, dans une ville industrielle et dans une grande ville, et cite en terminant les exemples de Malmoë, Halmstadt, Charlottenburg et Oberspree. — C.-R. M.

621.312.2.00.413. — Sur les phénomènes transitoires à la mise en parallèle des machines synchrones. Application au cas des turbogénérateurs Ljungström; T. Komaru. *J. I. E. E. of Japan*, mai 1927, n° 466, p. 538-563, 3 fig. — Cette question a déjà été traitée par de nombreux auteurs, mais toujours en négligeant le couple asynchrone qui résulte de l'oscillation autour de la vitesse de synchronisme. L'auteur introduit dans les équations l'expression de ce couple et en outre un terme proportionnel au carré de la vitesse. Dans le cas des turbogroupes Ljungström, il y a deux équations complètes simultanées que l'auteur étudie et qui l'amènent à considérer trois systèmes d'oscillations : une oscillation hyposynchrone, une oscillation synchrone critique et une oscillation hypersynchrone. Il fait ensuite deux applications de ces formules : 1° à un groupe Ljungström de 6 250 kv-A et 2° à un alternateur de 250 kv-A actionné par une turbine hydraulique. — E. B.

621.312/4 : 536.24. — Les constantes de temps thermiques : leur variation dans le cas des machines électriques à ventilation forcée; D. Hilary Wills. *World Power*, juillet 1927, t. VIII, p. 25-28, 3800 mots, 2 fig. — Considérons le cas simple d'une machine à température uniforme dont la production et la dissipation de chaleur sont également uniformes pour un volume d'air constant; dans ce cas la loi exponentielle d'échauffement est valable. On a en effet, en désignant par θ la température de la machine, au temps t, $d\theta$ l'augmentation de température pendant le temps dt, Ψ l'augmentation de température de l'air à sa sortie, W la quantité de chaleur produite, C le coefficient de refroidissement de la surface de la machine,

$$W dt = A d\theta + B \Psi dt + C \theta dt;$$

si le volume d'air est constant, Ψ est proportionnel à θ et l'équation ci-dessus devient

$$W dt = A d\theta + D \theta dt + C \theta dt;$$

si θ_F est la température finale, $W = C\theta_F$ d'où $C = \frac{W}{\theta_F}$ ou $\theta_F = \frac{W}{C}$ dans le cas où il ne passe pas d'air dans la machine. Lorsque la ventilation agit, la température finale est θ_f et par suite

$$W = D\theta_f + \frac{W}{\theta_F}\theta_f,$$

de sorte que

$$D = \frac{W(\theta_F - \theta_f)}{\theta_F \theta_f},$$

Si on désigne par T_F la constante de temps thermique de la machine définie par

$$A = \frac{W T_F}{\theta_F},$$

on a en substituant ces différentes valeurs dans l'équation ci-dessus.

$$W dt = \frac{W T_F}{\theta_F} d\theta + \frac{W(\theta_F - \theta_f)}{\theta_F \theta_f} \theta dt + \frac{W}{\theta_F} \theta dt$$

d'où, en résolvant,

$$\theta = \theta_f \left(1 - e^{-\frac{t\theta_F}{T_F \theta_f}}\right),$$

équation qui peut s'écrire

$$\theta = \theta_f \left(1 - e^{-\frac{t}{T_f}}\right)$$

en posant $T_f = T_F \frac{\theta_f}{\theta_F}$, c'est là la nouvelle constante de temps pour le cas où l'air circule dans les canaux de ventilation. — Ainsi si l'échauffement final d'une machine peut être réduit de la valeur θ_F à θ_f par la circulation de l'air, la constante de temps thermique de la machine est déduite dans ce rapport $\frac{\theta_F}{\theta_f}$ et cette observation est importante pour la détermination de la durée des essais des machines. — L'auteur a exécuté de nombreux essais dans le but de rechercher les valeurs probables du rapport ci-dessus; en particulier il a étudié l'effet de la ventilation sur un petit alternateur de 5 kv-A en faisant varier le volume d'air, les rapports $\frac{T_f}{T_F}$ et $\frac{\theta_f}{\theta_F}$ ont été constamment égaux pour toutes les valeurs du volume d'air; la constante de temps devient égale à 40 pour 100 de la valeur primitive sans ventilation. L'action de la ventilation est encore plus marquée dans le cas d'un transformateur de 12 kv-A, le rapport $\frac{\theta_f}{\theta_F}$ devient égal à 0,25 environ pour le volume d'air maximum utilisé pendant les essais. L'auteur étudie ensuite l'augmentation de température due à une surcharge, la machine étant ventilée à partir du moment de l'application de la surcharge : 1° dans le cas où on suppose la constante de temps égale dans les deux circonstances; 2° la constante de temps étant supposée réduite à une fraction de la première, fraction connue par les essais exécutés antérieurement et il arrive aux conclusions suivantes : 1° la loi exponentielle n'est pas strictement applicable au cas des machines; 2° la constante de temps n'est pas indépendante de la charge; 3° l'échauffement final n'est pas exactement proportionnel à la perte en watts dans la machine; 4° pour de très fortes surcharges, l'échauffement est plus rapide que celui indiqué par la courbe exponentielle en raison du temps nécessaire pour que la puissance perdue puisse traverser les mauvais conducteurs de chaleur constitués par les isolants; en tenant compte de la variation de la constante de temps, les échauffements calculés se rapprochent de ceux observés. — E. B.

621.314.5. — Etude des commutatrices à l'aide d'un diagramme simplifié des ampères-tours; R. Meller. *E. u. M.*, 7 août 1927, t. XLV, p. 649-659, 8500 mots, 20 fig. — L'auteur développe un diagramme vectoriel d'ampères-tours, en prenant comme point de départ un transformateur de phases à excitation continue (transformateur polymorphique). Il tient compte des pertes mécaniques et des pertes dans le fer, et montre l'influence de la position du champ externe par rapport au champ fixe de l'induit, sur la forme du diagramme. Il traite ensuite par cette méthode deux systèmes nouveaux de convertisseurs, qu'il a conçus. Le premier est un convertisseur rotatif à réglage de la réaction transversale; ce type a tendance à avoir une vitesse oscillante, et il est possible d'y remédier. Le deuxième est une commutatrice à excitation shunt, munie également d'un réglage de la réaction transversale. Dans les deux cas on emploie avantageusement les pôles de

commutation. L'auteur détermine le champ dans la zone de commutation et étudie les moyens de l'affaiblir. Il déduit du diagramme de marche à vide l'expression du couple synchronisant, et étudie le régime oscillatoire de ces machines. — C.-R. M.

621.315.1. — Calculs relatifs au cas d'une terre accidentelle sur un des conducteurs d'une ligne triphasée à six conducteurs; K. Kato. *J. I. E. E. of Japan*, mai 1927, n° 466, p. 462-477, 13 fig. — Si les six conducteurs sont montés sur un seul système de supports en fer, l'influence mutuelle entre les deux circuits en parallèle doit être mise en ligne de compte, même pour le fonctionnement normal. Cette influence mutuelle peut devenir très importante dans le cas de mise à la terre accidentelle de l'un des conducteurs. L'auteur expose une théorie permettant de tenir compte de ces effets d'induction dans le calcul des courants de terre et d'obtenir les phases relatives de ces courants. — E. B.

621.315.1.00.413. — La théorie de la marche en parallèle de deux lignes de transmission triphasées et la bobine de Petersen; S. Bekku. *J. I. E. E. of Japan*, mai 1927, n° 466, p. 449-461, 12 fig. — Pour calculer le courant à la terre dans le cas d'un défaut d'isolement d'une ligne d'un réseau triphasé, il est nécessaire de déterminer les différences de phase par rapport au point de potentiel nul. Ces différences positive et négative peuvent être calculées à l'aide des méthodes connues ; l'impédance de la phase zéro doit être calculée d'une manière différente, c'est l'objet de l'article; l'auteur donne une formule d'application générale. La bobine de Petersen permet de limiter l'intensité du courant de terre et de l'interrompre. L'auteur applique sa formule au cas où le réseau possède une telle bobine. — E. B.

621.315.1.00.12. — Le calcul de la puissance synchronisante dans les lignes d'interconnexion; S.-Austen Stigant et H. Morgan Lacey. *World Power*, août 1927, t. viii, p. 67-70, 2000 mots, 4 fig. — Dans cet article, les auteurs exposent une méthode aisée pour calculer à l'aide des diagrammes vectoriels, des équations trigonométriques simples et de certaines propriétés géométriques, la puissance synchronisante d'une ligne d'interconnexion dans les deux cas suivants : les barres générales à chaque extrémité de la ligne sont à la même tension, ou elles sont à des tensions différentes. L'article est uniquement le développement mathématique de cette méthode. — J. S.

693.14 : 621.315...|00.12. — Les massifs de fondations des supports de lignes aériennes et leur calcul; G. Sulzberger. *Bull. A. S. E.*, juin 1927, t. xviii, p. 337-351, 5400 mots, 22 fig. — Nous avons déjà mentionné ici des essais entrepris en Suisse par la Commission pour la Revision des Prescriptions fédérales concernant les installations à courant fort, et destinés à mettre au point la méthode de calcul des massifs de fondations des supports de lignes aériennes. Les travaux et les essais de ladite commission ont été exposés et commentés par le même auteur dans « Bull. A. S. E. », octobre 1922, t. xiii, p. 429, mai et juillet 1924, t. xv, p. 185 et 313, et octobre 1925, t. xvi, p. 509 (études résumées dans « R. G. E. » 28 avril 1923, t. xiii, p. 136 D, 27 décembre 1924, t. xvi, p. 1042 et 30 janvier 1926, t. xviii, p. 38 D); à son tour, M. H. Carpentier a mentionné ces essais et les a comparés aux résultats obtenus par d'autres méthodes dans « R. G. E. », 6 et 13 novembre 1926, t. xx, p. 671-679 et 701-709. Dans l'article qui nous occupe, M. Sulzberger traite de nouveaux essais appliqués spécialement aux massifs de fondations encastrés dans le sol. Les calculs envisagés portent sur le couple de renversement auquel est soumis le massif et sur les efforts qui s'opposent à ce couple. Ces derniers résultent de la tension des faces latérales du sol, dans lequel est encastré le massif, puis du frottement des surfaces de contact du massif et du sol, tant de celle de la base que de celles des parois, et enfin de la réaction du sol opposée au poids du massif, y compris celui du support et des conducteurs qui constituent la ligne. Les calculs contrôlés par des essais, dont les résultats sont enregistrés dans l'article, montrent que l'on peut admettre un angle α de renversement tel que $tg\alpha$, soit au plus égal à 0,01. — A. C.

621.315.7. — Le fonctionnement de la protection différentielle d'après Merz-Price dans les systèmes polyphasés, en présence de mises à la terre externes. *E. u. M.*, 7 août 1927, t. xlv, p. 659-660, 700 mots, 2 fig., d'après un article de F. Ahrberg et W. Gaarz publié dans *Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens Konzern* — Une protection différentielle est efficace en ce qui concerne les courts-circuits et mises à la terre qui se produisent entre les transformateurs de courant de protection. Pour qu'elle conserve son effet sélectif, elle doit être insensible aux accidents externes. Or, cela dépend de nombreux facteurs. Les auteurs indiquent diverses mesures propres à combattre ces défauts. Ils étudient l'influence qu'exerce le point neutre du réseau suivant qu'il est mis à la terre directement ou par une résistance, ou qu'il est isolé. Il faut être particulièrement prudent dans le premier cas. La protection Merz-Price peut être toujours montée de façon à ne pas réagir devant les incidents qui lui sont externes, mais il faut pour cela l'adapter soigneusement à chaque cas. — C.-R. M.

621.311.74 : 537.523.5. — La coupure de courants alternatifs de très grande intensité au moyen d'interrupteurs dans l'air; William Scott. *Electrical World*, 16 juillet 1927, t. xc, p. 109-111, 1500 mots, 6 fig., 1 tabl. — L'auteur donne dans cet article quelques indications sur les essais effectués par la Cutter Company de Philadelphie sur différents types d'interrupteurs dans l'air. Les appareils essayés étaient du modèle normalisé de tableau pour 440 v, sans écran séparateur d'arcs. Les trois pôles de ces appareils étaient mis en court-circuit soit par une barre de cuivre de 25 mm × 6 mm ou à travers des résistances en fonte branchées en étoile ayant 0,0051 ohm dans chaque branche. On a pu dans ces essais couper, sans que les interrupteurs soient mis pour cela hors service, des courants des intensités ci-après : 42100 A en 0,05 s avec un interrupteur marqué 2000 A dans un essai suivant le cycle : ouvert-fermé-ouvert, puis avec le même interrupteur et suivant le cycle fermé-ouvert, des courants de 50800 A, 66800 A et 95500 A. Avec un interrupteur marqué 500 A, il a été possible de couper un courant de 80500 A (valeur efficace). Toutefois, dans ce cas, les pièces de contact auraient nécessité une revision avant la remise en service de l'appareil. Des vues cinématographiques de certains de ces essais ont été prises pour permettre au fabricant d'examiner à loisir comment se sont comportés les appareils pour qu'il puisse y apporter ensuite les améliorations nécessaires. — J. S.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.25.031.4. — Le diagramme du courant primaire d'une machine asynchrone couplée avec une excitatrice alternative à autoexcitation; H. Walz. *E. u. M.*, 28 août 1927, t. xlv, p. 701-709, 7500 mots, 5 fig. — L'auteur étudie analytiquement le mode de fonctionnement du montage en cascade d'un moteur asynchrone et d'une excitatrice à courant alternatif sans bobinage statorique. Il donne le diagramme du courant primaire pour tous les cas de fonctionnements possibles. Ce diagramme est un cercle. — C.-R. M.

621.313.25. — Avantages et inconvénients des moteurs asynchrones à double cage d'écureuil; L. Schuler. *E. T. Z.*, 11 août 1927, t. xlviii, p. 1143-1145, 2500 mots, 2 fig. — Les moteurs à double cage, ou à double enroulement, sont caractérisés par un induit muni de deux cages ou enroule-

ments, celui de l'intérieur étant peu résistant, celui de l'extérieur très résistant. En fonctionnement normal, l'avantage de la double cage est d'autant plus accusé que la tension d'alimentation est plus basse. Pendant le démarrage, son avantage est plus marqué avec le couplage en étoile qu'avec le couplage en triangle jusqu'à une vitesse d'environ 25 pour 100 de la vitesse de régime. En ce qui concerne le couple moteur en régime normal, il y a rarement intérêt à employer ce système. Souvent il est plus avantageux d'employer un moteur à simple cage avec poulie à embrayage centrifuge automatique. La double cage est caractérisée par un faible facteur de puissance, une grosse dispersion, une faible possibilité de surcharge. A puissance égale elle exige de plus grandes dimensions. En conclusion, l'auteur estime qu'elle est rarement avantageuse et que, lorsqu'elle l'est, elle peut être remplacée par un moteur ordinaire à embrayage centrifuge.— C.-R.M.

621.346 : 621.761.1. — Une aciérie complètement électrifiée; M.-T. Lothrop. *Electrical World*, 30 juin 1927, t. xc, p. 207-210, 2 500 mots, 7 fig. — L'auteur donne dans cet article une description d'ensemble de la nouvelle aciérie de la Timken Roller Bearing Company, à Canton, qui est un exemple intéressant de l'application de l'énergie électrique à la production de l'acier. Elle comprend un four Martin de 100 t, deux fours électriques de 25 t et un de 7 t. Ces fours sont des fours triphasés à arc. L'énergie fournie à 22 000 v est abaissée par des transformateurs de 7 500 kv-a ou 3 000 kv-a placés dans des cellules à côté de chaque four, dont les secondaires ont trois prises donnant 180, 220 et 250 v. Ces fours comportent par rapport aux fours habituels une modification de construction grâce à laquelle, lors de la coulée, c'est le métal de fond du bain qui s'écoule d'abord, ce qui diminue fortement la possibilité d'entrainement de scories. Avec les fours de 25 t la consommation est de 550 kw-h par tonne de métal. Parmi les accessoires de cette aciérie il faut citer la machine de chargement des fours dans laquelle tous les mouvements sont commandés par roue et vis sans fin au lieu des engrenages cylindriques utilisés jusqu'ici dans ces machines et un pont de coulée de 165 t avec crochets auxiliaires de 50 et 15 t. En général, une des caractéristiques nouvelles de toutes les machines de cette aciérie est l'emploi étendu de roulements à rouleaux coniques, emploi dont cette installation est un exemple presque unique. En ce qui concerne le treuil de 165 t du pont de coulée, l'arbre du tambour principal est en deux parties réunies bout à bout par un accouplement élastique. Chaque partie est commandée par un moteur de 110 ch qui attaque par un accouplement élastique un réducteur à vis sans fin. Un frein à électroaimant est monté sur chaque partie de l'arbre entre l'accouplement central et le réducteur à vis sans fin. Normalement les deux tambours du treuil ne sont pas en contact, mais en cas d'avarie sur un des deux systèmes d'entrainement, ils se mettent en contact et le frein à électroaimant qui est sur la partie en fonctionnement maintient les deux tambours à l'arrêt et empêche la charge de redescendre. Les deux moteurs sont commandés chacun par un système électromagnétique du type à retardement. les deux systèmes étant réglés en synchronisme par un régulateur commun. Signalons enfin que l'aciérie renferme une cisaille pouvant couper à chaud 250 mm × 250 mm. entrainée directement et sans volant par un moteur de 250 ch. Le moteur ne fonctionne qu'au moment d'une opération au lieu d'être constamment en marche comme c'est habituellement le cas. — J. S.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.335.— Une locomotive électrique de forte puissance. *E. R. J.*, 9 juillet 1927, t. lxx, p. 53-57, 2 500 mots, 7 fig.— Il s'agit de la première d'une série de quatre nouvelles locomotives mises en service par le Great Northern Railway pour l'exploitation de la portion de voie entre Skykomish et la sortie du Cascade Tunnel pour la traversée des monts Cascade où le profil présente des pentes atteignant 2,2 pour 100. Cette locomotive construite conjointement par les Baldwin Locomotive Works et la Westinghouse electric and manufacturing Company pour la partie électrique se compose, pour l'inscription plus facile en courbe, de deux unités identiques du type 1-D-1 accouplées. Elle pèse 325 t en ordre de marche et peut démarrer des trains de 200 wagons de 70 t chacun. La puissance totale des moteurs au régime unihoraire est de 4 330 ch. Le système de distribution adopté par le Great Northern Railway est le courant monophasé 11 000 v, 25 p : s avec transformation en courant continu sur la locomotive au moyen d'un transformateur et d'un groupe moteur-générateur à moteur synchrone. La locomotive est munie du freinage par récupération. L'énergie nécessaire à cette électrification est fournie soit par l'ancienne usine hydroélectrique de Tumwater qui alimentait auparavant la traversée électrifiée de Cascade Tunnel en courant alternatif triphasé 6 600 v, 25p: s, soit par la Puget Sound Power and Light Company. Dans ce cas l'énergie est vendue sur la base des trois plus fortes demandes d'énergie d'une durée de cinq minutes, dans le mois. Pour éviter l'action des lignes d'énergie sur les lignes de communications voisines on a pris les mesures suivantes : transformation du système de signalisation de courant continu en courant alternatif 6600 v, 60 p : s; éloignement des lignes téléphoniques ou télégraphiques et, éventuellement, emploi de câbles. Enfin signalons que le Great Northern Railway a entrepris le percement d'un tunnel au-dessous de Cascade Tunnel, qui aura 13 km environ et sera le plus long des Etats-Unis; il raccourcira le trajet d'environ 12,5 km en supprimant de nombreux détours de la voie et évitant les régions hautes où la neige gêne considérablement le trafic. — J. S.

625.622.3.00.42. — La mesure du bruit produit par le passage des voitures de tramways ; D.-D. Ewing. *E. R. J.*, 9 juillet 1927, t. lxx, p. 48-51, 2 500 mots, 9 fig., 2 tabl. — La mesure des bruits causés par les voitures de tramways a fait aux Etats-Unis, depuis quelques années, l'objet de recherches variées. L'auteur a étudié le bruit produit au passage d'une voiture de tramway dans le but principalement de déterminer l'influence des différents types de chaussées et modes de pose de la voie. L'appareil employé comporte un haut-parleur à aimant permanent dont le pavillon a été remplacé par un petit mégaphone, un amplificateur et un voltmètre enregistreur à courant continu Esterline. Pour les besoins de la comparaison, la largeur de la bande de papier a été divisée en 100 parties égales. Cet appareil ne donne évidemment pas une indication absolue au point de vue de bruit, car il ne saurait être sensible comme l'oreille aux différentes fréquences. Toutefois, les indications qu'il fournit sont suffisantes pour faire des comparaisons, et, d'autre part, pour les fréquences auxquelles l'oreille est le plus sensible, il suit une loi à peu près rectiligne. Pour mesurer les vibrations transmises par la chaussée l'auteur remplace le haut-parleur par un microphone à grenaille du type « Solid back » dont l'embouchure est posée sur la chaussée. L'auteur a relevé ainsi 240 graphiques dans plusieurs villes, dont quelques-uns sont reproduits dans l'article avec toutes les indications relatives aux conditions de leur relevé. En général les chaussées à pavage élastique sont moins bruyantes que les chaussées dures et lisses. La rugosité à dureté égale diminue le bruit. Les rails eux-mêmes ne sont pas une source de bruit quand la voie et le pavage sont bien entretenus. L'état des rails au point de vue de l'absence de sable, de saletés et de rugosités a une grande importance dans les bruits causés par les voitures de tramways. — J. S.

625.622.12.00.46. — La suppression des ruptures des centres de roues au moyen d'un traitement thermique. *E. R. J.*, 16 juillet 1927, t. lxx, p. 93-94, 1 200 mots, 4 fig. — La Twin City Rapid Transit Company qui exploite des tramways à Minneapolis et Saint-Paul a développé un traitement thermique qui, appliqué aux roues en acier forgé, a, jusqu'ici, supprimé complètement les ruptures constatées

précédemment dans les centres de roues. Ces ruptures paraissaient dues à des efforts internes développés dans le métal au cours de la fabrication et non à une cause consécutive à leur emploi prolongé, car elles se produisaient presque toujours dès leur mise en service. Ce traitement thermique comprend un chauffage de deux heures environ dans un four chauffé à l'huile lourde à la température de 785 à 800°C, puis, après inspection, la trempe à 200°C dans un bain d'huile suivie d'un revenu à 550°C; après quoi on les laisse refroidir pendant quinze à vingt heures. Ce traitement produit un changement des propriétés physiques du métal qui devient en particulier plus ductile et et d'autre part d'un grain plus fin et plus homogène. Il n'a pas été possible de faire encore des comparaisons entre les roues traitées et celles non traitées au point de vue de l'usure, les premières n'ayant pas encore été en service suffisamment longtemps. Les premières observations semblent toutefois montrer que les roues ayant subi le traitement thermique s'usent moins vite que les autres. — J. S.

621.313.23 : 621.348. — Moteurs synchrones pour la marine; C. Rettie. *The Electrician*, 29 juillet 1927, t. xcix, p. 131-133, 1 300 mots, 1 fig. — L'auteur commence par quelques généralités sur la propulsion électrique des navires, signalant deux importants navires à passagers qui vont être munis de ce mode de propulsion. Une caractéristique du développement dans la technique de ce système est l'emploi de plus en plus marqué (surtout par l'American general electric Co) de moteurs synchrones au lieu de moteurs d'induction. Cette compagnie estime que lorsqu'il y a besoin de changer la vitesse (navires de queue) on peut obtenir un équipement plus léger et plus efficace en prévoyant sur l'arbre deux groupes de moteurs à nombre de pôles différents, correspondant l'un à la vitesse de croisière et l'autre à la vitesse maximum. Les moteurs synchrones de propulsion ont un enroulement en cage d'écureuil sur le rotor et ils sont mis en route et amenés à la vitesse de synchronisme comme des moteurs d'induction. Leurs avantages au point de vue de cet emploi sur les moteurs d'induction sont les suivants : plus grand rendement du système de transmission puisqu'on opère avec un facteur de puissance égal à l'unité; plus grands entrefers; moteur et générateur sont plus légers et moins coûteux. L'auteur termine l'article par un coup d'œil sur les différents types de moteurs à courant alternatif en usage ou destinés à être utilisés pour la propulsion électrique des navires. — J. S.

621.348. — L'électricité et la propulsion des navires; A.-C. Hardy. *The Electrician*, 29 juillet 1927, t. xcix, p. 130-132, 3 500 mots, 4 fig. — Cet article est une revue d'ensemble sur la position présente et les possibilités futures de la propulsion électrique des navires. Celle-ci semble faire des progrès en Angleterre où on peut signaler la mise en chantier pour la Peninsular and oriental Co, d'un paquebot de 19000 t, à propulsion électrique avec turbines à haute pression. Aux Etats-Unis ce mode de propulsion parait avoir définitivement obtenu gain de cause surtout avec le moteur Diesel et la transmission électrique. Il ne semble d'ailleurs pas qu'il y ait à craindre de limitation de puissance du fait de cette disposition, car on peut citer deux navires italiens équipés avec moteurs Diesel où la puissance installée atteint 42000 ch. La propulsion avec moteur Diesel et transmission électrique n'est d'ailleurs peut-être pas économique à cause du prix élevé de première installation. Un exemple cité dans l'article fait ressortir un avantage important de ce mode de propulsion : c'est sa souplesse due à la possibilité de distribuer l'énergie électrique produite soit aux machines de propulsion, soit aux machines auxiliaires suivant les besoins. En outre, il laisse plus de place libre pour les cales de marchandises; M. D.-H. Young superintendant de l'United Fruit Co de Boston qui exploite deux navires munis de cet équipement estime dans ce cas le gain ainsi réalisé à 30 pour 100 par rapport à un navire à vapeur et à 18 pour 100 par rapport à un navire avec moteur Diesel et transmission mécanique. Un autre exemple intéressant d'adoption de ce mode de propulsion est celui de l'Atlantic Refining Co qui fait transformer trois grands pétroliers et en a commandé un quatrième en Angleterre. Le premier des navires transformés fait un transport entre Philadelphie et Durban (Afrique du Sud) et comporte la commande à partir du poste de pilotage et la commande automatique gyroscopique du gouvernail. A côté de ces applications il en existe d'autres où, à cause de sa seule souplesse, la propulsion électrique est préférable, même à prix plus élevé. C'est le cas des remorqueurs, ferry-boats, dragues, etc. et en général de tous les navires où l'on a besoin de changements de marche rapides et fréquents. Là encore c'est aux Etats-Unis qu'on en trouve les exemples les plus nombreux dont l'auteur cite les plus récents dans son article. — J. S.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394/5.822. — Sur les effets d'induction électromagnétique entre lignes de transmission d'énergie électrique et lignes téléphoniques ou télégraphiques; E. Fukawo. *J. I. E. E. of Japan*, juillet 1927, n° 468, p. 673-691, 16 fig., 7 tabl. — Le même sujet a fait l'objet d'un rapport de S. Mayehara et E. Fukawo, présenté à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension (*R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. xxii, p. 266). — L'auteur de l'article rappelle que le point neutre d'une ligne de transmission étant mis à la terre, s'il se produit une terre accidentelle sur l'un des conducteurs, un courant de court-circuit de forte intensité passera par la terre qui induira par effet électromagnétique une tension anormale dans les lignes téléphoniques ou télégraphiques voisines. Dans certains cas la tension ainsi induite peut être assez importante pour donner lieu à quelque détérioration d'appareils. Au Japon, les circonstances géographiques ne permettent pas d'éloigner suffisamment l'une de l'autre ces deux catégories de lignes. Depuis plus de dix ans des recherches et des essais pratiques ont été entrepris tant sous les auspices de l'Etat que par les soins des compagnies de distribution d'énergie électrique. Les résultats en sont donnés dans cet article dont les différents chapitres sont les suivants : 1° raisons de l'importance de ce problème au Japon ; 2° formules pour le calcul de la tension induite, en particulier, celles du docteur Shibusawa et celle proposée par le Verband deutscher Elektrotechniker; 3° méthode de mesure de la tension induite et résultats obtenus; 4° points particuliers dont il y a lieu de tenir compte dans ces essais, tels que relation entre la grandeur de la tension induite et l'intensité du courant de court-circuit ou sa fréquence; 5° comparaison des résultats expérimentaux et théoriques ; 6° données sur les conditions de proximité des deux catégories de lignes au Japon ; 7° influence des conditions géologiques et locales des régions traversées sur la grandeur de la tension induite ; 8° l'auteur propose en tenant compte des résultats d'essais et des considérations de 7°, la formule ci-après qui pourrait être modifiée par les expériences à venir

$$V = K f I \Sigma \frac{l_1}{b_1}$$

où V désigne la tension induite en volts, f est la fréquence du courant anormal inducteur et I son intensité, l_1 est la longueur en mètres de la portion de ligne considérée et b_1 son écartement de la ligne de transmission d'énergie si elles sont parallèles ou son écartement équivalent si elles ne le sont pas (moyenne arithmétique des écartements des deux extrémités de la portion considérée). Enfin K est une constante, fonction des conditions géologiques des régions traversées par les deux lignes, cette constante est comprise entre $0{,}5 \times 10_{-3}$ et $0{,}8 \times 10^{-3}$ en montagne et $0{,}25 \times 10^{-3}$ et $0{,}4 \times 10^{-3}$ en pleine. 9° L'auteur signale qu'au Japon on n'a pas rencontré de difficultés venant des troubles électro-

magnétiques causés sur les lignes téléphoniques ou télégraphiques par les lignes de transmission d'énergie. — J. S.

621.394.432. — La télégraphie duplex; A. Demolder. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, août 1927, t. XVI, p. 659-691, 11 000 mots, 31 fig, dont 1 hors texte. — Dans cet article l'auteur montre par des applications numériques empruntées au cas de la liaison télégraphique Londres-Ostende-Bruxelles, comment l'application des lois d'Ohm, de Kirchhoff et de Maxwell permet de déterminer l'intensité du courant qui passe dans une branche d'un réseau de conducteurs et d'étudier pour les exemples en question le fonctionnement du relais de ligne. — J. S.

621.395.734. — Le câble téléphonique Paris-Strasbourg. *Electrical Communication*, juillet 1927, t. VI, p. 35-53, 3600 mots, 30 fig., 6 tabl. — Cet article indique rapidement les principales caractéristiques du câble téléphonique Paris-Strasbourg. Ce câble commandé en 1923 et mis en service en avril 1926, constitue une importante artère de communication, non seulement pour la France, mais aussi internationale, par les raccordements avec les autres câbles qu'il permet, soit à Paris, soit vers l'Allemagne à Nancy et Strasbourg et vers la Suisse et l'Italie par Selestat (ajoutons ici que dans ce but ce câble a été récemment complété par une section Selestat-Bâle). Le câble est du type pupinisé avec stations de relais amplificateurs au nombre de 7 espacées de 80 km environ. Il comprend deux sections : la section Paris-Selestat dans laquelle il est formé de 12 quartes de conducteurs de 1,3 mm pour le télégraphe, au centre, de 16 quartes de conducteurs de 1,3 mm et de 66 quartes de conducteurs de 0,9 mm pour le téléphone; pour la section Selestat-Strasbourg ces chiffres sont respectivement de 7, 22 et 42. Ce câble est protégé par un enroulement de couches de feuillard d'acier; il est posé en tranchée sur tout le parcours, sauf dans quelques traversées de villes ou de routes où il est placé sous tube d'acier ou dans des conduits en béton. La charge de ce câble est de deux types, H-177-107 et H-44-25, H désignant l'espacement (1,8 km environ) des points de pupinisation, le premier chiffre, l'inductance en millihenrys des circuits combinants et le second, celle des circuits combinés. Ce câble donne trois catégories de circuits : circuits à deux fils pupinisés, H-177-107, pour les communications nationales courtes, circuits à quatre fils pupinisés H-177-107 pour les communications nationales longues et circuits à quatre fils pupinisés H-44-25 pour les communications internationales. L'article donne ensuite quelques indications générales sur la disposition des stations de relais amplificateurs et sur les essais effectués que comportaient, sur les sections de câble entre ces stations, la détermination du point chantant, des mesures d'impédance, d'atténuation et de diaphonie et enfin sur les circuits complets avec amplificateurs des mesures de transmission et de diaphonie. On trouvera dans l'article de nombreuses courbes relatives à ces essais. — J. S.

621.315.61 : 621.396.24. — L'isolement et les ondes courtes; C.-F. Forbes-Buckingham. *The Electrician*, 12 août 1927, t. XCIX, p. 192-193, 2200 mots, 2 fig. — L'emploi de plus en plus développé des très hautes fréquences en radiotechnique a attiré l'attention sur la question des isolants qui doivent être d'une qualité supérieure pour cet usage. L'auteur a observé des difficultés à régler convenablement le circuit oscillant pour des réceptions à des fréquences de l'ordre de 60 millions de périodes par seconde, provenant des matériaux isolants. Il est donc nécessaire de pouvoir procéder à des essais pratiques de ces matériaux. Des observations préliminaires ont montré que tous les bons isolants ont de faibles pertes diélectriques; c'est donc le point important à déterminer. D'autre part, l'auteur a constaté que la tension à laquelle se produisent des décharges visuelles à la surface d'un isolant à haute fréquence est une indication sur des pertes dans le diélectrique, la tension étant d'autant plus basse que ces pertes sont plus élevées. Comme méthode de mesure l'auteur préconise l'emploi d'une sorte de grille formée de barres de cuivre et dans laquelle on glisse le matériau à essayer, les barres de la grille étant connectées de façon à être alternativement sur une même face et d'une face à l'autre reliées aux deux pôles de la source de courant à haute tension et à haute fréquence. D'autres dispositions d'électrodes sont indiquées dans l'article dans lequel on trouvera aussi le schéma d'un circuit pour obtenir la haute tension d'essai à haute fréquence. On a essayé, pour améliorer l'ébonite, de la « charger » avec diverses matières. On améliore bien ainsi les propriétés mécaniques en élevant, en outre, le point de ramollissement, mais au détriment des propriétés isolantes à haute fréquence. Les coumpounds à base de bakélite et les résines synthétiques se comportent comme les ébonites de médiocre qualité. Il semble que c'est dans la classe des ébonites qu'il faille chercher les matériaux isolants les plus convenables pour l'emploi en haute fréquence. Il est possible d'utiliser l'ébonite « chargée » qui a de meilleures qualités mécaniques, s'il est possible d'augmenter quelque peu la longueur des lignes de fuites entre les points entre lesquels existe une différence de potentiel à haute fréquence. Pour conclure, il ne faut pas juger d'un matériau isolant d'après la tension de perforation ou celle de décharge visuelle, car il peut se détériorer rapidement par l'effet de la chaleur dégagée et être mis hors service à une tension peu supérieure à cette dernière. — J. S.

621.396.62. — Systèmes automatiques de réception du signal d'alarme en mer. *The Electrician*, 29 juillet 1927, t. XCIX, p. 134-135, 1800 mots, 2 fig. — D'après les nouvelles règles de Merchant Shipping Rules, tout navire doit être muni d'un appareil permettant la réception automatique du signal d'alarme en mer (S. O. S.). Cette disposition a pour but d'assurer la réception de ce signal à tout moment même sur les navires qui n'ont qu'un seul opérateur de télégraphie sans fil, lequel ne peut, par suite, être constamment en service. La réception du signal par l'appareil met en marche des sonneries d'alarme disposées en des endroits convenables du navire. Le signal d'alarme proprement dit est précédé d'une série de trois traits de quatre secondes chacun séparés par des intervalles d'une seconde. Les appareils récepteurs doivent être établis de façon à permettre de petits écarts dans l'envoi de ces signaux pour correspondre à la manipulation à la main guidée par un chronographe à secondes. L'appareil de la Marconi international marine Communication Co ltd est disposé pour avoir la plus grande sensibilité sur la longueur d'onde de 600 m (à 2,5 pour 100 près) employée pour l'envoi du signal et réglé de façon à opérer à la fin du troisième trait précédant le signal proprement dit. Le sélecteur de l'appareil est réglé de façon à laisser passer comme trait de quatre secondes tout trait durant plus de trois et moins de cinq secondes et comme intervalle d'une seconde un intervalle de plus d'un cinquième de seconde et de moins de deux secondes. L'élément temps de ce sélecteur est constitué par des dash-pots à air sur lesquels agissent des ressorts dont la tension est réglable. Un autre appareil récepteur automatique a été établi par la Radio Communication Co ltd. Il fonctionne sur des longueurs d'onde variant de 585 m à 615 m; le système sélecteur comprend deux relais, un embrayage magnétique et une série de contacts commandés par une came. Cet appareil comporte un dispositif d'alarme en cas de rupture du filament d'une des lampes. Ce dispositif se compose d'un relais monté en série avec tous les filaments des lampes et qui en cas de rupture d'un de ces filaments ferme le circuit de la cloche d'alarme. — J. S.

Paris. — Soc. Gle d'Imp. et d'Édit., 17, rue Cassette.

Le Gérant : J. Blondin.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.222 : 538.55. — Charge d'espace et courant d'effluve en courant alternatif. *R. G. E.*, 27 août 1927, t. XXII, p. 311-312, 800 mots. Analyse d'un article de C.-H. Willis publié dans *J. A. I. E. E.*, mars 1927, t. XLVI, p. 272-281, 7800 mots, 25 fig. Discussion de cet article dans *J. A. I. E. E.*, mai 1927, t. XLVI, p. 504-505, 1700 mots, 1 fig. — Cette discussion a eu lieu à la réunion de New-York du 9 février 1927. M. A. Nyman aurait voulu voir l'étude s'étendre aux hautes fréquences, où l'effet de couronne commence à se manifester à des tensions beaucoup plus faibles qu'à 60 p. s. Aux fréquences de plusieurs millions de périodes par seconde, on peut avoir, sur pointes, des couronnes à 1 000 ou 1 500 v. MM. Ryan et Caroll regrettent que l'auteur du mémoire n'ait pas mentionné les résultats qu'ils ont présentés antérieurement, et dont les conclusions sont très différentes. Ils estiment que l'électrodynamique des ions dans la couronne sous tension alternative est encore trop complexe pour que l'on puisse formuler une théorie de la charge d'espace. L'auteur fait observer que, tandis qu'il n'y a pas de tension initiale d'ionisation bien définie, le courant croît brusquement quand se produit la couronne et indique un renforcement brusque de l'ionisation, qui correspondrait à un court-circuit. La méthode de détermination de la charge totale d'espace par la mesure du courant rectifié lui paraît la plus exacte et échappe aux critiques adressées aux autres procédés employés, qui limitent la charge d'espace ou produisent une distorsion du champ. — C. P.

537.572. — Sur le mécanisme de l'émission d'un rayonnement par les cellules de grande résistance électrique; G. Reboul. *C. R. Ac. des Sc.*, 9 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1116-1118, 700 mots. — Un corps très résistant traversé par un courant électrique présente quelques analogies avec le gaz d'un tube à décharge ; l'étude de la répartition du potentiel montre qu'il y a des chutes notables de ce dernier dans le voisinage des électrodes. L'existence de ces chutes suffit pour expliquer l'émission du rayonnement par un mécanisme analogue à celui de la production des rayons X ; elle permet aussi de prévoir quelques-uns des résultats quantitatifs donnés par l'expérience. — M.-H. B.

538.221 : 538.272 3. — L'influence des actions mécaniques et des courants alternatifs sur les discontinuités d'aimantation du fer ; S. Procopiu. *C. R. Ac. des Sc.*, 16 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1163-1165, 900 mots. — Dans cette note, l'auteur décrit les phénomènes qu'il a observés dans les deux cas dans lesquels le fer présente de fortes discontinuités d'aimantation, d'abord par des chocs mécaniques, puis par une aimantation transversale alternative obtenue en faisant traverser la tige de fer à étudier par un courant alternatif. Dans les deux cas, les particules aimantées élémentaires se trouvent dans un état de vibration qui facilite les renversements par l'aimantation progressive. Le dispositif suivant a été employé : la tige de fer à étudier est placée à l'intérieur d'une bobine ; les courants induits de la bobine sont amplifiés au moyen de deux amplificateurs à trois lampes triodes chacun, rectifiés au moyen d'un détecteur à galène et constatés par un galvanomètre de sensibilité moyenne. L'aimantation de la tige de fer se fait par l'approche ou l'éloignement d'un aimant en barreau. — M.-H. B.

538.224. — Le diamagnétisme des corps smectiques. *R. G. E.*, 17 septembre 1927, t. XXII, p. 424, 350 mots. Résumé d'une communication de G. Foëx faite à la séance du 23 mai 1927 de la Société française de Physique, section de Strasbourg et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 17 juin 1927, n° 249, p. 93 S.

538.56 : 535.2. — Anomalies de longue durée dans la propagation des ondes courtes ; R. Bureau. *C. R. Ac. des Sc.*, 2 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1078-1080, 850 mots. — La propagation des ondes comprises entre 20 m et 115 m de longueur a fait l'objet, de la part de l'auteur, de recherches antérieures qui l'ont conduit à signaler en 1926 une loi régulière qui, dans l'ensemble, régit cette propagation, loi qu'il résume ainsi : l'intensité de réception d'une onde de longueur λ à une distance d présente deux minima, l'un vers midi qui s'affirme quand λ et d augmentent et l'autre vers minuit, qui est d'autant plus marqué que λ et d diminuent plus rapidement (si d est assez fort pour que l'onde directe n'agisse pas). L'un ou l'autre de ces minima peut s'atténuer et presque disparaître pour des couples convenables des valeurs de d et λ ; on peut donc avoir pour chaque distance des ondes se propageant le jour et non la nuit. Dans cette note l'auteur étudie les anomalies qui viennent troubler la loi qu'il a énoncée. — M.-H. B.

SCIENCES DIVERSES

535.215. — Sur les éléments photovoltaïques à glycérine ; A. Grumbach. *C. R. Ac. des Sc.*, 16 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1169-1171, 650 mots. — L'eau glycérinée à 682 g et la solution de fluorescéine à 0,0082 g par litre sont toutes deux inactives. Au contraire, une solution contenant à la fois de la glycérine et de la fluorescéine à ces mêmes titres donne une force électromotrice d'absorption A de + 17,3 mv ; l'effet Becquerel B, inappréciable à cette con-

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise ; envoi recommandé et emballage, en plus : *France*, 1,50 fr ; *Etranger*, 3,50 fr.)

centration, apparaît négatif dans les solutions plus étendues en glycérine, mais contenant la même proportion de fluorescéine. Par exemple, avec 17,1 g de glycérine par litre, on a $A = 0$ et $B = 1$ mv. Les signes opposés constatés ici sont les mêmes que ceux des forces électromotrices des piles à fluorescéine dissoute dans l'eau pure, sans addition d'alcali. Le polyalcool concentré augmente l'importance des phénomènes électriques sans en changer le sens. — M.-H. B.

535.242.4. — L'emploi des écrans colorés en photométrie hétérochrome; P. Jouaust et P. Waguet. *R. G. E.*, 10 septembre 1927, t. XXII, p. 371-375, 4 500 mots. — Dans un rapport présenté à la sixième session de la Commission internationale de l'Eclairage tenue à Genève en juillet 1924, M. Jouaust (*R. G. E.*, 11 octobre 1924, t. XVI, p. 571-574) a montré l'intérêt pratique que présente l'étude des écrans absorbants pour la détermination des intensités lumineuses des sources de lumière communément employées aujourd'hui. C'est que, en effet, les étalons primaires de lumière sont des lampes à filament de charbon alors que, pratiquement, les mesures photométriques se font par comparaison des sources usuelles à des étalons secondaires à filament de tungstène, lesquels doivent à leur tour être comparés avec les étalons primaires; ces comparaisons, surtout celles des étalons primaires et des étalons secondaires, sont nécessairement entachées des erreurs inhérentes à la photométrie hétérochrome, la lumière émise par les sources comparées n'ayant pas la même coloration. Pour éliminer ces erreurs, on n'a jusqu'ici d'autre moyen que de faire effectuer les comparaisons par un grand nombre d'opérateurs et de prendre la moyenne de leurs résultats. Mais ce procédé est long et coûteux et il est pratiquement inutilisable dans les mesures courantes. — On a vu dans le rapport mentionné plus haut que M. Jouaust a cherché une solution au problème en remplaçant la comparaison en lumière hétérochrome par une comparaison en lumière à peu près monochromatique par l'interposition entre l'œil et le photomètre d'un écran coloré, écran devant répondre aux conditions suivantes : faire disparaître les divergences qui existent entre les résultats des mesures des observateurs employant le procédé usuel; fournir un résultat concordant avec la moyenne de ceux obtenus avec ce procédé. Depuis 1924, la recherche d'un tel écran a été poursuivie au Laboratoire central d'Electricité; c'est le compte rendu des travaux effectués dans ce but qui est donné dans l'article qui nous occupe et qui a été présenté à la Commission internationale de l'Eclairage dans la réunion qui a eu lieu à Bellagio (Italie) du 30 août au 4 septembre 1927. On y verra que ces travaux ont conduit à la réalisation d'un écran qui semble répondre aux desiderata indiqués, écran constitué par une solution en proportions convenables de bichromate de potassium et de chlorure de cuivre.

MESURES ET ESSAIS

535.241-243. — Spectrophotomètre pour l'étude des étalons lumineux. *R. G. E.*, 10 septembre 1927, t. XXII, p. 380, 1 100 mots. Résumé d'une communication de Jules Baillaud présentée à la séance du 1er juillet 1927 de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 1er juillet 1927, n° 250, p. 102-104 S.

537.749.4 : 534.321.71. — Etalonnage direct d'un ondemètre en fonction d'un harmonique d'un diapason; F. Bedeau et J. de Mare. *C. R. Ac. des Sc.*, 16 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1 161-1 162, 700 mots. — Les auteurs ont cherché à réaliser un ensemble ne comportant pas, comme le multivibrateur Abraham-Bloch, un circuit à ondes entretenues, dont l'onde fondamentale doit être continuellement réglée sur un harmonique du diapason. Le dispositif qu'ils décrivent leur a permis d'étalonner un contrôleur pour les longueurs d'ondes supérieures à 3 000 m, cette dernière correspondant au 77e harmonique environ. On peut aussi étalonner un ondemètre pour les longueurs d'onde inférieures à 3000 m au moyen des harmoniques du cristal; on a pu ainsi obtenir des harmoniques correspondant à des longueurs d'onde de l'ordre de quelques mètres et l'on peut vraisemblablement descendre très au-dessous. — M.-H. B.

621.311.73.00.14. — Essais de disjoncteurs ultrarapides. *R. G. E.*, 10 septembre 1927, t. XXII, p. 396, 600 mots, 1 fig. Analyse d'un article de Alfred Cohn, publié dans *E. T. Z.*, 24 février 1927, t. XLVIII, p. 233-237, 5 000 mots, 13 fig.

621.396.661 : 538.56. — Résumé relatif aux mesures en hautes fréquences; A.-E. Knowlton. *J. A. I. E. E.*, mai 1927, t. XLVI, p. 487-491, 4 300 mots. — L'article est un résumé des sujets traités dans une série de quinze mémoires traitant des mesures en hautes fréquences et présentés à la réunion de Pittsfield, le 25 mai 1927. Ces mémoires abordent les sujets les plus intéressants en ce domaine, tels que détermination des résistances, mesure des courants, des champs, des impédances, aux fréquences de la radiotélégraphie, description des instruments employés pour la mesure de la fréquence elle-même en téléphonie, définition et détermination de la sensibilité, sélectivité, fidélité de reproduction et retransmission des réceptions radiotéléphoniques, etc. — C. P.

621.317.5.00.45. — Contrôle des compteurs d'électricité dans les installations urbaines; P. Macker. *R. G. E.*, 17 septembre 1927, t. XXII, p. 425-432, 6000 mots, 6 fig. — Se basant sur son expérience personnelle, acquise dans l'organisation du service des compteurs de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, l'auteur fait ressortir d'abord la nécessité d'un tel service lorsqu'il s'agit de réseaux urbains très denses. Après avoir rappelé les tolérances admises pour les compteurs de différents calibres, et surtout pour ceux de faibles calibres qui sont évidemment les plus nombreux, il montre la nature et l'importance des défectuosités dans le fonctionnement des compteurs, d'après des statistiques relevées sur le réseau parisien en 1924 et 1925. L'examen de ces quelques résultats met en évidence la nécessité d'une organisation méthodique des visites d'entretien et de vérification de ces compteurs; encore importe-t-il que les agents chargés de ce travail aient à leur disposition des appareils étalons de manipulation simple et rapide. Un des premiers soucis fut donc de mettre au point des dispositifs de vérification satisfaisant à ces conditions, dont quelques modèles, créés à la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, sont décrits à la fin de l'article.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.31 : 311.2 (∞). — Etablissement de statistiques internationales sur des bases uniformes pour l'enregistrement des résultats obtenus au point de vue de la production, de la transmission et de la distribution d'énergie électrique; Th. Norberg-Schulz. *R. G. E.*, 3 septembre 1927, t. XXII, p. 339-340, 700 mots. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.316.00.42. — Perfectionnement à la répartition de la charge entre usines génératrices; P.-B. Juhnke et L.-N. Moore. *Electrical World*, 18 juin 1927, t. LXXXIX, p. 1317-1320, 3 200 mots, 5 fig. — Les attributions de l'agent préposé à la répartition de la charge sont devenues de plus en plus importantes : il doit, en effet, répartir au mieux la charge existant à un instant quelconque, mais on lui demande maintenant de prévoir à l'avance cette charge de telle manière que les services des diverses usines soient préparés en conséquence. Pour ce travail, des diagrammes sont utilisés qui permettent une approximation suffisante; malgré cela, il faut pouvoir parer à des demandes brusques et imprévues; l'agent doit être prévenu rapidement de l'état de charge et de disponibilité de chaque usine. Des

indicateurs continus à distance sont susceptibles de donner d'excellents renseignements. Les auteurs étudient l'installation de tels indicateurs à distance renseignant instantanément l'agent chargé de ce contrôle et même les chefs de stations génératrices. — E. B.

621.316 : 63. — Sur l'exploitation des secteurs électriques ruraux. *R. G. E.*, 17 septembre 1927, t. XXII, p. 414, 1 100 mots. Résumé d'un rapport de Léon FENOUILLET présenté au Congrès du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (Paris 1927).

621.312/3.031.8. — Réduction des pertes dans le cuivre des induits; I.-H. SUMMERS. *J. A. I. E. E.*, mai 1927, t. XLVI, p. 451-459, 6 500 mots, 9 fig. Discussion, p. 493-496, 4 000 mots, 3 fig. — On a déja décrit un certain nombre de dispositifs destinés à réduire les courants de Foucault et l'échauffement dans les sections d'induit des grands alternateurs. En Europe, on s'est appliqué surtout à transposer les éléments des sections à l'intérieur de l'encoche; aux Etats-Unis, on a réduit les pertes par des inversions effectuées aux deux extrémités de la section, ou bien, en terminant les diverses bobines d'une phase par des connexions isolées spéciales. Le procédé décrit par l'auteur consiste à inverser les conducteurs d'une section aux extrémités, en un ou plusieurs points, pendant le bobinage ce qui permet de réaliser des sections faites sur gabarit solidement connectées et pratiquement dépourvues de courants de circulation, quel que soit le nombre de conducteurs. Cette transposition faite dans les têtes de section ne sacrifie pas d'espace dans les encoches, et en choisissant convenablement son emplacement en tenant compte des inversions existant déjà dans les extrémités, on peut supprimer complètement les tensions parasites. Si l'on considère un conducteur rectangulaire plein, dans une encoche rectangulaire, la réactance d'un filet situé à la base inférieure du conducteur est plus grande que pour tout autre filet, parce que le premier est embrassé par un plus grand flux. Les filets de la base supérieure sont, au contraire, sans réactance par rapport aux autres filets, et n'ont que de la résistance. Le courant sera donc plus intense à la partie supérieure du conducteur. Cette distribution non uniforme du courant peut être ramenée à une répartition uniforme à laquelle se superposent des courants de Foucault d'intensité convenable. La subdivision du conducteur en lames réduit ces courants de Foucault, mais ne suffit pas à les rendre négligeables. Le nouveau procédé consiste à intervertir les lames en différents points de la section en faisant subir une torsion de 180° au conducteur. Cette opération peut être réalisée de telle manière que la tension induite dans toute la longueur des éléments par le flux de dispersion, soit plus uniforme que sans torsion. L'auteur indique la méthode de calcul des pertes, d'abord dans l'hypothèse où le conducteur est supposé divisé en lames infiniment minces, et on obtient ici ce qu'on peut appeler les pertes par courant de circulation, dans les différents cas qu'il considère. Il applique cette méthode au type d'inversion déjà connu des éléments d'une section et où l'on suppose deux sections par encoche, et une torsion à chaque extrémité de la section; puis, aux divers types qu'il propose et comportant des sections à nombre pair ou impair de spires, avec torsion de toutes les spires, du côté des connexions ou du côté opposé, soit avec torsion d'une spire seulement, ou de la moitié des spires. Il recherche ensuite les pertes en tenant compte de celles introduites par la distribution non uniforme du courant sur la hauteur finie des conducteurs eux-mêmes et qui peuvent être obtenues approximativement en faisant la somme des pertes dues à une distribution uniforme du courant sur la hauteur de l'encoche et de celles par courants de Foucault produites dans les conducteurs. Dans tous les cas de la pratique comportant plus d'une spire par section les pertes supplémentaires peuvent être réduites à une faible fraction des pertes normales, au moyen d'une transposition appropriée des spires interverties à l'une ou l'autre extrémité de la section. Dans la discussion, on a proposé de traduire les calculs assez laborieux de l'auteur, en courbes donnant le rapport des pertes des différents types de section au type classique, en fonction du pas d'enroulement. Le procédé a été appliqué dans la construction d'un certain nombre de grands alternateurs, et il permet de réaliser des sections sur forme, sans nécessiter l'emploi de connexions isolées, ou d'autres complications. — C. P.

621.312/3.00.12. — Etude analytique du champ propre d'une encoche; Edouard ROTH. *R.G.E.*, 17 septembre 1927, t. XXII, p. 417-424, 6 000 mots, 6 fig. — Le calcul des pertes par courants de Foucault dans les barres, logées dans les encoches des machines électriques, a fait l'objet de nombreuses études. Celles-ci sont toutes basées sur certaines hypothèses simplificatrices, dont l'une admet que toutes les lignes de force dues au champ propre sont des droites traversant l'encoche perpendiculairement à son axe. L'auteur examine la valeur de cette hypothèse en déterminant la forme réelle des lignes de force, et trouve, en appliquant ses formules à deux cas pratiques, qu'elle peut en effet se justifier. Il est vrai qu'en une certaine région les lignes de force s'écartent considérablement d'une droite; mais il se trouve que c'est la région où le champ est le plus faible; aux endroits où, par contre, le champ atteint des valeurs notables, les lignes de force se rapprochent, dans leur forme, suffisamment d'une droite.

621.314.00.12. — Calcul des transformateurs et des bobines d'inductance dans lesquels circule normalement un courant continu. *J. A. I. E. E.*, mai 1927, t. XLVI, p. 496-497, 2 500 mots, 2 fig. Discussion, à la réunion de New-York du 8 février 1927, d'un mémoire de M. HANNA publié dans *J. A. I. E. E.*, février 1927, t. XLVI, p. 128, et résumé dans *R. G. E.*, 2 juillet 1927, t. XXII, p. 2 D. — M. D.-C. Prince estime que la valeur d'un appareil de ce genre est déterminée par le rapport du courant continu au courant variable, autrement dit par le produit du courant et de l'inductance et fait ressortir l'importance de l'entrefer, sur le rapport des poids de fer et de cuivre, dans les appareils tels que les bobines d'inductance en radioélectricité et les réactances de filtrage dans les redresseurs. En traçant des courbes de LI en fonction de L, pour les diverses valeurs d'entrefer, et en considérant la courbe enveloppe des précédentes, on trouve que l'efficacité de la réactance augmente avec l'entrefer pour atteindre une valeur constante, pour un entrefer d'environ 4 pour 100 de la longueur du circuit magnétique. — C. P.

621.314.7.00.414. — Application des redresseurs à vapeur de mercure; C.-A. BUTCHER. *J. A. I. E. E.*, mai 1927, t. XLVI, p. 446-450, 2 700 mots, 5 fig. — Au-dessous de 500 v, une installation de redresseurs a un rendement moindre que celle de commutatrices, tandis que, pour 1 500 v déjà, l'avantage est nettement en faveur du redresseur. La chute de tension dans le redresseur varie de 5 à 10 pour 100; la marche en parallèle des redresseurs et des machines à excitation shunt se fait sans difficulté. Alors que les règlements de l'American Institute of electrical Engineers fixent les conditions de marche en surcharge des commutatrices, il n'a encore rien été spécifié pour les redresseurs, et la comparaison des deux systèmes ne peut se faire qu'en considérant les résultats obtenus dans une exploitation déterminée. Les commutatrices modernes pour la traction peuvent être surchargées à 50 pour 100 d'une façon continue. Dans le service interurbain, modérément chargé, le facteur de charge est de 25 pour 100 environ, avec des pointes de courte durée de 300 pour 100. Mais, dans le service des tramways, ce sont les deux périodes de deux heures environ, le matin et le soir, qui fixent la valeur du système d'alimentation. Le redresseur peut supporter momentanément de grosses surcharges; mais dans le service interurbain, le facteur de puissance du système de transformation avec commutatrice peut atteindre 0,97, et il

n'est que de 0,958 pour le redresseur. Le redresseur, d'autre part, n'est pas réversible, et pour une récupération économique, on préfère le groupe moteur générateur. — Pour les machines rotatives, le problème du refroidissement et de la ventilation est plus difficile à résoudre qu'avec les redresseurs, où le refroidissement a lieu par eau de circulation. Au point de vue de l'entretien, on n'a pas encore de données suffisantes pour le redresseur, mais il ne semble pas que les frais correspondants soient bien différents de ceux des machines rotatives. L'auteur fait une étude économique comparative pour une sous-station à 600 v, automate, équipée avec des commutatrices. En raison du facteur de charge, il faut admettre que la comparaison a lieu entre une commutatrice de 500 kw, avec surcharge de deux heures, et un redresseur de 600 kw en régime continu. La conclusion est que pour les tensions inférieures, par exemple, 250 v pour les chemins de fer industriels et miniers, il n'y a pas d'économie à employer les redresseurs; pour 600 v, un équipement à redresseurs est plus lourd et plus encombrant que dans le cas de commutatrices et on ne peut pas encore juger si le service est plus satisfaisant avec les premiers. Mais il semble que le véritable champ d'action des redresseurs soit dans la traction à courant continu, à haute tension. — C. P.

621.355. — **A propos de l'accumulateur électrique « Almeida »**; L. Jumau. *R. G. E.*, 10 septembre 1927, t. XXII, p. 375-377, 2 500 mots. — Dans cette note, l'auteur étudie aux points de vue théorique et technique l'accumulateur électrique « Almeida » et, d'une manière plus générale, les accumulateurs électriques aux halogènes. Il en indique les possibilités théoriques et fait ressortir les importantes difficultés pratiques à surmonter avant que ces accumulateurs électriques soient réellement devenus des appareils industriels.

621.355. — **A propos d'un nouvel accumulateur électrique; l'accumulateur Almeida.** *R. G. E.*, 3 septembre 1927, t. XXII, p. 329-330, 1100 mots.

621.315 : 63(42). — **Lignes de distribution d'électricité pour l'agriculture**; R. Borlase-Matthews. *R. G. E.*, 3 septembre 1927, t. XXII, p. 338-339, 1 000 mots. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.1 : 551.594.2. — **Les effets de la foudre sur les lignes de transmission**; F.-W. Peek Jr. *R. G. E.*, 27 août 1927, t. XXII, p. 303-304, 1 500 mots, 1 fig. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.00.413. — **Surtensions sur les lignes de transmission d'énergie électrique.** *R. G. E.*, 17 septembre 1927, t. XXII, p. 433-436, 3600 mots. Analyse d'un article de J.-H. Cox publié dans *J. A. I. E. E.*, mars 1927, t. XLVI, p. 263-271, 7000 mots, 9 fig.

621.315.1.00.46 : 311.21. — **Etude et statistique des incidents susceptibles de se produire sur les lignes aériennes de transmission d'énergie électrique à haute tension**; Heiji Tachikawa. *R. G. E.*, 27 août 1927, t. XXII, p. 291-293, 1 800 mots, 2 tabl. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.2. — **Nouveau joint pour câble à un seul conducteur à la tension de 132 000 volts.** *R. G. E.*, 10 septembre 1927, t. XXII, p. 394-396, 1 400 mots, 5 fig. Analyse d'un article de Donald-M. Simons publié dans *J. A. I. E. E.*, mars 1927, t. XLVI, p. 252-257, 4 200 mots, 6 fig. Discussion dans *J. A. I. E. E.*, mai 1927, t. XLVI, p. 497-500, 3 800 mots, 1 fig. — Au cours de cette discussion, qui a eu lieu à la réunion de New-York du 8 février 1927, M. Peterson met en doute l'influence d'une rigidité décroissante de l'huile, sur une longue ligne de fuites, pour expliquer la rupture de l'isolant (huile et papier) et croit plutôt qu'elle s'explique par la juxtaposition d'une grande épaisseur de papier et d'une mince épaisseur d'huile; ce qui, étant donné les constantes diélectriques des deux substances, est toujours dangereux. M. Oesterreicher estime que, à part la nouvelle méthode de fabrication du joint sur place, ce joint ne présente rien de bien nouveau: l'influence des écrans de forme appropriée à la nature du joint est connue. Les avis sont partagés quant à la préférence à donner à l'isolant étagé ou à l'isolant conique. Mais il est certain qu'on arrive à faire de bonnes jonctions avec un enroulement en papier imprégné fait sur place et demandant quatre heures pour un câble de 75 000 v et six heures pour un câble de 130 000 v. On préconise également le remplissage des boîtes avec de l'huile minérale fluide, qui en s'insinuant le long du câble améliorerait la rigidité diélectrique. Le système préconisé par l'auteur du mémoire a été appliqué depuis deux mois et demi sur une ligne en service à 132 000 v, sans incident jusqu'à présent. — C. P.

621.311.73.00.12. — **Questionnaire concernant la technique des disjoncteurs à haute tension.** *R. G. E.*, 3 septembre 1927, t. XXII, p. 340, 350 mots. Compte rendu d'une réunion spéciale tenue pendant la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.311.76. — **Les parafoudres**; K.-B. Mc. Eachron. *R. G. E.*, 26 août 1927, t. XXII, p. 301-303, 1 400 mots, 1 fig. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.311.77-74. — **Moyen d'actionner par un relais à maximum un disjoncteur triphasé en cas de terres accidentelles et de surintensités**; Nicaise. *R. G. E.*, 27 août 1927, t. XXII, p. 300-301, 700 mots. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.311.77 : 621.315.7. — **Les idées modernes en matière de protection contre les surintensités**; R. Dubusc. *R. G. E.*, 27 août 1927, t. XXII, p. 293-300, 5 500 mots, 10 fig. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.315.7. — **Protections contre les ondes mobiles, oscillations et surtensions**; P. Bunet. *R. G. E.*, 27 août et 3 septembre 1927, t. XXII, p. 305-311 et 341-352, 15 000 mots, 20 fig., 7 tabl. — La publication antérieure de deux articles sur ce sujet (A. Mauduit. *R. G. E.*, 7 août 1926, t. XX, p. 209-216; Ch. Ledoux et A. Mauduit. *R. G. E.*, 29 janvier 1927, t. XXI, p. 169-172) a amené l'auteur à publier dans l'article qui nous occupe un certain nombre de notes au sujet des ondes parasites et notamment à propos des dispositifs de protection contre elles auxquels fait allusion M. Ledoux. Il différencie le rôle d'appareils qui, sans absorber d'énergie d'une façon appréciable, comme des capacités pures, peuvent limiter des tensions en imposant une certaine répartition des potentiels dus aux ondes parasites, qui deviennent alors non dangereux en des points fixés, du rôle d'appareils limitant les effets des ondes parasites en déterminant l'absorption d'une puissance que ne sauraient fournir les sources de ces ondes. Il donne les formules permettant de passer à des valeurs numériques et les discute.

USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.316.00.42. — **Marche en parallèle de plusieurs réseaux**; J. Godin. *R. G. E.*, 3 septembre 1927, t. XXII,

p. 333-334, 1 100 mots. 1 fig. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.316.00.42. — **Marche en parallèle des centrales du réseau à 120 000 volts de la Société Rhône-Jura et de la Compagnie bourguignonne de Transport d'Energie**; Barbère. *R. G. E.*, 3 septembre 1927, t. XXII, p. 332-333, 1 000 mots, 1 fig. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.316.00.42. — **Marche en parallèle de plusieurs réseaux lorsque l'un d'eux doit livrer à deux ou plusieurs des autres et non pas seulement à un seul des quantités d'énergie convenues à l'avance**; F. Grieb. *R. G. E.*, 3 septembre 1927, t. XXII, p. 334-337, 2 000 mots, 2 fig. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.316.00.42. — **Liaison entre réseaux à fréquences différentes**; Rieunier. *R. G. E.*, 3 septembre 1927, t. XXII, p. 337-338, 1 100 mots. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.311.21.00.3 — **L'importance et l'utilisation de l'énergie du Rhin; les usines hydroélectriques de Kembs et du Grand Canal d'Alsace**; F. Piot. *R. G. E.*, 10 septembre 1927, t. XXII, p. 381-395, 10 500 mots, 9 fig., 3 tabl. — Dans cet article, l'auteur donne un aperçu d'ensemble du problème de l'utilisation de l'énergie hydraulique du Rhin. Après avoir rappelé le régime juridique tout spécial de ce fleuve international, l'auteur fait l'historique des projets d'utilisation du Rhin entre Bâle et Strasbourg tout spécialement pour la période postérieure à 1902, date à partir de laquelle le problème initial de la navigation se trouva étroitement lié à l'utilisation des forces hydrauliques pour la production de l'énergie électrique, ce qui conduisit finalement à la conception du Grand Canal d'Alsace avec huit usines génératrices réparties sur son trajet. La suite de l'article donne des indications sur les dispositions générales de l'usine de Kembs, destinées à être reproduites dans les usines suivantes; il établit ensuite les puissances réalisables et la production possible pour l'ensemble des usines, pour terminer par un aperçu des besoins probables de la région en énergie hydraulique et par l'examen de la possibilité d'y satisfaire, grâce aux usines du Rhin et à des installations complémentaires, à vapeur ou autres. Les chiffres de cette dernière partie de l'article sont, faute de bases précises concernant des installations analogues, établis avec un certain nombre d'hypothèses théoriques, qui peuvent se trouver notablement modifiées lors de la réalisation; ils ne sont donc à considérer que comme des approximations cependant nécessaires pour conduire à la conclusion : l'examen de la question d'utilisation de l'énergie du Rhin. En fin de l'article, ont été mentionnés les principaux articles ou travaux publiés en ces dernières années sur la question, et où il sera possible au lecteur de trouver, le cas échéant, des renseignements plus complets sur certains points de détail.

621.317.5. — **Tarification rationnelle de l'énergie réactive. Méthodes de mesure. Compteurs et wattmètres**: A. Iliovici. *R. G. E.*, 27 août 1927, t. XXII, p. 313-325, 10 500 mots, 13 fig. — Dans ce travail, l'auteur montre que, pour tenir compte du facteur de puissance dans la tarification de l'énergie électrique, le moyen le plus simple et le plus rationnel est d'adopter l'une des deux méthodes suivantes : 1° faire payer l'énergie active W_a et l'énergie réactive W_r à des prix appropriés. C'est la méthode que l'auteur a proposée en 1917. Le rapport des deux prix sera habituellement 0,2 ou 0,3; 2° faire payer l'énergie active seule tant que l'énergie réactive demandée dans le même intervalle de temps ne dépasse pas une fraction b de l'énergie active; si, au contraire, $W_r > b\,W_a$, on fait payer en supplément l'excès $W_s = W_r - b\,W_a$ à un prix approprié. La valeur la plus convenable de b est 0,75, en tenant compte des habitudes actuelles, ce qui revient à faire payer le supplément si le facteur de puissance est inférieur à 0,8; le prix auquel on doit faire payer W_s semble être, avec $b = 0{,}75$, voisin des six dixièmes du prix de l'énergie active. L'auteur compare les méthodes précédentes avec les méthodes les plus employées actuellement et montre qu'en choisissant convenablement les coefficients, on obtient les mêmes résultats pratiques, et d'une façon beaucoup plus simple qu'avec les autres méthodes. Il décrit aussi des compteurs d'énergie réactive, d'énergie complexe et d'énergie apparente, ainsi qu'une méthode d'étalonnage pratique pour les compteurs d'énergie réactive.

TRACTION ET LOCOMOTION

656-4-124(063)(∞). — **Union internationale de Tramways, de Chemins de fer d'Intérêt local et de Transports publics automobiles: Congrès de 1928.** *R. G. E.*, 10 septembre 1927, t. XXII, p. 370, 250 mots.

621.335(494). — **Les nouvelles locomotives type 1 AAA-AAA 1 du chemin de fer du Loetschberg.** *R. G. E.*, 27 août 1927, t. XXII, p. 325-326, 1 100 mots, 1 fig. Analyse d'un article de G.-L. Meyfahrt, publié dans *Schweizerische Bauzeitung*, 23 avril 1927, t. LXXXIX, p. 221-226 et 233, 4 800 mots, 4 fig.

621.339. — **Dispositif de sécurité pour véhicules électriques.** *R. G. E.*, 27 août 1927, t. XXII, p. 326, 240 mots. — Analyse d'un article publié dans *Revue B. B. C*, mai 1927, t. XIV, p. 137-139, 1 800 mots, 4 fig.

629.113.65.00.14. — **Essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs (5 juin-20 juin 1926)**; F. Piot. *R. G. E.*, 3 septembre 1927, t. XXII, p. 355-365, 8 500 mots, 8 fig. — Comme suite aux publications concernant les essais effectués antérieurement (*R. G. E.*, 23 février et 1er mars 1924, t. XV, p. 306-325 et 356-389; 16 et 23 mai 1925, t. XVII, p. 768-774 et 801-815), l'auteur donne le compte rendu de la troisième série d'essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs organisés par l'Union des Syndicats de l'Electricité avec le concours du Ministère de la Guerre, de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, de la Commission technique de l'Automobile-Club de France et du Laboratoire central d'Electricité.

621.334.033.4. — **Sur les petits chariots et tracteurs à accumulateurs.** *R. G. E.*, 17 septembre 1927, t. XXII, p. 416, 350 mots. Résumé d'un rapport de la Société pour le Développement des Véhicules électriques présenté au Congrès du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (Paris 1927).

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394.00.42. — **L'organisation du trafic télégraphique**; H. Mason et C.-J. Walbran. *J. A. I. E. E.*, mai 1927, t. XLVI, p. 469-478, 9000 mots, 3 fig. Discussion, p. 507-508, 800 mots. — L'étude se borne aux quatre points suivants, organisation des lignes, acheminement du trafic, organisation des bureaux, direction des opérateurs. L'utilisation économique d'un réseau télégraphique important exige un enregistrement assez compliqué du mode et de la fréquence d'emploi des divers organismes, et des directives opportunes au sujet des modifications à apporter à cet emploi. Les auteurs montrent les détails d'organisation nécessaires dans un réseau tel que celui de la Western Union Telegraph Company, avec ses 1 610 000 km de fils, 28 millions de messages transmis mensuellement sur ses divers circuits. La répartition du trafic sur les divers circuits nécessite un enregistre-

ment continuel de ce trafic, dont les auteurs décrivent l'organisation. Ils examinent les débits maxima à prévoir sur les lignes directes, sur les lignes à Morse duplex et à répartiteurs automatiques, et le choix des divers systèmes dans les développements journaliers du trafic. L'acheminement du trafic sur les divers itinéraires exige également un enregistrement méthodique des débits, d'où dérivent des instructions à fournir aux bureaux pour le choix des itinéraires, en tenant compte des incidents d'exploitation. Au-dessus du service qui en assume la responsabilité, se trouve placé le « dispatching bureau », relié par fils spéciaux aux principaux centres du pays, et qui, par ses renseignements particuliers sur le trafic, peut indiquer des itinéraires temporaires, modifier la destination d'un fil, et rend d'éminents services dans l'ensemble de l'exploitation télégraphique, dans les conditions anormales, comme il s'en présente à la suite de tempêtes, etc. L'organisation des bureaux télégraphiques et l'utilisation du personnel sont étudiées en détail, avec indication des capacités et débits à atteindre dans les divers cas. La discussion porte sur le nombre de 12 à 15 mots par minute, obtenus avec l'opérateur de Morse et celui de 55 à 60 mots réalisés avec les bureaux automatiques, ainsi que sur l'organisation de la distribution des messages par porteurs. — C. P.

621.395 (43). — La téléphonie depuis cinquante ans en Allemagne; E. Feyerabend. *E. T. Z.*, 30 juin 1927, t. XLVIII, p. 905-916, 10000 mots, 26 fig. — L'auteur retrace les étapes du développement du téléphone dans son pays. C'est Reis qui avait, en 1861, établi un premier type d'appareil qui ne put être développé. On a contesté sa priorité en prétendant que son appareil ne pouvait transmettre que des sons musicaux, et non pas la voix humaine. En principe, cet appareil produisait, non pas un courant alternatif reproduisant la voix, mais un courant interrompu à une fréquence acoustique. Pourtant, un réglage particulier devait permettre de conserver le contact fermé, avec une pression variable. Le téléphone de Bell n'apparut qu'en 1876 à l'exposition de Philadelphie. Les premiers perfectionnements de cet appareil furent l'emploi d'un aimant permanent et d'une lame vibrante en acier. Plus tard, on ne conserva le principe de cette lame que dans l'écouteur, et l'émetteur fut remplacé par le microphone. M. Feyerabend a réalisé des essais pour démontrer que le téléphone de Reis pouvait transmettre la voix humaine. Les premiers téléphones Bell construits en Allemagne furent installés en 1877. Le microphone émetteur y fut adopté en 1881. Le premier réseau urbain fut celui de New-Haven (Connecticut) créé en 1878; Berlin n'eut le sien qu'en 1881; il réunissait 8 abonnés. En Allemagne le nombre des abonnés est aujourd'hui de plus de 2 millions et demi. Les premiers centraux, qui étaient très bruyants, furent rendus silencieux grâce aux commutateurs multiples. Dès lors, le principal perfectionnement a consisté dans la mise au point de la téléphonie automatique, dont les premières études remontent à 1900. Les Allemands ont adopté et conservé le système américain Strowger. Les téléphones allemands possèdent un important réseau de câbles souterrains. Ces câbles contiennent jusqu'à 1 000 conducteurs doubles, et s'étendent sur 7 000 km. — C.-R. M.

621.395-613.31-621.00.14. — Mesures à effectuer sur les microphones et les téléphones. *R. G. E.*, 10 septembre 1927, t. XXII, p. 378-380, 2000 mots, 4 fig. Résumé d'une communication de C.-A. Hartmann présentée à la 31e conférence annuelle du Verband deutscher Elektrotechniker, à Wiesbaden, 1926.

621.396.61-615. — Quelques notes sur des points de détail dans l'étude d'un transmetteur radiotélégraphique de grande puissance utilisant des lampes thermoioniques. *R. G. E.*, 3 septembre 1927, t. XXII, p. 352-354, 2500 mots, 3 fig. Analyse d'un article de R.-V. Hansford et H. Faulkner publié dans *J. I. E. E.*, mars 1927, t. LXV, p. 297-326, 21 000 mots, 29 fig.

621.396.615.3.00.413. — Le relevé des caractéristiques des lampes triodes pour émission radiotélégraphique; G. Matteini. *L'Elettrotecnica*, 5 août 1927, t. XIV, p. 501-506, 3300 mots, 12 fig. — Après avoir rappelé les méthodes Jouaust, Tagagishi et Guéritot, l'auteur expose une méthode basée sur l'emploi de tensions alternatives, permettant de produire un courant anodique intense, sans détériorer l'appareil. Elle consiste à soumettre la grille à une tension continue négative superposée à une tension alternative d'amplitude supérieure. Les mesures sont faites à l'aide d'appareils à maxima. Il faut tenir compte du fait que l'émission électronique est intermittente et réagit d'une façon particulière sur la température du filament. Comme il n'y a pas un courant permanent, il est possible d'employer comme tension de plaque une tension alternative. Il suffit qu'elle soit en phase avec la composante alternative de la tension de grille, ce qu'on obtient en empruntant ces tensions au même alternateur. L'auteur reproduit les schémas utilisés. Pour la détermination de leurs divers éléments, il s'est servi de la méthode de P. de la Gorce. La même méthode permet de relever les caractéristiques dynamiques, en adoptant un montage modifié, indiqué dans l'article. Enfin, on peut encore l'employer pour les lampes à deux électrodes. — C.-R. M.

621.396.617. — Analyse du courant dans les circuits renfermant un modulateur à résistance; L.-S. Grandy. *J. A. I. E. E.*, mai 1927, t. LXVI, p. 426-430, 3300 mots, 5 fig. — Le microphone à grains de charbon et l'élément au sélénium, placés dans un circuit à force électromotrice constante représentent deux types du modulateur à résistance, la variation de résistance donnant un courant qui reproduit les variations de l'impulsion extérieure agissant sur la résistance. Mais les deux fonctions sont inverses l'une de l'autre, et, même en dehors de toute perfection mécanique du transmetteur, la reproduction de l'onde impulsive ne peut avoir lieu sans distorsion. Si l'impulsion est sinusoïdale, la résonance varie comme $R_0 + r \cos \omega t$, mais le courant est

$$i = \frac{E}{(R_0 + r \cos \omega t)}.$$

En développant en série, on met en évidence les harmoniques superposés à un courant constant, ce qui explique la présence d'harmoniques impairs dans un circuit à modulateur, même excité par une onde sinusoïdale pure. En excitant un appareil à modulateur au moyen de deux ondes pures, d'amplitudes connues et de fréquences premières entre elles et en mesurant l'une des fréquences résultantes pour la comparer à la valeur donnée par le calcul, on peut être renseigné sur les qualités de l'appareil. L'étude devient très simple, si l'on constitue deux circuits en parallèle, l'un des circuits comprenant la batterie, le modulateur et une inductance élevée; l'autre, un condensateur et une résistance; on sépare ainsi les composantes alternatives et continues. — C. P.

APPLICATIONS DIVERSES

621.328 : 656.1.05. — Le contrôle de la circulation au moyen de signaux lumineux de couleur; K.-W. Mackall. *T. I. E. S.*, mai 1927, t. XXII, p. 509-532, 8500 mots, 24 fig. — Après un rapide aperçu sur la signalisation lumineuse de couleur pour la circulation, l'auteur examine au point de vue de la visibilité les différentes dispositions que l'on peut adopter pour disposer les signaux à un croisement de deux rues. De cet examen il résulte que les deux meilleures solutions sont les suivantes : placer à chaque angle soit un signal à un seul sens orienté vers le coin opposé, soit un signal à deux sens à 90° l'un de l'autre, orienté vers les deux coins adjacents de l'intersection. Cette seconde solution est presque parfaite mais il ne semble pas qu'elle présente sur la première des avantages suffisants pour en

justifier le coût plus élevé et l'entretien plus onéreux. Les signaux adoptés de façon presque générale aux Etats-Unis, sans qu'il y ait d'ailleurs de règle imposée à ce sujet, comportent trois couleurs : rouge pour l'arrêt, vert pour le passage libre et jaune lorsque va s'effectuer le passage d'une couleur à l'autre. L'auteur indique les différentes combinaisons d'allumage qui peuvent être réalisées. Il semble d'après son exposé sur ce point qu'une préoccupation primordiale à ce sujet soit le besoin d'avertir les piétons que le signal va passer du rouge au vert de façon que la chaussée puisse être libre dès que le signal est au vert. Cet exposé a été suivi d'une discussion d'où il résulte, entre autres, que la nécessité d'un signal pour assurer le passage libre des pompiers ne se fait pas sentir; l'application des réglementations de la circulation suffit dans ce cas. Un point délicat est celui ayant trait au dégagement à droite ou à gauche des véhicules qui à un croisement changent de direction. L'auteur pense que le mouvement doit se faire lorsque le signal est au vert. L'emploi de signaux à trois couleurs a recueilli, d'autre part, une approbation quasi unanime. — J. S.

621.328 : 656.1.05. — **Les éléments de la technique des systèmes de signalisation pour le contrôle de la circulation**; Carl-E. Egeler. *T. I. E. S.*, mai 1927, t. XXII, p. 533-541, 2 300 mots, 12 fig. — Le premier point à examiner est celui de la courbe de distribution lumineuse correspondant aux conditions d'emploi de ces signaux. Dans le plan vertical, l'angle utile n'est guère que de 10 à 14 degrés, et il est de 65 à 80 degrés dans le plan horizontal. D'autre part, l'intensité lumineuse émise par le signal ne doit pas être la même sous tous les angles : elle doit être la plus grande pour l'angle le plus grand, dans le plan vertical, correspondant à la vision du signal à distance. L'auteur donne une courbe indiquant suivant l'angle la valeur de l'intensité lumineuse minimum nécessaire. Il indique quelques dispositions de systèmes optiques et signale entre autres que pour les signaux à 4 directions, par exemple, on obtient de meilleurs résultats avec 4 lampes et 4 projecteurs qu'avec une seule lampe et 4 projecteurs. Pour terminer, traitant du système de commande des signaux, il décrit succinctement une méthode graphique permettant de déterminer la durée des périodes de passage à des carrefours successifs de façon que la tête d'un groupe de véhicules puisse progresser sans arrêts. — J. S.

621.392 : 624.94. — **Données et observations sur la construction d'une charpente en fer de 790 tonnes entièrement soudée à l'arc électrique**; A.-M. Candy. *Electrical World*, 23 juillet 1927, t. XC, p. 157-162, 3 700 mots, 9 fig., 4 tabl. — Le bâtiment en fer érigé aux ateliers de Sharon de la Westinghouse electric and manufacturing Company par celle-ci conjointement avec l'American Bridge Company ne comporte aucun rivet ni boulon, tous les assemblages étant entièrement faits par soudure à l'arc. Si ce bâtiment n'est pas le premier ainsi construit, c'est de beaucoup le plus important, le poids de la charpente en fer atteignant 790 t. Le montage de cette charpente n'a demandé que cinq semaines; la soudure a permis d'autre part de réduire le poids de métal de 885 t qui aurait été nécessaire avec l'assemblage par rivets à celui indiqué de 790 t. L'auteur donne dans l'article, sous forme de tableaux, de nombreux résultats relatifs au coût des opérations de soudure et d'érection de la charpente, à la durée de l'exécution, et traite un exemple de la méthode employée pour utiliser les graphiques de consommation d'énergie relevés au cours du travail. Il faut remarquer que les chiffres ne font pas ressortir toute l'économie que cette méthode de construction est susceptible de procurer, car ils englobent les frais de formation du personnel chargé de l'exécution des soudures et de mise au point des méthodes de soudage, notamment pour éviter les distorsions produites par les efforts de contraction dans les pièces. Ainsi la longueur moyenne de soudure exécutée par un ouvrier, qui est passée de 3,65 m dans les deux premières semaines à 9,45 m dans les deux dernières lorsque l'équipe des ouvriers fut augmentée d'une équipe d'ouvriers spécialisés, montre ce qu'on peut attendre de ce système de construction exécuté par un personnel compétent. — J. S.

DIVERS

621.311 (079). — **Fondation Denzler.** *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 249-250, 900 mots.

5 + 6] (072) (44) « 1926 ». — **L'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions au cours de l'année 1926.** *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 271-274, 3 500 mots. — Cet article donne un résumé du rapport annuel au Président de la République française, établi par le ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, sur le fonctionnement de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions pendant l'année 1926. Il rend compte d'abord des résultats pratiques obtenus par des inventions précédemment mises au point avec le concours de l'Office, puis des travaux en cours relatifs à des inventions nouvelles; il mentionne ensuite les recherches poursuivies sur la demande de divers organismes, ainsi que les concours organisés dans le même but; il se termine par l'indication des travaux d'extension entrepris par l'Office.

MATIÈRES PREMIÈRES

666.12. — **Sur deux qualités de verre de silice**; Henri George. *C. R. Ac. des Sc.*, 2 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1046-1047, 400 mots. — Dans la préparation du verre de silice par fusion à 1 800°C de sable siliceux pur, dans un four électrique, les vapeurs de silicium qui se dégagent au-dessus de 1 600°C, viennent brûler au-dessus des fours en donnant des fumées blanches de silice. Comme ce verre, pour être de bonne qualité, ne doit pas contenir de silicium libre, on a cherché à empêcher le contact des vapeurs avec le sable, soit en entourant l'électrode avec un tube de silice fondue, soit en utilisant des électrodes tubulaires ajourées qui permettent l'évacuation des gaz (procédé A). On peut aussi laisser les vapeurs se répandre dans la charge, mais à condition d'assurer leur oxydation (procédé B). On peut, avec chacun de ces procédés, obtenir de très bons produits, d'identité chimique absolue, mais qui ont des propriétés très différentes. Ainsi les produits B sont plus compacts que les produits A; ils ont une meilleure résistance mécanique, se travaillent mieux et leurs propriétés électriques sont également meilleures. Par contre les produits A leur sont supérieurs au point de vue thermique. — M.-H. B.

669.715.9. — **Un alliage d'aluminium-magnésium-silicium: l'almelec.** *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 280-282, 1 500 mots, 2 fig., 1 tabl. — Dans un rapport présenté au troisième Congrès de la Houille blanche en 1925 (*R. G. E.*, 3 octobre 1925, t. XVIII, p. 557-559), M. J. Suhr, directeur des recherches à la Compagnie des Produits chimiques et électrométallurgiques d'Alais, Froges et Camargue, signalait la mise au point par cette société d'un alliage d'aluminium à faible teneur de magnésium et de silicium susceptible d'acquérir la trempe et d'une dureté minéralogique comparable à celle du cuivre écroui. M. Dusaugey (*R. G. E.*, 19 février 1927, t. XXI, p. 303-305) a montré les nombreux avantages présentés par ce nouvel alliage appelé « l'almelec » pour la construction des lignes de transmission d'énergie électrique. D'autre part, M. J. Suhr, dans une récente conférence faite à la troisième Section de la Société française des Electriciens, a étudié d'une manière très détaillée les propriétés et les caractéristiques de l' « almelec ». Cette conférence a été publiée notamment dans la *Revue de l'Aluminium et ses applications*, avril-mai 1927, p. 412-423). C'est l'analyse de cette conférence qui est donnée dans l'article qui nous occupe.

SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

ÉCONOMIE SOCIALE

338(73). — Observations sur l'Amérique. *L'Industrie électrique*, 10 mai 1927, t. XXXVI, p. 197-203, 3500 mots. — Cet article est un résumé de la conférence faite en juillet 1926 à l'Union des Industries métallurgiques et minières par par M. Detœuf, directeur général de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. Dans cette conférence l'auteur s'est efforcé de dégager les raisons qui expliquent la différence entre l'activité des Etats-Unis et la nôtre, différence qui ne réside pas seulement dans une amplification. A ce point de vue il montre l'influence des hauts salaires sur le marché, qui ont permis au manœuvre en Amérique d'avoir le même pouvoir d'achat que le bourgeois aisé de France. D'ailleurs ces hauts salaires n'ont été possibles, d'autre part, que parce que l'ouvrier américain comprend l'intérêt qu'il a à produire beaucoup pour être bien payé. M. Detœuf examine quelles pourraient être les conséquences de la hausse des salaires en Europe et particulièrement en France. Un autre point qui l'a frappé vivement lors de son séjour aux Etats-Unis, c'est l'esprit de solidarité qui y règne, aussi bien locale que commerciale et professionnelle, et il en donne des exemples frappants. Au point de vue de l'organisation, on peut constater une surabondance de personnel de gestion et d'administration. L'auteur montre qu'en réalité il n'y a pas là de gaspillage de forces et qu'au contraire, chacun ayant un rôle simple et unique à remplir a du temps pour réfléchir et que cette réflexion est fort utile. En particulier dans ces conditions, l'ingénieur a le temps de penser au progrès; or, le progrès est la base de l'industrie américaine qui pour maintenir son marché doit créer sans cesse de nouveaux besoins; de là ces laboratoires immenses et les capitaux énormes consacrés aux recherches où se préparent les évolutions de la technique qui apparaîtront sur le marché dans 5, 10 ou 15 ans. L'auteur expose ensuite comment, au point de vue commercial, se fait la propagande aux Etats-Unis en créant le besoin chez le client, et il montre comment on a créé, sur l'esprit de confiance qui règne généralement, une organisation de vente à crédit formidable, telle qu'à l'époque de la conférence on estimait que le montant du crédit aux particuliers dépassait 10 milliards de dollars. Dans un autre ordre d'idées, l'auteur a montré le recul qui s'est produit ces dernières années dans le domaine de la libre concurrence, l'intervention de l'Etat ayant dû se produire dans de nombreux cas sous forme d'une surveillance et même d'un contrôle permanent. Il a terminé cette conférence par quelques considérations sur une comparaison sociale entre les Etats-Unis et la France. — J. S.

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

621.311.003. — Principes de l'économie des usines; V. List. *Elektrotechnický Obzor* (Prague), 27 mai, 10 et 17 juin 1927, t. XVI, p. 337-339, 363-365 et 381-383, 5700 mots, 8 fig., 4 tabl. — Dans la présente étude l'auteur applique les principes de l'économie politique générale à l'économie des usines génératrices en faisant ressortir d'une façon sommaire, mais claire, toutes les conditions et grandeurs qui doivent être considérées dans l'étude économique d'une usine génératrice. Il indique les facteurs ayant l'influence sur la détermination des prix du courant, précise la notion du capital et passe ensuite à une explication détaillée des différentes catégories de frais. En analysant les revenus de l'entreprise l'auteur rappelle la méthode du calcul des intérêts. Il détermine ensuite comment il faut évaluer la dépréciation des différentes parties de l'installation et indique, dans un tableau, les durées normales de chacune des principales parties, machines, bâtiments, etc., ainsi que la réduction de leur prix avec leur âge. Ces considérations le conduisent à l'étude des modes d'amortissement, et à l'examen de la façon dont peut être prédéterminé le rendement économique futur d'une usine. Il termine en donnant des méthodes pratiques permettant d'évaluer les charges maxima que l'on peut espérer atteindre. — L. N.

368.42 (∞). — Le projet de convention internationale concernant l'assurance contre la maladie. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 287-288, 2000 mots.

331.62 (44). — L'emploi de la main-d'œuvre étrangère en France. *R. G. E.*, 2 juillet 1927, t. XXII, p. 45-47, 3800 mots.

338 : 6 (42 + 44 + 73) « 18 : 19 ». — Les mouvements de la production industrielle en France, aux Etats-Unis et en Angleterre, de 1870 à nos jours. Comparaison avec les principaux indices économiques. *R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 205-206, 1100 mots, 2 fig. Analyse d'un article de Jean DESSIRIER publié dans *La Technique moderne*, 1er avril 1927, t. XIX, p. 207-214, 5800 mots, 8 fig., 6 tabl.

338 + 382.5| 669.144 (44) « 1926 ». — La production et l'importation de ferro-alliages en France, en 1926. *R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 205, 500 mots.

FINANCES

625.421 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 12 avril 1927; COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER MÉTROPOLITAIN DE PARIS. *R. G. E.*, 9 juillet 1927, t. XXII, p. 83-84, 2200 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 16 avril 1927: COMPAGNIE CENTRALE D'ENERGIE ÉLECTRIQUE. *R. G. E.*, 2 juillet 1927, t. XXII, p. 48, 900 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 23 avril 1927: SOCIÉTÉ PYRÉNÉENNE D'ENERGIE ÉLECTRIQUE. *R. G. E.*, 25 juin 1927, t. XXI, p. 1050, 300 mots.

665.7 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 26 avril 1927: LEBON ET CIE (COMPAGNIE CENTRALE D'ECLAIRAGE PAR LE GAZ). *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 165, 500 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 27 avril 1927; SOCIÉTÉ HYDROÉLECTRIQUE DES DRANSES. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 165-166, 1400 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 27 avril 1927; ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE DELLE. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 285, 300 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 28 avril 1927; COMPAGNIE GÉNÉRALE DE TRAVAUX D'ECLAIRAGE ET DE FORCE (ANCIENS ETABLISSEMENTS CLÉMANÇON) *R. G. E.*, 3 septembre 1927, t. XXII, p. 367-368, 400 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire du 28 avril 1927; COMPAGNIE CENTRALE D'ECLAIRAGE ET DE TRANSPORT DE FORCE PAR L'ELECTRICITÉ (COMPAGNIE D'ELECTRICITÉ DE LIMOGES). *R. G. E.*, 27 août 1927, t. XXII, p. 327, 600 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — Assemblée générale ordinaire de 30 avril 1927; SOCIÉTÉ DES FORCES MOTRICES DE L'AGOUT. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 238, 800 mots.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'EDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. BLONDIN.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.322. — Sur l'effet Volta; Emmanuel Dubois. *C. R. Ac. des Sc.*, 13 juin 1927, t. CLXXXIV, p. 1424-1425, 400 mots. — Le chauffage simultané de deux électrodes métalliques ne permet d'obtenir sur l'effet Volta qu'un effet différentiel. Il est plus simple de ne chauffer qu'une seule des électrodes, en veillant à ce que l'autre reste identique à elle-même. Après refroidissement de l'électrode chauffée, on examine la variation obtenue. Les essais effectués sur huit métaux différents ont conduit l'auteur à énoncer la loi suivante qu'il considère comme générale. Si l'on chauffe un métal dans le vide, on constate, après refroidissement, que le chauffage l'a rendu électronégatif, pourvu que ce chauffage ait été suffisamment prolongé et effectué à température assez élevée. — M.-H. B.

537.531. — Production des rayons X sans tube focus; G. Reboul. *C. R. Ac. des Sc.*, 13 juin 1927, t. CLXXXIV, p. 1436-1438, 450 mots, 1 fig. — Dans les expériences faites sur les radiations émises par une cellule de résistance, les tensions employées étaient, au maximum, d'environ 2000 v. Avec des tensions de 30000 ou 40000 v, on obtient des radiations plus pénétrantes et de longueur d'onde plus courte; en outre, on peut utiliser comme élément constitutif des cellules un grand nombre de corps en poudre ou en cristaux. Ainsi, les rayons émis par une cellule de carbonate de cuivre sous une tension de 30000 v sont susceptibles de traverser une couche de 7 à 8 cm d'air à la pression ordinaire et d'en produire l'ionisation. Par suite de leur faible pouvoir pénétrant, on peut les utiliser pour radiographier certains effets dont les rayons X ne permettent pas de saisir les détails. — M.-H. B.

538.33.03. — Bruissement dans l'aimantation du fer; W. Arkadiew. *C. R. Ac. des Sc.*, 23 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1233-1234, 600 mots. — Pour étudier le phénomène acoustique qui se manifeste dans l'aimantation, M. Arkadiew a soudé à un diaphragme de cuivre fixé dans un verre un fil de fer de 0,5 mm de diamètre et de 40 mm de longueur. Le diaphragme est appliqué à l'oreille; auprès de lui oscille, suspendu à un fil tordu, un aimant en fer à cheval. A chaque nouvelle aimantation, dans le champ tournant de l'aimant, on entend dans le verre un bruissement caractéristique, qui devient plus intense lorsque l'appareil est monté depuis quelques semaines. Les phénomènes acoustiques sont particulièrement forts si l'on agit sur une substance possédant l'effet de Barkhausen extrêmement marqué, qu'a découvert M. Forrer pour le nickel. Dans le champ magnétique tournant, le fil de nickel produit deux craquements sonores par période de rotation de l'aimant. Si le fil n'est pas tendu, les chocs sont plus forts, car alors l'aimantation des fils dans le champ magnétique provoque un déplacement transversal accompagné d'un plus fort dégagement d'énergie que lorsque le fil est fortement tendu. — M.-H. B.

538.561 : 621.396.615. — Sur les oscillations de Barkhausen obtenues avec des lampes françaises; E. Pierret. *C. R. Ac. des Sc.*, 13 juin 1927, t. CLXXXIV, p. 1428-1430, 900 mots. — L'intensité i_p du courant de plaque, lorsqu'on allonge le circuit de la plaque l_p, en conservant au circuit de grille la plus petite longueur pour laquelle il est accordé, passe par des maxima qui semblent correspondre à des résonances; mais les courbes obtenues en portant en abscisses i_p et en ordonnées l_p n'ont pas la forme des courbes de résonance; lorsque l_p décroît, la courbe croît d'abord régulièrement, passe par un maximum, puis décroît brutalement. La longueur d'onde décroît tout le long de la courbe, puis change brusquement lors du passage par les minima d'intensité du courant. Le maximum du courant oscillant coïncide généralement avec le maximum du courant de plaque; c'est la longueur d'onde correspondant à ce maximum que l'auteur a considérée comme la longueur d'onde favorisée λ_0. — M.-H. B.

SCIENCES DIVERSES

535.35. — La lampe à induction : nouvelle source de rayons visibles et ultraviolets. *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. XLVI, p. 378-380, 2800 mots. Discussion à la réunion de New-York, le 12 novembre 1926, d'un mémoire de T.-E. Foulke, publié dans *J. A. I. E. E.* de février 1927, t. XLVI, p. 139 et résumé dans *R. G. E.* du 25 juin 1927, t. XXI, p. 1017. — Après une intervention de M. Paul Dushman, qui a profité de cette occasion pour exposer la théorie électronique de la lumière en faisant surtout état des travaux de Bohr, M. Herman Goodman a pris la parole pour rappeler que, comme physicien, il a beaucoup étudié les applications thérapeutiques de la lumière, notamment dans un mémoire intitulé « La lumière en médecine et en chirurgie » qui a été lu à la réunion de Spring Lake devant la Illuminating Engineering Society et résumé dans « R. G. E. » du 23 juillet 1927, t. XXI, p. 31 D. Il utilisait des appareils à haute fréquence pour exciter un tube de quartz contenant une goutte de mercure et des traces de néon et son but était de rechercher s'il n'était pas possible, de cette façon, de mieux régler le rayonnement de l'ampoule et de produire des effets biologiques plus marqués;

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Annales des P. T. T.*, *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, Paris. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *J. I. E. E. of Japan*, *The Journal of the Institute of electrical Engineers of Japan*, Tokyo — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : France, 1,50 fr; étranger, 3,50 fr.)

dans les deux cas, les résultats ont été très appréciables bien qu'il ait travaillé avec une installation plutôt rudimentaire. On sait, en effet, que l'arc au mercure ordinaire produit dans un tube de quartz émet non seulement des radiations ultraviolettes, mais aussi des radiations infrarouges et des radiations visibles. D'après la communication de l'auteur, il semble à M. Goodman que le rayonnement ultraviolet est assez intense pour qu'on puisse en déceler la présence, mais qu'il a un pouvoir thérapeutique insignifiant aux environs de 3130 Å. A M. J.-B. Taylor qui demande si, outre les pertes dans l'ampoule, on ne mesure pas aussi celles de la bobine, M. T.-E. Foulke répond que certainement le courant circulant dans la bobine ne cause pas de pertes appréciables dans les conditions expérimentales ordinaires, mais qu'il n'en serait plus de même si cette bobine était constituée par du fil fin, et il ajoute qu'à l'origine de la fabrication de la lampe elle donnait des résultats tout à fait incohérents, tant au point de vue de sa durée que de son rendement total; depuis, on s'est astreint à n'employer que du mercure distillé dans le vide et à recuire l'ampoule à la température de 400°C; de plus, on fait passer une décharge à travers cette dernière avant d'y introduire le gaz final. Grâce à ces précautions, on a pu faire travailler les lampes par intermittence pendant une année. Les rendements exprimés en lumens par watt ont varié de 15 à 90. On n'a pas essayé de faire émettre aux lampes de ce type une lumière comparable à la lumière du jour. La méthode de production des spectres par excitation indirecte a été appliquée, en plus du mercure, à environ 30 éléments purs dont quelques-uns donnent de la lumière rigoureusement monochromatique. Un mélange d'argon et de phosphore en fournit un exemple typique; on excite l'argon par la décharge et on obtient le spectre du phosphore. En général, on constate deux zones de radiations situées respectivement à 7000 Å et 2537 Å; pour quelques substances, on observe parfois des raies dans l'infrarouge, dans le spectre visible et toujours dans l'ultraviolet. — B. C.

MESURES ET ESSAIS

621.317.5.00.14. — Méthode stroboscopique pour la vérification et l'étalonnage des compteurs. *J. A. I. E. E.*, mai 1927, t. XLVI, p. 509-511, 3 200 mots. Cet article est le compte rendu d'une discussion, à la réunion de New-York du 11 février 1927, d'un mémoire de M. Sparkes publié dans *J. A. I. E. E.* avril 1927, t. XLVI, p. 356 et résumé dans *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 107 D. — Le nombre de 300 traits sur le disque a pu paraître élevé, mais est nécessité par le fait qu'aux faibles charges, il faut que le nombre de traits passant devant le centre de l'œil soit encore assez grand pour conserver l'effet stroboscopique. Ces traits sont tracés sur l'arête du disque, et sont plus visibles que le repère ordinaire d'étalonnage. La lumière pouvant être projetée sur les traits, la vérification peut être faite sans déplomber ni enlever le couvercle. Sous l'influence des harmoniques il peut arriver que l'appareil tourne, par exemple, au double de la vitesse du compteur; le nombre de traits apparents semblera alors double du nombre réel, mais la visibilité est instable, et l'éclat sera ou trop fort ou trop faible. L'observation n'a d'ailleurs aucune action nuisible sur les yeux. — C. P.

621.317.5.00.14. — Théorie du fonctionnement du wattheuremètre à induction et étude des erreurs dues aux variations de température. *J. A. I. E. E.*, mai 1927, t. XLVI, p. 511-512, 2000 mots. Cet article est le compte rendu d'une discussion, à la réunion de New-York du 11 février 1927, d'un mémoire de M. Canfield, publié dans *J. A. I. E. E.*, avril 1927, p. 328 et résumé dans *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 107 D. — Les appareils décrits n'ont pas été livrés au commerce, mais sont employés au laboratoire depuis quelques années. Le meilleur moyen d'éliminer les erreurs serait évidemment d'en supprimer la cause; mais on ne peut arriver ainsi à une élimination complète. Le wattheuremètre employé dans ces mesures était d'un type périmé dans lequel étaient compensées les erreurs du groupe II, mais non celles du groupe I. Cependant les avantages de cette méthode de compensation restent entiers, il est nécessaire seulement d'obtenir la proportion convenable des dispositifs compensant le retard. Les bandes bimétalliques doivent être fournies et vieillies convenablement, et ne donnent lieu alors à aucune irrégularité. — C. P.

620.128.1 : 669.3. — L'essai mécanique des fils de cuivre à l'aide de billes d'acier; Bernward Garre. *E. T. Z.*, 18 août 1927, t. XLVIII, p. 1180-1181, 1 000 mots, 2 fig., 6 tabl. — L'essai dont il s'agit ici a pour but de remplacer l'essai mécanique de traction et de torsion. Si on presse un fil avec une bille d'acier, l'effort appliqué étant de 250 kg, la largeur maximum de l'empreinte est une fonction linéaire du diamètre du fil. Il en résulte qu'il y a proportionnalité entre cette largeur et la résistance à la traction et à la torsion. Les relations qu'on en déduit sont évidemment empiriques, mais elles donnent avec les mesures directes des écarts dans les résultats inférieurs à 5 pour 100. L'auteur donne celles qui sont valables pour des fils de 1,7 à 2,5 mm de diamètre. — C.-R. M.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.115.00.1. — Sur le réglage des régulateurs à commande directe munis d'amortisseurs; André Blondel. *C. R. Ac. des Sc.*, 30 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1293-1296, 1500 mots. — La disparition de la machine à vapeur à piston rend désirable de compléter sur certains points la théorie des régulateurs à cataracte établie dès 1876 par Vychnégradsky, tout en tenant compte des travaux classiques de M. Lecornu sur les régulateurs simples, amortis seulement par frottement du manchon. Pour faciliter les comparaisons, l'auteur adopte (comme MM. Lecornu et Chipart) les variables réduites rapportées à l'écart de vitesse, et il les complète par les variables réduites de Curie pour les systèmes oscillants. Il obtient ainsi une équation caractéristique qu'il discute pour les trois cas suivants : 1° conditions de convergence des oscillations; 2° réglage apériodique ; 3° réglage exact. — M.-H. B.

621.316 : 627.223.4. — La force des marées peut être assouplie aux besoins des secteurs; André Defour. *C. R. Ac. des Sc.*, 13 juin 1927, t. CLXXXIV, p. 1416-1418, 500 mots, 1 fig., 1 tabl. — Le système d'utilisation des marées présenté en 1922 par l'auteur (*R. G. E.*, 4 mars 1922, t. XI, p. 313-322) consiste dans l'emploi de deux bassins travaillant tous deux alternativement à l'alimentation et à la vidange, en quatre temps. Certaines difficultés s'étant manifestées dans l'application de ce système, celui-ci est modifié ainsi : 1° pour que la courbe du diagramme de l'énergie qu'il peut produire épouse sensiblement celle de la charge du réseau, le réservoir auxiliaire ne travaille plus qu'à la vidange et en deux périodes; 2° pour ne plus dépendre des ensablements, la vidange du bassin principal ne se fait plus jusqu'à l'étale inférieure; elle n'atteint tout au plus que le niveau correspondant approximativement aux fonds ensablés des baies, et le moment de cette opération peut être modifié à volonté. M. Defour examine, en outre, les modifications pouvant être apportées pour que la production de l'énergie s'assouplisse aux besoins du réseau. — M.-H. B.

621.165. — Les turbines à vapeur de grande puissance : E.-A. Kraft. *E. u. M.*, 25 septembre 1927, t. XLV, p. 804-812, 7000 mots, 9 fig. — On a cherché à augmenter non seulement la puissance unitaire des turbines, mais surtout la puissance maximum à une vitesse de rotation aussi grande que possible. On a pu arriver dans ces derniers temps à créer des unités de 30 000 kw, tournant à 3 000 t : mn. La théorie a démontré que le rendement thermique d'une usine génératrice à vapeur s'améliore avec des pressions et des

températures initiales croissantes de la vapeur et on a pu aller jusqu'à 450°C et 40 atmosphères. Par le procédé de la régénération et du réchauffage intermédiaire, on a pu augmenter le rendement de 16,5 pour 100. L'auteur décrit les divers types les plus modernes de turbines à grande puissance et à double étage, puis les groupes de 80 000 kw à 4 étages de l'usine génératrice de Klingenberg, à Berlin, qui ont été mis en service récemment. Les groupes en construction aux Etats-Unis fournissent une puissance de 105 000 à 150 000 kw dans la région du rendement calorique maximum, mais peuvent donner 208 000 kw, si on fait abstraction du rendement. Ces turbines sont à trois étages et à double expansion avec la vapeur à 42 atmosphères et 390°C, 97 pour 100 de vide et un rendement calorique de 30,7 pour 100. Ces développements semblent atteindre la limite de puissance qu'on peut escompter de l'emploi de la vapeur seule; néanmoins, les essais effectués à la State Line Generating Station, aux Etats-Unis sur une turbine de 10 000 kw à vapeur d'eau et de mercure permettent de n'espérer qu'un rendement calorique de 36,2 pour 100, et rien ne prouve qu'avec de la vapeur pure à 100 atmosphères et 500°, ces résultats ne peuvent pas être atteints et que l'introduction de la vapeur de mercure dans les usines génératrices se justifie. On a songé à recourir à des vapeurs moins toxiques, à base de phénol, mais sans obtenir de résultats pratiques sur une assez grande échelle. — C. P.

621.316. 4 (017). — Normalisation des tensions dans les réseaux à courant alternatif; F.-C. Hanker et H.-R. Summerhayes. *J. A. I. E. E.*, mai 1927, t. XLVI, p. 438-446, 7000 mots, 2 fig. — Les séries de tensions adoptées jusqu'à présent ont été introduites plutôt par les constructeurs, mais sans souci d'une normalisation visant à la création d'appareils types pour tous les emplois de l'exploitation. Une enquête faite auprès de 22 compagnies de distribution a amené à la conclusion que l'usage des anciennes tensions unifiées pour les transformateurs a conduit très souvent à pousser l'excitation des alternateurs ou des transformateurs, afin de maintenir une tension satisfaisante dans les installations des consommateurs. Les séries de tensions, adoptées pour les transformateurs, ne tiennent pas compte, en effet, de la chute de tension en ligne. Celles adoptées par la Commission électrotechnique internationale concordent en partie avec celles proposées par les auteurs. Le système proposé a pour point de départ les tensions types déjà employées, comme tensions d'utilisation les plus basses de l'échelle et suggère des rapports de transformation et des tensions normales de transformateurs qui assurent aux consommateurs une tension d'utilisation convenable, sans avoir à pousser l'excitation des génératrices ou transformateurs. Les traits saillants du système sont les suivants : les séries de tensions sont les mêmes que les tensions maxima normales des transformateurs alimentant la distribution; elles correspondent donc aux tensions normales d'alimentation des règlements de l'American Institute of electrical Engineers et fixent les tensions d'essais de tous les appareils du système. Les tensions secondaires des transformateurs abaisseurs, de 115 v à 69000 v seront des multiples de 11,5, excepté pour les systèmes à 2400 v, pour lesquels cette tension sera la tension normale des transformateurs. Ainsi, les transformateurs-types fourniront au secondaire les tensions suivantes : 460 v, 6 900 v, 23 000 v, 69 000 v. Pour les tensions plus élevées, on emploiera des multiples de 11 (88000 v, 110 000 v, 132 000 v, 154 000 v), ce qui concorde avec l'usage actuel. Pour permettre aux transformateurs de fournir ces tensions, leur primaire sera alimenté aux tensions multiples de 11, telles que 6600 v, 22 000 v,... 66000 v, et au delà, aux tensions multiples de 10,5 (105 000 v, 126000 v, 210 000 v). Les transformateurs élévateurs, sauf ceux de 2 400 v, auront leurs enroulements à haute tension normalisés en multiples de 11,5 jusqu'à 69 000 v, et en multiples de 11, au delà, alors que leurs enroulements basse tension seront alimentés à des tensions de 5 pour 100 inférieures aux tensions de la distribution ou de la génératrice. Ainsi, les transformateurs élévateurs et abaisseurs ne sont pas interchangeables, mais auront leur rapport de transformation approprié à l'usage auquel ils sont destinés. La réalisation de l'interchangeabilité, avec une marge de 25 pour 100, deviendrait trop onéreuse, et si elle est nécessaire, dans les cas où l'énergie circule dans les deux sens, on y pourvoira avec des appareils spéciaux. Dans la dernière partie de cette étude, les auteurs s'attachent à montrer l'économie considérable que procurerait une normalisation rationnelle des tensions, autant pour le constructeur que pour l'exploitant. — C. P.

621.31, 9. — Progrès réalisés dans la construction des machines et appareils électriques et dans leurs installations; F. Niethammer. *E. u. M.*, 17 et 24 juillet 1927, t. XLV, p. 589-597 et 611-621, 16 400 mots, 6 fig. — Dans cet aperçu de l'état actuel de cette technique, l'auteur fait d'abord ressortir qu'il ne peut être question de prévoir une utilisation industrielle des machines électrostatiques, que ni l'énergie électrique de l'atmosphère, ni celle rayonnée du sol ne présentent un intérêt pratique, et qu'en définitive, les machines électriques de beaucoup les plus importantes sont celles basées sur les lois de l'électromagnétisme et de l'induction électromagnétique. Considérant alors successivement les machines à courant continu, et celles à courant alternatif, M. Niethammer signale les particularités de leur construction. I. *Machines à courant continu*. A noter l'adoption de pôles supplémentaires et d'enroulements de compensation; les relations entre la tension et la puissance que peuvent développer ces machines et les dimensions de leurs organes sont devenues pour ainsi dire classiques et l'auteur rappelle les plus importantes. L'application de ces machines pour la soudure par arc a nécessité des études spéciales; on peut adopter une machine à excitation compound à action différentielle, de façon que soient réduits les courants de court-circuit. Comme on le sait, le collecteur limite la puissance que peuvent développer les dynamos à courant continu et l'on espère toujours réaliser la machine unipolaire sans collecteur. Le modèle le plus important de ce genre de machine a été créé par Lomme, il y a une quinzaine d'années; il s'agit d'une machine de 2 000 kw, 264 v, 1 200 t : mn. — II. *Transformateurs*. La technique de cette construction s'est beaucoup développée; après avoir rappelé, comme pour les machines à courant continu, la relation entre la puissance et les dimensions de ces appareils, M. Niethammer signale quelques dispositifs de réglage de la tension, tels que le régulateur d'induction, le transformateur à prises mutiples. — III. *Machines à courant alternatif*. Ici encore, l'auteur donne les principes du calcul de ces machines, notamment des machines synchrones, et insiste, au sujet de ces dernières, sur les deux catégories de modèles : machines à grande vitesse et machines à allure lente. Il étudie les conditions de leur stabilité pour des facteurs de puissance variant dans de grandes limites. Suivent un examen rapide de l'utilisation des machines synchrones comme moteurs et comme compensateurs synchrones et enfin un aperçu sur les alternateurs à haute fréquence. En ce qui concerne les machines asynchrones, il mentionne quelques modèles de construction spéciale, tels que ceux à induit en court-circuit de plusieurs centaines de chevaux, à démarrage facile, et le moteur à double cage d'écureuil de Boucherot. — A. L.

621.313.29 : 621.312.4. — Les machines asynchrones compensées employées comme moteurs et pour le couplage des réseaux; W. Kummer. *Schweizerische Bauzeitung*, 23 juillet 1927, t. XC, p. 41-43, 2 500 mots, 5 fig. — La force électromotrice destinée à relever le facteur de puissance d'une machine asynchrone peut comporter dans la solution la plus générale trois termes; l'auteur établit les relations qui définissent chacune de ces trois composantes en fonction du courant actif et du courant réactif du rotor ainsi que du glissement. Il montre que la compensation de phase est automatique, (comme l'a déjà fait W. Seiz dans *Revue B B C*, mai et juin 1926, t. XIII, p. 121 et 150, résumé dans *R. G. E.*,



RÉGULATEURS D'ÉLECTRODES

Système **ARCA** breveté
Construction française

Régulateurs d'Intensité, Tension, Puissance
pour toutes Applications Industrielles

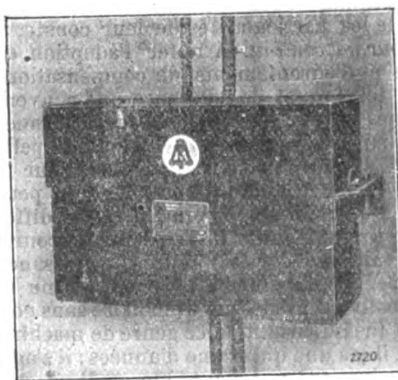
TOUS LES RÉGLAGES AUTOMATIQUES :
PRESSIONS - TEMPÉRATURE - HUMIDITÉ
SURCHAUFFE - DÉSURCHAUFFE, ETC.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES RÉGULATEURS UNIVERSELS ARCA
164, rue de la Croix-Nivert, 164 — PARIS (XV°)

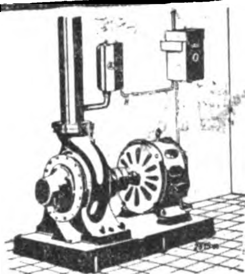
Télgr. : Arcarégul-Paris



Téléph. : Ségur 36-08



APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE
« KLOECKNER »
COLOGNE - BAYENTHAL



Contacteurs électromagnétiques
Relais - Démarreurs automatiques
Disjoncteurs - Appareillage blindé
Équipement électrique d'Engin de Levage
Controllers pour moteurs de traction

Représentants exclusifs en France et Colonies

Société Industrielle de Machines et Appareillage Electro-Mécaniques
Société à responsabilité limitée, capital 200 000 fr
104, rue Lecourbe — PARIS (15°) *Téléphone* : **SÉGUR 94-53**

ZIVY & CIE

29 et 31, rue de Naples, PARIS (8°)
Téléph. Laborde 16-70 *R. C.* Seine, 35 812

COMPTEURS TOTALISATEURS pour tours à bobiner
TACHYMÈTRES portatifs et stationnaires
simples et enregistreurs, système « Dr Th. HORN »

Compteurs de tours et Compteurs horaires syst. "Hasler"
Indicateurs et Enregistreurs de vitesse "Tel"

Pieds à coulisse et Micromètres à cadran, Chronographes


Tachymètre portatif à changement automatique des échelles

7 novembre 1926, t. XX, p. 154 D), mais par une méthode différente ; M. Kummer insiste, pour terminer, sur l'intérêt que présente la compensation automatique de phase dans la solution du problème du couplage des réseaux. — A. C.

621.314.3.00.12. — Caractéristiques du transformateur de réglage à intensité constante ; H.-C. LOUIS et A. ALBAUGH. *J. A. I. E. E.*, mai 1927, t. XLVI, p. 421-425, 4 000 mots, 9 fig. — On a admis généralement que, dans les transformateurs à intensité constante, les pertes totales sont pratiquement constantes à toute charge et pour toutes les positions de la bobine mobile. Il semblait naturel de supposer que, la tension appliquée et le flux résultant restant constants à toute charge, les pertes dans le fer ne variaient que très peu, et que, les courants restant constants, et les variations de charge étant obtenues par la variation de la réactance de fuites due au déplacement de la bobine mobile, les pertes dans le cuivre étaient pratiquement constantes. En tous cas, la somme des deux genres de pertes devait varier très peu. Les essais effectués par les auteurs démontrent, au contraire, que dans la plupart des transformateurs de ce type, les pertes à vide sont très supérieures aux pertes en charge normale et que, par suite, la consommation de courant dans les distributions de lampes en série, avec transformateurs à courant constant, est notablement augmentée du fait de ces pertes. Cette anomalie est due à ce que les flux de fuites, aux faibles charges, s'échappent en grande partie perpendiculairement au plan des tôles, et que les courants de Foucault en sont accrus. En outre, du fait de cette orientation, les flux de fuites atteignent plus facilement les parties métalliques de la carcasse du transformateur et, par les courants de Foucault qui y sont engendrés, augmentent encore les pertes. Il en résulte que l'élévation de température à de faibles charges est également plus grande qu'à pleine charge, et que les essais d'échauffement, effectués usuellement à pleine charge fournissent des renseignements erronés sur la valeur des appareils. — C. P.

621.314.5.00.12. — Théorie et calcul des commutatrices ; T.-T. HAMBLETON et L.-V. BEWLEY. *J. A. I. E. E.*, mai 1927, t. XLVI, p. 479-487, 7 000 mots, 11 fig. Discussion, p. 492-493, 1 700 mots, 2 fig. — Les auteurs se sont proposé d'exposer clairement et simplement les actions et réactions internes dans les commutatrices, sans le secours de calculs compliqués, mais en traitant, par l'analyse harmonique, dans plusieurs appendices, la partie mathématique complète du sujet. L'étude comporte trois divisions : rapports de tensions, effets calorifiques du courant, rapports des forces magnétomotrices. En particulier, la réaction d'induit est décomposée en une composante constante et une série d'harmoniques d'ordre pair si l'on considère une commutatrice à pas entier et un enroulement uniformément réparti ; la composante constante n'a pas d'importance pratique, mais les harmoniques, combinés avec l'impédance d'induit et la résistance au contact des balais, produisent les harmoniques de denture de la tension aux bornes. Dans la discussion, on critique la valeur pratique des formules assez compliquées proposées pour le rapport des tensions et les pertes, et on met en doute l'influence du sixième harmonique de force magnétomotrice sur les pulsations de sections. L'influence de la variation du facteur de puissance sur l'échauffement n'a pas été mise en lumière. — C. P.

621.314.6. — Un nouveau redresseur électronique à oxyde de cuivre. *J. A. I. E. E.*, mai 1927, t. XLVI, p. 505-507, 3 400 mots. Cet article est le compte rendu d'une discussion, à la réunion de New-York du 11 février 1927, d'un mémoire de MM. GRONDAHL et GEIGER, publié dans *J. A. I. E. E.*, mars 1927, t. XLVI, p. 215 et analysé dans *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 514. — M. G. Crisson estime que le système de télécommunication présenté par les auteurs du mémoire sera impraticable si la distance de l'alternateur à la clef de manœuvre est supérieure à 1/8 de la longueur d'onde. M. Slepian fait observer que l'on réalise des redresseurs au moyen d'une substance interposée entre deux métaux, et signale un redresseur d'une régularité étonnante qu'on obtient en superposant deux plaques de cuivre oxydé. Il a pu mettre en évidence l'existence d'une pellicule isolante entre l'oxyde et le métal, et dont l'épaisseur serait de l'ordre de 0,0001 cm. On a déjà signalé que la rectification a lieu en des points chauds de la couche de rectification. Dans le redresseur présenté par les auteurs, la charge est répartie régulièrement entre les divers éléments en série. L'appareil se comporte comme une résistance pure et il n'y a aucun phénomène de formation. L'épaisseur de la couche d'oxyde n'a aucune influence sur la rectification ; elle ne fait qu'augmenter la résistance intérieure ; l'épaisseur la plus pratique est de 0,05 à 0,07 mm. — C. P.

621.315.5 : 537.523.2. — L'influence de la forme du revêtement des conducteurs creux pour lignes à haute tension sur les pertes par effluve ; J. BIERMANNS. *E. T. Z.*, 15 septembre 1927, t. XLVIII, p. 1331-1332, 1 300 mots, 4 fig. — Les conducteurs tubulaires adoptés pour les lignes à très haute tension peuvent être revêtus d'une ou plusieurs couches de fils conducteurs de section circulaire, suivant le procédé adopté notamment en Californie pour les lignes à 220 kv, ou de rubans métalliques, méthode préconisée en Allemagne. La question se pose de savoir laquelle des deux solutions conduit aux plus faibles pertes par effluve. Il a été procédé à des essais dans un des laboratoires de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft dont l'auteur rend compte dans l'article qui nous occupe. La mesure fut faite à l'aide du pont de Schering. Les essais comparatifs montrent, contrairement à ce qui pouvait être prévu, que les pertes sont plus faibles avec le revêtement de conducteurs cylindriques qu'avec ceux de section rectangulaire. Par contre, la moindre irrégularité sur la surface extérieure de l'ensemble, résultant de ce qu'un conducteur cylindrique dépasse légèrement la limite théorique, augmente notablement ces pertes, ainsi que le montrent les résultats d'essais sur un conducteur dont un des éléments présente une irrégularité de 4,5 mm. — A. C.

693.14 : 621.315...]00.12. — Calcul de la stabilité des massifs de fondations enterrés ; H. DUMONTIER. *Le Génie civil*, 7 mai 1927, t. XC, p. 461-463, 1 500 mots, 1 abaque. — L'auteur reprend le calcul des massifs de fondation des poteaux verticaux en tenant compte de la poussée des terres et en le basant sur des hypothèses habituellement adoptées dans les calculs de poussée et de butée des terres. Il établit ainsi un abaque permettant de résoudre les trois problèmes qui se posent en pratique ; *a*) connaissant la hauteur et la largeur d'un massif de fondations, vérifier si les propriétés du sol sont respectées ; *b*) connaissant les propriétés du sol et la hauteur du massif, déterminer sa largeur ; *c*) connaissant les propriétés du sol et la largeur du massif, déterminer sa hauteur. Il donne un exemple d'application de l'abaque pour chacun de ces trois cas. — J. S.

USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.316.23. — Construction des postes de transformation sur poteaux. *E. u. M.*, 17 juillet 1927, t. XLV, p. 599-600, 1 200 mots, d'après *Elektrifizierung und Agrarwirtschaft*, 1927, nos 8 et 9. — Les expériences acquises dans la construction de postes de transformation extérieurs de forte puissance peuvent être appliquées à celle des postes de transformation sur poteaux, dont l'adoption est tout indiquée dans les réseaux ruraux. L'auteur se basant sur ces expériences examine les principales causes de perturbations pouvant survenir dans ces installations. D'abord en ce qui concerne l'isolement, on a remarqué que le nombre des accidents est d'autant plus élevé que la tension de distribution est plus réduite. Sous l'influence des actions extérieures il y a à redouter de fortes pertes à la terre du fait des isolateurs et, pour les faibles tensions de distribution, il est difficile de les limiter avec précision. La dimension adoptée pour un

isolateur doit être basée sur une tension de 12 000 V et au-dessus; pour les tensions inférieures, on adopte des isolateurs du même type afin d'éviter ces pertes à la terre. Depuis longtemps, on s'est rendu compte des détériorations entraînées par l'emploi de ciment auquel on doit préférer l'emploi plus avantageux d'assemblages convenablement combinés de porcelaine et de métal. Pour les appareils fonctionnant en plein air, il importe d'étudier au préalable avec soin les propriétés des matériaux employés, notamment de ceux qui rentrent dans la construction des vis, comme le fer. La disposition des appareils dans le poste doit être telle que la manutention en soit facile et ne présente aucun danger. Au point de vue économique, on peut constater dans un tableau comparatif que l'on a tout avantage à établir des postes sur poteaux au lieu de stations couvertes. — A. L.

621.313.25. — Discussion relative aux propriétés du moteur à double cage d'écureuil. *E. T. Z.*, 15 septembre 1927, t. XLVIII, p. 1 347-1 352, 6 700 mots, 5 fig. — A la suite de la communication de M. Schüler à l'Elektrotechnischer Verein sur cette question de l'intérêt que peut présenter l'adoption du moteur à double cage d'écureuil, communication publiée dans « E. T. Z. », du 11 août 1927, t. XLVIII, p. 1 143-1 145 et résumée dans « R. G. E. », 22 octobre 1927, t. XXII, p. 124 D, furent présentées un certain nombre d'observations. M. Lund montre par des résultats d'essais que le moteur à double cage d'écureuil ne présente pas un avantage marqué sur le moteur ordinaire si l'un et l'autre de ces moteurs sont munis d'un embrayage centrifuge; si, par contre, le dispositif d'accouplement est du système « Albo » ou de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, le moteur à double cage absorbe un courant au démarrage qui, même pour la mise en route en charge, ne dépasse pas 1,6 fois le courant normal, valeur inférieure à la valeur maximum admise pour le démarrage des moteurs à bagues ; de plus, le moteur à double cage développe un couple sensiblement constant et, comparé au moteur à bagues, il présente des avantages au point de vue du facteur de puissance et du rendement. M. Klinkhamer insiste à son tour sur les avantages du moteur à double cage, notamment en ce qui concerne la durée de l'à-coup lors du passage du couplage en étoile à celui en triangle, durée plus courte avec la disposition en double cage que pour le moteur ordinaire à induit en court-circuit. M. Schüler, d'une part, et M. Wagner d'autre part, formulent quelques réserves sur les assertions qui précèdent ; ce dernier, en particulier, fait remarquer que la nécessité d'adopter des dispositifs spéciaux d'embrayage présente dans de nombreux cas des inconvénients. — A. C.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.344-313.2. — Ascenseurs commandés par moteurs à courant alternatif. *J. A. I. E. E.*, mai 1927, t. XLVI, p. 508-509, 1 300 mots, 1 fig. Cet article est le compte rendu d'une discussion, à la réunion de New-York du 11 février 1927, d'un mémoire de M. Thurston, publié dans *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. XLVI, p. 321 et résumé dans *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 112 D. — L'appareil décrit dans le mémoire comporte un freinage mécanique automatique au ralentissement, à l'arrêt et au changement de marche en pleine vitesse, indépendamment de toute action de l'opérateur. Par le réglage, on peut obtenir toute accélération désirée, et c'est ce freinage combiné qui rend l'ascenseur à courant alternatif approprié aux grandes vitesses. Il est bien évident que les à-coups, les efforts sur les dents des engrenages et les pièces de machines sont moindres aux grandes vitesses, à charge égale. En ce qui concerne le mode de démarrage, le système rhéostatique s'est montré supérieur, surtout en ce qu'il conduit à un facteur de puissance plus grand au démarrage que tout autre système. La question d'enroulement simple ou double du stator n'a aucune importance, pourvu que les caractéristiques spécifiées dans le mémoire, soient réalisées. Le démarrage par régulateur d'induction assurerait certainement un démarrage plus progressif, mais l'auteur estime que la sensation d'accélération et de ralentissement est très supportable avec le système à aimants rotatifs actionnant les interrupteurs de démarrage. — C. P.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.335.00.12. — L'étude des bielles d'accouplement pour les locomotives électriques. *Engineering*, 22 juillet 1927, t. CXXIV, p. 95-98, 6000 mots, 10 fig. — La commande individuelle des essieux moteurs des boggies de locomotives électriques présente entre autres inconvénients celui d'une diminution du poids adhérent sur l'essieu directeur par suite de la réaction du couple exercé, à moins que des précautions spéciales ne soient prises dans l'établissement des ressorts de suspension. Mais on élimine aussi cet inconvénient en accouplant au moyen de bielles les essieux moteurs, ce qui permet en outre de n'avoir qu'un seul moteur. Du fait que le couple d'un moteur électrique est pratiquement uniforme pour un tour de manivelle, les conditions de travail de ces bielles sont tout à fait différentes de ce qu'elles sont dans une machine à vapeur où les mouvements du piston engendrent un couple qui est précisément maximum au moment où ces bielles sont dans la position la plus favorable pour le transmettre. Dans le cas des bielles d'accouplement de locomotives électriques, si celles-ci ou le châssis n'avaient pas une certaine élasticité et si tous les paliers n'avaient aucun jeu, le couple serait transmis par un effort suivant l'axe de ces bielles, dont la grandeur varierait suivant les ordonnées de deux sinusoïdes décalées de 90°. On montre que la manivelle ne peut, pratiquement, transmettre d'effort utile que dans le quadrant au milieu de chaque demi-révolution au-dessus et au-dessous de la ligne des centres. L'article donne des indications sur les différentes dispositions de bielles d'accouplement utilisées sur des locomotives électriques, et conclut que la meilleure semble être celle de la locomotive d'essai du Loetschberg (1911). L'auteur termine par un exemple de calcul complet des efforts dans un système de bielles d'accouplements, de la vitesse critique et du moment de renversement exercé sur le châssis. — J. S.

621.32 : 625.233 (43). — Le problème de l'éclairage électrique des trains et le système d'éclairage des chemins de fer allemands; Hugo Grob. *E. T. Z.*, 28 juillet 1927, t. XLVIII, p. 1 061-1 067, 8 000 mots, 7 fig. — Une installation d'éclairage pour chemins de fer a de nombreuses tâches à réaliser. Le but fondamental est d'obtenir une tension indépendante de la vitesse du train. Il faut aussi ne pas surcharger la batterie d'accumulateurs, prévoir pour l'éclairage normal une tension fixe inférieure à la tension de fin de charge, régler le courant de charge suivant les besoins du réseau, protéger la dynamo contre les surintensités, pouvoir éventuellement s'éclairer avec cette dynamo en cas de défaillance de la batterie; enfin l'ensemble des appareils doit permettre une surveillance facile. L'auteur discute les diverses solutions données à ces nombreux problèmes. — C'est d'après les considérations précédentes qu'a été établi le système actuellement en usage sur les chemins de fer allemands. Ce système, dit système Pintsch, repose en principe sur l'utilisation d'un microphone inséré dans le circuit d'excitation de la dynamo et produisant, par ses variations de résistance, les variations nécessaires de cette excitation. Pour cela, il est plus ou moins comprimé par un levier soumis d'une part à l'attraction d'un ressort et, d'autre part, à celle d'un électroaimant parcouru par le courant principal. Un dispositif analogue maintient fixe la tension d'éclairage, indépendamment de la tension de charge. L'ensemble des organes nécessaires aux différents réglages décrits en détail dans l'article est contenu dans une boîte de faibles dimensions (19 cm × 36 cm × 41 cm), et la surveillance est facilitée par leur disposition et par l'emploi d'un couvercle à fenêtre. Ce système est employé actuellement sur plusieurs lignes autour de Berlin. — C.-R. M.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.396.615. — Les lampes à anode refroidie et la durée des lampes d'émission; W.-J. PICKEN. *J. I. E. E.*, août 1927, t. XV, p. 791-812, 8 000 mots, 45 fig., 2 tabl. — L'auteur commence par donner la description de diverses lampes à anode refroidie employées pour l'émission, la modulation ou le redressement du courant alternatif et construites par la M. O. Valve Co Ltd. Il indique de nombreux détails de construction et de fabrication. Dans une deuxième partie il étudie les facteurs qui influent sur la durée des lampes. La durée maximum d'une lampe est celle de son filament, qui dépend principalement du diamètre du filament, de la surface effective de cathode, et de la puissance utilisée à l'émission. Sauf pour le cas de filaments très courts, où l'effet de refroidissement d'extrémité est très marqué, la vie d'un filament augmente avec son diamètre. La surface effective de cathode d'une lampe d'un nouveau type peut être estimée par comparaison avec celle de lampes existantes. L'auteur reproduit des courbes de MM. Gorsling et Thompson donnant la variation de durée d'un filament et de l'émission totale en fonction de la température ainsi que des variations correspondantes en : 1° watts par ampère d'émission; 2° tension aux bornes du filament et 3° intensité du courant dans le filament. Ces courbes montrent en outre que la durée et l'émission varient très vite pour de petites variations de la tension aux bornes du filament. Il faut principalement remarquer que dans la majorité des applications la cathode d'une lampe d'émission doit à tout moment fournir une émission d'électrons telle qu'elle puisse supporter sans saturation la somme des valeurs instantanées maxima du courant de grille et du courant de plaque. L'auteur indique alors comment ces valeurs maxima varient avec les différentes conditions de fonctionnement des lampes. Il donne dans l'article, de nombreuses courbes des caractéristiques de fonctionnement de lampes de divers types et les discute dans leurs grandes lignes. Dans une dernière partie de l'article, des courbes pour les lampes à refroidissement par radiation et des tableaux pour celles à refroidissement artificiel donnent des renseignements sur la durée de ces lampes (pourcentage atteignant différentes durées de vie) d'après les résultats obtenus dans l'exploitation des stations radiotélégraphiques commerciales. Dans la discussion consécutive à cette communication, M. R.-V. Hansford fait remarquer que la durée d'une lampe ne dépend pas seulement de la vie du filament et donne des courbes de durée de vie relevées sur 154 lampes à refroidissement par eau employées à la station de Rugby, compte tenu de toutes les causes de mise hors service. M. Picken dans sa réponse dit que son intention était de montrer que les mises hors service par filament brûlé suivent une certaine loi qui ne peut exister pour les autres causes purement accidentelles. D'autre part au sujet d'une comparaison faite par M. Drane entre les lampes en silice et celles décrites par l'auteur, celui-ci fait remarquer que ces dernières peuvent être réparées comme les premières et cite le cas d'une lampe encore en service 3000 heures après avoir été réparée. Cette comparaison entre les deux types de lampes, au point de vue prix, fragilité et transparence aux rayons X a été reprise aussi par M. H.-G. Hughes, qui donne des arguments en faveur des lampes en silice. — J. S.

621.396.15. — Les progrès dans la construction des lampes thermoioniques. *Engineering*, 10 juin 1927, t. CXXIII, p. 717-719, 2600 mots, 8 fig. — Cet article est un résumé de trois mémoires présentés à la réunion du 4 mai à la Wireless Section of the Institution of electrical Engineers. M. W.-J. Picken a d'abord décrit neuf modèles de lampes dans lesquelles l'anode est refroidie artificiellement. Dans l'article un seul type de lampe (la lampe C. A. T. 1) est décrit en détail; on indique seulement pour les autres ce en quoi ils en diffèrent. M. Picken a traité ensuite de la vie des lampes. Celle-ci dépend directement de la durée du filament qui est elle-même fonction de son diamètre, de sa surface réelle et de l'émission. En général, sauf pour des filaments très longs, la durée croît proportionnellement au diamètre. D'autre part, la durée et l'émission variant énormément pour de petites variations de la tension du filament, il y a un gros intérêt à maintenir cette tension constante. L'auteur montre de même l'intérêt qu'il y a à renverser à intervalles fréquents et réguliers la polarité du filament. Le deuxième mémoire, de MM. Morris-Airey, G. Shearing et H.-G. Hughes a déjà été résumé dans R. G. E. du 10 septembre 1927, t. XXII, p. 79 D. Enfin M. C.-F. Elwell a traité de la lampe démontable Holweck qui est une conséquence directe de la mise au point de la pompe moléculaire du même auteur. Cette lampe doit en effet être branchée sur une pompe de ce type. Rappelons que cette lampe, décrite dans R. G. E., 4 juillet 1925, t. XVIII, p. 30, peut fonctionner avec de fortes surcharges; celle de 32 kw à la Tour Eiffel, supporte 100 kw. — J. S.

621.396.7 (43.6). — Installations de la Radio-Austria-Aktien-Gesellschaft; Franz LEIST. *E. u. M.*, 24 juillet 1927, t. XLV, supplément *Die Radiotechnik*, t. XLV, p. 81-87, 5 500 mots, 8 fig. — En 1922, le gouvernement autrichien a accordé à la Marconi's Wireless Telegraph Co une concession pour la construction et l'exploitation d'installations radiotélégraphiques destinées aux communications avec l'étranger. Cette concession a été rétrocédée à la Radio-Austria-Aktien-Gesellschaft qui a pris possession des établissements de la société concessionnaire précédente et a procédé à leurs agrandissements. Le bureau central est à Vienne; il est relié à un poste téléphonique intermédiaire qui reçoit et transmet audit bureau les télégrammes à envoyer. La station d'émission est à Deutsch-Altenburg et la station réceptrice, à Laaerberg, près de Vienne. Cette décentralisation était nécessaire en vue de doubler le trafic, une même station pouvant à la fois recevoir et envoyer des télégrammes. La station d'émission de Deutsch-Altenburg avait été construite pendant la guerre. L'installation consistait primitivement en deux émetteurs à lampes Marconi, l'un de 25 kw et l'autre de 6 kw. Dans la suite, elle fut complétée par deux nouveaux émetteurs, l'un de 25 kw et l'autre de 1 kw pour ondes courtes. Le nombre des antennes était primitivement de deux, d'une hauteur de 150 m chacune; on installa ensuite une nouvelle antenne de 100 m de hauteur. La station réceptrice comprend douze récepteurs pour les ondes de longueurs comprises entre 1 500 et 24 000 m et deux récepteurs pour ondes courtes, de longueurs comprises entre 20 et 80 m. Les récepteurs sont du type de la Marconi's Wireless Telegraph Co. On trouvera dans l'article les schémas détaillés des connexions de l'émetteur à lampes de 25 kw et de celui du poste récepteur. L'énergie est produite par un alternateur à 50 p : s servant à l'excitation magnétique des relais après transformation en courant continu à 220 v et à l'alimentation des circuits de chauffage et d'anodes et à celle des circuits d'émission. De plus, la station possède un groupe Diesel avec générateur de 120 ch servant de groupe de secours. — A. L.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.365.52. — Le four électrique Heraeus-Rohn. *E. T. Z.*, 14 juillet 1927, t. XLVIII, p. 1 008-1 010, 2 400 mots, 2 fig., d'après un article de A. Pomp publié dans *Stahl und Eisen*, t. XLV, p. 548. — Ce four est constitué par une enveloppe cylindrique et deux fonds, le tout en briques réfractaires avec revêtement de tôle. La résistance de chauffage est constituée par un ruban de feuillard sans soudure appliqué en spirale le long de la paroi intérieure. L'enveloppe est traversée par les canalisations des instruments de mesure de température, les arrivées de courant et de gaz, et porte des lunettes de contrôle. Le gaz, dont la nature varie suivant l'opération n'a qu'un rôle d'agent chimique protecteur. On peut, avec des résistances en fer, atteindre environ 1 200° C

et avec des résistances en nickel-chrome, environ 1 300°C. L'appareil peut être utilisé sur un réseau quelconque à basse tension et possède un dispositif de changement de connexions pour maintenir le courant constant quand la température s'élève. Le rendement de ce four varie suivant les cas de 55 à 80 pour 100. Il consomme 220 à 340 kw-h par tonne d'acier pour élever la température à 800°C. Les divers modèles ont des capacités allant de 300 à 20 000 kg. L'étude économique, effectuée une première fois par Pomp, qui conclut que ces fours sont chers, est refaite sur d'autres bases dans « E. T. Z. »; elle aboutit ici à une économie de 30 à 40 pour 100 en faveur de ces fours. — C.-R. M.

621.364 : 621.944.23/25. — Le chauffage électrique des cylindres de laminoirs. *E. T. Z.*, 18 août 1927, t. XLVIII, p. 1 194-1 195, 800 mots, 1 fig., d'après un article de Gordon Fox publié dans *Freyn Design*, n° 1, 1926, p. 10. — Ce système de chauffage est avantageux dans la métallurgie fine. Il permet un écart de température très faible entre l'axe du cylindre et sa surface et assure également une répartition convenable de la variation de température le long des génératrices, du milieu aux extrémités. Ce dernier résultat s'obtient en agissant sur la forme et la position du rhéostat. Le choix du rhéostat qui convient le mieux à un cylindre donné demande de longues recherches expérimentales. La puissance nécessaire est de 40 à 100 kw, suivant la dimension des cylindres. Le montage et le démontage des rhéostats peuvent s'effectuer en quinze minutes. Au point de vue économique, le procédé serait meilleur que le chauffage à l'huile, au gaz ou à la vapeur. — C.-R. M.

621.392 : 621.715.9|620.12. — Essais de résistance mécanique sur la soudure électrique point par point du duralumin. *R. G. E.*, 17 septembre 1927, t. XXII, p. 436, 400 mots. Analyse d'un article de T.-W. Downes publié dans *Chem. and Metall. Eng.*, juin 1927, t. XXXIV, p. 359-360, 2 000 mots, 4 figures, 1 tabl.

ÉCLAIRAGE

535.241 : 621.32 (061) (∞). — Commission internationale de l'Eclairage : Résolution relative à la réalisation d'un étalon primaire de lumière. *R. G. E.*, 17 septembre 1927, t. XXII, p. 409-410, 500 mots, 2 photographies.

621.32 (061) (∞). — Commission internationale de l'Eclairage : Réunion de Bellagio (Italie). *R. G. E.*, 10 septembre 1927, t. XXII, p. 369-370, 800 mots.

APPLICATIONS DIVERSES

621.9 : 63 (494). — Quelques applications de l'électricité en agriculture; F. Ringwald. *Bull. A. S. E.*, août 1927, t. XVIII, p. 490-500, 5 200 mots, 8 fig. — Il a été procédé, sur le réseau des Forces motrices de la Suisse centrale, à des essais relatifs aux applications de l'électricité à la traite, au séchage des fourrages et à l'éclairage des basses-cours pour intensifier la ponte. Pour chacune de ces trois catégories d'applications l'auteur décrit sommairement les solutions expérimentées et les dispositifs adoptés, puis donne les résultats obtenus au point de vue de la consommation d'énergie. Il calcule, par exemple, que la traite de 20 vaches entraînerait une consommation de 2 555 kw-h par an, énergie répartie sur 730 h; pour le séchage de 900 kg de fourrage, on peut tabler sur une quantité d'énergie consommée de 40 kw-h. En ce qui concerne les essais d'éclairage artificiel des basses-cours, M. Ringwald note qu'en décembre 1925 et janvier 1926, 41 poules ont pondu 132 œufs, la basse-cour n'étant munie d'aucun éclairage artificiel, tandis qu'en décembre 1926 et janvier 1927, avec 29 poules, dans la même basse-cour, mais éclairée électriquement, on a obtenu 730 œufs. — A. C.

621.39 : 663.63 : 661.94. — Sur la stérilisation électrique de l'eau par l'ozone avec applications particulières aux installations rurales. *R. G. E.*, 17 septembre 1927, t. XXII, p. 415-416, 1 400 mots, 1 fig. Résumé d'un rapport de Maurice Otto présenté au Congrès du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (Paris 1927).

621.39 : 531.383. — Sur un gyroscope alimenté en courant alternatif par des axes de suspension; Armand de Gramont. *C. R. Ac. des Sc.*, 2 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1 050-1 051, 700 mots, 1 fig. — Pour alimenter un gyroscope qui doit tourner à grande vitesse, on utilise habituellement un courant triphasé qui est envoyé à un stator central entouré par un rotor à cage d'écureuil. Cette méthode présente certains inconvénients auxquels l'auteur cherche à obvier par l'emploi d'un dispositif permettant d'alimenter le gyroscope par les axes d'oscillations de son support : il emploie à cet effet un groupe électrogène produisant du courant alternatif monophasé et il transforme ce courant en courant diphasé ou en courant triphasé dans le stator lui-même. On arrive ainsi à faire tourner, à la pression atmosphérique, un tore de 80 mm de diamètre, pesant environ 800 g, à des vitesses qui atteignent 22 000 t : mn. — M.-H. B.

DIVERS

621.3 (061) (∞). — Commission électrotechnique internationale : Réunion de Bellagio. *R.G.E.*, 17 septembre 1927, t. XXII, p. 410 et 412, 1 200 mots.

62 (017) (∞). — Les problèmes de la normalisation internationale; C. Le Maistre. *R.G.E.*, 3 septembre 1927, t. XXII, p. 340, 200 mots. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

621.3 (063). — La Semaine de Discussions de la Société française des Electriciens. *R.G.E.*, 27 août 1927, t. XXII, p. 289, 180 mots.

621.315.7 : 372.3 (492). — L'enseignement scolaire concernant l'emploi de l'électricité et les dangers qui en résultent; Bellaar-Spruyt. *R. G. E.*, 3 septembre 1927, t. XXII, p. 339, 400 mots. Analyse d'un rapport présenté à la troisième section de la quatrième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.71 : 621.315.5. — Alliages d'aluminium pour les lignes électriques à haute tension; Schmitt. *E.T.Z.*, 18 août 1927, t. XLVIII, p. 1176-1180, 4500 mots, 2 fig. — L'auteur examine quelques alliages nouveaux, créés récemment pour concurrencer le cuivre dans la fabrication des câbles aériens à haute tension. Parmi les principaux, il cite l' « aludur », de la maison Giulini frères (Ludwigshaven), l' « al n° 3 » de l'Aluminium-Industrie (Neuhausen, Suisse) et le « montegal » de la maison Carl Berg (Werdohl). Ces alliages reposent sur une propriété que le silicium, le siliciure de magnésium et le cuivre communiquent à certaines combinaisons métallurgiques. L'auteur donne leurs propriétés mécaniques, électriques et thermiques, les flèches produites à différentes températures et avec diverses portées, et les coefficients de sécurité qui en résultent. Il étudie comparativement, pour un cas particulier, le prix d'établissement d'une ligne avec l'emploi du montegal, du cuivre, de l'acier-aluminium et du bronze. Le montegal conduit à la moindre dépense, inférieure de 0,5 pour 100 à celle nécessitée par le cuivre. Des essais de grande envergure sont en cours, qui doivent indiquer l'avantage pratique des divers alliages d'aluminium. — C.-R. M.

SECTION DE LÉGISLATION

347.258 : 621.31. — Droits des concessionnaires de forces hydrauliques pour la restitution de l'eau ou de l'énergie aux titulaires d'un droit d'usage; Ch. Blaëvoet. *Le Génie civil*, 7 mai 1927, t. xc, p. 460-461, 2500 mots. — L'auteur donne dans cet article quelques explications relatives aux droits des concessionnaires de forces hydrauliques relativement à la restitution en nature et qui résultent de l'article 6 de la loi du 16 octobre 1919. Ces droits visent, d'une part, la restitution de l'eau et, d'autre part, celle de l'énergie sous forme électrique. *a*) Restitution de l'eau. Les droits sont ceux définis par les lois du 27 avril 1845 et 11 juillet 1847, que l'auteur se contente d'exposer sans commentaires, les dispositions de ces lois ne semblant pas susceptibles, dit-il, de soulever de grosses difficultés d'interprétation. *b*) Restitution de l'énergie électrique. L'article 6 de la loi du 16 octobre 1919 dit simplement que le concessionnaire dispose des servitudes d'appui, de passage et d'ébranchage prévues à l'article 12 de la loi du 15 juin 1906. L'auteur rappelle d'abord la portée exacte de ces servitudes, puis montre l'analogie entre l'article 6 de la loi de 1919 et l'article 21 de celle de 1906; puis il examine en détail quelques cas spéciaux, à savoir, d'abord le cas où la ligne de restitution n'emprunte pas les voies publiques, puis celui où elle emprunte les voies publiques, cas dans lequel il faut aussi envisager deux possibilités suivant que la ligne de restitution est ou non utilisée uniquement à cette seule fin (restituer l'énergie à celui qui en a été privé). — J. S.

351.824 : 347.258 : 621.316. — Décret du 29 juillet 1927 portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et abrogeant les décrets des 3 avril 1908, 24 avril 1923 et 14 octobre 1924. *R. G. E.*, 10 septembre 1927, t. xxii, p. 399-407, 10 800 mots.

351.824 : 347.258 : 621.316. — Circulaire du 30 avril 1927 déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique. *R. G. E.*, 17 septembre 1927, t. xxii, p. 437-447, 10 000 mots, 4 fig.

621.311.21 : 351.711.5.028. — Les clauses de partage des bénéfices dans les cahiers des charges des concessions de forces hydrauliques; J. L'Huillier. *R. G. E.*, 9 juillet 1927, t. xxii, p. 85-88, 3 800 mots. — Les cahiers des charges des concessions de forces hydrauliques prévoient la participation de l'Etat, à titre de redevance, aux bénéfices de l'entreprise concédée (art. 45, 45 bis et 45 ter du cahier des charges type). Cette participation qui peut être directe et progressive (art. 45 bis) ou simplement indirecte et proportionnelle (art. 45 et 45 ter) ne doit intervenir, dans tous les cas, qu'après l'expiration d'une première période de dix ans pendant laquelle le concessionnaire est assujetti au paiement d'une redevance dont le montant est déterminé uniquement en fonction de l'énergie produite annuellement par l'usine concédée. L'application des clauses des cahiers des charges qui règlent ce partage des bénéfices entre le concessionnaire et l'Etat paraît de nature à soulever, dans la pratique, de très sérieuses difficultés sur lesquelles l'auteur de l'article appelle l'attention des intéressés.

340.102 : 351.95 : 336.115 : 621.31. — L'inobservation d'un avenant et l'illégalité d'une mise en régie. Condamnation d'une commune. Arrêt du Conseil d'Etat du 24 juin 1927; Paul Bougault. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. xxii, p. 126-128, 1800 mots. — L'arrêt dont l'auteur de cet article donne l'analyse contient une interprétation assez nouvelle, et, en tout cas, très heureuse, d'un avenant intervenu entre une compagnie concessionnaire et une municipalité. Le Conseil d'Etat a décidé, par le même arrêt, qu'une mise en régie prononcée par une ville, comme conséquence d'une interprétation erronée d'un avenant, est une mesure grave qui laisse à la charge de la ville les conséquences de la détermination qu'elle a prise. Enfin, sur la responsabilité d'un cédant, stipulée dans l'acte de cession et exigée par une ville, l'arrêt contient des aperçus généraux vraiment intéressants.

340.142 : 351.95 : 336.115 : 621.31. — Décision du Conseil d'Etat, en date du 16 mars 1927, concernant un différend entre le maire d'une commune et un concessionnaire au sujet de l'interruption du service de distribution d'électricité. *R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. xxii, p. 207-208, 1 200 mots.

351.824 : 621.316 : 63. — Circulaire interministérielle du 3 août 1927 concernant l'électrification rurale. *R. G. E.*, 17 septembre 1927, t. xxii, p. 448, 900 mots.

332.71. — Décret concernant les prêts de la caisse nationale de Crédit agricole. *R. G. E.*, 17 septembre 1927, t. xxii, p. 448, 150 mots.

621.316 : 347.741.6. — A propos d'un contrat de fourniture d'énergie dans le cas d'un changement de local; Paul Bougault. *R.G.E.*, 23 juillet 1927, t. xxii, p. 167-168, 1700 mots. — Dans cet article, l'auteur commente un récent arrêt de la Cour d'Appel de Grenoble concernant la résiliation d'un contrat en cours, qu'une société distributrice avait refusée à un abonné à la suite d'un changement de local. Il fait ensuite un rapprochement avec un arrêt de la Cour d'Appel de Toulouse dans un cas ayant des causes analogues, mais pour lequel la société demanderesse voulait résilier le contrat. Dans les deux cas les tribunaux ont donné raison à la société de distribution; cependant il ne faut pas s'étonner de la divergence des décisions car elles s'appliquent chacune à une police très spéciale.

351.824 : 621.3 : 614 8. — Dans quels locaux est-on tenu d'apposer les affiches sur les secours à donner aux personnes victimes d'un contact avec des conducteurs électriques? *R.G.E.*, 4 juin 1927, t. xxi, p. 927-928, 600 mots.

336.2.027. — Sur l'application du droit de contrôle des agents du fisc. *R.G.E.*, 13-20 août 1927, t. xxii, p. 288, 150 mots.

351.713 : 336.215.3.025 : 347.723.1. — Sur les impôts frappant les intérêts des fonds versés par un commanditaire dans une société en commandite simple. *R.G.E.*, 30 juillet 1927, t. xxii, p. 208, 400 mots.

336.213 : 629.113.4. — Sur l'impôt auquel sont soumis les véhicules automobiles à gazogène. *R.G.E.*, 17 septembre 1927, t. xxii, p. 448, 300 mots.

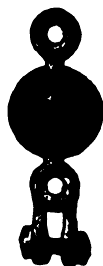
336.242-248 : 331.12|0278. — Sur l'exemption des droits de timbre et d'enregistrement des certificats de travail. *R.G.E.*, 30 juillet 1927, t. xxii, p. 208, 210 mots.

621.317.8 : 336.255. — Décret du 22 juillet 1927 approuvant une délibération du Conseil municipal de Paris ayant pour objet la création d'une taxe municipale sur l'énergie électrique. *R.G.E.*, 10 septembre 1927, t. xxii, p. 408, 600 mots.

Paris. — Soc. Gle d'Imp. et d'Édit., 17, rue Cassette.

Le Gérant : J. Blondin.





DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.224. — Détermination expérimentale des capacités relatives d'un certain nombre de conducteurs. *E. T. Z.*, 18 août 1927, t. XLVIII, p. 1197-1198, 900 mots, 2 fig., et *E. u. M.*, 18 septembre 1927, t. XXXVII, p. 764-765, 800 mots, 2 fig., d'après un article de J. Labus publié dans *Archiv fur Elektrotechnik*, n° 3, t. XVIII, p. 265. — Maxwell a démontré que les charges prises par un certain nombre de conducteurs sont des fonctions linéaires des tensions de ces *n* conducteurs. Elles s'expriment en fonction de $\frac{n}{2}(n+1)$ constantes qui sont les capacités relatives de ces conducteurs pris deux à deux. L'auteur indique le moyen par lequel on peut déterminer expérimentalement ces capacités, à l'aide d'un galvanomètre balistique. Il décrit plusieurs applications particulières. — C.-R. M.

537.311.6. — La répartition superficielle du courant dans les conducteurs à section rectangulaire. *E. T. Z.*, 21 juillet 1927, t. XLVIII, p. 1045, 850 mots, d'après un article de Schwenkhagen publié dans *Archiv für Elektrotechnik*, t. XVII, p. 537. — L'auteur développe un procédé de calcul qui permet, à partir d'une hypothèse approximative sur la répartition du courant, d'établir la répartition réelle. Cette hypothèse est que le courant à l'intérieur de sections partielles carrées est constant tant que le produit de la fréquence et de la conductibilité ne dépasse pas une certaine valeur. Il calcule également la répartition du courant dans plusieurs conducteurs groupés en parallèle. Les calculs et les mesures montrent que, même à basse fréquence, l'accroissement de la résistance n'est pas négligeable. Dans le cas d'un groupe de 4 barres de 1 000 mm² chacune, la résistance à 50 p : s est égale à la résistance en courant continu multipliée par 2,2. — C.-R. M.

538.1 : 51. — Les moments de rotation et le magnétisme dans la mécanique ondulatoire; L. Brillouin. *Le Journal de Physique et le Radium*, février 1927, t. VIII (6e série), p. 74-84, 6000 mots. — L'auteur calcule, d'après les données de la mécanique ondulatoire, les moments de rotation pour le mouvement d'un corpuscule chargé dans un champ de forces centrales quelconques. Il retrouve les formules que Born, Heisenberg et Jordan avaient déduites de la mécanique des matrices, mais avec cette précision supplémentaire que les nombres de quanta *l* et *m* doivent nécessairement être entiers. Dans un champ magnétique, on obtient ainsi un effet Zeemann normal et une formule de paramagnétisme semblable à celle que fournit l'ancienne mécanique quantifiée : pour l'effet Zeemann anormal, il faudra introduire la notion de rotation de l'électron sur lui-même. Les définitions de Gordon ne modifient rien aux conclusions de cette étude, mais permettent de retrouver très correctement l'inertie de l'énergie cinétique et la rotation de Larmor. — L. B.

538.1-22. — Le magnétisme et les matériaux magnétiques; G.-C. Marris. *World Power*, juillet et août 1927, t. VIII, p. 19-24 et 74-79, 7000 mots, 4 fig. — Dans la première partie de cet article, l'auteur, se basant sur les plus récentes théories de la structure atomique, tente une explication du magnétisme et du mécanisme de l'aimantation et de l'hystérésis des matériaux magnétiques. Il examine ensuite le diamagnétisme, l'effet gyromagnétique et les phénomènes magnétooptiques tels que l'effet Zeemann, les effets Faraday, Kerr et Barkhausen. Le ferromagnétisme fait l'objet d'une étude un peu plus étendue terminée par l'examen des alliages Heusler. Dans la seconde partie, l'auteur donne, sous forme de tableaux, les propriétés magnétiques de nombreux alliages ferromagnétiques, ces propriétés étant caractérisées par l'induction et l'intensité du champ magnétique pour certains points déterminés de la courbe d'hystérésis. Il discute les chiffres de ces tableaux pour montrer les effets des impuretés (carbone, soufre, phosphore, silice, oxygène), du mode de préparation et du traitement thermique. Un autre tableau est relatif aux propriétés magnétiques du fer aux hautes fréquences et un dernier indique comment il se comporte dans le cas où il est soumis à deux forces magnétisantes superposées. Ce cas se rencontre en particulier dans les appareils de télégraphie sans fil où une magnétisation alternative se superpose à une magnétisation permanente. L'article est complété par une bibliographie des études d'où l'auteur a tiré certains des chiffres qui figurent dans les tableaux mentionnés ci-dessus. — E. B. et J. S.

538.22. — Sur les propriétés magnétiques du chlorure et du sulfate de vanadyle et sur le moment atomique du vanadium tétravalent; Nicolas Perrakis. *C. R. Ac. des Sc.*, 13 juin 1927, t. CLXXXIV, p. 1430-1432, 400 mots, 1 tabl. — Le coefficient atomique du chlorure de vanadyle, tiré d'une première série d'expériences a été trouvé égal à $+1016{,}9\times10^{-6}$ (à 10°C). Une deuxième série de mesures effectuées à 45 jours d'intervalle, sur une nouvelle quantité de substance appartenant au même échantillon a donné $X=+954{,}3\times10^{-6}$ (à 15°8 C). L'étude thermique a montré que cette variation du coefficient d'aimantation est due non à un changement de moment, mais à un déplacement du point de Curie. Dans le cas du sulfate de vanadyle on observe aussi un déplacement du point de Curie non accompagné de change-

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Annales des P. T. T.*, *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, Paris. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.* *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *J. I. E. E.*, *of Japan*, *The Journal of the Institute of electrical Engineers of Japan*, Tokyo. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : *France*, 1,50 fr; *Etranger*, 3,50 fr.)

ment de moment. — Des expériences effectuées, il résulte que l'ion V⁺⁺ possède au moins deux moments atomiques, l'un de 8 et l'autre de 9 magnétons. Ces deux moments ont déjà été rencontrés par Erculisse dans les solutions. — M.-H. B.

538.221. — **Sur la perméabilité du fer aux fréquences élevées**; C. GUTTON et Mme I. MIHUL. *C. R. Ac. des Sc.*, 23 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1234-1237, 800 mots. — Reprenant les expériences de M. Arkadiew et de ses élèves et celles de M. Laville, les auteurs ont employé une méthode qui ne fait pas intervenir la propagation le long d'un fil de fer et dans un domaine de longueurs d'onde de 8 à 25 m. Leurs expériences, comme celles de M. Laville, ne permettent pas de conclure à l'existence de variations de la perméabilité du fer analogues aux variations de la constante diélectrique au voisinage des bandes d'absorption. — M.-H. B.

538.3:51. — **Invariance des équations de Maxwell généralisées**; Th. DE DONDER. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 269-271, 1500 mots. — Dans cette note l'auteur expose en détail le calcul par lequel il interprète l'« ampérien » de M. Ferrier, dans le système relativiste. On pourra se reporter en outre à l'échange de vues entre MM. de Donder et Ferrier, publié dans cette revue (*R. G. E.*, 28 mai et 19 juin 1927, t. XXI, p. 849-850 et 929-931) ; il sera bon aussi de comparer entre elles la note de M. Rosenfeld et celle de M. Ferrier, présentées récemment à l'Académie des Sciences et reproduites antérieurement (*R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. XXII, p. 109 et 109-110). Enfin on verra, en se reportant à la nouvelle note de M. Ferrier (*R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 275) que l'interprétation relativiste de l'« ampérien » peut être obtenue d'une autre manière, en le considérant, non pas comme un invariant, mais comme la composante de temps d'un quadrivecteur covariant. Quelle que soit la solution adoptée, on pourra conclure que l'expression de l'ampérien présente un intérêt capital dans le développement des théories électrodynamiques et atomiques. Ce scalaire $\mathfrak{A}$ s'apparente d'ailleurs probablement au scalaire ψ introduit depuis lors, par M. Schrödinger, dans les équations qui donnent les caractères des spectres.

538.3:51. — **Limite d'application de la théorie du potentiel vecteur.** *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. XXII, p. 275, 900 mots. Reproduction d'une note de R. FERRIER présentée à la séance du 31 mai 1926 de l'Académie des Sciences et publiée dans *C. R. Ac. des Sc.*, 11 juillet 1927, t. CLXXXV, p. 104-106.

538.551.21. — **L'ouverture des circuits comprenant des bobines avec ou sans noyau**; Erich SCHULZE. *E. T. Z.*, 21 juillet 1927, t. XLVIII, p. 1033-1035, 2600 mots, 4 fig. — L'énergie magnétique, qui disparait lorsqu'on ouvre un circuit comprenant des bobines, se transforme en énergie thermique ou électrostatique, suivant la rapidité de l'ouverture. Le phénomène prend un autre aspect si le circuit contient plusieurs bobines en parallèle. L'auteur effectue le calcul dans le cas de deux bobines. Il a vérifié ses résultats à l'aide d'oscillogrammes. Il se produit une discontinuité très nette dans le courant au moment de l'ouverture. L'auteur développe sa théorie dans le cas de deux bobines de même diamètre, différant entre elles par le nombre des spires et la section du conducteur. Ses conclusions peuvent être appliquées à la technique des courants forts et des courants faibles, en particulier à la téléphonie automatique. — C.-R. M.

538.551.21:518. — **Méthode résolvant les problèmes de maximum dans le calcul des réseaux**; Walter VAN B. ROBERTS. *Annales des P. T. T.*, août 1927, t. XVI, p. 737-742, 2000 mots, 3 fig. Traduction par M. Ph. Le Corbeiller d'un article paru dans *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, octobre 1926. — La méthode exposée par l'auteur est la suivante : $f(z)$ désignant une fonction analytique quelconque de la variable complexe z (forme habituelle des équations rencontrées dans la théorie du circuit), la condition pour que la valeur absolue de $f(z)$ soit un extremum (maximum ou minimum) est que le produit $f'(z)\,dz$ représente un vecteur perpendiculaire au vecteur $f(z)$. Si dz est une quantité réelle, $f'(z)$ doit être perpendiculaire à $f(z)$, autrement dit la partie réelle de $\frac{f(z)}{f'(z)}$ doit être nulle. Si dz est une quantité imaginaire, $f'(z)$ doit être parallèle à $f(z)$ et la partie réelle de $\frac{f(z)}{f'(z)}$ doit être nulle. L'auteur donne deux exemples d'application de cette méthode. — J. S.

538.551.21 : 537.311.6. — **Détermination de l'impédance d'un bipôle.** *E. T. Z.*, 21 juillet 1927, t. XLVIII, p. 1045-1046, 750 mots, 2 fig., d'après un article de M. Wald publié dans *Archiv für Elektrotechnik*, t. XVII, n° 5, p. 455. — L'auteur traite le cas de deux combinaisons de circuits qui trouvent leur application dans les alternateurs à haute fréquence et dans l'installation réceptrice de Franz Aigner; il montre pour quelles fréquences ces circuits sont défectueux. Le résumé qui nous occupe reproduit seulement les résultats de cette étude. — C.-R. M.

538.56 : 537.11. — **La théorie de l'oscillateur électrique linéaire et ses relations avec la théorie de l'électron.** *R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 187-188, 2000 mots. Analyse d'un article de G.-A. SCHOTT, publié dans *Phil. Mag.*, avril 1927, t. III (7e série), p. 739-752, 5700 mots, 1 fig.

538.565. — **Sur certaines particularités de la ferro-résonance, lorsque la résistance n'est pas négligeable**; ROUELLE. *C. R. Ac. des Sc.*, 13 juin 1927, t. CLXXXIV, p. 1426-1428, 900 mots. — Dans cette note, l'auteur décrit les recherches qu'il a effectuées au cours d'une étude expérimentale systématique du circuit constitué par une bobine à noyau de fer en série avec un condensateur et une résistance alimenté sous une tension sinusoïdale. — M.-H. B.

538.71 (44). — **Mesures magnétiques dans le centre et l'ouest de la France**; E. TABESSE. *C. R. Ac. des Sc.*, 13 juin 1927, t. CLXXXIV, p. 1470-1471, 150 mots, 2 tabl. — Quarante-deux stations appartenant à la Charente-Inférieure, les Deux-Sèvres et la Vienne ont été visitées en 1926; sur ce nombre, dix-sept font partie du réseau de Moureaux, les autres sont nouvelles. La comparaison des résultats obtenus, et exposés dans des tableaux, avec ceux indiqués par Moureaux donne les variations séculaires des éléments magnétiques pour la période du 1er janvier 1896-1er janvier 1922. La répartition des éléments magnétiques est généralement normale, sauf dans la région de Civray où il parait exister une assez forte anomalie, principalement pour la déclinaison. — M.-H. B.

SCIENCES DIVERSES

525.23 (98). — **Mesures de la conductibilité électrique de l'atmosphère dans la région du pôle Nord**; MALMGROEN et BEHOUNEK. *C. R. Ac. des Sc.*, 16 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1185-1187, 600 mots, 1 tabl. — Les résultats obtenus sont contraires à l'hypothèse qui cherche, comme conséquence des mesures magnétiques de Bauer dans la région du pôle Nord, un afflux d'électricité négative, à moins que l'afflux en question ne soit constitué par des électrons trop rapides qui, d'après Swann, n'ont plus le pouvoir ionisant. La supposition d'un courant électronique de cet ordre n'est pas en désaccord avec le résultat négatif, relatif à la recherche d'un afflux électronique à Kingsbay. Les résultats présentés dans cette note et ceux obtenus à Kingsbay, où l'on a constaté un manque presque absolu de produits radioactifs dans l'atmosphère, seraient un indice d'une influence considérable de l'état d'ionisation des couches plus élevées de l'atmosphère sur l'ionisation des couches basses, tout en laissant ouverte la question de l'agent principal de l'ionisation atmosphérique dans les régions arctiques. — M.-H. B.

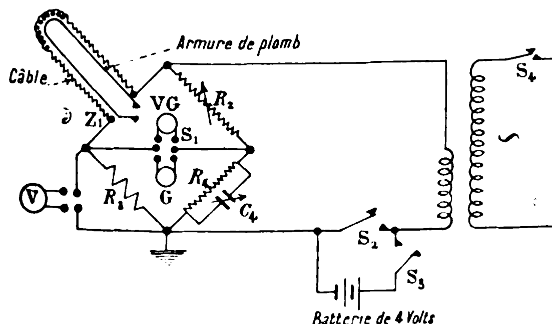
535.225 : 530.112. — L'expérience de Michelson en ballon et sur terre ferme. *R. G. E.*, 23 juillet 1927, t. XXII, p. 151, 650 mots. Résumé d'une communication de A. Piccard faite à la séance du 1er avril 1927 de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 1er avril 1927, n° 245, p. 56 S.

535.225 : 530.112. — Une explication nouvelle du résultat négatif de l'expérience de Michelson et Morley; Corps. *C. R. Ac. des Sc.*, 23 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1231-1233, 830 mots. — L'auteur émet une nouvelle hypothèse paraissant se rapprocher de celle émise en 1845 par Stokes qui avait admis une condensation très forte de l'éther à la surface du globe, qu'il attribuait à une action de gravitation et d'où résultait une immobilité presque complète de l'éther relativement à la terre. D'après l'hypothèse de M. Corps, la condensation de l'éther aurait lieu, non pas autour et à l'extérieur du globe terrestre, mais à l'intérieur ou au contact immédiat de chaque atome matériel; elle ne serait pas l'effet, mais la cause de la gravitation. L'éther se comporterait comme une substance continue, quoique parfaitement perméable à la matière, susceptible de s'étirer dans un sens, en se contractant dans un autre, n'admettant aucune solution de continuité. Il démontre que la vérification de son hypothèse est relativement facile. — M.-H. B.

MESURES ET ESSAIS

621.314.7.00.14. — Mesures sur les retours de courant dans les redresseurs à vapeur de mercure; W. Dallenbach. *E. T. Z.*, 21 juillet 1927, t. XLVIII, p. 1032-1033, 1 700 mots. — Deux auteurs américains, Prince et Vogdes, admettent que l'inversion de l'arc est en relation simple avec l'intensité du courant inverse. Ce courant inverse atteint très rapidement son maximum de quelques milliampères après l'extinction de l'arc principal, pour décroître d'abord rapidement, et lentement ensuite. Les recherches de Prince et Vogdes les obligent ensuite à abandonner leur première hypothèse; mais il est difficile de juger leur travail, car ils n'ont pas décrit complètement leurs appareils de mesure. Dans une étude sur le même sujet, M. Dallenbach a pu établir que l'ionisation sur le parcours de l'arc disparaît en moins de 10^{-3} s. De plus, il estime que la dyssymétrie du courant inverse peut être attribuée à des circonstances particulières. Il a pu également établir les principaux résultats suivants : 1° Avec des tensions continues faibles, et des anodes munies d'écrans protecteurs, le courant de retour est inférieur à 10^{-4} A; 2° Ce courant s'amplifie en l'absence des écrans. — C.-R. M.

621.315.22.00.14. — La mesure des pertes dans l'enveloppe des câbles sous plomb; R.-A. Brockbank. *El. Rev.*, 13 mai 1927, t. C, p. 751-752, 1 400 mots, 1 fig. — Pour



621.315.22.00.14. Fig. 1. — Schéma de montage pour la mesure des pertes dans l'enveloppe des câbles.

mesurer ces pertes, l'auteur utilise un montage de pont dont le schéma est indiqué par la figure 1, et dans lequel un courant alternatif est superposé au courant continu. Le câble Z_1 est mis en série avec une résistance de l'ordre de 0,01 ohm; les autres branches du pont sont constituées par deux résistances variables R_2 et R_4 de 10000 ohms chacune, R_4 étant shuntée par un condensateur variable de 2 microfarads C_4. Un transformateur à basse tension permet d'alimenter le pont avec un courant alternatif pouvant atteindre 500 A. Si le pont est en équilibre en courant alternatif, l'impédance du bras 4 est égale à $R_4 : (1 + j\omega C_4 R_4)$ et, par suite, on a

$$\frac{\dot{Z}_1 R_4}{1 + j\omega C_4 R_4} = R_2 R_3$$

et l'angle de déphasage dans le câble est donné par la relation arc tg $\omega C_4 R_4$. Le rapport $\frac{R_2 R_3}{R_4}$ est la résistance équivalente du câble qui, multipliée par le carré du courant, donne la perte dans le câble. La résistance du câble en courant continu est obtenue par la méthode ordinaire en utilisant la batterie de 4 v. Les opérations sont donc les suivantes : mesurer la résistance en courant continu R_0; en courant alternatif, ajuster R_2 et C_4, soit R_a la nouvelle valeur de R_2; en courant alternatif, la boucle de plomb étant mise en court-circuit, ajuster à nouveau R_2 et C_4 et soit R_b la nouvelle valeur de R_2. De ces valeurs on déduit les coefficients suivants pour les pertes dues aux courants de Foucault, en centièmes de la perte dans le cuivre, 100 $(R_a - R_0) : R_0$; les pertes dues au courant de circulation dans le plomb, 100 $(R_b - R_a) : R_a$; les pertes totales 100 $(R_b - R_0) : R_0$. On a donc $R_0 I^2$ pour les pertes en courant continu; $(R_a - R_0) I^2$ pour les pertes par courants de Foucault et effet pelliculaire; $(R_b - R_a) I^2$ pour les pertes par courant de circulation; $(R_b - R_0) I^2$ pour les pertes totales dans l'enveloppe. Pour les câbles sous plomb, le facteur de pertes est indépendant du courant. Il n'en est pas indépendant pour les câbles avec armature en fer. — E. B.

621.396.81. — Un laboratoire de station de radiotélégraphie; P.-K. Turner. *J. I. E. E.*, septembre 1927, t. LXV, p. 881-902, 16000 mots, 34 fig. — Le mémoire décrit l'équipement et l'organisation d'un laboratoire de station réceptrice de télégraphie sans fil. Il indique successivement l'emplacement, la disposition générale; l'équipement à courant continu, les essais à haute fréquence, le poste acoustique, etc, et décrit les méthodes spéciales employées dans la mesure d'isolement des condensateurs, la correction des erreurs de wattmètres, la mesure des amplifications, de la capacité des bobines et de leur résistance aux fréquences élevées. — C. P.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.17 : 621.311.22. — Le choix de la pression de vapeur dans les usines génératrices; H. Schult. *E. T. Z.*, 28 juillet 1927, t. XLVIII, p. 1067-1071, 5300 mots, 6 fig., 2 tabl. — L'article étudie dans quelle mesure est justifiée la course aux hautes pressions de vapeur, dans les conditions actuelles techniques et financières. Le rendement de l'installation s'améliore certainement quand on élève la pression d'admission aux turbines, mais il n'en est pas nécessairement de même du prix de revient du kilowatt-heure. Pour limiter son étude, l'auteur exclut le cas de réchauffage de la vapeur en cours de détente, et restreint son examen aux températures de vapeur inférieures à 425°. Les facteurs d'ordre technique qui empêchent l'amélioration du rendement de se traduire par un abaissement correspondant du prix du kilowatt-heure sont : l'augmentation des fatigues thermique et mécanique des organes, la longueur des arbres, l'humidité en cours de détente, les pertes dans les conduites, le manque d'inertie des chaudières, c'est-à-dire leur peu d'aptitude à servir de volant pendant les variations de charge. Ce dernier inconvénient est particulièrement marqué. L'auteur traduit ses observations dans une étude économique. Il prend le cas d'une usine de 100000 kw en 4 groupes, dans laquelle il fait varier la pression aux turbines de 5 en 5 kg : cm² entre 20 et



Accumulateurs
Fer - Nickel
S. A. F. T.

pour :

TRACTION

Chariots d'Usine, Loco-Tracteurs, Camions Locomotives

ÉCLAIRAGE

Villas, Yachts, Automobiles
Voitures de Chemins de fer,
Éclairage de secours

TÉLÉGRAPHIE - TÉLÉPHONIE

SIGNALISATION - HORLOGES

T. S. F., etc...

SOCIÉTÉ DES ACCUMULATEURS FIXES ET DE TRACTION

Société anonyme au capital de 10000000 francs

Siège social, Bureaux et Usines :

Route de Meaux, Pont de la Folie

ROMAINVILLE (Seine)

Tél. : Combat 02-33 — *Registre du Commerce* : Seine, N° 130 330

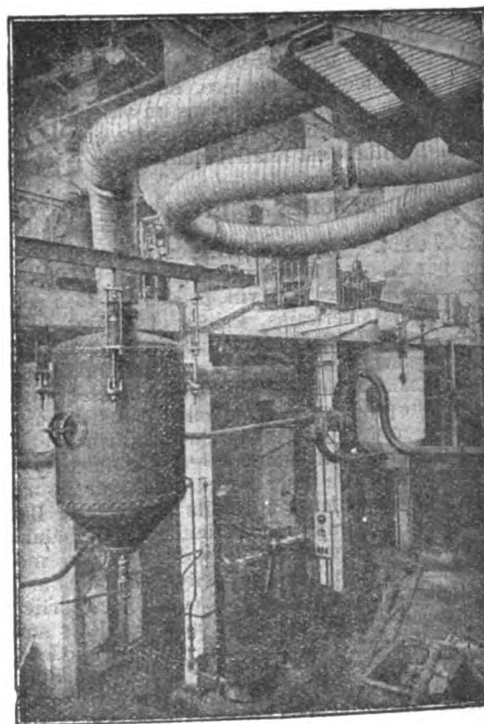
L'ÉPURATEUR de VAPEUR

ULRICI

BREVETÉ S.G.D.G.

13, rue Treilhard, PARIS (8e)

Téléph. : Laborde 09-90 *R.C.* Seine 168.31



Par son emploi vous avez toujours

LA VAPEUR SÈCHE ET PURE

par l'élimination totale des entraînements

D'EAU ET DE BOUES

— Pas de perte de charge —

Protégez vos TURBINES contre les COUPS D'EAU et les dépôts sur les ailettes !

Demandez la notice : Liste de Références, Applications.

45 kg : cm². Le combustible est le même dans tous les cas. L'eau d'alimentation est réchauffée à 120°. La marche à vide des chaudières absorbe 5 pour 100 de la puissance totale, et leur rendement est de 82 pour 100 à pleine charge. Dans ces limites, il admet que le prix du kilowatt installé varie linéairement de 238 à 263 marks. Cela étant, le prix du kilowatt-heure dépend de la pression d'admission adoptée *p* et du coefficient *m* d'utilisation annuelle. L'auteur représente ces variations par un réseau de courbes, le paramètre étant *m* et la variable, en abscisse, *p*. Il a tracé également le réseau des courbes donnant la variation de la consommation de chaleur par kilowatt-heure, en fonction des mêmes variables. Les pressions optima, en ce qui concerne, d'une part, la consommation de vapeur, d'autre part, le prix de l'énergie, ont très peu de rapport entre elles. La première reste supérieure à 40 kg : cm². La deuxième croît de 15 kg : cm² pour $m = 0,3$ à 35 kg : cm² pour $m = 0,6$. Le prix du kilowatt-heure décroît constamment quand *m* croît. — C.-R. M.

621.316.24. — La sous-station automate à convertisseur; E.-J. Lane. *J. I. E. E.*, août 1927, t. LXV, p. 823-826, 3000 mots, 1 fig. — Dans cette étude d'ensemble sur la sous-station automate à convertisseur, l'auteur indique d'abord les conditions principales à remplir (démarrage, mise en parallèle, arrêt, réglage de la tension, etc.). Il décrit ensuite au moyen d'un diagramme simplifié la suite des opérations dans le fonctionnement d'une telle sous-station. Il termine par quelques considérations sur les avantages économiques présentés par ces sous-stations automates, principalement dans le cas d'un réseau de traction. — J. S.

621.312.2. — Recherche de la stabilité de marche d'un générateur asynchrone excité par une capacité. *E. T. Z.*, 21 juillet 1927, t. XLVIII, p. 1041, 850 mots, 1 fig., d'après un article de E. Unger publié dans *Archiv für Elektroteknik*, t. XVII, p. 590. — L'auteur montre qu'un générateur asynchrone peut fournir de l'énergie active, quand on réunit au circuit statorique une capacité calculée de façon à compenser son courant réactif. On peut ainsi faire fonctionner un générateur asynchrone sans aucune connexion avec un réseau. On a les relations $1 + r\rho - kx = 0$, et $k\rho + rx = 0$ où *r* et *k* sont la résistance et la réactance du générateur, et ρ et *x* la conductance et la susceptance du circuit externe. Ces relations ne peuvent être réalisées simultanément que si l'on fait varier *r* et *k* en fonction d'une autre grandeur que le glissement. Dans le système employé par l'auteur, cette autre grandeur est l'entrefer. — Il faut remarquer aussi que la période caractéristique est celle du rotor et non celle du stator. — C.-R. M.

621.312.2.00.413. — La régulation de la tension dans la marche en parallèle des générateurs de courant alternatif; N. Landesberg. *E. T. Z.*, 14 juillet 1927, t. XLVIII, p. 998-1000, 3100 mots, 6 fig. — L'auteur étudie les conséquences d'une variation de tension au point de vue de ses effets sur les appareils d'utilisation. Il montre comment varient les puissances active et réactive pendant les oscillations de la tension et étudie les diverses causes de ces variations de tension : excitations variables de plusieurs générateurs fonctionnant en parallèle, addition ou suppression brusque dans le réseau, de plusieurs appareils récepteurs. Il étudie la condition à laquelle doivent satisfaire les excitations des générateurs en parallèle pour que la tension reste constante quelle que soit la charge. Enfin, il traite théoriquement le problème de la régulation des excitations pour obtenir entre ces divers générateurs une certaine répartition de la puissance réactive. — C.-R. M.

621.315.31. — Système de circuits à charge constante pour applications domestiques; Geo Wilkinson. *The Electrician*, 8 juillet 1927, t. XCIX, p. 50, 1200 mots; H.-M. Sayers. *The Electrician*, 19 août 1927, t. XCIX, p. 223-224, 3200 mots, 6 fig. — Il s'agit d'un système de distribution propre à rendre plus uniforme la charge des installations domestiques avec des appareils de chauffage de l'eau par accumulation dont la consommation varie en sens inverse de celle des autres appareils de l'installation. Ce système comporte une distribution à trois fils, les appareils d'éclairage, etc., étant branchés sur deux des fils et ceux de chauffage entre le troisième et un des deux autres qui est ainsi commun aux deux circuits. Les deux circuits se trouvent alimentés par deux transformateurs, dont l'un est un transformateur ordinaire pour le circuit d'éclairage et l'autre est du type régulateur d'induction pour le circuit de chauffage. Le réglage de ce deuxième transformateur est commandé par le courant débité par le premier de telle façon que les charges de ces deux transformateurs varient en sens inverse l'une de l'autre et que la charge totale reste sensiblement constante. M. Sayers se propose de montrer comment ce dispositif peut être appliqué à un réseau existant avec le minimum de modification. Il suffit de remplacer le régulateur d'induction par un transformateur ordinaire à prises multiples sur une partie ou sur la totalité du secondaire, le commutateur de prises étant commandé par le courant qui passe dans le circuit d'éclairage. Il donne plusieurs schémas de montage et pense que ce mode de distribution pourrait convenir non seulement aux usages domestiques mais aussi aux industries utilisant de l'eau chaude qui pourrait être produite dans des appareils à accumulation. De cette façon le facteur de charge de ces usines serait amélioré, et le faible prix de l'énergie employée pour le chauffage rendrait dans la plupart des cas l'installation intéressante au point de vue économique. — J. S.

621.314.7. — Développements du redresseur à jet de mercure ondulé; J. Hartmann. *Engineering*, 9 et 16 septembre 1927, t. CXXIV, p. 338-340, et 377-380, 7100 mots, 25 fig. — Le principe de ce dispositif date de 1907 et l'étude en a été poursuivie de 1913 à 1926 au Collège technique royal et à l'usine génératrice de Copenhague. Les recherches ont surtout pour objet de réaliser des redresseurs à jet ondulé à tension et à courant aussi grands que possible. En juin 1927, on est arrivé à produire des redresseurs de 30 à 40 kw, à 180 v ; par mise en série de 3 appareils, on a pu construire des redresseurs hexaphasés, de 550 v, d'une puissance de 100 kw. Le rendement, non compris le transformateur, est de 92 pour 100 à pleine charge. La tension redressée est définie en fonction de la tension alternative par le mouvement mécanique, de sorte que la stabilité est parfaite. De plus, un dispositif spécial a permis d'éliminer l'arc qui tend à se produire dans tout redresseur mécanique, si la commutation se fait trop tard. Des redresseurs à 12 et 18 jets sont actuellement en construction et permettent d'atteindre des puissances de plusieurs centaines de kilowatts. Le jet ondulé de mercure est produit par l'interposition d'un champ magnétique produit par un transformateur auxiliaire, sur le trajet d'un jet de mercure issu d'une des électrodes. Le résultat est le même que si l'ajutage était animé d'un mouvement oscillatoire périodique. Le jet ondulé vient frapper une électrode double, dont chaque partie est reliée à un des pôles d'une phase d'un transformateur, le milieu de la phase constituant l'entrée, comme dans les redresseurs monophasés. Le point d'impact du jet oscille donc synchroniquement sur l'électrode double, et s'il passe sur l'écran isolant qui sépare les deux parties de l'électrode à l'instant où le courant s'annule, la commutation a lieu sans étincelles, et le jet est le siège d'un courant redressé, ainsi que le circuit extérieur du transformateur. Cette condition est réalisée en donnant à la longueur d'onde du jet une valeur correspondant à une période du courant à redresser. En réalité, il se produit toujours une petite étincelle quand le jet passe sur l'écran isolant qui sépare les deux parties de l'électrode double ; il est, en effet, nécessaire que le jet ne quitte l'une des parties que lorsqu'il a touché l'autre sans quoi il y aurait interruption du courant redressé ; par conséquent, le courant n'est pas complètement annulé quand le jet quitte la première partie

de l'électrode. L'étincelle se produit dans une atmosphère d'hydrogène qui en abrège la durée. On a d'abord employé comme écran isolant du quartz fondu sous forme d'un prisme dont l'arête était placée symétriquement entre les 2 parties de l'électrode. L'usure de l'arête à fait employer un écran biseauté, dont l'arête est disposée du côté opposé à l'arrivée du jet; puis on a employé deux écrans, qui, en donnant deux étincelles, en réduisaient l'importance, et on a donné à l'écran la forme d'un disque animé d'une rotation lente, dans le but de répartir l'usure. Finalement, on a eu recours à des écrans en tungstène, et on a reconnu qu'avec des écrans en matière conductrice, l'étincelle se produisait non pas sur l'arête du prisme tournée vers le jet, mais sur les arêtes de la base du prisme, ce qui avait moins d'inconvénient. Avec deux prismes en tungstène comme écran, les deux étincelles se rejoignent même sous les prismes, de sorte que l'étincelle se produit au détriment du mercure et non plus des écrans. Pour éviter un amorçage, on a relié chacun des deux couteaux en tungstène à la partie de l'électrode voisine à travers une résistance et on a séparé les couteaux et les électrodes par de petits prismes isolants. Une autre difficulté, beaucoup plus importante, s'est rencontrée dans la construction des électrodes auxiliaires, c'est-à-dire celles qui servent de prise au courant auxiliaire fournissant le champ magnétique et au courant redressé. Si l'on produit le jet ondulé avec le courant alternatif à redresser ou avec le courant redressé, on peut se passer d'électrodes auxiliaires; mais l'amplitude du jet dépendant de la valeur de ce courant, le système n'était possible qu'avec des courants constants. La véritable solution comportait un commutateur assurant la création du jet ondulé au moyen d'un courant auxiliaire passant dans la partie du jet qui est soumise au champ magnétique. L'article décrit les appareils hydrodynamiques destinés à la production de jets à vitesse rigoureusement constante et traite des questions d'ajutage et d'isolement électrique du jet. La pompe à mercure est basée sur le principe de l'ampèremètre Lippmann, c'est-à-dire de l'action électromagnétique d'un champ alternatif sur une colonne de mercure placée dans l'entrefer et parcourue par le courant alternatif qui crée le champ. Pour éviter les explosions qui sont à craindre avec l'hydrogène pur destiné au remplissage de la chambre de commutation, on y introduit simplement de l'ammoniaque, que les étincelles dissocient en hydrogène et azote, mélange presque aussi efficace que l'hydrogène pur. Avec 6 redresseurs, montés dans deux chambres, on a pu réaliser un groupe de 300 kw. — C. P.

621.315.14.00.12. — Variation de la tension des conducteurs des lignes aériennes suspendues en fonction de la déviation des chaînes d'isolateurs dans la direction de la ligne; K. Langhard. *Bull. A. S. E.*, septembre 1927, t. XVIII, p. 564-568, 1 900 mots, 1 fig., 2 tabl. — Partant du rapport existant entre la longueur et la tension d'un conducteur entre deux appuis de même niveau, l'auteur établit l'expression de la variation de la tension en fonction de celle de la portée. La formule établie est la suivante :

$$\Delta p = \frac{A p^3}{B + C p^3} \Delta a,$$

où A, B, C sont des constantes ne dépendant que des valeurs initiales de la longueur, de la portée et de la tension, si l'on suppose nulle la somme des variations de la portée, ou des déviations des chaînes d'isolateurs; p est la tension pour une déviation donnée de ces chaînes et Δp, la variation de la tension pour une variation Δa de la portée. On trouvera dans l'article des applications numériques de cette formule. — A. C.

621.315.2. — Câble pour ligne à 75 000 volts; L. Bosone. *L'Elettrotecnica*, 15 septembre 1927, t. XIV, p. 629-633, 4500 mots, 5 fig. — L'auteur donne quelques renseignements sur l'emploi des câbles et indique les limites actuelles de tension. Il décrit ensuite un câble à un conducteur, construit par la maison Tedeschi, de Turin. Le conducteur est constitué par une couche de fils enroulés en hélice autour d'une âme cylindrique. A l'extérieur du conducteur, on trouve comme à l'ordinaire une épaisse couche de carton huilé et l'armature en plomb. Vers l'intérieur, sont prévus une couche de substance poreuse et un cylindre métallique souple dont la surface latérale est percée de trous nombreux. Ce cylindre est rempli de liquide isolant. Il joue le rôle de réservoir d'isolant. Cette disposition permet d'imprégner le carton externe par sa surface intérieure, qui supporte le gradient maximum de tension. Pour éviter les efforts électrostatiques sur le cylindre intérieur, on le connecte de place en place au conducteur. Les câbles ainsi construits admettent dans l'isolant un gradient moyen de potentiel de 2,5 kv : mm et un gradient maximum de 4,2 kv : mm. L'auteur indique les résultats d'essais effectués sur de tels câbles en ce qui concerne la tension de perforation, les pertes, la conservation de l'isolant. — C.-R. M.

621.315.2. — Les câbles à haute tension; Percy Dunsheath. *El Rev.*, 16 septembre 1927, t. CI, p. 479-481, 3 400 mots, 11 fig.; *The Electrician*, 9 septembre 1927, t. XCIX, p. 305-307, 4 700 mots, 2 fig. — L'auteur étudie sous ce titre les câbles fonctionnant à des tensions supérieures à 30 000 v. Il établit et représente par des courbes l'influence de la tension sur le prix d'établissement, et sur le prix de revient du kilowatt-heure. Dans ce calcul, il admet que le cuivre est à 50° C, le sol à 20° C et que l'amortissement s'effectue en vingt ans. L'influence de la tension sur le prix du kilowatt-heure transmis varie avec la distance. En représentant graphiquement la tension de rupture du papier huilé en fonction de la durée d'application, on constate que la tension est une fonction linéaire de l'inverse de la racine quatrième du temps. Cette remarque permet de déterminer facilement la tension limite de service. Les isolants en papier huilé provoquent des pertes qui sont fonction de la température, de la fréquence, de la tension et de la constitution. Le point faible des câbles à trois conducteurs se trouve aux régions de moindre distance entre les conducteurs. Les types de câbles H (Hochstädter) et S. L. ont été conçus pour parer à ce défaut. Au delà de 60 000 v, on emploie encore de préférence les câbles à un seul conducteur. Les pertes varient considérablement avec la disposition respective des trois câbles. On a déjà essayé des câbles à 132 000 v en Italie et en Amérique. — C.-R. M.

621.315.14. — La traversée à air libre, des cloisons par les conducteurs à haute tension; G. Someda. *L'Elettrotecnica*, 15 septembre 1927, t. XIV, p. 634-638, 2 700 mots, 11 fig. — D'après des considérations théoriques approchées, l'auteur donne d'abord la tension de décharge pour deux valeurs du rayon de l'ouverture en paroi, en fonction du rayon du conducteur. Il rapporte ensuite les résultats de mesures effectuées pour déterminer cette tension de décharge entre un conducteur et un tore concentrique. La comparaison des deux figures montre nettement l'insuffisance des spéculations exclusivement théoriques résultant de ce que, l'ouverture n'étant pas un cylindre indéfini dans les cas réels, le gradient maximum ne se trouve pas sur la surface du conducteur. Quand on fait intervenir la surface de la paroi entourant l'ouverture, on trouve que la tension de décharge, pour un diamètre d'ouverture fixe, passe par un maximum en fonction du diamètre du conducteur. L'emploi d'un diélectrique hétérogène en deux couches (verre et air, par exemple), introduit une variable de plus dans le phénomène. L'auteur a étudié expérimentalement l'influence de ce nouveau facteur. — C.-R. M.

621.315.5. — Conducteurs pour lignes de transmission d'énergie électrique à très haute tension; E. Semenza. *L'Elettrotecnica*, 15 septembre 1927, t. XIV, p. 613-619, 6 600 mots. — Les lignes à très haute tension sont ici celles dont la tension entre conducteurs dépasse 100 kv. Leur prix par

unité de longueur croît plus vite que la tension; elles sont, d'autre part, soumises à des efforts mécaniques considérables et pourtant, leur sécurité de fonctionnement doit être parfaite. La longueur de portée la plus économique croît avec la tension. Le facteur le plus important dans leur détermination est l'effet de couronne. Il apparaît, à la place d'une décharge disruptive, quand la distance entre conducteurs dépasse quinze fois leur diamètre au delà de la tension critique. Celle-ci croît avec le rayon du conducteur, la distance entre deux conducteurs et la densité de l'air. Les pertes qui en résultent sont indépendantes de la charge et ne sont pas négligeables. Il est plus simple de combattre ce phénomène en faisant varier le diamètre des conducteurs que leur distance, mais la conclusion économique de la comparaison est difficile à obtenir. Les conducteurs en fils torsadés présentent un si grand nombre d'avantages qu'ils sont les seuls utilisés. Le cuivre, qui a des qualités techniques intéressantes, est coûteux et peu résistant aux agents chimiques. Les systèmes de câblage réalisés avec ce métal pour augmenter le diamètre sont particulièrement onéreux. Pour une même conductibilité, il a une section supérieure et un poids plus faible. Il est donc plus économique que le conducteur massif. Il entraine, par contre, des flèches plus considérables et plus variables. On utilise aussi des alliages d'aluminium, de cuivre et de nickel, et des câbles bimétalliques d'aluminium et d'acier, de compositions très variées. Ceux-ci sont particulièrement avantageux au point de vue mécanique et de l'effet couronne, mais leur calcul et leur montage demandent des méthodes spéciales. — C.-R. M.

621.315.62. — Contribution à l'étude comparative des diverses réglementations nationales sur les isolateurs à haute tension; Fr. Motti. *L'Elettrotecnica*, 15 septembre 1927, t. xiv, p. 626-629, 4 200 mots. — L'auteur établit une comparaison critique entre la réglementation italienne d'une part et les réglementations américaine, anglaise, allemande, française d'autre part. Cette comparaison porte sur la définition des isolateurs envisagés, sur la terminologie, les matériaux constitutifs, les épreuves. Il met en relief les lacunes qui existent dans chaque règlement. Le centre de son étude est la comparaison des épreuves adoptées. En Angleterre et aux Etats-Unis ces épreuves sont divisées en essais du type d'isolateur, et vérification de la qualité d'un stock déterminé. Toutes ne sont effectuées que sur un petit nombre d'exemplaires. En Allemagne et en France, on fait subir une certaine catégorie d'épreuves à tous les isolateurs, les épreuves destructives seules étant limitées à un petit nombre. L'article contient la liste des épreuves imposées dans les cinq pays mentionnés. — C.-R. M.

621.315.62. — Particularités et accessoires des chaînes d'isolateurs; A. dalla Verde. *L'Elettrotecnica*, 5 septembre 1927, t. xiv, p. 565-592, 6 500 mots, 66 fig., 2 tabl. — La répartition du potentiel est étudiée ici en tenant compte de la capacité propre des éléments d'isolateurs, de leur capacité par rapport à la terre et à la ligne. L'auteur décrit le principe des appareils de mesure de la variation du potentiel le long de la chaîne : éclateur à boules, électromètres, voltmètres, potentiomètres (méthodes Ryan, Emmanueli) méthode Toepler. Pour accorder les constatations pratiques avec la théorie primitive, on a fait intervenir des hypothèses secondaires : répartition des lignes de force le long de la chaîne, déphasage de la tension élémentaire d'un élément au suivant, autoprotection sous l'effet des effluves, en présence des tensions élevées, uniformisation des tensions par l'humidité. Pour améliorer la répartition des tensions, on a employé des chaînes d'isolateurs dont les éléments ont des capacités inégales (Pitt-River, Hescho, etc.). L'auteur estime que l'égalité des tensions élémentaires n'est pas un facteur déterminant de sécurité. Les différents types d'isolateurs sont à suspension, à semi-amarrage, et à amarrage, suivant les fonctions qu'ils remplissent. Les isolateurs pour semi-amarrage peuvent être remplacés avantageusement par les doubles suspensions. On trouvera dans l'article de nombreuses figures descriptives. Les chaînes sont munies de dispositifs de protection divers : cornes, anneaux, régulateurs de flux électrostatique, qui sont comparés entre eux. Ces derniers consistent en deux cornes dont les extrémités sont garnies d'éléments isolants. Les résultats d'exploitation sont encore trop peu nombreux pour qu'il soit possible de les apprécier. Les accessoires très nombreux des chaînes demandent à être recouverts de zinc, et ils doivent présenter des propriétés mécaniques de même grandeur. Les plus importants sont les brides supports : brides de suspension ou d'ancrage. L'auteur décrit les brides triangulaires, à mâchoire, pour conducteurs bimétalliques, tubulaire ou à cornes. On installe des dispositifs de protection contre la chute des fils. L'article contient une liste très développée des caractéristiques des grandes lignes italiennes. — C.-R. M.

621.311.73.00.1. — Les progrès dans la construction des interrupteurs; R.-M. Spurck. *J. A. I. E. E.*, juillet 1927, t. xlvi, p. 707-711, 3000 mots, 5 fig., 2 tabl. — L'auteur examine d'abord les conditions qui guident dans l'étude d'un interrupteur ayant une puissance de rupture donnée, telle qu'elle est définie par les règles de l'American Institute of electrical Engineers. D'après lui le point important est tout entier dans la question des gaz formés au moment de la rupture. Il n'est pas possible de prévoir des évents permettant une évacuation de ces gaz aussi rapide que leur formation, d'où la nécessité d'une chambre d'explosion où ces gaz peuvent s'accumuler au moment de leur formation. Ce n'est qu'expérimentalement qu'il est possible de déterminer la quantité de gaz produits lors du fonctionnement d'un interrupteur et la vitesse à laquelle ils sont produits. L'auteur donne ensuite le tableau des puissances normales de coupure pour les interrupteurs du type intérieur ou extérieur actuellement admises aux Etats-Unis. Presque toutes les sociétés exploitantes demandent des interrupteurs ne donnant pas lieu à des projections d'huile au moment du fonctionnement. Il existe actuellement des appareils répondant à cette condition. L'ensemble de l'interrupteur doit pouvoir résister à la pression, les gaz étant évacués après le fonctionnement par un évent dans une chambre de séparation garnie, par exemple, de morceaux de quartz qui refroidissent les gaz et arrêtent les particules d'huile qui peuvent y être entrainées. Parmi les perfectionnements de détail l'auteur signale les chambres d'explosion et en donne un exemple avec contact à segments, l'emploi de plus en plus développé de mécanismes de déclenchement agissant sous l'effet de la force centrifuge et enfin, parmi les accessoires, le transformateur de courant du type « bushing » avec secondaire à prises multiples. Il montre comment, avec un secondaire à 5 sorties, on peut, par des combinaisons, obtenir des rapports de transformation très variés. L'emploi de ces transformateurs permet d'en normaliser la construction, tandis qu'avec un seul enroulement, il fallait fournir au constructeur des données nombreuses relatives aux rapports désirés et à la charge en volts-ampères de l'appareil. — J. S.

621.311.77 : 621.315.7. — Protection sélective par relais de distance; E. Gross. *E. u. M.*, 25 septembre 1927, t. xlv, p. 801-803, 2000 mots, 5 fig. — Le relais sélectif dans un réseau bouclé doit être indépendant de la direction de l'énergie et avoir un retard croissant avec la tension et diminuant avec le courant au point où il est installé : autrement dit ce retard doit être proportionnel à l'impédance. Un solénoïde agira sur un relais du genre Ferrari, dont la vitesse de rotation est proportionnelle à l'impédance. Ce relais s'est bien comporté sur des réseaux de toutes tensions jusqu'à 110 kv. Toutefois, comme la mise en route du relais temporisé dépend du courant maximum réglable, il arrive que, aux faibles charges, un court-circuit peut ne pas atteindre la valeur du réglage ; il a donc fallu ajouter un dispositif qui fasse dépendre le fonctionnement du relais, non seulement du courant maximum, mais aussi du quo-

tient de la tension par le courant. Comme en court-circuit la tension tombe, la mise en route du relais est assurée. — C. P.

621.311.72. — Discussion sur les coupe-circuits fusibles de grande puissance *J. I. E. E.*, août 1927, t. LXV, p. 782-783, 1 700 mots. Discussion à la réunion d'Edimbourg du 8 mars 1927 d'une communication de M. L.-C. Grant publiée dans *J. I. E. E.* de septembre 1926, t. LXIV, p. 920 et avril 1927, t. LXV, p. 448 et analysée dans *R. G. E.*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 550. — Le professeur F.-G. Baily estime que le meilleur fil fusible est le fil d'argent et propose de constituer la cartouche par un tube d'acier garni intérieurement de verre. Il indique aussi les propriétés que devrait présenter un bon liquide de remplissage pour les fusibles à liquide. M. Macleod fait ressortir par quelques exemples la difficulté d'obtenir un interrupteur convenable et de prix peu élevé qui puisse être placé aux branchements sur les lignes principales. Il suggère comme expédient pour réduire la puissance de court-circuit l'emploi d'une connexion en fil fin entre la ligne principale et le dernier pylône de la ligne secondaire. M. Henderson aurait voulu que l'auteur donnât dans sa communication des chiffres relatifs à l'influence de la longueur et de la section du fil sur le pouvoir de rupture d'un fusible, ce à quoi l'auteur répond que ce pouvoir dépend aussi de la forme, du mode de fixation, du remplissage, etc, du fusible. — J. S.

USINES, SOUS-STATIONS ET RESEAUX

621.31 (41.5). — L'électrification de l'Irlande ; H. Wallem. *E. T. Z.*, 14 et 21 juillet 1927, t. XLVIII, p. 990-995, 1027-1032, 7 100 mots, 6 fig. La première partie de cette étude parue dans *E. T. Z.*, 13 janvier 1927, t. XLVIII, p. 33-36 a été résumée dans *R. G. E.*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 156 D. — Le domaine d'utilisation du réseau hydroélectrique irlandais comprend des centres urbains plus ou moins considérables et une distribution rurale. A un autre point de vue il comprend des circuits d'éclairage et de force motrice, l'alimentation de moulins, et de laiteries. Connaissant la répartition actuelle de ces consommateurs, on peut prévoir les courbes journalières et en déduire les installations nécessaires. La consommation annuelle s'élèvera à 97,5 millions de kilowatts-heures après achèvement de la première tranche des travaux, et à 152 millions de kilowatts-heures après achèvement de l'ensemble. Les puissances maxima seront dans ces deux cas, respectivement, de 50000 kw et 90000 kw. Le premier programme comprend trois turboalternateurs verticaux de 21 000 kw chacun, l'ensemble devant en posséder six identiques. Le courant est triphasé, 10 500 v à 50 p : s, En raison de leur grande inertie, on a muni les turboalternateurs de freins à huile qui permettent de les arrêter en cinq minutes. Dans la partie électrique, on a choisi le nombre des conducteurs du bobinage de façon que le courant de court-circuit n'excède pas quinze fois le courant normal. Le rotor est constitué par une jante fixée à un moyeu par huit bras, et sur laquelle sont boulonnés les pôles inducteurs. L'alternateur possède en bout d'arbre une excitatrice donnant 306 kw sous 440 v. L'alternateur et la turbine possèdent chacun leur arbre, et les deux arbres sont reliés rigidement. La ventilation est assurée par deux appareils en série, produisant une circulation de 40 m³ : s. La température maximum en marche est inférieure à 115°C, conformément aux prescriptions allemandes. Le poids total d'un générateur atteint 370 t. A Ardnacrusha se trouvent, de plus, trois transformateurs de 30000 kv-A chacun, et 11/112 kv, et deux de 8 000 kv-A et 11/40 kv. Ils sont en plein air, et leur huile est refroidie à l'air. L'article en donne une description complète. Les installations de manœuvre comprennent une station à 10 kv, une station à 38 kv, et une station en plein air de 110 kv. Les appareils de protection des générateurs sont prévus pour parer à un court-circuit de bobinage, à une avarie mécanique grave, à un défaut de synchronisation, à un court-circuit interne par la masse, à une surcharge inadmissible, et à un court-circuit externe entre phases ; de plus, ils comprennent un extincteur à gaz carbonique. La salle de commande et la chambre des machines correspondent par des signaux optiques et acoustiques pour chaque générateur. — C.-R. M.

621.31 (437). — Le développement de la production et de la distribution d'énergie électrique en Tchécoslovaquie ; Gustav-W. Meyer. *E. T. Z.*, 15 septembre 1927, t. XLVIII, p. 1328-1331, 5 600 mots, 1 fig. Cette étude fait suite à un article du même auteur publié dans *E. T. Z.*, 6 novembre 1924, t. XLV, p. 1208-1212 et résumé dans *R. G. E.*, 2 mai 1925, t. XVII, p. 171 D. — Depuis l'époque où fut établi ce premier rapport, le nombre des usines génératrices et des réseaux de distribution a augmenté. Il convient de signaler, en particulier, l'électrification de régions éloignées de tout centre industriel, électrification qui, au point de vue économique, ne donna pas toujours des résultats satisfaisants. Quelques-unes de ces entreprises ont été reconnues d'intérêt public et sont soit régies, soit subventionnées par l'Etat. En ce qui concerne la production de l'énergie électrique, on peut envisager l'utilisation de l'énergie hydraulique ; mais, d'une façon générale, les constructions de barrages ne sont permises que si les travaux d'aménagement favorisent en même temps le développement de la navigation ou de toute autre utilisation du cours d'eau considéré. Les usines thermiques sont au contraire appelées à se développer d'une façon importante, étant donné la richesse de la Tchécoslovaquie en charbon ; à ce propos, l'auteur mentionne des installations récentes conçues selon la technique moderne et il décrit notamment l'usine génératrice de Witkowitz. Il est question également dans l'article du projet d'interconnexion des réseaux pour l'alimentation de la ville de Prague, projet lié à celui de la construction d'un réseau à 110 kv, entre Prague et Seestadtl, qui s'étendrait dans le nord de la Bohême. L'auteur fait ressortir, après avoir défini le trajet suivi par les principales lignes de ce réseau, l'intérêt qu'il y aurait à exporter de l'énergie électrique. Il donne un aperçu sur la question des entreprises de production et de distribution d'énergie électrique susceptibles de devenir un monopole d'Etat et, pour terminer, sur celle de l'électrification des chemins de fer en Tchécoslovaquie. — A. C.

621.315.21-24 (43.21). — La sous-station souterraine « Centre » de Leipzig ; K. Swoboda. *E.T.Z.*, 28 juillet 1927, t. XLVIII, p. 1071-1075, 2 500 mots, 8 fig. — Cette sous-station souterraine, prévue pour une puissance totale installée de 20000 kw ne comporte actuellement que six commutatrices de chacune 2 000 kw, soit 12 000 kw. Elle est caractérisée non seulement par sa construction en sous-sol, mais encore par ses dispositions conformes à la pratique la plus récente pour assurer la sécurité maximum du service. Le bâtiment principal souterrain, en béton armé, a une longueur de 69,1 m, une largeur de 23,25 m et descend à 17 m au-dessous du niveau du sol ; sa partie inférieure se trouvant à 7 m au-dessous du niveau des eaux souterraines, l'étanchéité en a été assurée au moyen d'un quadruple revêtement de feuilles de carton imprégnées et assemblées par un agglomérant à base de bitume et d'asphalte, qui ne durcit pas. La travée centrale contient les commutatrices, leurs transformateurs d'alimentation et les régulateurs d'induction qui permettent de faire varier la tension en courant continu des commutatrices de 450 à 500 v ; le démarrage de ces commutatrices se fait en deux temps (un tiers et pleine tension). Le bâtiment étant orienté de l'ouest à l'est, la galerie sud est réservée aux arrivées de courant triphasé 10000 v, au double jeu de barres et aux tableaux correspondants ; la galerie nord est occupée par le double jeu de barres générales et les tableaux de distribution du courant continu. L'installation est complétée par deux batteries d'accumulateurs de 276 éléments chacune, disposées dans un second bâtiment souterrain situé à l'est de celui des machines et tableaux ; ces batteries sont prévues pour un débit normal

de 3600 A au régime de décharge en trois heures, avec un maximum de 15000 A de courte durée; ces batteries servent à assurer la fourniture d'énergie des pointes et constituent une réserve temporaire. La ventilation, très importante dans une telle installation, est assurée par deux ventilateurs commandés par des moteurs électriques à vitesse réglable de 200 à 600 t : mn; chacun de ces ventilateurs peut aspirer 184000 m³ : h, ce qui permet de renouveler 14 fois par heure l'air du bâtiment principal. L'air, pris au jour, est d'abord filtré et, si nécessaire, refroidi, puis envoyé par les ventilateurs, au moyen de canaux de répartition, à la partie inférieure des transformateurs, commutatrices et tableaux; il est ensuite évacué des locaux correspondants par l'intérieur du bâtiment de surface qui sert d'accès à la sous-station souterraine et constitue une sorte de cheminée d'aspiration. Parmi les divers dispositifs destinés à assurer la sécurité du service, il faut mentionner, d'une part, le démarrage automatique permettant de mettre en service les six commutatrices en 2 mn environ et, d'autre part, le dispositif permettant de brancher sur le réseau de distribution, en une seule fois, toutes les commutatrices en même temps que les deux batteries d'accumulateurs. Une batterie auxiliaire indépendante de 168 A-h à 220 V et des circuits spéciaux servent à alimenter les commandes à distance d'interrupteurs, les lampes de signalisation et l'éclairage. — C.-R. M.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.348. — Les applications de l'électricité sur les navires de guerre; Mc CLELLAND. *J.I.E.E.*, septembre 1927, t. LXV, p. 829-871, 33000 mots, 19 fig., 6 tabl. — Le mémoire est divisé en deux parties. Dans la première, l'auteur passe en revue les divers types de navires de guerre actuels et fait l'historique du développement de l'électricité dans la marine de guerre, telle qu'elle est limitée par le traité de Washington. Ce traité, en limitant le tonnage des bâtiments, a orienté la construction vers la recherche du rendement le plus élevé de l'équipement, et a stimulé l'ingéniosité des constructeurs dans le perfectionnement du matériel. L'auteur examine successivement le genre de courant à adopter, le système de distribution, les machines d'utilisation, les systèmes et appareils d'éclairage, l'organisation des projecteurs, le chauffage et la cuisson, les types de canalisations, les conditions spéciales à exiger des isolants, l'emploi des accumulateurs, les problèmes spéciaux aux sous-marins, les appareils de télégraphie et de téléphonie sans fil, les appareils de mise de feu, les transmissions de signaux, la propulsion électrique des navires. Cette dernière partie fait l'objet principal de la discussion qui suit la communication du mémoire. — C. P.

USINES ET ATELIERS

621.852. — Sur le renforcement de la tension d'une courroie par le fait de son enroulement sur la poulie; R. SWYNGEDAUWN. *C. R. Ac. des Sc.*, 30 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1316-1318, 800 mots. — L'auteur démontre que, par une tension spécifique d'environ 250 g : mm² du brin tendu, la tension de la courroie qui s'engage sur la poulie augmente de 32 pour 100 de sa valeur avant l'enroulement, si elle est appliquée fleur sur poulie; de 9 pour 100 si elle est appliquée chair sur poulie; de 34 pour 100 si la courroie est en balata. Ces résultats semblent indiquer une fatigue plus grande, pour la courroie en cuir, si elle est appliquée fleur sur poulie plutôt que chair sur poulie. — M.-H. B.

MATIÈRES PREMIÈRES

541.118 : 546.3-1-76-74. — Essais comparés relatifs à l'oxydation des alliages de chrome et de nickel aux températures élevées. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 244-245, 1200 mots, 2 fig. Analyse d'un article de W. ROHN, publié dans *E. T. Z.*, 24 février et 10 mars 1927, t. XLVIII, p. 227-230 et 317-320, 5200 mots, 6 fig.

676.4 : 621.315.61 : 620.123. — Les propriétés mécaniques des isolants en papier. *R. G. E.*, 27 août 1927, t. XXII, p. 312, 600 mots. Analyse d'un article de K. SCHAUDINN et L. TRAEGER, publié dans *E. T. Z.*, 23 juin 1927, t. XLVIII, p. 870-872, 2500 mots, 11 fig., 5 tabl.

669.716. — Sur quelques cémentations spéciales de l'aluminium et du duralumin après double dépôt électrolytique; J. COURNOT et E. PEROT. *C. R. Ac. des Sc.*, 23 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1250-1252, 500 mots, 1 tabl. — Il s'agit de recherches relatives à un procédé pour protéger l'aluminium et les alliages légers contre la corrosion par l'eau de mer, protection cherchée dans un dépôt superficiel suivi de cémentation. Les essais ont donné quelques renseignements intéressants : au point de vue de l'aspect extérieur, des plissements se produisent presque toujours pour les températures de cémentation supérieures à 575°C; il est plus facile d'obtenir une surface saine avec le chauffage en bain de sable, probablement parce que l'éprouvette est mieux maintenue, et pour les cémentations en deux temps; au point de vue micrographique la cémentation en deux temps paraît également favorable. Dans la zone cémentée, on distingue : Une solution solide qui forme tout le fond; une constitution eutectique en faible quantité et un ou deux constituants durs, restant en relief au polissage. — M.-H. B.

669.27 : 536.4.04. — Les caractéristiques des filaments de tungstène en fonction de la température. II; Howard-A. JONES et Irving LANGMUIR. *G. E. R.*, juillet 1927, t. XXX, p. 354-361, 4800 mots, 4 tabl. Cet article fait suite à celui des mêmes auteurs paru sous le même titre dans *G. E. R.*, juin 1927, t. XXX, p. 310-319 et résumé dans *R. G. E.*, 3 septembre 1927, t. XXII, p. 71 D. — Dans ce deuxième article les auteurs donnent d'abord sous forme d'un tableau les variations en fonction de la température d'un certain nombre de caractéristiques des filaments de tungstène, déduites de celles données dans le premier tableau du premier article. Les fonctions ici traitées se rattachent à la résistivité, à la puissance radiée, à l'éclat, au rendement, à l'émission électronique, à l'évaporation, à la pression de vapeur, au pouvoir émissif, à la dilatation, à la chaleur atomique. Les données de ce tableau ainsi que celles du tableau 1 du premier article se réfèrent au filament idéal défini dans le premier article. Pour passer de ce filament à un filament réel, il faut tenir compte d'un certain nombre de corretions étudiées par les auteurs et qui sont : effet de refroidissement des amenées de courant, correction due à ce que le filament n'est pas absolument droit, effets produits par la rugosité ou l'impureté de la surface du filament, effets dus aux impuretés du métal, effet des gaz dans la transmission de la chaleur. Dans la dernière partie de l'article, les auteurs établissent et donnent sous forme d'un tableau les relations entre les différentes caractéristiques d'un filament de tungstène permettant de déterminer les variations de ces fonctions produites par un changement dans une autre fonction considérée comme variable. — J. S.

COMBUSTIBLES ET CHAUFFAGE

662.763 : 661.96 : 621.373. — L'enrichissement de gaz à l'eau à partir de charbon de mauvaise qualité, par de l'hydrogène électrolytique; Farley-G. CLARK. *Electrical World*, 13 août 1927, t. XC, p. 313-314, 1700 mots. — L'auteur propose, comme possibilité d'emploi économique du charbon de Rhode-Island, l'enrichissement du gaz à l'eau obtenu avec ce charbon par de l'hydrogène électrolytique produit dans une usine recevant son énergie électrique d'une usine génératrice utilisant ce même charbon. Cette usine génératrice alimenterait aussi un réseau de distribution d'énergie électrique, la quantité d'énergie prise par l'usine électrolytique étant variable suivant les disponibilités du moment. L'auteur expose la question uniquement au point de vue économique pour montrer que sa proposition est viable dans ce sens. — J. S.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE. Le Gérant : J. BLONDEL.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.226.02. — **Discussion de la théorie de Maxwell sur le diélectrique en couches.** *J. A. I. E. E.*, juillet 1927, t. XLVI, p. 727-731, 6700 mots, 1 fig. Discussion à la réunion de New-York du 9 février 1927 du mémoire de M. MURNAGHAN paru dans *J. A. I. E. E.* de février 1927, t. XLVI, p. 132 et résumé dans *R. G. E.* du 21 mai 1927, t. XXI, p. 161 D. — M. Karapetoff expose une interprétation graphique d'après Grünewald du phénomène d'absorption dans un diélectrique formé de plusieurs couches. La théorie de Maxwell n'est applicable, dit-il, qu'en supposant que les différentes couches constituantes d'un diélectrique ne possèdent, essayées isolément, aucune absorption, ce qui n'est pas exact en pratique pour la plupart des diélectriques, même dans leurs constituants, d'où la nécessité de tenir compte de cette absorption et d'essayer de traduire mathématiquement ce qu'on observe, au moyen d'hypothèses plausibles sur la forme des fonctions exprimant les variations du courant et de la densité du flux dans le temps. M. Joseph Slepian fait remarquer que les déductions tirées de la théorie de Maxwell par M. Murnaghan ne sont pas réversibles en ce sens que si, pour un diélectrique particulier, la relation entre la tension et l'intensité du courant est telle qu'elle satisfasse à une équation différentielle d'ordre *n*, il ne s'ensuit pas que ce diélectrique soit constitué de *n* couches. En fait, d'autres hypothèses relatives à la structure des diélectriques (sphérules de Wagner, particules de Karapetoff) conduisent à des relations du même genre. Il rappelle aussi sur ce sujet les travaux du professeur Jophé de Leningrad qui a observé de l'absorption sur un cristal de sel gemme malgré son homogénéité apparente. En somme, toutes ces hypothèses doivent plutôt être considérées comme des fictions mathématiques ou des préférences individuelles relatives à la façon d'interpréter les phénomènes en question M. Donald Bratt dit que Maxwell a montré simplement que le phénomène connu sous le nom d' « absorption » est dû à un manque d'homogénéité et s'est confiné au cas simple de deux condensateurs plans en série soumis à l'application subite d'une tension continue. Il estime, d'autre part, qu'on ne doit pas baser une analyse approfondie sur ses travaux parce que Maxwell a omis par simplification de considérer dans son problème la perméabilité magnétique. Il expose ensuite, en reprenant en partie les développements du docteur Murnaghan, une solution générale du condensateur à couches successives. D'après lui, le point faible de toute théorie du diélectrique faisant abstraction de la perméabilité magnétique se révèle dans des points de discontinuité dans la courbe de tension extérieure ou dans sa dérivée première. Il lui semble impossible, en particulier, au point de vue physique, de baser une solution générale sur celle relative au cas d'une tension continue appliquée brusquement. M. A.-F. Puckstein reprend la question en partant des capacités et non des courants et déplacements électriques. J. S.

537.521 : 532.51. — **Modèle hydraulique d'analogie de la décharge électrique**; W. CRAMP. *Engineering*, 2 septembre 1927, t. CXXIV, p. 314, 1600 mots, 1 fig. — On explique le fonctionnement de l'arc chantant par le signe négatif de sa caractéristique de tension en fonction du courant. Mais si on produit les oscillations avec une lampe au néon, shuntée par un condensateur, et alimentée par un courant continu à travers une grande résistance, la caractéristique est positive; dans ce cas, comme dans l'arc de Poulsen, la tension d'amorçage est plus élevée que la tension de maintien, et quand le courant décroit, la décharge cesse à une limite déterminée. Estimant que l'origine des oscillations devrait être cherchée dans cette observation, l'auteur a réalisé un modèle hydraulique, où le courant est représenté par la vitesse d'un fluide, la self-inductance par sa masse, la capacité par un tube manométrique pourvu d'une soupape qui s'ouvre ou se ferme entre deux limites de pression. La soupape est basée sur la propriété des siphons, où la vitesse d'écoulement à partir de l'amorçage croit jusqu'à ce que la perte de charge due au frottement équilibre la différence de niveau. Elle a été réalisée sous la forme d'un ménisque créé à l'extrémité d'un ajutage divergent, terminant un tube recourbé en forme de siphon. Quand le niveau de l'eau monte, le ménisque se forme à l'extrémité de l'ajutage : la pression sur le ménisque est d'autant plus grande que la différence de niveau de l'eau du siphon est plus petite ; et cette pression agit sur une plus grande surface du ménisque. A un moment donné, la pression devient trop grande, et l'eau s'écoule ; si, à la suite de la baisse de niveau qui en résulte, le ménisque se reforme, sa tension capillaire refoulera le reste du liquide contenu dans le tube. On peut réaliser avec ce dispositif, suivant qu'il est reglé pour être apériodique ou non, l'analogie des décharges oscillantes isolées ou entretenues. C. P.

MESURES ET ESSAIS

537.748 : 537.226.5. — **Un wattmètre électrodynamique destiné à la mesure des pertes dans les diélectriques**; A. TAEUBER-GRETLER. *Bull. A. S. E.*, septembre 1927, t. XVIII, p. 543-550, 3700 mots, 5 fig. — L'instrument décrit dans cet article comporte deux enroulements fixes et un cadre

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Annales des P. T. T.*, *Annales des Postes, Telegraphes et Telephones*, Paris. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *J. I. E. E. of Japan*, *The Journal of the Institute of electrical Engineers of Japan*, Tokyo — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue generale de l'Electricite*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification decimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise ; envoi recommandé et emballage, en plus : France, 1,50 fr ; étranger, 3,50 fr.)

le Ferro se meurt!

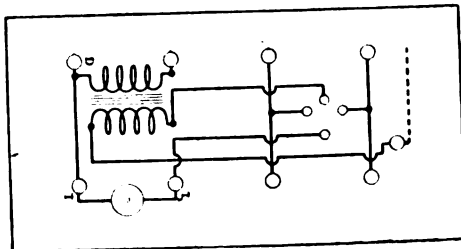
remplacé par

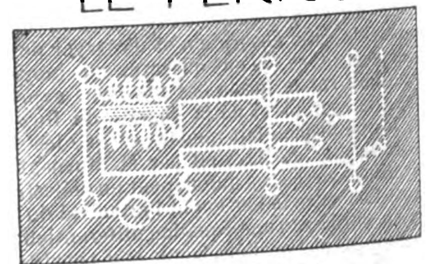
"l'Ozalid"

le nouveau papier **POSITIF** à traits marrons noirs sur fond blanc.

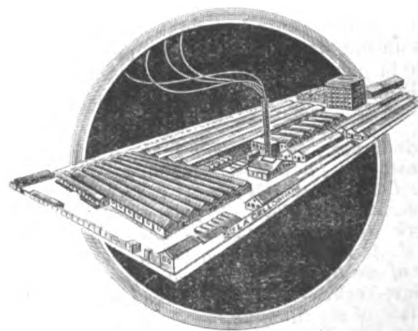
COMPAREZ

L'OZALID ... avec ... LE FERRO





L'OZALID	LE FERRO
POSITIF	**NÉGATIF**
Sans lavage ni séchage (une simple exposition aux vapeurs d'ammoniaque)	Lavage... puis séchage! ...que de temps perdu!!!
pas de retrait	retrait, cotes fausses
image fidèle et précise de l'original	image fausse et floue de l'original
FIXITÉ ABSOLUE	PASSE à la LUMIÈRE
permet corrections, annotations et lavis	Lavis, annotations, corrections impossibles
dix minutes pour obtenir une épreuve parfaite	**une heure** de séchage pour obtenir une épreuve imparfaite



VENTE AU DÉTAIL
Sté LA CELLOPHANE
DÉPARTEMENT OZALID
58 bis, Rue de la Chaussée-d'Antin 58 bis
PARIS

R. C. PARIS N° 112 863

VENTE EN GROS
Sté LA CELLOPHANE
DÉPARTEMENT OZALID
BEZONS (S.-&-O.)
TÉLÉPH. WAGRAM 28-62

mobile; l'un des enroulements fixes crée le champ principal; l'autre constitue un circuit inductif fermé et est le siège de courants induits par le premier enroulement, avec lequel il est fortement couplé électromagnétiquement; l'action résultante du champ principal et du champ auxiliaire de ce second enroulement sur le cadre mobile se traduit par une déviation de ce dernier. Pour mesurer les pertes dans un diélectrique avec cet appareil, on procède de la façon suivante : dans une première opération, le cadre mobile est en série avec un condensateur à air sous une tension donnée. On règle les constantes, résistances, inductances et capacités des deux circuits fixes couplés de façon que la déviation résultante de l'équipage mobile soit nulle, c'est-à-dire que le courant dans le cadre mobile soit déphasé de $\pi/2$ sur le champ résultant. On substitue ensuite au condensateur à air le condensateur à diélectrique à essayer; il en résulte un déphasage du courant dans le cadre mobile sur le champ résultant différent de $\pi/2$, d'où une déviation du cadre mobile intimement liée précisément à l'angle des pertes. L'auteur donne une description détaillée de l'instrument basé sur ce principe; il insiste en particulier sur la nécessité de compenser l'inductance des principaux circuits, et ceci, en intercalant en série avec l'inductance deux circuits dérivés formés l'un d'une capacité et l'autre, d'une résistance. On trouvera dans l'article le schéma des connexions à l'intérieur de l'instrument tel qu'il a été réalisé, ainsi que les constantes électriques de ses organes. — A. C.

538.33:621.761 4].08. — **Détermination de l'induction magnétique dans les tôles d'acier.** *O. S. T. français et Radioélectricité réunis*, octobre 1927, t. III, p. 22-29, 2 400 mots, 16 fig. — Des expériences exposées dans l'article, l'auteur conclut que les différences observées entre les résultats donnés par la mesure de l'induction dans de la tôle d'acier à l'aide du perméamètre de Burrows et celui de Fahy doivent être attribuées aux échantillons eux-mêmes plutôt qu'aux appareils. La plus importante cause d'écart est le manque d'uniformité de la perméabilité le long d'un échantillon. L'appareil Burrows est plus sensible que l'appareil Fahy. Un nombre excessif de bandes dans l'échantillon produit une mauvaise distribution du flux, cause d'erreurs dans les résultats. Le perméamètre de Fahy est plus sensible à ce dernier facteur que celui de Burrows. La largeur des bandes utilisées dans l'échantillon joue aussi un rôle ; cette largeur doit être au moins de 3 cm pour que le mode de découpage des bandes soit sans action. En pratique, le perméamètre Fahy est celui qui donne les résultats les plus satisfaisants pour les mesures courantes d'induction, à la condition que les échantillons soumis aux essais soient constitués par moins de 15 bandes (10 de préférence) n'ayant pas une longueur inférieure à 3 cm. — G. M.

621.312 4.00.14. — **Isolement et épreuves des bobinages**; Gino Rebora. *L'Elettrotecnica*, 15-25 août 1927, t. XIV, p. 548-550, 2 500 mots, 9 fig. — Dans les machines synchrones, on soumet les conducteurs voisins à la tension de service totale pendant une minute. Après cette épreuve, effectuée sur plusieurs échantillons, on soumet ceux-ci à une tension croissante, jusqu'à perforation de l'isolant. La durée des épreuves de tension ne doit jamais être brève. Les mêmes mesures peuvent s'appliquer aux machines asynchrones. En ce qui concerne les transformateurs, les dégâts se produisent surtout aux extrémités, d'où la nécessité de renforcer l'isolement dans ces régions. L'auteur propose les tensions d'épreuve suivantes entre spires successives : E (tension efficace totale) pendant 10 secondes pour 1 pour 100 des spires, celles situées aux extrémités; 0,5 E pendant 30 secondes pour les 9 pour 100 suivantes, et 0,25 E pendant 60 secondes pour le reste. Ces propositions résultent d'essais de laboratoire, effectués sur des ondes à front raide. — C.-R. M.

621.315.62. — **Méthode de mesure permettant d'étudier la répartition de la tension le long des isolateurs**; Frank-E. Reeves. *Electrical World*, 20 août 1927, t. XC, p. 357-360, 3 000 mots, 10 fig. — L'auteur décrit une méthode potentiométrique de mesure, dans laquelle la tension à mesurer n'est pas altérée par la présence de l'instrument de mesure. La résistance est composée de 225 éléments de 273 ohms chacun. L'instrument servant à la connecter à la chaîne d'isolateurs (soumise à une haute tension ainsi que la résistance) est constitué par deux baguettes tenues à la main par les extrémitées isolées. Les autres extrémités sont un simple contact métallique dans l'une et un tube au néon dans l'autre. Ces deux dernières extrémités sont réunies électriquement. L'extinction du tube de néon sur l'isolateur se produit quand le contact avec la résistance s'effectue au point de même potentiel. Le résultat est obtenu avec une erreur qui peut être de l'ordre de plusieurs centaines de volts. L'auteur indique la façon d'employer l'appareil quand il se trouve un isolateur défectueux dans la chaîne et donne des exemples de répartition le long d'une chaîne. Dans de nombreux cas, on constate que la tension supportée par chaque élément passe par un minimum le long de la chaîne. — C.-R. M.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.31 « 1926 ». — **Quelques développements dans l'industrie électrique en 1926**; J. Liston. *G. E. R.*, janvier 1927, t. XXX, p. 4-66, 43 000 mots, 135 fig. — La production du matériel électrique de tous les genres a dépassé, en 1926, tous les résultats précédents. Dans quelques branches, des nouveautés intéressantes ont vu le jour ou sont en cours d'exécution. Des turboalternateurs, à vapeur, de 91 500 kw seront achevées en 1927 ; d'autres de 94 000 kw, en 1928, et de 208 000 kw de puissance maximum, en 1929. Les essais avec les chaudières à mercure se poursuivent. Dans les usines hydroélectriques, il y a à signaler des progrès marqués des applications de la commande automatique aux grandes unités. En traction et en navigation, des équipements nouveaux et perfectionnés ont été introduits. On a construit des transformateurs de puissance inusitée et des installations d'essais à très haute tension. Des progrès sont à enregistrer dans la fabrication des lampes et dans leurs applications. — C. P.

621.434. — **Augmentation de la puissance des moteurs Diesel à quatre temps par compression préalable de l'air**; W. Salvisberg. *E. u. M.*, 25 septembre 1927, t. XLV, p. 813-817, 5 500 mots, 7 fig. — Le moteur Diesel ne peut être surchargé que de 14 pour 100 environ, pour deux ou trois heures, ou 15 à 20 pour 100, momentanément ; on peut évidemment obtenir des surcharges plus élevées en augmentant la richesse des mélanges, mais la production de fumées et l'échauffement limitent le régime ainsi obtenu. La compression préalable de l'air a permis d'alléger le moteur Diesel à quatre temps, au même degré que le moteur à deux temps, et, en outre, de rendre possible le régime des surcharges continues de 50 pour 100, et momentanées, de 100 pour 100. La compression préalable est obtenue, avec ou sans augmentation de volume de la chambre d'explosion, au moyen de turbocompresseurs actionnés surtout par les gaz d'échappement; ce procédé a permis d'expulser les résidus de la combustion et de refroidir les parois intérieures et les soupapes d'échappement grâce à une ouverture simultanée, pendant un court instant, des soupapes d'admission d'air et d'échappement des gaz. Les turbocompresseurs sont actionnés soit par accouplement direct avec le moteur Diesel, soit par un moteur électrique ou une turbine à vapeur, soit par un petit moteur Diesel auxiliaire. Mais le procédé le plus économique consiste à utiliser les gaz d'échappement avec une contrepression de 1,3 atmosphère pour actionner une turbine à gaz à un étage, dont l'article donne une description détaillée. — C. P.

627.8... : 532.54 5. — **Les coefficients de rugosité des canalisations hydrauliques et en particulier des seuils**

unité de longueur croît plus vite que la tension; elles sont, d'autre part, soumises à des efforts mécaniques considérables et pourtant, leur sécurité de fonctionnement doit être parfaite. La longueur de portée la plus économique croît avec la tension. Le facteur le plus important dans leur détermination est l'effet de couronne. Il apparaît, à la place d'une décharge disruptive, quand la distance entre conducteurs dépasse quinze fois leur diamètre au delà de la tension critique. Celle-ci croît avec le rayon du conducteur, la distance entre deux conducteurs et la densité de l'air. Les pertes qui en résultent sont indépendantes de la charge et ne sont pas négligeables. Il est plus simple de combattre ce phénomène en faisant varier le diamètre des conducteurs que leur distance, mais la conclusion économique de la comparaison est difficile à obtenir. Les conducteurs en fils torsadés présentent un si grand nombre d'avantages qu'ils sont les seuls utilisés. Le cuivre, qui a des qualités techniques intéressantes, est coûteux et peu résistant aux agents chimiques. Les systèmes de câblage réalisés avec ce métal pour augmenter le diamètre sont particulièrement onéreux. Pour une même conductibilité, il a une section supérieure et un poids plus faible. Il est donc plus économique que le conducteur massif. Il entraîne, par contre, des flèches plus considérables et plus variables. On utilise aussi des alliages d'aluminium, de cuivre et de nickel, et des câbles bimétalliques d'aluminium et d'acier, de compositions très variées. Ceux-ci sont particulièrement avantageux au point de vue mécanique et de l'effet couronne, mais leur calcul et leur montage demandent des méthodes spéciales. — C.-R. M.

621.315.62. — Contribution à l'étude comparative des diverses réglementations nationales sur les isolateurs à haute tension; Fr. Motti. *L'Elettrotecnica*, 15 septembre 1927, t. xiv, p. 626-629, 4 200 mots. — L'auteur établit une comparaison critique entre la réglementation italienne d'une part et les réglementations américaine, anglaise, allemande, française d'autre part. Cette comparaison porte sur la définition des isolateurs envisagés, sur la terminologie, les matériaux constitutifs, les épreuves. Il met en relief les lacunes qui existent dans chaque règlement. Le centre de son étude est la comparaison des épreuves adoptées. En Angleterre et aux Etats-Unis ces épreuves sont divisées en essais du type d'isolateur, et vérification de la qualité d'un stock déterminé. Toutes ne sont effectuées que sur un petit nombre d'exemplaires. En Allemagne et en France, on fait subir une certaine catégorie d'épreuves à tous les isolateurs, les épreuves destructives seules étant limitées à un petit nombre. L'article contient la liste des épreuves imposées dans les cinq pays mentionnés. — C.-R. M.

621.315.62. — Particularités et accessoires des chaînes d'isolateurs; A. dalla Verde. *L'Elettrotecnica*, 5 septembre 1927, t. xiv, p. 565-592, 6 500 mots, 66 fig., 2 tabl. — La répartition du potentiel est étudiée ici en tenant compte de la capacité propre des éléments d'isolateurs, de leur capacité par rapport à la terre et à la ligne. L'auteur décrit le principe des appareils de mesure de la variation du potentiel le long de la chaîne : éclateur à boules, électromètres, voltmètres, potentiomètres (méthodes Ryan, Emmanueli) méthode Toepler. Pour accorder les constatations pratiques avec la théorie primitive, on a fait intervenir des hypothèses secondaires : répartition des lignes de force le long de la chaîne, déphasage de la tension élémentaire d'un élément au suivant, autoprotection sous l'effet des effluves, en présence des tensions élevées, uniformisation des tensions par l'humidité. Pour améliorer la répartition des tensions, on a employé des chaînes d'isolateurs dont les éléments ont des capacités inégales (Pitt-River, Hescho, etc.). L'auteur estime que l'égalité des tensions élémentaires n'est pas un facteur déterminant de sécurité. Les différents types d'isolateurs sont à suspension, à semi-amarrage, et à amarrage, suivant les fonctions qu'ils remplissent. Les isolateurs pour semi-amarrage peuvent être remplacés avantageusement par les doubles suspensions. On trouvera dans l'article de nombreuses figures descriptives. Les chaînes sont munies de dispositifs de protection divers : cornes, anneaux, régulateurs de flux électrostatique, qui sont comparés entre eux. Ces derniers consistent en deux cornes dont les extrémités sont garnies d'éléments isolants. Les résultats d'exploitation sont encore trop peu nombreux pour qu'il soit possible de les apprécier. Les accessoires très nombreux des chaînes demandent à être recouverts de zinc, et ils doivent présenter des propriétés mécaniques de même grandeur. Les plus importants sont les brides supports : brides de suspension ou d'ancrage. L'auteur décrit les brides triangulaires, à mâchoire, pour conducteurs bimétalliques, tubulaire ou à cornes. On installe des dispositifs de protection contre la chute des fils. L'article contient une liste très développée des caractéristiques des grandes lignes italiennes. — C.-R. M.

621.311.73.00.1. — Les progrès dans la construction des interrupteurs; R.-M. Spurck. *J. A. I. E. E.*, juillet 1927, t. xlvi, p. 707-711, 3000 mots, 5 fig., 2 tabl. — L'auteur examine d'abord les conditions qui guident dans l'étude d'un interrupteur ayant une puissance de rupture donnée, telle qu'elle est définie par les règles de l'American Institute of electrical Engineers. D'après lui le point important est tout entier dans la question des gaz formés au moment de la rupture. Il n'est pas possible de prévoir des évents permettant une évacuation de ces gaz aussi rapide que leur formation, d'où la nécessité d'une chambre d'explosion où ces gaz peuvent s'accumuler au moment de leur formation. Ce n'est qu'expérimentalement qu'il est possible de déterminer la quantité de gaz produits lors du fonctionnement d'un interrupteur et la vitesse à laquelle ils sont produits. L'auteur donne ensuite le tableau des puissances normales de coupure pour les interrupteurs du type intérieur ou extérieur actuellement admises aux Etats-Unis. Presque toutes les sociétés exploitantes demandent des interrupteurs ne donnant pas lieu à des projections d'huile au moment du fonctionnement. Il existe actuellement des appareils répondant à cette condition. L'ensemble de l'interrupteur doit pouvoir résister à la pression, les gaz étant évacués après le fonctionnement par un évent dans une chambre de séparation garnie, par exemple, de morceaux de quartz qui refroidissent les gaz et arrêtent les particules d'huile qui peuvent y être entraînées. Parmi les perfectionnements de détail l'auteur signale les chambres d'explosion et en donne un exemple avec contact à segments, l'emploi de plus en plus développé de mécanismes de déclenchement agissant sous l'effet de la force centrifuge et enfin, parmi les accessoires, le transformateur de courant du type « bushing » avec secondaire à prises multiples. Il montre comment, avec un secondaire à 5 sorties, on peut, par des combinaisons, obtenir des rapports de transformation très variés. L'emploi de ces transformateurs permet d'en normaliser la construction, tandis qu'avec un seul enroulement, il fallait fournir au constructeur des données nombreuses relatives aux rapports désirés et à la charge en volts-ampères de l'appareil. — J. S.

621.311.77 : 621.315.7. — Protection sélective par relais de distance; E. Gross. *E. u. M.*, 25 septembre 1927, t. xlv, p. 801-803, 2000 mots, 5 fig. — Le relais sélectif dans un réseau bouclé doit être indépendant de la direction de l'énergie et avoir un retard croissant avec la tension et diminuant avec le courant au point où il est installé : autrement dit ce retard doit être proportionnel à l'impédance. Un solénoïde agira sur un relais du genre Ferrari, dont la vitesse de rotation est proportionnelle à l'impédance. Ce relais s'est bien comporté sur des réseaux de toutes tensions jusqu'à 110 kv. Toutefois, comme la mise en route du relais temporisé dépend du courant maximum réglable, il arrive que, aux faibles charges, un court-circuit peut ne pas atteindre la valeur du réglage; il a donc fallu ajouter un dispositif qui fasse dépendre le fonctionnement du relais, non seulement du courant maximum, mais aussi du quo-

tient de la tension par le courant. Comme en court-circuit la tension tombe, la mise en route du relais est assurée. — C. P.

621.311.72. — Discussion sur les coupe-circuits fusibles de grande puissance *J. I. E. E.*, août 1927, t. LXV, p. 782-783, 1 700 mots. Discussion à la réunion d'Edimbourg du 8 mars 1927 d'une communication de M. L.-C. Grant publiée dans *J. I. E. E.* de septembre 1926, t. LXIV, p. 920 et avril 1927, t. LXV, p. 448 et analysée dans *R. G. E.*, 2 avril 1927, t. XXI, p. 550. — Le professeur F.-G. Baily estime que le meilleur fil fusible est le fil d'argent et propose de constituer la cartouche par un tube d'acier garni intérieurement de verre. Il indique aussi les propriétés que devrait présenter un bon liquide de remplissage pour les fusibles à liquide. M. Macleod fait ressortir par quelques exemples la difficulté d'obtenir un interrupteur convenable et de prix peu élevé qui puisse être placé aux branchements sur les lignes principales. Il suggère comme expédient pour réduire la puissance de court-circuit l'emploi d'une connexion en fil fin entre la ligne principale et le dernier pylône de la ligne secondaire. M. Henderson aurait voulu que l'auteur donnât dans sa communication des chiffres relatifs à l'influence de la longueur et de la section du fil sur le pouvoir de rupture d'un fusible, ce à quoi l'auteur répond que ce pouvoir dépend aussi de la forme, du mode de fixation, du remplissage, etc, du fusible. — J. S.

USINES, SOUS-STATIONS ET RESEAUX

621.31 (41.5). — L'électrification de l'Irlande ; H. Wallem. *E. T. Z.*, 14 et 21 juillet 1927, t. XLVIII, p. 990-995, 1027-1032, 7 100 mots, 6 fig. La première partie de cette étude parue dans *E. T. Z.*, 13 janvier 1927, t. XLVIII, p. 33-36 a été résumée dans *R. G. E.*, 14 mai 1927, t. XXI, p. 156D. — Le domaine d'utilisation du réseau hydroélectrique irlandais comprend des centres urbains plus ou moins considérables et une distribution rurale. A un autre point de vue il comprend des circuits d'éclairage et de force motrice, l'alimentation de moulins, et de laiteries. Connaissant la répartition actuelle de ces consommateurs, on peut prévoir les courbes journalières et en déduire les installations nécessaires. La consommation annuelle s'élèvera à 97,5 millions de kilowatts-heures après achèvement de la première tranche des travaux, et à 152 millions de kilowatts-heures après achèvement de l'ensemble. Les puissances maxima seront dans ces deux cas, respectivement, de 50000 kw et 90000 kw. Le premier programme comprend trois turboalternateurs verticaux de 21 000 kw chacun, l'ensemble devant en posséder six identiques. Le courant est triphasé, 10 500 v à 50 p : s. En raison de leur grande inertie, on a muni les turboalternateurs de freins à huile qui permettent de les arrêter en cinq minutes. Dans la partie électrique, on a choisi le nombre des conducteurs du bobinage de façon que le courant de court-circuit n'excède pas quinze fois le courant normal. Le rotor est constitué par une jante fixée à un moyeu par huit bras, et sur laquelle sont boulonnés les pôles inducteurs. L'alternateur possède en bout d'arbre une excitatrice donnant 306 kw sous 440 v. L'alternateur et la turbine possèdent chacun leur arbre, et les deux arbres sont reliés rigidement. La ventilation est assurée par deux appareils en série, produisant une circulation de 40 m^3 : s. La température maximum en marche est inférieure à 115°C, conformément aux prescriptions allemandes. Le poids total d'un générateur atteint 370 t. A Ardnacrusha se trouvent, de plus, trois transformateurs de 30000 kv-A chacun, et 11 112 kv, et deux de 8 000 kv-A et 11/40 kv. Ils sont en plein air, et leur huile est refroidie à l'air. L'article en donne une description complète. Les installations de manœuvre comprennent une station à 10 kv, une station à 38 kv, et une station en plein air de 110 kv. Les appareils de protection des générateurs sont prévus pour parer à un court-circuit de bobinage, à une avarie mécanique grave, à un défaut de synchronisation, à un court-circuit interne par la masse, à une surcharge inadmissible, et à un court-circuit externe entre phases ; de plus, ils comprennent un extincteur à gaz carbonique. La salle de commande et la chambre des machines correspondent par des signaux optiques et acoustiques pour chaque générateur. — C.-R. M.

621.31 (437). — Le développement de la production et de la distribution d'énergie électrique en Tchécoslovaquie ; Gustav-W. Meyer. *E. T. Z.*, 15 septembre 1927, t. XLVIII, p. 1328-1331, 5 600 mots, 1 fig. Cette étude fait suite à un article du même auteur publié dans *E. T. Z.*, 6 novembre 1924, t. XLV, p. 1208-1212 et résumé dans *R. G. E.*, 2 mai 1925, t. XVII, p. 171 D. — Depuis l'époque où fut établi ce premier rapport, le nombre des usines génératrices et des réseaux de distribution a augmenté. Il convient de signaler, en particulier, l'électrification de régions éloignées de tout centre industriel, électrification qui, au point de vue économique, ne donna pas toujours des résultats satisfaisants. Quelques-unes de ces entreprises ont été reconnues d'intérêt public et sont soit régies, soit subventionnées par l'Etat. En ce qui concerne la production de l'énergie électrique, on peut envisager l'utilisation de l'énergie hydraulique : mais, d'une façon générale, les constructions de barrages ne sont permises que si les travaux d'aménagement favorisent en même temps le développement de la navigation ou de toute autre utilisation du cours d'eau considéré. Les usines thermiques sont au contraire appelées à se développer d'une façon importante, étant donné la richesse de la Tchécoslovaquie en charbon ; à ce propos, l'auteur mentionne des installations récentes conçues selon la technique moderne et il décrit notamment l'usine génératrice de Witkowitz. Il est question également dans l'article du projet d'interconnexion des réseaux pour l'alimentation de la ville de Prague, projet lié à celui de la construction d'un réseau à 110 kv, entre Prague et Seestadtl, qui s'étendrait dans le nord de la Bohême. L'auteur fait ressortir, après avoir défini le trajet suivi par les principales lignes de ce réseau, l'intérêt qu'il y aurait à exporter de l'énergie électrique. Il donne un aperçu sur la question des entreprises de production et de distribution d'énergie électrique susceptibles de devenir un monopole d'Etat et, pour terminer, sur celle de l'électrification des chemins de fer en Tchécoslovaquie. — A. C.

621.315.21-24 (43.21). — La sous-station souterraine « Centre » de Leipzig ; K. Swoboda. *E. T. Z.*, 28 juillet 1927, t. XLVIII, p. 1071-1075, 2 500 mots, 8 fig. — Cette sous-station souterraine, prévue pour une puissance totale installée de 20000 kw ne comporte actuellement que six commutatrices de chacune 2 000 kw, soit 12 000 kw. Elle est caractérisée non seulement par sa construction en sous-sol, mais encore par ses dispositions conformes à la pratique la plus récente pour assurer la sécurité maximum du service. Le bâtiment principal souterrain, en béton armé, a une longueur de 69,1 m, une largeur de 23,25 m et descend à 17 m au-dessous du niveau du sol ; sa partie inférieure se trouvant à 7 m au-dessous du niveau des eaux souterraines, l'étanchéité en a été assurée au moyen d'un quadruple revêtement de feuilles de carton imprégnées et assemblées par un agglomérant à base de bitume et d'asphalte, qui ne durcit pas. La travée centrale contient les commutatrices, leurs transformateurs d'alimentation et les régulateurs d'induction qui permettent de faire varier la tension en courant continu des commutatrices de 450 à 500 v ; le démarrage de ces commutatrices se fait en deux temps (un tiers et pleine tension). Le bâtiment étant orienté de l'ouest à l'est, la galerie sud est réservée aux arrivées de courant triphasé 10000 v, au double jeu de barres et aux tableaux correspondants ; la galerie nord est occupée par le double jeu de barres générales et les tableaux de distribution du courant continu. L'installation est complétée par deux batteries d'accumulateurs de 276 éléments chacune, disposées dans un second bâtiment souterrain situé à l'est de celui des machines et tableaux ; ces batteries sont prévues pour un débit normal

de 3600 A au régime de décharge en trois heures, avec un maximum de 15000 A de courte durée ; ces batteries servent à assurer la fourniture d'énergie des pointes et constituent une réserve temporaire. La ventilation, très importante dans une telle installation, est assurée par deux ventilateurs commandés par des moteurs électriques à vitesse réglable de 200 à 600 t : mn ; chacun de ces ventilateurs peut aspirer 184000 m³ : h, ce qui permet de renouveler 14 fois par heure l'air du bâtiment principal. L'air, pris au jour, est d'abord filtré et, si nécessaire, refroidi, puis envoyé par les ventilateurs, au moyen de canaux de répartition, à la partie inférieure des transformateurs, commutatrices et tableaux ; il est ensuite évacué des locaux correspondants par l'intérieur du bâtiment de surface qui sert d'accès à la sous-station souterraine et constitue une sorte de cheminée d'aspiration. Parmi les divers dispositifs destinés à assurer la sécurité du service, il faut mentionner, d'une part, le démarrage automatique permettant de mettre en service les six commutatrices en 2 mn environ et, d'autre part, le dispositif permettant de brancher sur le réseau de distribution, en une seule fois, toutes les commutatrices en même temps que les deux batteries d'accumulateurs. Une batterie auxiliaire indépendante de 168 A-h à 220 v et des circuits spéciaux servent à alimenter les commandes à distance d'interrupteurs, les lampes de signalisation et l'éclairage. — C.-R. M.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.348. — Les applications de l'électricité sur les navires de guerre ; Mc Clelland. *J.I.E.E.*, septembre 1927, t. LXV, p. 829-871, 33000 mots, 19 fig., 6 tabl. — Le mémoire est divisé en deux parties. Dans la première, l'auteur passe en revue les divers types de navires de guerre actuels et fait l'historique du développement de l'électricité dans la marine de guerre, telle qu'elle est limitée par le traité de Washington. Ce traité, en limitant le tonnage des bâtiments, a orienté la construction vers la recherche du rendement le plus élevé de l'équipement, et a stimulé l'ingéniosité des constructeurs dans le perfectionnement du matériel. L'auteur examine successivement le genre de courant à adopter, le système de distribution, les machines d'utilisation, les systèmes et appareils d'éclairage, l'organisation des projecteurs, le chauffage et la cuisson, les types de canalisations, les conditions spéciales à exiger des isolants, l'emploi des accumulateurs, les problèmes spéciaux aux sous-marins, les appareils de télégraphie et de téléphonie sans fil, les appareils de mise de feu, les transmissions de signaux, la propulsion électrique des navires. Cette dernière partie fait l'objet principal de la discussion qui suit la communication du mémoire. — C. P.

USINES ET ATELIERS

621.852. — Sur le renforcement de la tension d'une courroie par le fait de son enroulement sur la poulie ; R. Swyngedauw. *C. R. Ac. des Sc.*, 30 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1316-1318, 800 mots. — L'auteur démontre que, par une tension spécifique d'environ 250 g : mm² du brin tendu, la tension de la courroie qui s'engage sur la poulie augmente de 32 pour 100 de sa valeur avant l'enroulement, si elle est appliquée fleur sur poulie ; de 9 pour 100 si elle est appliquée chair sur poulie ; de 34 pour 100 si la courroie est en balata. Ces résultats semblent indiquer une fatigue plus grande, pour la courroie en cuir, si elle est appliquée fleur sur poulie plutôt que chair sur poulie. — M.-H. B.

MATIÈRES PREMIÈRES

541.118 : 546.3-1-76-74. — Essais comparés relatifs à l'oxydation des alliages de chrome et de nickel aux températures élevées. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. XXII, p. 244-245, 1200 mots, 2 fig. Analyse d'un article de W. Rohn, publié dans *E. T. Z.*, 24 février et 10 mars 1927, t. XLVIII, p. 227-230 et 317-320, 5200 mots, 6 fig.

676.4 : 621.315.61 : 620.123. — Les propriétés mécaniques des isolants en papier. *R. G. E.*, 27 août 1927, t. XXII, p. 312, 600 mots. Analyse d'un article de K. Schaudinn et L. Traeger, publié dans *E. T. Z.*, 23 juin 1927, t. XLVIII, p. 870-872, 2500 mots, 11 fig., 5 tabl.

669.716. — Sur quelques cémentations spéciales de l'aluminium et du duralumin après double dépôt électrolytique ; J. Cournot et E. Perot. *C. R. Ac. des Sc.*, 23 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1250-1252, 500 mots, 1 tabl. — Il s'agit de recherches relatives à un procédé pour protéger l'aluminium et les alliages légers contre la corrosion par l'eau de mer, protection cherchée dans un dépôt superficiel suivi de cémentation. Les essais ont donné quelques renseignements intéressants : au point de vue de l'aspect extérieur, des plissements se produisent presque toujours pour les températures de cémentation supérieures à 575°C ; il est plus facile d'obtenir une surface saine avec le chauffage en bain de sable, probablement parce que l'éprouvette est mieux maintenue, et pour les cémentations en deux temps ; au point de vue micrographique la cémentation en deux temps paraît également favorable. Dans la zone cémentée, on distingue : Une solution solide qui forme tout le fond ; une constitution eutectique en faible quantité et un ou deux constituants durs, restant en relief au polissage. — M.-H. B.

669.27 : 536.4.04. — Les caractéristiques des filaments de tungstène en fonction de la température. II ; Howard-A. Jones et Irving Langmuir. *G. E. R.*, juillet 1927, t. XXX, p. 354-361, 4800 mots, 4 tabl. Cet article fait suite à celui des mêmes auteurs paru sous le même titre dans *G. E. R.*, juin 1927, t. XXX, p. 310-319 et résumé dans *R. G. E.*, 3 septembre 1927, t. XXII, p. 71 D. — Dans ce deuxième article les auteurs donnent d'abord sous forme d'un tableau les variations en fonction de la température d'un certain nombre de caractéristiques des filaments de tungstène, déduites de celles données dans le premier tableau du premier article. Les fonctions ici traitées se rattachent à la résistivité, à la puissance radiée, à l'éclat, au rendement, à l'émission électronique, à l'évaporation, à la pression de vapeur, au pouvoir émissif, à la dilatation, à la chaleur atomique. Les données de ce tableau ainsi que celles du tableau 1 du premier article se réfèrent au filament idéal défini dans le premier article. Pour passer de ce filament à un filament réel, il faut tenir compte d'un certain nombre de corretions étudiées par les auteurs et qui sont : effet de refroidissement des amenées de courant, correction due à ce que le filament n'est pas absolument droit, effets produits par la rugosité ou l'impureté de la surface du filament, effets dus aux impuretés du métal, effet des gaz dans la transmission de la chaleur. Dans la dernière partie de l'article, les auteurs établissent et donnent sous forme d'un tableau les relations entre les différentes caractéristiques d'un filament de tungstène permettant de déterminer les variations de ces fonctions produites par un changement dans une autre fonction considérée comme variable. — J. S.

COMBUSTIBLES ET CHAUFFAGE

662.763 : 661.96 : 621.373. — L'enrichissement de gaz à l'eau à partir de charbon de mauvaise qualité, par de l'hydrogène électrolytique ; Farley-G. Clark. *Electrical World*, 13 août 1927, t. XC, p. 313-314, 1700 mots. — L'auteur propose, comme possibilité d'emploi économique du charbon de Rhode-Island, l'enrichissement du gaz à l'eau obtenu avec ce charbon par de l'hydrogène électrolytique produit dans une usine recevant son énergie électrique d'une usine génératrice utilisant ce même charbon. Cette usine génératrice alimenterait aussi un réseau de distribution d'énergie électrique, la quantité d'énergie prise par l'usine électrolytique étant variable suivant les disponibilités du moment. L'auteur expose la question uniquement au point de vue économique pour montrer que sa proposition est viable dans ce sens. — J. S.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. Blondel.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.226.02. — Discussion de la théorie de Maxwell sur le diélectrique en couches. *J. A. I. E. E.*, juillet 1927, t. XLVI, p. 727-731, 6700 mots, 1 fig. Discussion à la réunion de New-York du 9 février 1927 du mémoire de M. Murnaghan paru dans *J. A. I. E. E.* de février 1927, t. XLVI, p. 132 et résumé dans *R. G. E.* du 21 mai 1927, t. XXI, p. 161 D. — M. Karapetoff expose une interprétation graphique d'après Grünewald du phénomène d'absorption dans un diélectrique formé de plusieurs couches. La théorie de Maxwell n'est applicable, dit-il, qu'en supposant que les différentes couches constituantes d'un diélectrique ne possèdent, essayées isolément, aucune absorption, ce qui n'est pas exact en pratique pour la plupart des diélectriques, même dans leurs constituants, d'où la nécessité de tenir compte de cette absorption et d'essayer de traduire mathématiquement ce qu'on observe, au moyen d'hypothèses plausibles sur la forme des fonctions exprimant les variations du courant et de la densité du flux dans le temps. M. Joseph Slepian fait remarquer que les déductions tirées de la théorie de Maxwell par M. Murnaghan ne sont pas réversibles en ce sens que si, pour un diélectrique particulier, la relation entre la tension et l'intensité du courant est telle qu'elle satisfasse à une équation différentielle d'ordre n, il ne s'ensuit pas que ce diélectrique soit constitué de n couches. En fait, d'autres hypothèses relatives à la structure des diélectriques (sphérules de Wagner, particules de Karapetoff) conduisent à des relations du même genre. Il rappelle aussi sur ce sujet les travaux du professeur Jophé de Leningrad qui a observé de l'absorption sur un cristal de sel gemme malgré son homogénéité apparente. En somme, toutes ces hypothèses doivent plutôt être considérées comme des fictions mathématiques ou des préférences individuelles relatives à la façon d'interpréter les phénomènes en question M. Donald Bratt dit que Maxwell a montré simplement que le phénomène connu sous le nom d' « absorption » est dû à un manque d'homogénéité et s'est confiné au cas simple de deux condensateurs plans en série soumis à l'application subite d'une tension continue. Il estime, d'autre part, qu'on ne doit pas baser une analyse approfondie sur ses travaux parce que Maxwell a omis par simplification de considérer dans son problème la perméabilité magnétique. Il expose ensuite, en reprenant en partie les développements du docteur Murnaghan, une solution générale du condensateur à couches successives. D'après lui, le point faible de toute théorie du diélectrique faisant abstraction de la perméabilité magnétique se révèle dans des points de discontinuité dans la courbe de tension extérieure ou dans sa dérivée première. Il lui semble impossible, en particulier, au point de vue physique, de baser une solution générale sur celle relative au cas d'une tension continue appliquée brusquement. M. A.-F. Puckstein reprend la question en parlant des capacités et non des courants et déplacements électriques. J. S.

537.521 : 532.51. — Modèle hydraulique d'analogie de la décharge électrique; W. Cramp. *Engineering*, 2 septembre 1927, t. CXXIV, p. 314, 1600 mots, 1 fig. — On explique le fonctionnement de l'arc chantant par le signe négatif de sa caractéristique de tension en fonction du courant. Mais si on produit les oscillations avec une lampe au néon, shuntée par un condensateur, et alimentée par un courant continu à travers une grande résistance, la caractéristique est positive; dans ce cas, comme dans l'arc de Poulsen, la tension d'amorçage est plus élevée que la tension de maintien, et quand le courant décroît, la décharge cesse à une limite déterminée. Estimant que l'origine des oscillations devrait être cherchée dans cette observation, l'auteur à réalisé un modèle hydraulique, où le courant est représenté par la vitesse d'un fluide, la self-inductance par sa masse, la capacité par un tube manométrique pourvu d'une soupape qui s'ouvre ou se ferme entre deux limites de pression. La soupape est basée sur la propriété des siphons, où la vitesse d'écoulement à partir de l'amorçage croît jusqu'à ce que la perte de charge due au frottement équilibre la différence de niveau. Elle a été réalisée sous la forme d'un ménisque créé à l'extrémité d'un ajutage divergent, terminant un tube recourbé en forme de siphon. Quand le niveau de l'eau monte, le ménisque se forme à l'extrémité de l'ajutage: la pression sur le ménisque est d'autant plus grande que la différence de niveau de l'eau du siphon est plus petite; et cette pression agit sur une plus grande surface du ménisque. A un moment donné, la pression devient trop grande, et l'eau s'écoule; si, à la suite de la baisse de niveau qui en résulte, le ménisque se reforme, sa tension capillaire refoulera le reste du liquide contenu dans le tube. On peut réaliser avec ce dispositif, suivant qu'il est réglé pour être apériodique ou non, l'analogie des décharges oscillantes isolées ou entretenues. — G. P.

MESURES ET ESSAIS

537.748 : 537.226.5. Un wattmètre électrodynamique destiné à la mesure des pertes dans les diélectriques; A. Taeuber-Gretler. *Bull. A. S. E.*, septembre 1927, t. XVIII, p. 543-550, 3700 mots, 5 fig. — L'instrument décrit dans cet article comporte deux enroulements fixes et un cadre

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Annales des P. T. T.*, *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, Paris. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *J. I. E. E. of Japan*, *The Journal of the Institute of electrical Engineers of Japan*, Tokyo — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : France, 1,50 fr; étranger, 3,50 fr.)

le Ferro se meurt!

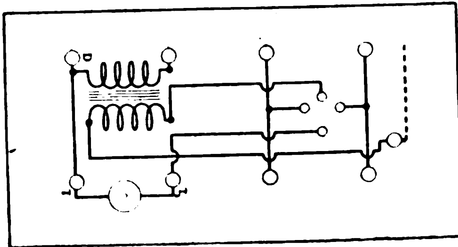
remplacé par

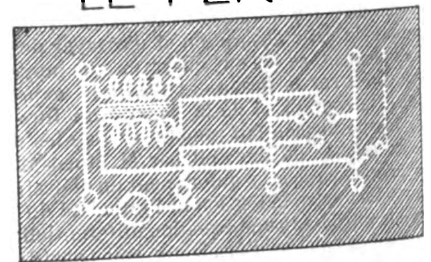
"l'Ozalid"

le nouveau papier **POSITIF** à traits marrons noirs sur fond blanc.

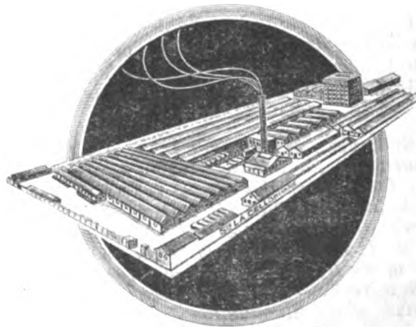
COMPAREZ

L'OZALID ...avec... LE FERRO





L'OZALID	LE FERRO
POSITIF	**NÉGATIF**
Sans lavage ni séchage (une simple exposition aux vapeurs d'ammoniaque)	Lavage... puis séchage! ...que de temps perdu!!!
pas de retrait	retrait, cotes fausses
image fidèle et précise de l'original	image fausse et floue de l'original
FIXITÉ ABSOLUE	PASSE à la LUMIÈRE
permet corrections, annotations et lavis	Lavis, annotations, corrections impossibles
dix minutes pour obtenir une épreuve parfaite	**une heure** de séchage pour obtenir une épreuve imparfaite



VENTE AU DÉTAIL
Sté LA CELLOPHANE
DÉPARTEMENT OZALID
58 bis, Rue de la Chaussée-d'Antin 58 bis
PARIS
TÉLÉPH. TRUDAINE 63-14

R. C. PARIS N° 112 863

VENTE EN GROS
Sté LA CELLOPHANE
DÉPARTEMENT OZALID
BEZONS (S.-&-O.)
TÉLÉPH. WAGRAM 98.62

mobile; l'un des enroulements fixes crée le champ principal; l'autre constitue un circuit inductif fermé et est le siège de courants induits par le premier enroulement, avec lequel il est fortement couplé électromagnétiquement; l'action résultante du champ principal et du champ auxiliaire de ce second enroulement sur le cadre mobile se traduit par une déviation de ce dernier. Pour mesurer les pertes dans un diélectrique avec cet appareil, on procède de la façon suivante : dans une première opération, le cadre mobile est en série avec un condensateur à air sous une tension donnée. On règle les constantes, résistances, inductances et capacités des deux circuits fixes couplés de façon que la déviation résultante de l'équipage mobile soit nulle, c'est-à-dire que le courant dans le cadre mobile soit déphasé de $\pi/2$ sur le champ résultant. On substitue ensuite au condensateur à air le condensateur à diélectrique à essayer; il en résulte un déphasage du courant dans le cadre mobile sur le champ résultant différent de $\pi/2$, d'où une déviation du cadre mobile intimement liée précisément à l'angle des pertes. L'auteur donne une description détaillée de l'instrument basé sur ce principe; il insiste en particulier sur la nécessité de compenser l'inductance des principaux circuits, et ceci, en intercalant en série avec l'inductance deux circuits dérivés formés l'un d'une capacité et l'autre, d'une résistance. On trouvera dans l'article le schéma des connexions à l'intérieur de l'instrument tel qu'il a été réalisé, ainsi que les constantes électriques de ses organes. — A. C.

538.33 : 621.761 4].08. — Détermination de l'induction magnétique dans les tôles d'acier. *Q. S. T. français et Radioélectricité réunis*, octobre 1927, t. III, p. 22-29, 2 400 mots, 16 fig. — Des expériences exposées dans l'article, l'auteur conclut que les différences observées entre les résultats donnés par la mesure de l'induction dans de la tôle d'acier à l'aide du perméamètre de Burrows et celui de Fahy doivent être attribuées aux échantillons eux-mêmes plutôt qu'aux appareils. La plus importante cause d'écart est le manque d'uniformité de la perméabilité le long d'un échantillon. L'appareil Burrows est plus sensible que l'appareil Fahy. Un nombre excessif de bandes dans l'échantillon produit une mauvaise distribution du flux, cause d'erreurs dans les résultats. Le perméamètre de Fahy est plus sensible à ce dernier facteur que celui de Burrows. La largeur des bandes utilisées dans l'échantillon joue aussi un rôle ; cette largeur doit être au moins de 3 cm pour que le mode de découpage des bandes soit sans action. En pratique, le perméamètre Fahy est celui qui donne les résultats les plus satisfaisants pour les mesures courantes d'induction, à la condition que les échantillons soumis aux essais soient constitués par moins de 15 bandes (10 de préférence) n'ayant pas une longueur inférieure à 3 cm. — G. M.

621.312 4.00.14. — Isolement et épreuves des bobinages; Gino Rebora. *L'Elettrotecnica*, 15-25 août 1927, t. XIV, p. 548-550, 2 500 mots, 9 fig. — Dans les machines synchrones, on soumet les conducteurs voisins à la tension de service totale pendant une minute. Après cette épreuve, effectuée sur plusieurs échantillons, on soumet ceux-ci à une tension croissante, jusqu'à perforation de l'isolant. La durée des épreuves de tension ne doit jamais être brève. Les mêmes mesures peuvent s'appliquer aux machines asynchrones. En ce qui concerne les transformateurs, les dégâts se produisent surtout aux extrémités, d'où la nécessité de renforcer l'isolement dans ces régions. L'auteur propose les tensions d'épreuve suivantes entre spires successives : E (tension efficace totale) pendant 10 secondes pour 1 pour 100 des spires, celles situées aux extrémités; 0,5 E pendant 30 secondes pour les 9 pour 100 suivantes, et 0,25 E pendant 60 secondes pour le reste. Ces propositions résultent d'essais de laboratoire, effectués sur des ondes à front raide. — C.-R. M.

621.315.62. — Méthode de mesure permettant d'étudier la répartition de la tension le long des isolateurs; Frank-E. Reeves. *Electrical World*, 20 août 1927, t. XC, p. 357-360, 3 000 mots, 10 fig. — L'auteur décrit une méthode potentiométrique de mesure, dans laquelle la tension à mesurer n'est pas altérée par la présence de l'instrument de mesure. La résistance est composée de 225 éléments de 273 ohms chacun. L'instrument servant à la connecter à la chaîne d'isolateurs (soumise à une haute tension ainsi que la résistance) est constitué par deux baguettes tenues à la main par les extrémitées isolées. Les autres extrémités sont un simple contact métallique dans l'une et un tube au néon dans l'autre. Ces deux dernières extrémités sont réunies électriquement. L'extinction du tube de néon sur l'isolateur se produit quand le contact avec la résistance s'effectue au point de même potentiel. Le résultat est obtenu avec une erreur qui peut être de l'ordre de plusieurs centaines de volts. L'auteur indique la façon d'employer l'appareil quand il se trouve un isolateur défectueux dans la chaîne et donne des exemples de répartition le long d'une chaîne. Dans de nombreux cas, on constate que la tension supportée par chaque élément passe par un minimum le long de la chaîne. — C.-R. M.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.31 « 1926 ». — Quelques développements dans l'industrie électrique en 1926; J. Liston. *G. E. R.*, janvier 1927, t. XXX, p. 4-66, 13 000 mots, 135 fig. — La production du matériel électrique de tous les genres a dépassé, en 1926, tous les résultats précédents. Dans quelques branches, des nouveautés intéressantes ont vu le jour ou sont en cours d'exécution. Des turboalternateurs, à vapeur, de 91 500 kw seront achevées en 1927 ; d'autres de 94 000 kw. en 1928, et de 208 000 kw de puissance maximum, en 1929. Les essais avec les chaudières à mercure se poursuivent. Dans les usines hydroélectriques, il y a à signaler des progrès marqués des applications de la commande automatique aux grandes unités. En traction et en navigation, des équipements nouveaux et perfectionnés ont été introduits. On a construit des transformateurs de puissance inusitée et des installations d'essais à très haute tension. Des progrès sont à enregistrer dans la fabrication des lampes et dans leurs applications. C. P.

621.434. — Augmentation de la puissance des moteurs Diesel à quatre temps par compression préalable de l'air; W. Salvisberg. *E. u. M.* 25 septembre 1927, t. XLV, p. 813-817, 5500 mots, 7 fig. — Le moteur Diesel ne peut être surchargé que de 14 pour 100 environ, pour deux ou trois heures, ou 15 à 20 pour 100, momentanément ; on peut évidemment obtenir des surcharges plus élevées en augmentant la richesse des mélanges, mais la production de fumées et l'échauffement limitent le régime ainsi obtenu. La compression préalable de l'air a permis d'alléger le moteur Diesel à quatre temps, au même degré que le moteur à deux temps, et, en outre, de rendre possible le régime des surcharges continues de 50 pour 100, et momentanées, de 100 pour 100. La compression préalable est obtenue, avec ou sans augmentation de volume de la chambre d'explosion, au moyen de turbocompresseurs actionnés surtout par les gaz d'échappement ; ce procédé a permis d'expulser les résidus de la combustion et de refroidir les parois intérieures et les soupapes d'échappement grâce à une ouverture simultanée, pendant un court instant, des soupapes d'admission d'air et d'échappement des gaz. Les turbocompresseurs sont actionnés soit par accouplement direct avec le moteur Diesel, soit par un moteur électrique ou une turbine à vapeur, soit par un petit moteur Diesel auxiliaire. Mais le procédé le plus économique consiste à utiliser les gaz d'échappement avec une contrepression de 1,3 atmosphère pour actionner une turbine à gaz à un étage, dont l'article donne une description détaillée. — C. P.

627.8... : 532.54 5. — Les coefficients de rugosité des canalisations hydrauliques et en particulier des seuils

des canaux avec ou sans revêtement; J. Büchi. *Schweizerische Bauzeitung*, 24 septembre 1927, t. xc, p. 163-165, 1400 mots, 13 fig, 2 tabl. — Le coefficient de rugosité d'une canalisation hydraulique est le terme n introduit dans la formule de Ganguillet et Kutter, laquelle est elle-même l'expression du facteur c qui intervient dans la formule de Chézy relative à la vitesse v de l'eau. Cette dernière a pour expression

$$v = c\sqrt{RJ},$$

où R est le rayon du profil de la canalisation, et la formule précitée donnant c est

$$c = \frac{23 + \frac{l}{n} + \frac{0{,}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{J}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}.$$

Si R est exprimé en mètres, v est donné en mètres par seconde, à la condition que dans l'expression de c, la longueur l de la portion de la canalisation sur laquelle porte la mesure soit évaluée en mètres et la différence de niveau des points extrêmes J en millièmes. Cette formule a permis de déduire la valeur des coefficients de rugosité n d'une série de mesures effectuées sur douze types de canalisations existant en Suisse, de profils différents, les unes avec revêtement, et les autres sans revêtement, dans des sols de nature diverse. Ce sont les résultats de ces mesures que reproduit l'article; la valeur obtenue pour le coefficient de rugosité varie de 0,012 à 0,025. Signalons, en particulier, la série d'expériences sur une canalisation de 3182 m de longueur, distance sur laquelle la section du profil varie par suite de la présence d'une couche de ciment prévue en certains points et qui réduit la section. L'auteur indique comment intervient dans le calcul des coefficients de rugosité dans ce cas, la chute de pression résultant de ces variations de section. — A. C.

621.181.6 (43). — L'installation de vaporisation par chaudières Benson aux usines des Siemens-Schuckert Werke. *E. u. M.*, 18 septembre 1927, t. XLV, p. 762, 400 mots. — On sait que le procédé de vaporisation Benson consiste à chauffer l'eau dans une tuyauterie à la pression de 224,2 atmosphères (pression critique). L'eau s'échauffe et se vaporise à 374°C sans ébullition par augmentation de volume progressive. La vapeur est surchauffée à 400°C puis détendue à la pression d'utilisation et surchauffée à nouveau à 400°. Les Siemens-Schuckert Werke possèdent actuellement une installation de ce type : la production de vapeur horaire est de 10000 kg, et sert à l'alimentation de turbines Escher, Wyss et Cie à 400° sous 100 atmosphères. L'article décrit cette installation où l'on compte atteindre une consommation de 2900 calories par kilowatt-heure. Une autre chaudière, en construction, est prévue pour donner 25000 à 30000 kg de vapeur à 180 atmosphères et 420°; son prix ne serait pas plus élevé que celui de chaudières à 35 atmosphères. — F. B.

621.311 : 621.187.00.414. — De l'utilisation la plus économique de la batterie de chaudières d'une usine génératrice thermique; J. Hak. *E. u. M.*, 18 septembre 1927, t. XLV, p. 753-756, 3000 mots, 3 fig. — Il n'est pas possible, quand il s'agit de chaudières, de traiter le problème comme celui de la marche en parallèle de plusieurs génératrices ou de transformateurs. Il existe en effet une différence essentielle, à savoir que, contrairement à une génératrice au repos, la chaudière mise hors service pendant quelques heures de la journée donne lieu à une certaine consommation, due aux pertes à l'arrêt, qui ne sauraient être négligées. La courbe de rendement d'une chaudière moderne en fonction de la charge affecte l'allure d'une droite, sauf aux très faibles charges, où son coefficient angulaire diminue. A vide, la chaudière étant sous pression, les pertes de chaleur entraînent une consommation de charbon et si la chaudière est mise à l'arrêt complet, il s'y produit un refroidissement qu'il faudra compenser à la prochaine mise en route. Ces pertes peuvent être calculées sous réserve de certaines hypothèses. Sur les bases de ces calculs, il est établi qu'une chaudière dont le rendement normal est de 80 pour 100 n'atteint pour un régime de fonctionnement de 10 heures (mise en route comprise) qu'un rendement journalier moyen de 67 pour 100. L'examen porte ensuite sur un groupe de deux chaudières dont l'une n'est en service que par intermittence, puis sur un groupe de 5 chaudières, supposées groupées successivement suivant différentes dispositions, pour un même service journalier, la puissance totale à fournir variant suivant un diagramme déterminé. Dans ce cas, si on arrête complètement les chaudières qui ne sont pas indispensables à la marche à l'instant considéré, on obtient un rendement journalier moyen de la batterie de 68 pour 100. Ce rendement monte à 71 pour 100 si on laisse sous pression les chaudières au repos, et à 76 pour 100 si on fait travailler toutes les chaudières pendant la journée entière, en répartissant également la charge sur chaque élément (les 5 chaudières sont supposées identiques et leur rendement normal est de 80 pour 100). Evidemment les hypothèses faites pour ces calculs s'écartent sérieusement de la réalité, car la mise hors service complète d'une chaudière et la répartition égale aux faibles charges ne sont pas réalisables sans difficultés; d'autre part, les variations de charge n'ont pas l'allure brutale et régulière du diagramme imaginé. La conclusion de l'auteur est la suivante : si les pertes supplémentaires dues aux variations de la charge pouvaient être réduites au point d'être pratiquement négligeables, il n'en resterait pas moins vrai, malgré l'inexactitude pratique des hypothèses admises, que la troisième méthode garde une réelle supériorité. Or, l'apparition des régulateurs automatiques, précis et rapides, remplaçant les régulateurs à main, permet précisément d'écarter presque complètement ces pertes supplémentaires. Il apparait ainsi que le procédé qui consiste à garder en service permanent toutes les unités et à charge réduite possède une supériorité pratique et peut conduire à une sérieuse amélioration du rendement moyen d'une installation. — F. B.

621.316 (017). — Discussion sur la normalisation des tensions. *J. A. I. E. E.*, juillet 1927, t. XLVI, p. 717-727, 19000 mots, 1 fig. Cet article est le compte-rendu d'une discussion, à la réunion de New-York du 9 février 1927, des mémoires de MM. Summerhayes et Hanker, Argersinger, Silver et Harding, Gear, Scholz, Eberhardt et Jones, Minor, Huber-Ruf publiés dans les numéros de mai, février, mars, avril, mars, février et mars 1927, t. XLVI, p. 438, 115, 242, 344, 223, 167 et 257 du *J. A. I. E. E.* et résumés dans *R. G. E.*, 18 juin 1927, t. XXI, p. 197 D, 6 août 1927, t. XXII, p. 44 D, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 110 D, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 36 D, 28 mai 1927, t. XXI, p. 170 D, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 36 D. — Cette discussion générale sur la question de la normalisation des tensions a été instituée dans le but de pouvoir décider une fois pour toutes, d'après l'ensemble des opinions émises, s'il est possible, ou non d'arriver à un résultat à ce sujet. Dans l'ensemble de cette discussion on peut d'abord noter un accord presque général sur le fait que le point de départ à considérer doit être la tension d'utilisation, c'est-à-dire pratiquement la tension des circuits pour l'éclairage. A ce point de vue il y a trois tensions employées : 110, 115 et 120 v. Ainsi que le montre M. D. Cooper la tension de 110 v tend à disparaître et le choix reste entre celles de 115 et 120 v, la première étant la plus en faveur et devant être la plus employée dans l'avenir par suite du développement des systèmes de distribution à 115/200 v et la création d'une nouvelle série normalisée de moteurs à 200 v. M. W.-R. Bullard discute aussi longuement la question du choix entre 115 et 120 v. M. D. Cooper, par un exemple, montre les avantages commerciaux de la normalisation ou, plus exactement, de l'unification des tensions (diminution des variétés d'appareils en

stock, possibilités de fabrication en plus grandes séries, etc.). M. C.-E. Skinner estime que l'unification doit être faite, en se plaçant au point de vue commercial, sur des bases internationales. Or, il y a une difficulté à ce propos du fait qu'en Europe on procède pour les tensions par multiples de 10 et et en Amérique par multiples de 11. M. J.-H. Foote rappelle que pour l'étude des appareils la base est non pas la tension d'utilisation ou ses multiples, mais la tension maximum qui peut exister avec la charge maximum, et il développe longuement ce point de vue. Il discute aussi la question de la tension nominale des appareils et estime que la désignation de tension nominale devrait s'entendre pour une tension comprise entre le maximum et le minimum de la valeur normalisée. M. Vinet pense que la première chose à faire est de décider quelle sera l'échelle des tensions adoptée comme échelle normale. Il trouve que les propositions faites comportent trop d'échelons et que 7 à 8 tensions doivent être suffisantes; il cite un exemple d'une compagnie de distribution ayant ramené dans son réseau de 21 à 7 le nombre des tensions utilisées. Pour M. Stone on doit pouvoir dès maintenant unifier les parties mécaniques principales des transformateurs. M. C.-E. Skinner signale qu'au Comité électrotechnique international, à New-York, la notion de « zones de tension » a été introduite par des ingénieurs européens et il attire l'attention sur ce point, car l'adoption de ces zones de tensions, c'est-à-dire d'intervalles de tensions pour lesquels les essais diélectriques des appareils sont les mêmes, permettrait aux fabricants de mettre en stock les pièces qui ont des limites imposées par ces essais. M. Mc Master attire l'attention sur le déphasage des transformateurs, variable d'une tension à l'autre, en vue des interconnexions futures dans les hautes tensions et de l'alimentation des réseaux par des systèmes à plus d'une tension dans les basses tensions. M. Wallau voudrait que le nombre des tensions différentes fût ramené à cinq; il trouve, d'autre part, qu'un défaut dans les propositions faites consiste dans le manque de réversibilité du sens d'échange de puissance, du fait que les transformateurs élévateurs et abaisseurs de tension n'ont pas le même rapport de nombre de spires. M. L.-L. Elden montre quelques difficultés rencontrées dans l'unification des tensions, touchant, en particulier, au réglage de la tension sur les réseaux de distribution et suggère quelques modifications aux normes proposées pour les transformateurs, dans le but d'éviter quelques-unes de ces difficultés. Il estime qu'il y a lieu de procéder à une nouvelle classification des appareils au point de vue des tensions d'essai qui leur sont applicables d'après la tension de fonctionnement indiquée. On discuta également du choix de certaines tensions particulières. — J. S.

621.165 + 621.312.2. — Un groupe turboalternateur de 480 kilowatts à très haute pression. *Engineering*, 5 août 1927, t. CXXIV, p. 164-165, 850 mots, 15 fig. — Les ateliers de l'Aktiebolaget de Lavals Angturbin de Stockholm viennent de réaliser deux groupes turboalternateurs de 480 kw chacun fonctionnant avec de la vapeur sous 100 atmosphères et à 400° C. La pression à l'échappement est de 6 atmosphères; la consommation de vapeur, de 12 à 13 kg par kilowatt-heure. La turbine tourne à 15 000 t : mn et l'alternateur, à 3 000 t : mn. La turbine est à deux étages à simple action avec rotor en porte-à-faux. Cette disposition a l'avantage de ne nécessiter qu'un presse-étoupe du côté où la pression n'est que de 6 atmosphères. On trouvera dans « Engineering » quelques détails relatifs aux dispositifs des tuyères de cette turbine à leur réglage, ainsi qu'au diaphragme séparant les deux étages et au système de lubrification. — J. S.

621.312.2 : 614.84. — Les appareils d'extinction d'incendie à gaz carbonique de Long-Beach (Californie): J.-C. Gaylord. *Electrical World*, 27 août 1927, t. XC, p. 399-401, 1 800 mots, 7 fig. — La station de Long-Beach possède deux alternateurs de 39 000 kv-A et un de 55 000 kv-A. Leur ventilation est à circuit fermé. L'extinction d'incendie est assurée par un stock d'anhydride carbonique contenu dans des bouteilles permettant de réaliser par leur détente un volume double de celui des circuits de ventilation. La commande de l'injection du gaz a nécessité un appareil spécial de perforation de couvercles de bouteilles. La perforation est commandée soit à la main, soit automatiquement. Dans l'alternateur de 55 000 kv-A, on décharge d'abord six bouteilles (100 m³ environ), puis deux autres toutes les 4 à 5 minutes. Cette cadence a pour effet de maintenir la teneur en anhydride carbonique supérieure à 25 pour 100 pendant trente minutes, ce qui suffit à l'extinction. Pour la commande automatique, un certain nombre de thermostats, convenablement placés dans le générateur, commandent électriquement le percement des premières bouteilles à 70° C. La décharge des bouteilles suivantes est mise en action par un mécanisme d'horlogerie. — C.-R. M.

621.312.11.031.3/5. — Possibilité de maintenir constante la puissance que développe une machine à courant continu à excitation compound: W. Kummer. *Schweizerische Bauzeitung*, 1er octobre 1927, t. XC, p. 177-178, 800 mots, 1 fig. — Reprenant l'expression de la puissance d'une machine à excitation compound, en fonction du couple et de la vitesse, expression qu'il a établie dans un article antérieur (*Schweizerische Bauzeitung*, 26 mars et 2 avril 1921, t. LXXVII, p. 139-142 et 151-155, résumé dans *R. G. E.*, 18 juin 1921, t. IX, p. 197 D), l'auteur montre que, dans le cas de l'action différentielle de l'enroulement série, il est possible de prévoir un fonctionnement du moteur à puissance constante; autrement dit, le couple varie en raison inverse de la vitesse à la condition que cette vitesse en charge soit notablement supérieure à celle atteinte dans la marche à vide. Cette propriété peut être intéressante dans le cas de l'interconnexion d'un réseau de traction à courant continu et d'un réseau à courant triphasé, au moyen d'un groupe convertisseur comprenant une machine à courant continu à excitation compound et une machine synchrone à courant triphasé; la puissance mise en jeu dans le groupe peut, conformément à ce qui précède, être maintenue constante, c'est-à-dire indépendante des variations de la tension du côté du courant continu, ainsi que de celles de la vitesse. A.C.

621.312.13 : 621.396.615. — Machines à courant continu à haute tension pour l'alimentation des circuits de plaques des triodes; Emil Rappel. *E. T. Z.*, 8 septembre 1927, t. XLVIII, p. 1285-1290, 8500 mots, 7 fig. — La question des machines à courant continu à haute tension n'est pas nouvelle puisqu'elle date du début des transmissions d'énergie à distance. On se souvient des difficultés que Thury avait alors rencontrées dans le montage en série de plusieurs dynamos. Cette question a été remise à l'actualité lorsque l'utilisation de triodes comme émetteurs a exigé l'emploi de courant continu à des tensions de plusieurs milliers de volts. Pour les petites puissances qui entrent en jeu, on a souvent employé des batteries d'accumulateurs montées en série ou des redresseurs alimentés par du courant à fréquence élevée. Le premier système est très encombrant et le second est compliqué par les filtres qui sont nécessaires. Les machines actuelles sont généralement à induit en tambour avec des pôles de commutation. Les enroulements compensateurs ne sont que peu utilisés. L'enroulement de l'induit est en une ou deux parties séparées, suivant que l'on a adopté un ou deux collecteurs. Il semble que le bobinage sur gabarits en éléments séparés, placés ensuite dans les encoches avec interposition d'un isolant suffisant, soit préférable au bobinage à la main que la finesse des fils rend délicat. On a essayé, pour pouvoir réduire l'isolement du bobinage par rapport aux tôles d'isoler ces dernières par rapport à l'arbre, mais on s'est heurté à de grandes difficultés. On emploie comme isolant le presspahn et la toile huilée si la tension ne dépasse pas 2 500 v, la micanite et le carton jusqu'à 5 000 v, et le mica jusqu'à 10 000 v. L'induit est soigneusement imprégné pour éviter les occlusions d'air qui favoriseraient la production d'effluves. La réalisation du collecteur est délicate à cause de la tension entre lames qui est de l'ordre

MACHINES ÉLECTRIQUES SPÉCIALES

19-20, Rue Saint-Gilbert,
LYON (VIIe)
Téléphone :
VAUDREY 24-09

Maison fondée en 1893

MICHEL BONNIER

Construction sur commande de MACHINES POUR TOUTES LES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

GÉNÉRATRICES - MOTEURS - ALTERNATEURS - CONVERTISSEURS ROTATIFS, ETC. Puissances de 0,01 à 100 kw.

Maison à Paris, 9, rue Sedaine (XIe). — Téléphone : ROQUETTE 53-48

GROUPE POUR ÉTALONNAGE DES COMPTEURS

MACHINES POUR LABORATOIRES. — Groupes convertisseurs à fréquences et tensions multiples. — Groupes d'étalonnage et décaleurs de phases.

MACHINES POUR T. S. F. — Alternateurs et transformateurs à fréquences musicales. — Génératrices à courant continu jusqu'à 10 000 volts. — Génératrices à double circuit magnétique : haute tension, d'une part ; basse tension, d'autre part. — Groupes convertisseurs horizontaux et verticaux.

MACHINES POUR APPLICATIONS INDUSTRIELLES. — Moteurs à vitesses lentes depuis 300 t : mn et moteurs à très grandes vitesses jusqu'à 10 000 tours (alternatifs ou continus). — Moteurs synchrones. — Commutatrices et transformatrices horizontales et verticales. — Régulateurs d'induction.

GÉNÉRATRICES A GRANDE INTENSITÉ, POUR ÉLECTROLYSE ET ÉLECTRO-MÉTALLURGIE. — Moteurs à courant continu pour traction. — Dynamos-frein. — Alternateurs-freins. — REDRESSEURS DE COURANT A BALAIS DE MERCURE système A. LATOUR (Licence exclusive).

Toutes nos machines étant exécutées sur commande sont de construction très soignée, de grande puissance spécifique et fournissent les plus hauts rendements

---

MATÉRIEL POUR TRAMWAYS & CHEMINS DE FER

APPAREILLAGE POUR LIGNES AÉRIENNES

MATÉRIEL POUR MINES ET APPAREILS DE LEVAGE

ISOLATEURS POUR INDUSTRIES DIVERSES

Établissements Ernest DÉMOLY

43, rue de Trévise, PARIS (9e)

Registre du Commerce : Seine N° 64 949

Téléphone :
CENTRAL 32-38

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRICITÉ MORS

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 4 000 000 FRANCS
(*Registre du Commerce* : Seine N° 208 871 B)

11, rue Petit, CLICHY (Seine). — Téléph. : *Marcadet 25-57 et 26-18* — Usines à Clichy et à Sens

Signaux, Enclenchements et Block-System pour les Chemins de fer

INSTALLATIONS DE LUMIÈRE, FORCE, TÉLÉPHONIE, SONNERIES, PARATONNERRES

Fontes mécaniques pour toutes industries, Pièces troussées, Moulage mécanique

HORS CONCOURS — GRANDS PRIX — MÉDAILLES

Paris 1855, 1867, 1878, 1889, 1900 — Saint-Louis 1904 — Liège 1905 — Milan 1906 — Londres 1908 — Bruxelles 1910
Turin 1911 — Gand 1913 — Strasbourg 1919

de 90 v et à cause de l'isolement par rapport à l'arbre et aux pièces de serrage. Le nombre de pôles est de deux en général. Les balais sont de qualité dure, à grande résistance et faible usure; deux suffisent par pôle. L'excitation est à basse tension. La tension du courant continu obtenu n'est pas rigoureusement exempte d'ondulations. Celles qui sont périodiques proviennent des encoches et des lames du collecteur et les apériodiques, des balais. L'auteur termine en donnant la description d'une machine qu'il a fait établir de 3 kw, 3000 v, 1500 t : mn entraînée par un moteur à courant continu de 10 ch. Elle a deux collecteurs de 165 lames et 33 encoches. L'épaisseur du mica entre lames est de 0,6 mm. L'isolement a été vérifié à 9000 v, 50 p : s et pour un courant de 25 pour 100 supérieur au courant normal; à la tension de 4300 v, la commutation est encore parfaite. — B. H.

621.312.2. — Génératrices asynchrones entraînées par des moteurs à couple périodique ; M. SCHENKEL. *E. T. Z.*, 25 août 1927, t. XLVIII, p. 1209-1212, 5000 mots, 8 fig. — On sait tout l'intérêt que présentent, pour l'alimentation des réseaux en cas de surcharge, les groupes générateurs avec moteur Diesel. Seulement ces groupes doivent travailler pendant un certain temps avec des groupes qui sont le plus souvent entraînés par des turbines hydrauliques ou à vapeur et il en résulte des décrochages dangereux. Il se trouve que les périodes propres des moteurs Diesel ou des machines à pistons sont souvent voisines de celles des génératrices et les phénomènes de résonance risquent de se produire. L'auteur montre qu'une génératrice asynchrone assure une marche beaucoup plus stable que les machines synchrones jusqu'ici utilisées et que l'adjonction de machines à collecteur permet de régler à volonté la puissance en fonction de la vitesse. Il est même possible d'obtenir une puissance électrique constante avec une vitesse variable. Le montage correspondant, comprenant en plus de la génératrice asynchrone, deux machines à collecteur et un transformateur est donné en fin de l'article. — B. H.

621.312.22. — Considérations sur la théorie des machines électriques à courant polyphasé ; Louis RÉSAL. *R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. XXII, p. 453-462, 8000 mots, 14 fig. — Dans cet article sont publiées quelques-unes des notes concernant l'électricité qu'avait rédigées l'auteur, emporté prématurément par une mort accidentelle. La théorie qui y est exposée est basée sur trois lois, relatives : la première à la constance du flux magnétique à travers un enroulement sans résistance fermé en court-circuit ; la seconde, à ce fait que le flux reste sinusoïdal et constant à travers la surface d'un circuit alimenté sous tension sinusoïdale et constante ; la troisième, à l'expression de la puissance électrique d'un enroulement, égale au produit du couple mécanique par la vitesse du champ tournant par rapport à cet enroulement. Les théories usuelles des machines électriques mettent bien ces lois en évidence, mais sans les prendre pour base. L'originalité de la théorie de M. Résal est, précisément, de les avoir prises pour base de son exposé.

621.312.2/3.00.12. — Dispersion dans le cas d'encoches trapézoïdales. *E. T. Z.*, 25 août 1927, t. XLVIII, p. 1229-1230, 950 mots, 4 fig.; d'après un article de F. Unger publié dans *Archiv für Elektrotechnik*, t. XVII, n° 5, p. 467. — La dispersion dans les encoches de section trapézoïdale est le plus souvent calculée par les formules de Faust et on considère les encoches comme étant de section rectangulaire avec une largeur égale à la largeur moyenne du trapèze. L'auteur reprend la question au point de vue mathématique et donne la formule très compliquée de cette dispersion en fonction des différentes caractéristiques de l'encoche et en tenant compte de l'épaisseur de l'isolement. Après quelques simplifications, il montre que les caractéristiques magnétiques d'une telle encoche sont, dans la plupart des cas pratiques, semblables à celle d'une encoche de section rectangulaire de même hauteur et de largeur égale au côté du trapèze voisin de l'entrefer. — B. H.

621.313.25.00.12. — Les pertes supplémentaires dans le fer des moteurs asynchrones polyphasés ; L. DREYFUS. *E. u. M.*, 11 et 18 septembre 1927, t. XLV, p. 737-743 et 756-762, 10000 mots, 16 fig. — La première partie traite du calcul des pertes supplémentaires dans le fer des moteurs à rotor bobiné à bagues. C'est dans les moteurs asynchrones, plus que dans toute autre machine, que l'augmentation de ces pertes conduit aux avantages commerciaux les plus sensibles, avant de donner lieu à des inconvénients prohibitifs. L'auteur a précédemment exposé une théorie, contrôlée entre temps, qui permet le calcul des pertes supplémentaires dans le fer d'une façon presque aussi simple et en tous cas aussi précise que le calcul des pertes normales. Il ne donne ici de cette théorie que l'indispensable pour son application. Il expose d'abord les causes et le siège de ces pertes supplémentaires qui correspondent d'une part aux déformations du champ dû aux ouvertures des encoches et, d'autre part, au champ en dents de scie occasionné lui-même par la forme en escalier de la répartition des ampères-tours dans le stator et dans le rotor. Il passe ensuite aux lois qui doivent permettre le calcul des pertes en tenant compte de l'effet pelliculaire aux fréquences élevées et se basant sur les règles générales des pertes par hystérésis et courants de Foucault. Les formules s'en déduisent qui permettent le calcul des pertes normales dans le fer ainsi que des deux espèces de pertes supplémentaires définies plus haut. Les premières sont très faibles pour les ouvertures réduites des encoches semi-fermées ; elles peuvent augmenter considérablement avec cette ouverture si l'entrefer est faible Les secondes constituent la majeure partie des pertes supplémentaires en charge : par suite d'effets contraires sur les différentes portions de la dent, il semble que la valeur de ces pertes n'est pas sensiblement influencée par le rapport des nombres de dents au stator et au rotor. Les différentes formules qui permettent le calcul séparé des pertes normales et supplémentaires dans chaque portion considérée du circuit magnétique sont assez complexes. L'exposé se termine par un exemple numérique relatif à un moteur de 735 ch, 5000 v, 50 p : s, 740 t : mn. Les pertes évaluées en centièmes de la puissance utile, se décomposent comme suit : le premier chiffre correspondant aux pertes par courant de Foucault, le second à l'hystérésis : pertes normales dans le fer, 0,72 + 0,59; pertes de déformation du champ, 0,06 + 0 : pertes de répartition en dents de scie du champ 1,33 + 0,47. — F. B.

621.314. . . . :546.562-31. — Un nouveau redresseur électronique à oxyde de cuivre. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 514-516, 2400 mots, 6 fig. Analyse d'un article de L.-O. GRONDAHL et P.-H. GEIGER publié dans *J. A. I. E. E.* mars 1927, t. XLVI, p. 215-222, 5400 mots, 18 fig.

621.315. . . . 00.46. — Note sur la conservation des poteaux en bois ; F. DROUIN et P. MÉDAN. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 507-513, 4000 mots, 16 fig. — Dans cette étude, qui a fait l'objet d'un rapport à la Commission technique du Syndicat des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, les auteurs, après avoir rappelé la nature des causes provoquant la destruction des poteaux en bois, examinent les procédés à employer pour assurer la conservation de ces poteaux, non seulement sur les lignes à établir, mais encore sur les lignes existantes. Ils envisagent la protection des pieds des poteaux et décrivent les diverses méthodes inventées pour la réaliser, en particulier les dispositifs à socles dont il existe actuellement un grand nombre de modèles, parmi lesquels, certains d'entre eux ont déjà été décrits dans une étude antérieure de M. T. Pausert publiée dans la « Revue générale de l'Electricité » du 20 janvier 1923, t. XIII, p. 103-108.

621.311.73.00.12. — Contribution à l'étude des disjoncteurs dans l'huile. *E. T. Z.*, 1er et 8 septembre 1927,

t. XLVIII, p. 1278-1281 et 1312-1317, 9 700 mots, 17 fig. — L'article résume une communication de F. Kesserling et sa discussion à la réunion de l'Elektrotechnischer Verein du 14 décembre 1926. L'auteur étudie les points suivants. Le processus de disjonction comporte la formation d'une bulle de gaz de forme sphérique. L'énergie libérée par la coupure peut être évaluée par la formule $A = kVIt_a$, où k est un coefficient variant de 0,03 à 0,07, V, la valeur efficace de la tension après l'ouverture, I, la valeur efficace du courant de court-circuit et t_a, le temps pendant lequel l'arc reste allumé. Cette énergie est décomposée en plusieurs parties qui servent à échauffer et à volatiliser les contacts, à remuer l'huile, à déformer le bac, à volatiliser l'huile et à l'ioniser. Chacune d'elles est étudiée en détail. L'auteur indique que des mesures effectuées sur un disjoncteur d'essai ont montré que les dernières volatilisation et ionisation étaient les plus importantes et correspondaient environ aux 90 centièmes de l'énergie totale. Les essais ont été réalisés avec un disjoncteur avec bac de verre, cuve d'expansion et chambre d'extinction, et dont on pouvait faire varier dans de grandes limites la vitesse de coupure. Un cinématographe enregistrait le processus de la disjonction. On a constaté que le disjoncteur avec une petite chambre d'extinction et six coupures fonctionnait mieux qu'avec une grande chambre d'extinction ou avec contact normal sans chambre d'extinction. La contrainte subie par le disjoncteur varie beaucoup avec le déphasage du courant, pour être relativement grande avec les faibles facteurs de puissance. Le volume des gaz mesuré à froid reste presque indépendant de la forme des contacts, du nombre de coupures et de la présence de la chambre d'extinction; il est sensiblement proportionnel à l'énergie de disjonction (60 cm³ par kilowatt-heure). Il paraît inutile de dépasser la vitesse de 1,5 m : s pour les traverses. Des vitesses supérieures ne font que fatiguer l'appareil. A la suite de la communication, les différents points du sujet sont discutés. — B. H.

621.311.73.00.41. — Durée de déclenchement des disjoncteurs extra-rapides à courant continu; Hans Besold. *E.T.Z.*, 1er septembre 1927, t. XLVIII, p. 1261-1263, 1 800 mots, 4 fig. — Ces appareils ont, au cours des dernières années, pris une certaine extension pour la protection des machines électriques et des redresseurs, surtout dans les installations de traction électrique. La notion de durée de rupture a été différemment interprétée, comme étant comprise tantôt entre le début du court-circuit et le début de l'ouverture des pièces de contact, tantôt entre le début du court-circuit et l'instant où il atteint sa valeur maximum. Les prescriptions allemandes indiquent la première interprétation, tandis qu'en France et aux Etats-Unis on admet généralement la deuxième. L'auteur établit la distinction suivante dans les différentes phases de la rupture, le temps de déclenchement, le retard à l'ouverture et la durée d'extinction de l'arc. Il indique la notion de temps de danger qui correspond à la durée de la surintensité de courant dangereuse pour l'installation à protéger. Par des relevés oscillographiques du fonctionnement d'un disjoncteur, il montre comment ces temps varient suivant la valeur du courant de court-circuit. — B. H.

621.315.7. — Sur les montages différentiels des transformateurs de courant; V. Genkin. *R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. XXII, p. 465-469, 7 000 mots, 4 fig. — Cette étude contient une analyse des caractéristiques de fonctionnement des dispositifs de protection différentiels de plusieurs lignes en parallèle. En comparant les deux montages en usage dans ces dispositifs et dont l'un est connu sous le nom de montage en série ou en polygone et l'autre, sous celui de montage en quantité, l'auteur aboutit à la conclusion qu'ils fournissent la même valeur de courant dans les relais convenablement connectés.

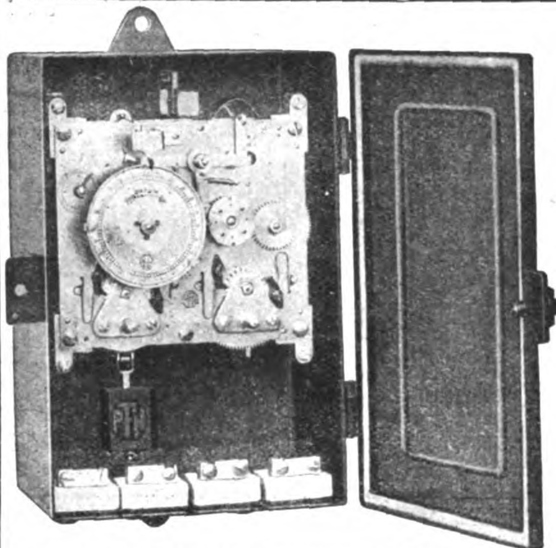
USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.31 (41.5). — Electrification de l'Irlande; H. Wallem. *E. T. Z.*, 1er septembre 1927, t. XLVIII, p. 1255-1261, 3700 mots, 13 fig. Cet article fait suite à ceux précédemment parus sous le même titre dans *E. T. Z.*, 14 et 21 juillet 1927, et résumés dans *R. G. E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 151 D. — *Réseau à haute tension.* Pour les lignes à 110 kv, les six conducteurs en cuivre de 95 mm² de section sont portés par des pylônes métalliques pesant 2,5 t environ, d'une hauteur de 20,7 m au-dessus du sol et permettant un effort de 1 200 kg au sommet. Les chaînes d'isolateurs ont 8 éléments dans les points spéciaux et 7 en alignement droit. Les pylônes fabriqués en Allemagne ont été livrés en deux tronçons que l'on a assemblés sur place. Le réseau de distribution à 38 kv a une longueur de 1 900 km. Il a été calculé en supposant une charge maximum de 55 w par habitant. On a adopté pour les conducteurs de cuivre les sections de 50 mm² sur les lignes principales et de 35 mm² sur les lignes secondaires. Les isolateurs sont les mêmes que pour les lignes à 110 kv, mais deux éléments ont été jugés suffisants en alignement droit et trois pour les points spéciaux. — *Postes de transformation à 38/10 kilovolts.* Dans toutes les villes et aux points importants, la tension est abaissée de 38 kv à 10 kv dans des postes très réduits où les disjoncteurs sont protégés par un petit bâtiment de 9,5 m × 6 m et de 4 m de hauteur. L'arrêt des lignes s'effectue sur des pylônes spéciaux. En principe, les deux lignes de 38 kv en parallèle pénètrent dans le poste pour desservir les barres sur lesquelles sont couplés les deux transformateurs de 500 kv-A. Pour simplifier le tracé des barres et éviter les croisements, on n'a pas hésité à faire usage de câble isolé à 10 kv. La télécommunication entre les usines génératrices, les postes à 110 kv et les plus importants des postes à 38 kv est assurée par la téléphonie à ondes guidées. Le couplage entre les appareils de téléphonie et les lignes à 110 kv est assuré par des condensateurs. — *Postes de transformation à 10 000/380 volts.* Ils sont soit dans des pylônes, soit sur des pylônes et leur réalisation n'offre rien de particulier. L'article se termine par des statistiques relatives à l'exploitation. — B. H.

621.316-34-39 : 63 (489). — L'électrification rurale au Danemark; V. Faaborg-Andersen. *El. Rev.*, 19 août 1927, t. CI, p. 291-294, 2 00 mots, 7 fig. L'emploi de l'électricité dans l'agriculture danoise remonte à 1 900 environ. Il existe actuellement un réseau très serré sur tout le pays. On a diminué considérablement les frais d'installation en employant les moteurs transportables. — C.-R. M.

621.311.21 (43.6). — L'utilisation des chutes d'eau et la distribution de l'électricité dans le Vorarlberg; A. Fürst. *E. u. M.*, 25 septembre 1927, t. XLV, p. 774-780, 3000 mots, 10 fig. — L'utilisation des chutes d'eau du Vorarlberg comporte, pour cette année, l'érection de deux nouvelles usines génératrices, celle de Vermunt, près de Parthennen, et celle du Lünersee, près de Bludenz, la première à réservoir artificiel, la seconde à réservoir naturel. Le réservoir de Vermunt aura une contenance de 4 millions de mètres cubes; la conduite forcée a 1 700 m, la chute est de 714 m. Les 135 millions de kilowatts-heures que fournira l'usine seront développés par quatre unités de 19000 kw chacune. L'usine du Lünersee aura à peu près la même puissance, grâce à l'appoint d'une usine de pompage, qui refoulera les eaux du district du Rellsbach au niveau du réservoir à une hauteur de 480 m. L'énergie sera principalement destinée à l'Allemagne du Sud, où elle sera amenée par les vallées de l'Ill et du Rhin, à 110 ou 220 kv, et où la puissance installée atteindra 1 650 w par habitant et la production annuelle, par usines hydroélectriques, 2 000 kw-h par tête. — C. P.

621.311.21 (43.6). — La construction de l'usine génératrice de la Mur, de la « Steweag », à Pernegg; J. Ornig. *E. u. M.*, 25 septembre 1927, t. XLV, p. 783-792, 4000 mots, 10 fig. — La « Steweag » (Steirische Wasserkraft und Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft) a créé sur la Mur, au sud du pont de la voie ferrée de Bruck, un barrage créant une retenue de 11 m de hauteur de chute, et formé de trois travées de 15 m



Société Industrielle
de Machines et Appareillage Électro-Mécaniques
Soc. à responsabilité limitée, capital 200 000 fr
104, rue Lecourbe — PARIS (15e) :-: Téléphone : Ségur 94-53

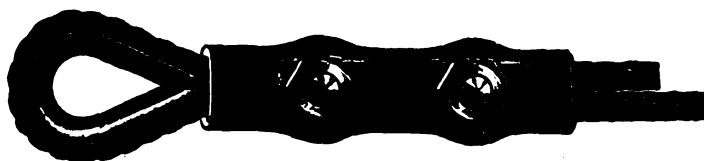
Interrupteurs horaires
Allumeurs-Extincteurs - Minuteries
Télérupteurs
Combinateurs à moteur
Compteurs d'électricité à courant alternatif jusqu'à 30 A. 500 volts

COSSES ET RACCORDS
BASSE & HAUTE TENSION





PRONER ET Cie
89, Rue de la Roquette, PARIS - XIe



Téléphone : Roquette 80-28 — *Registre du Tribunal de Commerce de la Seine n° 124 956* — *Catalogue sur demande*

BALAIS "LE CARBONE"
POUR TOUTES MACHINES ÉLECTRIQUES

PILE "AD"
pour toutes applications

BATTERIES "AD" POUR CHAUFFAGE ET TENSION PLAQUE

ANNEAUX-JOINTS DE VAPEUR - CHARBONS POUR MICROPHONES ET APPAREILLAGE

LE CARBONE
Société Anonyme au Capital de 2.800.000 fr.
37 à 41, rue de Paris, GENNEVILLIERS (Seine)



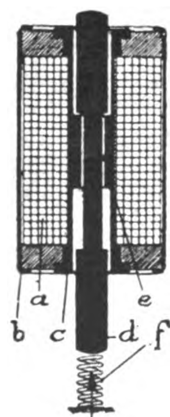
Téléphone : WAGRAM 11-98, 89-38, 89-39
Adresse Télégraphique : CARBOLAC-GENNEVILLIERS

de largeur chacune. L'article donne des renseignements sur la construction de ce barrage, le plus grand qui ait été exécuté en Autriche ; sur l'érection de l'usine hydroélectrique avec ses filtres à nettoyage mécanique, système Voith, et ses trois turbines Francis. Le bâti des stators repose en grande partie sur la maçonnerie, tandis que la partie tournée vers les fenêtres est portée par un solide bâti en fonte, ce qui évite de diviser le bâtiment de l'usine en deux étages séparés, et en même temps, le montage des génératrices sur colonnes. Les alternateurs fournissent le courant à 5 000 v, qui est élevé ensuite à 20000 et 100000 v, dans des postes de transformation extérieurs. La puissance totale est de 24000 kv-a. — C. P.

621.316.23 (43.6). — Les sous-stations de transformation des usines génératrices de Vienne ; J. Schlögl. *E. u. M.*, 25 septembre 1927, t. xlv, p. 792-797, 3 000 mots, 5 fig. — Aux usines génératrices de Simmering et d'Engerthstrass qui alimentaient le réseau de Vienne, à 5 000 v, est venue s'ajouter pendant la guerre, une usine thermique à Eberfeld, qui devait amener l'énergie au moyen de câbles à 35 000 v ; mais la construction défectueuse de ces câbles a obligé à réduire cette tension à 28 000 v. Dès lors a été établie la sous-station de Vienne-Nord, alimentée par du courant à 110000 v, qui, au moyen du réseau à 28000 v, envoie l'énergie aux sous-stations à 5000 v de l'ancien réseau. — Les deux sous-stations à 28000/5000 v sont du type Hallen, avec toutes les barres sur châssis en fer, et réunies en un local sans murs de séparation. Le plancher sous les sectionneurs est percé d'ouvertures renforçant l'éclairage des disjoncteurs qui se trouvent au rez-de-chaussée, et permettant d'apercevoir les sectionneurs quand on manœuvre les disjoncteurs, ces derniers sont du type cuirassé, ou du système à chambres d'explosion. — C. P.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313 + 621.315.7. — Les appareils de protection des moteurs électriques contre les échauffements et des fils accessibles contre les surtensions ; L. Schmitz. *E. T. Z.*, 21 et 28 juillet 1927, t. xlviii, p. 1052-1055 et 1090-1094, 9300 mots, 21 fig. — Sous ce titre, l'auteur traite deux questions indépendantes. — I. Après des considérations



621.313 + 621.315.7. — Fig. 1. Cartouche thermique pour protection contre les échauffements dangereux.

générales sur la valeur de l'échauffement des moteurs et sur les conséquences qui en résultent pour la charge admissible, il présente un appareil nouveau de protection, la « cartouche thermique ». Cet appareil se compose d'une bobine dont l'enroulement a (fig. 1) est traversé par le courant qu'il s'agit de limiter. Il possède un cylindre intérieur, dont le rebord e est en alliage fusible à 75°, et qui est traversé par un axe d, appuyé par un ressort. La section de l'enroulement et la surface de refroidissement de la bobine sont telles que la constante thermique de temps soit égale ou un peu inférieure à celle de l'appareil à protéger. Sous l'action d'une surintensité de courant de durée dangereuse, l'axe pénétrera dans l'alliage devenu pâteux et son mouvement commandera l'ouverture du circuit à protéger. L'appareil est réutilisable. Dans la discussion qui a suivi l'exposé, M. Schüler signale que, d'après les règles allemandes, un moteur doit encore pouvoir donner toute la puissance nominale à une température ambiante de 35°C. M. Cohn a fait des réserves sur la définition de la constante thermique de temps. D'après lui cette constante est fonction du courant. D'autre part, dans un système complexe comme un moteur, les divers organes ont des régimes d'échauffement très différents. MM. Bay et Lux signalent d'autres appareils analogues. — II. On protège habituellement les réseaux alternatifs contre des surtensions à l'aide de conducteurs neutres ou de mises à la terre d'un point neutre. En cas de défaut d'isolement d'un point du réseau, il est possible que les organes ainsi créés reçoivent par rapport à la terre des tensions dangereuses pour le personnel. M. Schmitz signale quelques systèmes de protection contre ce danger, et indique comment sa cartouche thermique peut également servir à ce but. MM. Schüler, Graf, Westermann et Bay lui ont posé quelques questions à ce sujet. — C.-R. M.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.331 2 (43.6). — Exploitation et entretien des usines génératrices et des lignes des Chemins de fer de l'Etat autrichien ; Hugo Leithlen. *E. T. Z.*, 25 août 1927, t. xlviii, p. 1213-1218, 5400 mots, 11 fig. — I. L'auteur indique d'abord l'avancement des travaux d'équipement de lignes et de construction d'usines génératrices et de sous-stations de transformation. Pour celles-ci, les transformateurs à 55000 v ont été placés à l'extérieur et non à l'intérieur comme dans les premières réalisées, et le refroidissement artificiel a été abandonné, ce qui simplifie la construction et l'entretien. Les caténaires ont été établis avec des potences articulées, assurant automatiquement la tension de la ligne de contact ; les portées ont été réduites à 60 m au maximum et l'on a adopté de nouveaux modèles d'isolateurs du genre motor, à double capot et qui résistent mieux à l'encrassement des fumées des locomotives à vapeur. Dans les gares, des portiques souples ont été prévus en de nombreux endroits. — II. L'auteur résume ensuite les conditions d'exploitation et d'entretien. La surveillance des lignes s'effectue par des équipes dont l'action s'étend sur des longueurs de 37 à 76 km. Les usines et les sous-stations disposent d'ateliers de réparation assez complets. La répartition de la charge entre les usines s'effectue par la différence des coefficients d'irrégularité des turbines qui sont de 1,5 pour 100 pour l'usine du Ruetz qui n'a pas de lac régulateur et de 4,5 pour 100 pour celle du lac de Spuller. La première est munie de régulateurs rapides Tirill et la seconde, de régulateurs lents. C'est donc la première qui doit fournir, lors des à-coups, non seulement l'énergie active, mais aussi l'énergie réactive. C'est pourquoi, au cours d'une année, on a enregistré 47 déclenchements des disjoncteurs dans la première et seulement 4 dans la seconde. Divers incidents survenus au cours de l'exploitation sont enfin relatés. — B. H.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.395.5. — Sur les progrès de la téléphonie à grande distance ; G. di Pirro. *L'Elettrotecnica*, 15-25 août et 5 septembre 1927, t. xiv, p. 525-547 et 593-605, 18600 mots, 72 fig. — Cette étude considérable donne un tableau d'ensemble de la situation actuelle de la question. La voix humaine, composée d'ondes acoustiques de périodes diverses, donne lieu, pendant toute transmission, à des phénomènes

d'amortissement et de distorsion. Celle-ci subsiste même dans les conversations verbales directes. Dans ce dernier cas, elle provient de ce que chaque oreille possède une courbe propre de sensibilité en fonction de la période. La cause principale de la distorsion et de l'amortissement se trouve pourtant dans la ligne de transmission, et c'est là que toutes les études ont porté pour en obtenir la disparition. A ce point de vue, la ligne possède des caractéristiques primaires qui lui sont propres, et qui sont indépendantes de la fréquence : résistance, perditance, capacitance, inductance. Elle en possède d'autres, dites secondaires, qui varient avec la fréquence : constantes d'amortissement et de longueur d'onde, et impédance caractéristique. On diminue l'amortissement et la distorsion en réduisant l'impédance caractéristique et la constante d'amortissement, et en les rendant autant que possible indépendantes de la longueur d'onde. Cela exige des conducteurs de faible résistance, de faible capacité, et possédant une certaine inductance optimum. Le professeur Pupin a matérialisé ces conclusions à l'aide des bobines de charge. Dans les câbles, on construit actuellement chaque ligne à l'aide d'éléments à double ligne ou à quatre conducteurs, assemblés en nombre variable pour constituer le câble. Ici, comme dans de nombreuses autres branches, les lampes à trois électrodes ont permis un progrès considérable, par la réalisation d'amplificateurs et de modulateurs, dont l'auteur décrit le principe et les diverses formes. Elles ont trouvé des applications nombreuses en téléphonie multiple à courant porteur, où elles ont entraîné l'emploi de lignes artificielles. Les filtres électriques ont eux-mêmes été rendus nécessaires par la téléphonie multiple. Dans les lignes aériennes, on a reconnu que l'emploi des amplificateurs est incompatible avec la pratique de la pupinisation. On est limité actuellement aux grandes distances par les effets d'induction mutuelle, par les échos, par les inégalités entre lignes réelles et lignes artificielles. Pour supprimer les échos, on dispose d'étouffeurs d'échos. Toutes les études et applications récentes ont montré que pour la téléphonie à grande distance les câbles souterrains, sont plus indiqués que les lignes aériennes. Le réseau le plus dense et le plus étendu en Europe est celui qui réunit l'Allemagne, le Danemark et la Hollande. L'Italie est actuellement dans une phase de réorganisation complète de ses téléphones. En particulier, elle procède à l'installation d'un câble longitudinal de Naples à Gênes, Venise et Palerme. Les câbles employés sont en général du type à éléments à quartes isolés au papier et à l'air. En Hollande, l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft a posé un câble dont les quartes sont formées de conducteurs non torsadés (câbles en étoile). L'auteur expose en détail certaines questions se rapportant au câble italien actuel Gênes, Turin, Milan, et à son prolongement vers le sud. Les câbles télégraphiques sous-marins ordinaires sont actuellement inaptes à la téléphonie. On a posé des câbles pupinisés seulement en eau peu profonde, sur de faibles distances, à travers la Manche et de la Floride à la Havane. — C.-R. M.

621.396.5 « 1926 ». — Progrès réalisés dans la réception radiophonique en 1926; A.-N., GOLDSMITH. *G. E. R.*, janvier 1927, t. XXX, p. 67-72, 4200 mots, 17 fig. — Les progrès ont été peu marqués en 1926; néanmoins il y a eu des progrès substantiels dans les appareils de réception mis à la disposition du public. La création des postes de plusieurs dizaines de kilowatts, de Schenectady, Pittsburgh et New-York, la multiplication récente de postes émetteurs de 5 kw, et des petits postes à basse fréquence ont introduit des problèmes de sélectivité dans la réception, et d'amplification, qui ont reçu des solutions variées. — C. P.

538.565 : 621.396.1|00.14. — Etalonnage des circuits oscillants; Y. DOUCET. *Q. S. T. français et Radioélectricité réunis*, octobre 1927, t. III, p. 44-47, 1 600 mots, 4 fig. — Il ne s'agit pas dans cet article de la comparaison d'un condensateur ou d'une inductance étalon aux condensateurs et inductances d'un circuit oscillant, mais tout simplement de la graduation en longueur d'onde d'un condensateur variable couplé à une inductance d'un nombre de spires donné, à l'aide de longueurs d'onde connues. On connaît les avantages qui résultent du tracé de la courbe d'étalonnage d'une inductance : identification facile des postes entendus et recherche énormément simplifiée des postes non encore reçus. Jusqu'ici, seul le possesseur d'un condensateur à variation linéaire de fréquence ou de longueur d'onde pouvait le faire avec toute la rigueur désirable ; la méthode indiquée par l'auteur permet d'arriver aux mêmes résultats à l'aide d'une simple table de logarithmes. — G. M.

621.396.24-615. — Sur les oscillations de Barkhausen. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 506, 800 mots. Résumé d'une communication de E. PIERRET faite à la séance du 25 mai 1927, section de Nancy, de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 17 juin 1927, n° 249, p. 98 S-99 S.

621.396.614. — Le rôle du circuit auxiliaire dans les multiplicateurs de fréquence avec bobines d'inductance à noyau de fer. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 517-518, 1 800 mots, 3 fig. Analyse d'un article de Gg. HILPERT et H. SEYDEL publié dans *E. T. Z.*, 14 avril 1927, t. XLVIII, p. 492-497, 750 mots, 9 fig.

621.396.615.3/4. — Une nouvelle lampe thermoionique. *R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. XXII, p. 470, 450 mots, 4 fig. Analyse d'un article de K. OKABE publié dans *J. I. E. E. of Japan*, février 1927, n° 463, p. 174-195, 15 fig.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.365.51. Fours électriques à arc tournant. *E. T. Z.*, 1er septembre 1927, t. XLVIII, p. 1 170-1 171, 1 900 mots, 7 fig., d'après un article de L.-T. Aranoff publié dans *The Foundry*, t. LIV, p. 980. — On sait qu'un des inconvénients des fours électriques ordinaires est dans les faibles tensions qu'il faut utiliser et qui entraînent un appareillage coûteux et de fortes variations de puissance suivant la résistance de l'arc. Pour les tensions un peu élevées, les modèles actuels de fours présentent de nombreux inconvénients. Il a été cependant possible d'atteindre une longueur d'arc de 150 mm. On a proposé de souffler l'arc par un champ magnétique entourant l'électrode verticale. Cette disposition peut encore être améliorée en faisant tourner l'arc sous l'influence d'un champ magnétique suivant le système qui a d'abord été employé en Russie par les professeurs Evreinoff et Telny et que l'article décrit brièvement. On obtient ainsi une meilleure répartition de la chaleur et il est possible d'utiliser des tensions assez élevées. Un four de ce modèle établi en 1923 a permis plus de 4 000 coulées jusqu'à maintenant. Il traite de 90 à 110 kg de métal. Deux autres viennent d'être construits; l'un basique pour 160 à 200 kg, l'autre acide pour 200 à 300 kg. Ils sont alimentés sous des tensions pouvant atteindre 300 v et variant suivant l'état du métal. La longueur de l'arc est, le plus souvent, de 150 à 200 mm, mais peut atteindre 500 à 600 mm. Les pertes de fusion ne sont que de 0,5 à 0,8 pour 100 et la consommations en électrodes varie de 0,3 à 0,5 pour 100 avec des électrodes américaines et de 0,75 à 1,25 pour 100 avec des électrodes allemandes. La bobine inductrice est en tube de cuivre refroidi par l'eau. Pour le courant continu, elle est montée en série ou en parallèle avec l'arc. Pour le courant triphasé, il faut veiller à ce que le courant de l'arc et de la bobine soient en phase. — B. H.

621.365.52 : 621.737. — Le four électrique à recuire, construction Brown-Boveri. *R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. XXII, p. 469-470, 700 mots. Analyse d'un article publié dans *Revue BBC*, juin 1927, t. XIV, p. 143-154, 7 000 mots, 17 fig.

PARIS. — SOC. G^{le} D'IMP. ET D'EDIT., 17, RUE CASSETTE.
Le Gérant : J. BLONDIN.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.12:531.3. — La dynamique de l'électron ; J.-B. POMEY. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 575-576, 1 500 mots. — Au cours d'un article publié antérieurement (*R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 183-186), l'auteur, M. J.-B. Pomey, a étudié la forme prise par un conducteur flexible et inextensible parcouru par un courant constant de faible intensité dans le champ magnétique créé par un courant rectiligne indéfini. Il examine, dans le présent article, le problème de la détermination de la trajectoire d'un électron libre soumis au même champ magnétique, problème qui, malgré son analogie avec le premier, en demeure néanmoins distinct.

537.212: 539.1. — Théorie du champ moléculaire. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 503-504, 1 100 mots. Note de Raoul FERRIER présentée à la séance du 5 septembre 1927 et publiée dans *C. R. Ac. des Sc.*, 5 septembre 1927, t. CLXXXV, p. 533-535.

537.228.2 4. — Etude expérimentale des déformations et des changements des propriétés optiques du quartz sous l'influence du champ électrique. *R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. XXII, p. 464, 750 mots. Résumé d'une communication de NY TSI-ZE présentée à la séance du 1er juillet 1927 de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 1er juillet 1927, n° 250, p. 105 S-106 S.

537.31 : 536.48. — La conductivité électrique aux basses températures ; J.-C. MC LENNAN et G.-D. NIVEN. *Phil. Mag.*, août 1927, t. IV (7e série), p. 386-404, 6 000 mots, 5 fig., 3 tabl. — On sait depuis longtemps que la résistance électrique de nombreux métaux purs est, dans les conditions usuelles, à peu près proportionnelle à la température absolue. Aux basses températures, l'expérience montre que cette loi n'est plus exacte. Dans le cas de quelques métaux, la résistance s'évanouit brusquement avant que le zéro absolu ne soit atteint : on dit alors qu'il y a conductivité infinie. Pour d'autres métaux, la résistance tend au contraire vers une valeur constante. On n'a pas proposé jusqu'à présent de théorie satisfaisante pour rendre compte de ces phénomènes, et en fait, les données que l'on possède sur la conductivité aux basses températures sont si peu nombreuses qu'une telle théorie serait pour le moment d'un caractère plutôt spéculatif. Jusqu'à présent, les chercheurs ont dirigé leurs efforts avec l'idée, les uns de prouver que tous les métaux doivent être « supraconducteurs » à très basse température, les autres de prouver l'inverse. Les travaux d'Onnes et de ses collaborateurs à Leyde et de Meissner à Charlottenburg indiquent que la supraconductivité est le fait de cinq métaux seulement, qui sont : le mercure, le plomb, l'étain, le thallium et l'indium. Pour pouvoir construire une théorie de la conductivité, il est nécessaire de connaître la forme des courbes de la résistance et de la température aux basses températures. C'est le but de ce travail pour quelques métaux. Les résistances des métaux étudiés ont été mesurées successivement à la température ordinaire, dans l'air liquide, dans l'hydrogène liquide et dans l'hélium liquide. Des températures plus basses encore ont été obtenues au moyen de l'hélium bouillant sous pression réduite. L'appareil de mesure des résistances était un modèle de pont de Wheatstone modifié par Mueller. On a étudié ainsi tout d'abord le plomb, le cadmium et l'indium, et les résultats obtenus avec ces métaux confirment ceux antérieurement publiés par d'autres expérimentateurs. On a tracé également les courbes relatives au béryllium, au chrome, au rubidium et au thorium. On a constaté que le coefficient de variation de résistivité avec la température était petit, aux très basses températures, pour tous les métaux purs, à l'exception de ceux qui sont supraconducteurs; que d'ailleurs, même dans ce dernier cas, ce coefficient diminue rapidement juste avant la brusque disparition de la résistance. Les résultats obtenus avec le chrome montrent que ce métal est assez médiocre conducteur. L'effet du vieillissement du chrome électrolytique est de réduire sa résistivité à la température ordinaire de 44 à 17 microhms; la très grande résistivité du chrome électrolytique est due à la présence de gaz occlus, et l'enlèvement de ceux-ci a pour effet d'abaisser la courbe de la résistance et de la température vers l'axe des températures sans modifier sensiblement sa forme. La résistance du rubidium a été mesurée à 2,63 degrés K, sans indication apparente de supraconductivité. Enfin, celle de l'alliage sodium-potassium a la même allure que celle des métaux purs qui le composent. — L. B.

537.322. — Sur l'effet Volta. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 590, 500 mots. Résumé d'une communication de Emmanuel DUBOIS faite à la séance du 1er juillet 1927 de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 1er juillet 1927, n° 250, p. 104 S-105 S.

537.52. — Recherches sur la décharge électrique et les radiations émises par les gaz et les solides bombardés par des électrons lents. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII,

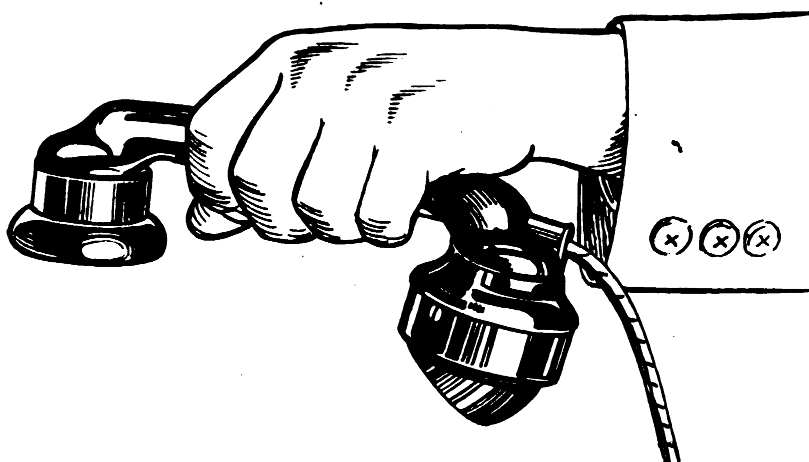
Abréviations employées pour quelques périodiques : *Annales des P. T. T.*, *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, Paris. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M. Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *J. I. E. E. of Japan*. *The Journal of the Institute of electrical Engineers of Japan*, Tokyo. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : *France*, 1,50 fr; *Etranger*, 3,50 fr.)

Nos postes téléphoniques

type P.T.T 1924

ont un combiné léger



très maniable, l'audition est puissante et il permet les communications à grande distance

"Le Matériel Téléphonique"

Société Anonyme au Capital de 110.000.000 de francs

46 AVENUE DE BRETEUIL PARIS. (VII[e])



p. 589-590, 1 600 mots. Analyse d'un article de A. DAUVILLIER publié dans *Le Journal de Physique et le Radium*, décembre 1926, t. VII (6e série), p. 369-389, 13 000 mots, 13 fig.

537.525.8 : 546.17. — **Propriétés électriques et nature de l'azote actif**; P.-A. CONSTANTINIDES *Phys. Rev.*, août 1927, t. XXX, p. 95-108, 5 000 mots, 5 fig. — Lewis décrivit en 1900 un phénomène de phosphorescence produit dans l'azote par le passage de la décharge condensée. C'est à Strutt cependant que nous devons l'étude la plus systématique des propriétés physiques et chimiques de ce qu'il a appelé « la modification active de l'azote », ou simplement « azote actif », produit par passage de la décharge condensée dans l'azote. Ce gaz, quelle que soit la méthode de production, émet, dans des conditions appropriées, une phosphorescence dont l'intensité et la durée sont régies par des facteurs qui ont été l'objet de nombreuses controverses. Une question fort importante était celle du degré de pureté de l'azote nécessaire à la production de la phosphorence. On pensa d'abord que la phosphorescence pouvait apparaître aussi bien dans l'azote très pur que dans l'azote contenant une certaine proportion d'impuretés. Cependant, Compte, Tiede, Domcke et Pirani ont montré ensuite qu'il est impossible de produire la lueur dans l'azote très pur. La remarquable conductivité de l'azote actif est aussi intéressante à étudier. Strutt, dans une série de travaux, décrit un certain nombre d'expériences conduites en connexion avec la détermination de la conductivité électrique de l'azote phosphorescent. Il n'arrive pas, cependant, à une conclusion certaine touchant la cause de l'ionisation ou la nature de la conductivité. C'est pourquoi l'auteur a repris la question, d'autant que la détermination du mécanisme de l'ionisation de l'azote actif est à même d'aider à mieux comprendre ses propriétés physiques et chimiques, encore si énigmatiques. — Le dispositif employé se ramène au principe suivant : l'azote actif lumineux provenant d'un tube à décharge sans électrode passe à travers deux jeux d'électrodes cylindriques coaxiales. On a trouvé que le courant qui passe entre les électrodes du deuxième jeu restait constant lorsque la différence de potentiel entre les électrodes du premier jeu variait entre 0 et 250 v. Ceci indique que la conductivité n'est pas due à des ions extraits de la chambre à décharge. En faisant varier le rapport des aires du deuxième jeu d'électrodes, on a pu établir que les courants de saturation étaient proportionnels à l'aire de l'électrode négative. On conclut que le courant qui passe entre électrodes plongées dans l'azote actif est dû à des électrons émis par les surfaces des électrodes, soit photoélectriquement, ou par action directe de l'azote actif sur le métal. La forme des courbes du courant en fonction du potentiel indique que les électrons sont émis avec des vitesses relativement élevées. L'hélium n'affecte pas la phosphorescence jusqu'à des pressions égales à dix fois celle de l'azote. Les autres gaz que l'on a essayé d'ajouter à l'azote (néon, hydrogène, oxygène) abrègent la durée de la phosphorescence dans l'ordre où ils sont nommés. On a trouvé enfin que l'azote actif n'ionise pas l'hydrogène ou la vapeur de mercure. On a obtenu au contraire des indications de l'ionisation de la vapeur d'iode. Ceci suggère que la molécule de l'azote actif est N^2, dans un état métastable, dont l'énergie est comprise entre celles qui correspondent à la chute de potentiel d'un électron égal à 9,4 et à 10,4 v. — L. B.

537.525. — **Les pressions dans les tubes à décharge**; W.-H. CREW et E.-O. HULBURT. *Phys. Rev.*, août 1927, t. XXX, p. 124-137, 5 500 mots, 9 fig. — Ce mémoire est consacré à la mesure de l'accroissement de pression du gaz dans un tube à vide, du fait du passage de la décharge, pour des pressions initiales correspondant à celles d'une colonne de mercure de hauteurs comprises entre 0,1 et 20 mm. Les gaz étudiés étaient l'hélium, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, l'air, l'oxyde de carbone et l'anhydride carbonique. L'accroissement de pression que l'on observe paraît se rattacher à deux causes principales qui sont l'élévation de température du gaz, et la dissociation du gaz en atomes ou en molécules. On a employé successivement dans ces mesures deux tubes à décharge, l'un de 300 cm de longueur et 9 mm de diamètre intérieur, l'autre de 80 cm × 34 mm. Les pressions inférieures à celle d'une colonne de mercure de 1 mm étaient mesurées au moyen d'un tube à strates, connecté au tube principal et étalonné en conséquence. Les pressions correspondant à celle d'une colonne de mercure de 2 à 20 mm étaient mesurées au moyen d'un manomètre à huile. Avec l'hélium, l'accroissement de température à partir de 300 degrés K s'est montré égal à 11° et à 22°C avec une consommation de puissance de 500 et 1 000 w respectivement dans le long tube, et à 14°C avec 500 w dans le tube court. Avec l'hydrogène humide, les accroissements de pression, corrigés de l'élévation de température, ont donné pour le titre τ en atomes d'hydrogène des valeurs qui croissent rapidement avec la puissance jusqu'à environ 400 w pour le tube long et des pressions inférieures à celle d'une colonne de mercure de 1 mm, pour devenir ensuite à peu près constantes; les valeurs du titre τ pour 150 w étaient de 0,5 à 0,7, et voisines de 1 pour les puissances voisines de 400 w. Pour le tube court et large, τ n'était pas aussi grand que pour le tube long, parce que la puissance par unité de section y était moindre. Enfin, avec l'hydrogène sec, τ est plus faible qu'avec l'hydrogène humide. Dans l'ensemble, les titres atomiques mesurés par cette méthode offrent des valeurs concordantes avec le résultat des observations spectroscopiques. Pour l'oxygène, τ s'élève à des valeurs pouvant atteindre 0,6 aux pressions inférieures à celle d'une colonne de mercure de 0,25 mm. Au contraire, pour l'azote, l'anhydride carbonique et l'oxyde de carbone, τ est voisin de zéro. Ces conclusions sont basées sur l'hypothèse qu'il ne se formait, au cours de ces expériences, que peu de molécules complexes, comme H^3, N^3, O^3, etc. Les résultats avec décharge condensée étaient à peu près les mêmes qu'avec décharge non condensée. Les mesures aux pressions relativement élevées, correspondant à celle d'une colonne de mercure de hauteurs comprises entre 2 et 20 mm, ont indiqué des températures de décharge pouvant atteindre 300°C, mais elles n'ont pu servir pour la détermination de τ à cause de l'incertitude des corrections de température. — L. B.

537.542. — **Mouvements des strates dans les tubes à décharge**; L.-H. DAWSON. *Phys. Rev.*, août 1927, t. XXX, p. 119-123, 1 200 mots, 4 fig. — Dans les expériences sur le passage de l'électricité à travers les gaz sous pression réduite, il ne semble pas que l'on ait jusqu'à présent fait grande attention au déplacement continuel de la colonne positive stratifiée vers l'anode lorsqu'on diminue la pression dans le tube. L'auteur a étudié ce phénomène dans divers gaz (hélium, hydrogène, azote, oxygène, anhydride carbonique, oxyde de carbone et air). Au moyen des courbes obtenues, on peut employer commodément un tube à décharge pour suivre les variations rapides de la pression, comprise dans des limites correspondant aux pressions d'une colonne de mercure de 0,05 et 0,8 mm. On a mesuré en même temps la longueur de l'espace obscur de Crookes sous différentes pressions. L'accroissement de longueur est d'environ 1 cm pour une diminution de pression égale à celle d'une colonne de mercure de 0,1 mm dans l'hydrogène et l'hélium, et la moitié pour les autres gaz. — L. B.

537.79 : 537.12 3. — **Travaux récents avec le spectrographe de masse**. *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 532, 400 mots. Résumé d'un rapport de F.-W. ASTON présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

537.562 — 538.56 : 535.2. — **Sur les propriétés diélectriques des gaz ionisés et la propagation des ondes électromagnétiques dans la haute atmosphère**. *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 542, 600 mots. Analyse d'un article de H. GUTTON et J. CLÉMENT publié dans *L'Onde électrique*, avril 1927, t. VI, p. 137-151, 6 800 mots, 6 fig.

533.1 : 538.214. — **Sur la susceptibilité magnétique des gaz**. *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 532, 350 mots.

t. XLVIII, p. 1278-1281 et 1312-1317, 9700 mots, 17 fig. — L'article résume une communication de F. Kesserling et sa discussion à la réunion de l'Elektrotechnischer Verein du 14 décembre 1926. L'auteur étudie les points suivants. Le processus de disjonction comporte la formation d'une bulle de gaz de forme sphérique. L'énergie libérée par la coupure peut être évaluée par la formule $A = kVIt_a$, où k est un coefficient variant de 0,03 à 0,07, V, la valeur efficace de la tension après l'ouverture, I, la valeur efficace du courant de court-circuit et t_a, le temps pendant lequel l'arc reste allumé. Cette énergie est décomposée en plusieurs parties qui servent à échauffer et à volatiliser les contacts, à remuer l'huile, à déformer le bac, à volatiliser l'huile et à l'ioniser. Chacune d'elles est étudiée en détail. L'auteur indique que des mesures effectuées sur un disjoncteur d'essai ont montré que les dernières volatilisation et ionisation étaient les plus importantes et correspondaient environ aux 90 centièmes de l'énergie totale. Les essais ont été réalisés avec un disjoncteur avec bac de verre, cuve d'expansion et chambre d'extinction, et dont on pouvait faire varier dans de grandes limites la vitesse de coupure. Un cinématographe enregistrait le processus de la disjonction. On a constaté que le disjoncteur avec une petite chambre d'extinction et six coupures fonctionnait mieux qu'avec une grande chambre d'extinction ou avec contact normal sans chambre d'extinction. La contrainte subie par le disjoncteur varie beaucoup avec le déphasage du courant, pour être relativement grande avec les faibles facteurs de puissance. Le volume des gaz mesuré à froid reste presque indépendant de la forme des contacts, du nombre de coupures et de la présence de la chambre d'extinction ; il est sensiblement proportionnel à l'énergie de disjonction (60 cm³ par kilowatt-heure). Il paraît inutile de dépasser la vitesse de 1,5 m : s pour les traverses. Des vitesses supérieures ne font que fatiguer l'appareil. A la suite de la communication, les différents points du sujet sont discutés. — B. H.

621.311.73.00.41. — **Durée de déclenchement des disjoncteurs extra-rapides à courant continu** ; Hans Besold. *E.T.Z.*, 1er septembre 1927, t. XLVIII, p. 1261-1263, 1800 mots, 4 fig. — Ces appareils ont, au cours des dernières années, pris une certaine extension pour la protection des machines électriques et des redresseurs, surtout dans les installations de traction électrique. La notion de durée de rupture a été différemment interprétée, comme étant comprise tantôt entre le début du court-circuit et le début de l'ouverture des pièces de contact, tantôt entre le début du court-circuit et l'instant où il atteint sa valeur maximum. Les prescriptions allemandes indiquent la première interprétation, tandis qu'en France et aux Etats-Unis on admet généralement la deuxième. L'auteur établit la distinction suivante dans les différentes phases de la rupture, le temps de déclenchement, le retard à l'ouverture et la durée d'extinction de l'arc. Il indique la notion de temps de danger qui correspond à la durée de la surintensité de courant dangereuse pour l'installation à protéger. Par des relevés oscillographiques du fonctionnement d'un disjoncteur, il montre comment ces temps varient suivant la valeur du courant de court-circuit. — B. H.

621.315.7. — **Sur les montages différentiels des transformateurs de courant** ; V. Genkin. *R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. XXII, p. 465-469, 4000 mots, 4 fig. — Cette étude contient une analyse des caractéristiques de fonctionnement des dispositifs de protection différentiels de plusieurs lignes en parallèle. En comparant les deux montages en usage dans ces dispositifs et dont l'un est connu sous le nom de montage en série ou en polygone et l'autre, sous celui de montage en quantité, l'auteur aboutit à la conclusion qu'ils fournissent la même valeur de courant dans les relais convenablement connectés.

USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.31 (41.5). — **Electrification de l'Irlande** ; H. Wallem. *E. T. Z.*, 1er septembre 1927, t. XLVIII, p. 1255-1261, 3700 mots, 13 fig. Cet article fait suite à ceux précédemment parus sous le même titre dans *E. T. Z.*, 14 et 21 juillet 1927, et résumés dans *R. G. E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 151 D. — *Réseau à haute tension.* Pour les lignes à 110 kv, les six conducteurs en cuivre de 95 mm² de section sont portés par des pylônes métalliques pesant 2,5 t environ, d'une hauteur de 20,7 m au-dessus du sol et permettant un effort de 1 200 kg au sommet. Les chaînes d'isolateurs ont 8 éléments dans les points spéciaux et 7 en alignement droit. Les pylônes fabriqués en Allemagne ont été livrés en deux tronçons que l'on a assemblés sur place. Le réseau de distribution à 38 kv a une longueur de 1 900 km. Il a été calculé en supposant une charge maximum de 55 w par habitant. On a adopté pour les conducteurs de cuivre les sections de 50 mm² sur les lignes principales et de 35 mm² sur les lignes secondaires. Les isolateurs sont les mêmes que pour les lignes à 110 kv, mais deux éléments ont été jugés suffisants en alignement droit et trois pour les points spéciaux. — *Postes de transformation à 38/10 kilovolts.* Dans toutes les villes et aux points importants, la tension est abaissée de 38 kv à 10 kv dans des postes très réduits où les disjoncteurs sont protégés par un petit bâtiment de 9,5 m × 6 m et de 4 m de hauteur. L'arrêt des lignes s'effectue sur des pylônes spéciaux. En principe, les deux lignes de 38 kv en parallèle pénètrent dans le poste pour desservir les barres sur lesquelles sont couplés les deux transformateurs de 500 kv-a. Pour simplifier le tracé des barres et éviter les croisements, on n'a pas hésité à faire usage de câble isolé à 10 kv. La télécommunication entre les usines génératrices, les postes à 110 kv et les plus importants des postes à 38 kv est assurée par la téléphonie à ondes guidées. Le couplage entre les appareils de téléphonie et les lignes à 110 kv est assuré par des condensateurs. — *Postes de transformation à 10 000/380 volts.* Ils sont soit dans des pylônes, soit sur des pylônes et leur réalisation n'offre rien de particulier. L'article se termine par des statistiques relatives à l'exploitation. — B. H.

621.316-34-39 : 63 (489). — **L'électrification rurale au Danemark** ; V. Faaborg-Andersen. *El. Rev.*, 19 août 1927, t. CI, p. 291-294, 2 00 mots, 7 fig. L'emploi de l'électricité dans l'agriculture danoise remonte à 1900 environ. Il existe actuellement un réseau très serré sur tout le pays. On a diminué considérablement les frais d'installation en employant les moteurs transportables. C.-R. M.

621.311.21 (43.6). — **L'utilisation des chutes d'eau et la distribution de l'électricité dans le Vorarlberg** : A. Fürst. *E. u. M.*, 25 septembre 1927, t. XLV, p. 774-780, 3000 mots, 10 fig. — L'utilisation des chutes d'eau du Vorarlberg comporte, pour cette année, l'érection de deux nouvelles usines génératrices, celle de Vermunt, près de Parthennen, et celle du Lünersee, près de Bludenz, la première à réservoir artificiel, la seconde à réservoir naturel. Le réservoir de Vermunt aura une contenance de 4 millions de mètres cubes ; la conduite forcée a 1 500 m, la chute est de 714 m. Les 130 millions de kilowatts-heures que fournira l'usine seront développés par quatre unités de 19000 kw chacune. L'usine du Lünersee aura à peu près la même puissance, grâce à l'appoint d'une usine de pompage, qui refoulera les eaux du district du Rellsbach au niveau du réservoir à une hauteur de 480 m. L'énergie sera principalement destinée à l'Allemagne du Sud, où elle sera amenée par les vallées de l'Ill et du Rhin, à 110 ou 220 kv, et où la puissance installée atteindra 1650 w par habitant et la production annuelle, par usines hydroélectriques, 2000 kw-h par tête. — C. P.

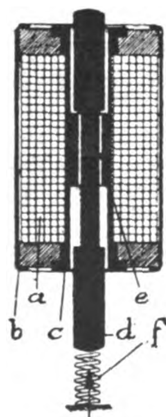
621.311.21 (43.6). — **La construction de l'usine génératrice de la Mur, de la « Steweag », à Pernegg** ; J. Ornig. *E. u. M.*, 25 septembre 1927, t. XLV, p. 783-792, 4000 mots, 10 fig. — La « Steweag » (Steirische Wasserkraft und Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft) a créé sur la Mur, au sud du pont de la voie ferrée de Bruck, un barrage créant une retenue de 11 m de hauteur de chute, et formé de trois travées de 15 m

de largeur chacune. L'article donne des renseignements sur la construction de ce barrage, le plus grand qui ait été exécuté en Autriche ; sur l'érection de l'usine hydroélectrique avec ses filtres à nettoyage mécanique, système Voith, et ses trois turbines Francis. Le bâti des stators repose en grande partie sur la maçonnerie, tandis que la partie tournée vers les fenêtres est portée par un solide bâti en fonte, ce qui évite de diviser le bâtiment de l'usine en deux étages séparés, et en même temps, le montage des génératrices sur colonnes. Les alternateurs fournissent le courant à 5 000 v, qui est élevé ensuite à 20000 et 100000 v, dans des postes de transformation extérieurs. La puissance totale est de 2 / 0 0 0 kv-a. — C. P.

621.316.23 (43.6). — **Les sous-stations de transformation des usines génératrices de Vienne** ; J. Schlögl. *E. u. M.*, 25 septembre 1927, t. XLV, p. 792-797, 3 000 mots, 5 fig. — Aux usines génératrices de Simmering et d'Engerthstrass qui alimentaient le réseau de Vienne, à 5 000 v, est venue s'ajouter pendant la guerre, une usine thermique à Eberfeld, qui devait amener l'énergie au moyen de câbles à 35 000 v ; mais la construction défectueuse de ces câbles a obligé à réduire cette tension à 28 000 v. Dès lors a été établie la sous-station de Vienne-Nord, alimentée par du courant à 110 000 v, qui, au moyen du réseau à 28 000 v, envoie l'énergie aux sous-stations à 5 000 v de l'ancien réseau. — Les deux sous-stations à 28 000/5 000 v sont du type Hallen, avec toutes les barres sur châssis en fer, et réunies en un local sans murs de séparation. Le plancher sous les sectionneurs est percé d'ouvertures renforçant l'éclairage des disjoncteurs qui se trouvent au rez-de-chaussée, et permettant d'apercevoir les sectionneurs quand on manœuvre les disjoncteurs, ces derniers sont du type cuirassé, ou du système à chambres d'explosion. — C. P.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313 + 621.315.7. — **Les appareils de protection des moteurs électriques contre les échauffements et des fils accessibles contre les surtensions** ; L. Schmitz. *E. T. Z.*, 21 et 28 juillet 1927, t. XLVIII, p. 1052-1055 et 1090-1094, 9300 mots, 21 fig. — Sous ce titre, l'auteur traite deux questions indépendantes. — I. Après des considérations



621.313 + 621.315.7. — Fig. 1. Cartouche thermique pour protection contre les échauffements dangereux.

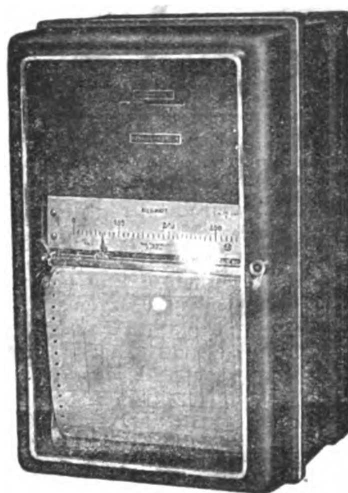
générales sur la valeur de l'échauffement des moteurs et sur les conséquences qui en résultent pour la charge admissible, il présente un appareil nouveau de protection, la « cartouche thermique ». Cet appareil se compose d'une bobine dont l'enroulement a (fig. 1) est traversé par le courant qu'il s'agit de limiter. Il possède un cylindre intérieur, dont le rebord e est en alliage fusible à 75°, et qui est traversé par un axe d, appuyé par un ressort. La section de l'enroulement et la surface de refroidissement de la bobine sont telles que la constante thermique de temps soit égale ou un peu inférieure à celle de l'appareil à protéger. Sous l'action d'une surintensité de courant de durée dangereuse, l'axe pénétrera dans l'alliage devenu pâteux et son mouvement commandera l'ouverture du circuit à protéger. L'appareil est réutilisable. Dans la discussion qui a suivi l'exposé, M. Schüler signale que, d'après les règles allemandes, un moteur doit encore pouvoir donner toute la puissance nominale à une température ambiante de 35°C. M. Cohn a fait des réserves sur la définition de la constante thermique de temps. D'après lui cette constante est fonction du courant. D'autre part, dans un système complexe comme un moteur, les divers organes ont des régimes d'échauffement très différents. MM. Bay et Lux signalent d'autres appareils analogues. — II. On protège habituellement les réseaux alternatifs contre des surtensions à l'aide de conducteurs neutres ou de mises à la terre d'un point neutre. En cas de défaut d'isolement d'un point du réseau, il est possible que les organes ainsi créés reçoivent par rapport à la terre des tensions dangereuses pour le personnel. M. Schmitz signale quelques systèmes de protection contre ce danger, et indique comment sa cartouche thermique peut également servir à ce but. MM. Schüler, Graf, Westermann et Bay lui ont posé quelques questions à ce sujet. — C.-R. M.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.331 2 (43.6). — **Exploitation et entretien des usines génératrices et des lignes des Chemins de fer de l'Etat autrichien** ; Hugo Leithlen. *E. T. Z.*, 25 août 1927, t. XLVIII, p. 1213-1218, 5400 mots, 11 fig. — I. L'auteur indique d'abord l'avancement des travaux d'équipement de lignes et de construction d'usines génératrices et de sous-stations de transformation. Pour celles-ci, les transformateurs à 55000 v ont été placés à l'extérieur et non à l'intérieur comme dans les premières réalisées, et le refroidissement artificiel a été abandonné, ce qui simplifie la construction et l'entretien. Les caténaires ont été établis avec des potences articulées, assurant automatiquement la tension de la ligne de contact; les portées ont été réduites à 60 m au maximum et l'on a adopté de nouveaux modèles d'isolateurs du genre motor, à double capot et qui résistent mieux à l'encrassement des fumées des locomotives à vapeur. Dans les gares, des portiques souples ont été prévus en de nombreux endroits. — II. L'auteur résume ensuite les conditions d'exploitation et d'entretien. La surveillance des lignes s'effectue par des équipes dont l'action s'étend sur des longueurs de 37 à 76 km. Les usines et les sous-stations disposent d'ateliers de réparation assez complets. La répartition de la charge entre les usines s'effectue par la différence des coefficients d'irrégularité des turbines qui sont de 1,5 pour 100 pour l'usine du Ruetz qui n'a pas de lac régulateur et de 4,5 pour 100 pour celle du lac de Spuller. La première est munie de régulateurs rapides Tirill et la seconde, de régulateurs lents. C'est donc la première qui doit fournir, lors des à-coups, non seulement l'énergie active, mais aussi l'énergie réactive. C'est pourquoi, au cours d'une année, on a enregistré 47 déclenchements des disjoncteurs dans la première et seulement 4 dans la seconde. Divers incidents survenus au cours de l'exploitation sont enfin relatés. — B. H.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.395.5. — **Sur les progrès de la téléphonie à grande distance** ; G. di Pirro. *L'Elettrotecnica*, 15-25 août et 5 septembre 1927, t. XIV, p. 525-547 et 593-605, 18600 mots, 72 fig. — Cette étude considérable donne un tableau d'ensemble de la situation actuelle de la question. La voix humaine, composée d'ondes acoustiques de périodes diverses, donne lieu, pendant toute transmission, à des phénomènes

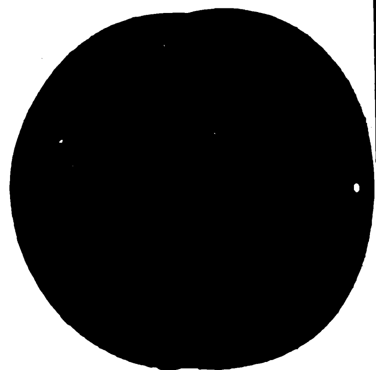


TRUB, TAUBER & CIE

ZURICH — PARIS

8, rue Ampère — 36, B^d de la Bastille

Téléph. : Diderot 14-90 — *Télégr.* : Dtr
Registre du Commerce : Seine n° 20 634



FABRIQUE d'INSTRUMENTS de MESURES

électromagnétiques, caloriques,
à cadre mobile, dynamométriques,
Ferraris et Statiques

INSTRUMENTS DE LABORATOIRE

***TRANSFORMATEURS de MESURES** jusqu'à 120 000 volts*

Enregistreur : diagramme utile 150 mm coordonnées rectilignes | **Réparations Appareils toutes Marques**

Siège social et Usine
à TRÉVOUX (Ain)
Registre du Commerce
Trévoux (Ain) N° 2 896

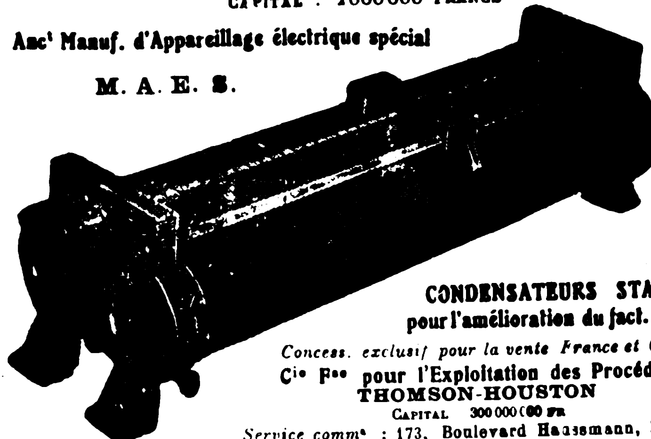
SOCIÉTÉ ANONYME DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX

CAPITAL : 2 000 000 FRANCS

Anc^t Manuf. d'Appareillage électrique spécial

M. A. E. S.

Téléph. : 52
—
Adr. télég. :
CONDENSATEURS-TRÉVOUX
TRÉCONDENS-PARIS



CONDENSATEURS

TÉLÉPHONIQUES
ET TOUS USAGES
SPÉCIALITÉ de CONDENSATEURS
MICA T. S. F.
Licence exclusive
"DUBILIER"

Bureaux à Paris :
52, rue de Dunkerque (X^e)
Téléph. : Trudaine 68-61

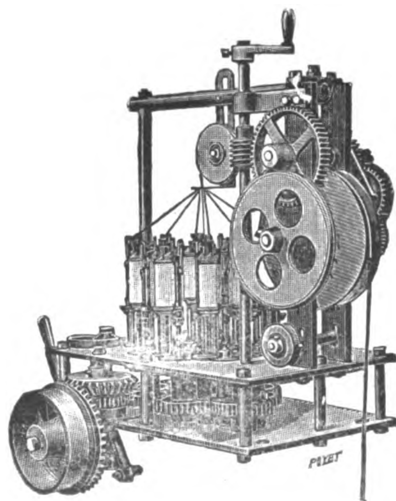
RHÉOSTATS à CURSEURS

toutes intensités,
toutes résistances,
tous genres
de commandes.

CONDENSATEURS STATIQUES
pour l'amélioration du fact. de puiss.

Concess. exclusif pour la vente France et Colonies :
Cie F^se pour l'Exploitation des Procédés
THOMSON-HOUSTON
Capital 300 000 000 fr
Service comm^l : 173, Boulevard Haussmann, Paris (8e)

Agences en
BELGIQUE
ITALIE
TCHECO-SLOVAQUIE, etc.
Concessionnaires à
LONDRES
NEW-HAVEN (Conn.)



TRESSEUSES

L. DEBRON

CONSTRUCTEUR

91, rue du Centre

LA GARENNE-COLOMBES

(Seine)

Registre du Commerce
Seine N° 9 743

Téléphone : La Garenne 57

RECHANGES

ACCESSOIRES

FUSEAUX — BOBINES — POMPES
SUPPORTS de BOBINES
CLIQUETS en acier estampé
PORCELAINES — CASSE-FILS
PIGNONS DENTÉS pour tirage
TAMBOURS, etc.

d'amortissement et de distorsion. Celle-ci subsiste même dans les conversations verbales directes. Dans ce dernier cas, elle provient de ce que chaque oreille possède une courbe propre de sensibilité en fonction de la période. La cause principale de la distorsion et de l'amortissement se trouve pourtant dans la ligne de transmission, et c'est là que toutes les études ont porté pour en obtenir la disparition. A ce point de vue, la ligne possède des caractéristiques primaires qui lui sont propres, et qui sont indépendantes de la fréquence : résistance, perditance, capacitance, inductance. Elle en possède d'autres, dites secondaires, qui varient avec la fréquence : constantes d'amortissement et de longueur d'onde, et impédance caractéristique. On diminue l'amortissement et la distorsion en réduisant l'impédance caractéristique et la constante d'amortissement, et en les rendant autant que possible indépendantes de la longueur d'onde. Cela exige des conducteurs de faible résistance, de faible capacité, et possédant une certaine inductance optimum. Le professeur Pupin a matérialisé ces conclusions à l'aide des bobines de charge. Dans les câbles, on construit actuellement chaque ligne à l'aide d'éléments à double ligne ou à quatre conducteurs, assemblés en nombre variable pour constituer le câble. Ici, comme dans de nombreuses autres branches, les lampes à trois électrodes ont permis un progrès considérable, par la réalisation d'amplificateurs et de modulateurs, dont l'auteur décrit le principe et les diverses formes. Elles ont trouvé des applications nombreuses en téléphonie multiple à courant porteur, où elles ont entraîné l'emploi de lignes artificielles. Les filtres électriques ont eux-mêmes été rendus nécessaires par la téléphonie multiple. Dans les lignes aériennes, on a reconnu que l'emploi des amplificateurs est incompatible avec la pratique de la pupinisation. On est limité actuellement aux grandes distances par les effets d'induction mutuelle, par les échos, par les inégalités entre lignes réelles et lignes artificielles. Pour supprimer les échos, on dispose d'étouffeurs d'échos. Toutes les études et applications récentes ont montré que pour la téléphonie à grande distance les câbles souterrains, sont plus indiqués que les lignes aériennes. Le réseau le plus dense et le plus étendu en Europe est celui qui réunit l'Allemagne, le Danemark et la Hollande. L'Italie est actuellement dans une phase de réorganisation complète de ses téléphones. En particulier, elle procède à l'installation d'un câble longitudinal de Naples à Gênes, Venise et Palerme. Les câbles employés sont en général du type à éléments à quartes isolés au papier et à l'air. En Hollande, l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft a posé un câble dont les quartes sont formées de conducteurs non torsadés (câbles en étoile). L'auteur expose en détail certaines questions se rapportant au câble italien actuel Gênes, Turin, Milan, et à son prolongement vers le sud. Les câbles télégraphiques sous-marins ordinaires sont actuellement inaptes à la téléphonie. On a posé des câbles pupinisés seulement en eau peu profonde, sur de faibles distances, à travers la Manche et de la Floride à la Havane. — C.-R. M.

621.396.5 « 1926 ». — Progrès réalisés dans la réception radiophonique en 1926; A.-N., Goldsmith. *G. E. R.*, janvier 1927, t. xxx, p. 67-72, 4200 mots, 17 fig. — Les progrès ont été peu marqués en 1926; néanmoins il y a eu des progrès substantiels dans les appareils de réception mis à la disposition du public. La création des postes de plusieurs dizaines de kilowatts, de Schenectady, Pittsburgh et New-York, la multiplication récente de postes émetteurs de 5 kw, et des petits postes à basse fréquence ont introduit des problèmes de sélectivité dans la réception, et d'amplification, qui ont reçu des solutions variées. — G. P.

538.565 : 621.396.1|00.14. — Etalonnage des circuits oscillants ; Y. Doucet. *Q. S. T. français et Radioélectricité reunis*, octobre 1927, t. iii, p. 44-47, 1 600 mots, 4 fig. — Il ne s'agit pas dans cet article de la comparaison d'un condensateur ou d'une inductance étalon aux condensateurs et inductances d'un circuit oscillant, mais tout simplement de la graduation en longueur d'onde d'un condensateur variable couplé à une inductance d'un nombre de spires donné, à l'aide de longueurs d'onde connues. On connait les avantages qui résultent du tracé de la courbe d'étalonnage d'une inductance : identification facile des postes entendus et recherche énormément simplifiée des postes non encore reçus. Jusqu'ici, seul le possesseur d'un condensateur à variation linéaire de fréquence ou de longueur d'onde pouvait le faire avec toute la rigueur désirable ; la méthode indiquée par l'auteur permet d'arriver aux mêmes résultats à l'aide d'une simple table de logarithmes. — G. M.

621.396.24-615. Sur les oscillations de Barkhausen. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. xxii, p. 506, 800 mots. Résumé d'une communication de E. Pierret faite à la séance du 25 mai 1927, section de Nancy, de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 17 juin 1927, n° 249, p. 98 S-99 S.

621.396.614. — Le rôle du circuit auxiliaire dans les multiplicateurs de fréquence avec bobines d'inductance à noyau de fer. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. xxii, p. 517-518, 1 800 mots, 3 fig. Analyse d'un article de Gg. Hilpert et H. Seydel publié dans *E. T. Z.*, 14 avril 1927, t. xlviii, p. 492-497, 750 mots, 9 fig.

621.396.615.3/4. — Une nouvelle lampe thermoionique. *R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. xxii, p. 470, 450 mots, 4 fig. Analyse d'un article de K. Okabe publié dans *J. I. E. E. of Japan*, février 1927, n° 463, p. 174-195, 15 fig.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.365.51. Fours électriques à arc tournant. *E. T. Z.*, 1er septembre 1927, t. xlviii, p. 1 170-1 171, 1 900 mots, 7 fig., d'après un article de L.-T. Aranoff publié dans *The Foundry*, t. liv, p. 980. — On sait qu'un des inconvénients des fours électriques ordinaires est dans les faibles tensions qu'il faut utiliser et qui entraînent un appareillage coûteux et de fortes variations de puissance suivant la résistance de l'arc. Pour les tensions un peu élevées, les modèles actuels de fours présentent de nombreux inconvénients. Il a été cependant possible d'atteindre une longueur d'arc de 150 mm. On a proposé de souffler l'arc par un champ magnétique entourant l'électrode verticale. Cette disposition peut encore être améliorée en faisant tourner l'arc sous l'influence d'un champ magnétique suivant le système qui a d'abord été employé en Russie par les professeurs Evreinoff et Telny et que l'article décrit brièvement. On obtient ainsi une meilleure répartition de la chaleur et il est possible d'utiliser des tensions assez élevées. Un four de ce modèle établi en 1923 a permis plus de 4 000 coulées jusqu'à maintenant. Il traite de 90 à 110 kg de métal. Deux autres viennent d'être construits; l'un basique pour 160 à 200 kg, l'autre acide pour 200 à 200 kg. Ils sont alimentés sous des tensions pouvant atteindre 300 v et variant suivant l'état du métal. La longueur de l'arc est, le plus souvent, de 150 à 200 mm, mais peut atteindre 500 à 600 mm. Les pertes de fusion ne sont que de 0,5 à 0,8 pour 100 et la consommations en électrodes varie de 0,3 à 0,5 pour 100 avec des électrodes américaines et de 0,75 à 1,25 pour 100 avec des électrodes allemandes. La bobine inductrice est en tube de cuivre refroidi par l'eau. Pour le courant continu, elle est montée en série ou en parallèle avec l'arc. Pour le courant triphasé, il faut veiller à ce que le courant de l'arc et de la bobine soient en phase. — B. H.

621.365.52 : 621.737. — Le four électrique à recuire, construction Brown-Boveri. *R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. xxii, p. 469-470, 700 mots. Analyse d'un article publié dans *Revue BBC*, juin 1927, t. xiv, p. 153-154, 7 000 mots, 17 fig.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.12 : 531.3. — La dynamique de l'électron ; J.-B. Pomey. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 575-576, 1 400 mots. — Au cours d'un article publié antérieurement (*R. G. E.*, 30 juillet 1927, t. XXII, p. 183-186), l'auteur, M. J.-B. Pomey, a étudié la forme prise par un conducteur flexible et inextensible parcouru par un courant constant de faible intensité dans le champ magnétique créé par un courant rectiligne indéfini. Il examine, dans le présent article, le problème de la détermination de la trajectoire d'un électron libre soumis au même champ magnétique, problème qui, malgré son analogie avec le premier, en demeure néanmoins distinct.

537.212 : 539.1. — Théorie du champ moléculaire. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 503-504, 1 100 mots. Note de Raoul Ferrier présentée à la séance du 5 septembre 1927 et publiée dans *C. R. Ac. des Sc.*, 5 septembre 1927, t. CLXXXV, p. 533-535.

537.228.2 4. — Etude expérimentale des déformations et des changements des propriétés optiques du quartz sous l'influence du champ électrique. *R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. XXII, p. 464, 750 mots. Résumé d'une communication de Ny Tsi-Ze présentée à la séance du 1er juillet 1927 de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 1er juillet 1927, n° 250, p. 105 S-106 S.

537.31 : 536.48. — La conductivité électrique aux basses températures ; J.-C. Mc Lennan et C.-D. Niven. *Phil. Mag.*, août 1927, t. IV (7e série), p. 386-404, 6000 mots, 5 fig., 3 tabl. — On sait depuis longtemps que la résistance électrique de nombreux métaux purs est, dans les conditions usuelles, à peu près proportionnelle à la température absolue. Aux basses températures, l'expérience montre que cette loi n'est plus exacte. Dans le cas de quelques métaux, la résistance s'évanouit brusquement avant que le zéro absolu ne soit atteint : on dit alors qu'il y a conductivité infinie. Pour d'autres métaux, la résistance tend au contraire vers une valeur constante. On n'a pas proposé jusqu'à présent de théorie satisfaisante pour rendre compte de ces phénomènes, et en fait, les données que l'on possède sur la conductivité aux basses températures sont si peu nombreuses qu'une telle théorie serait pour le moment d'un caractère plutôt spéculatif. Jusqu'à présent, les chercheurs ont dirigé leurs efforts avec l'idée, les uns de prouver que tous les métaux doivent être « superconducteurs » à très basse température, les autres de prouver l'inverse. Les travaux d'Onnes et de ses collaborateurs à Leyde et de Meissner à Charlottenburg indiquent que la superconductivité est le fait de cinq métaux seulement, qui sont : le mercure, le plomb, l'étain, le thallium et l'indium. Pour pouvoir construire une théorie de la conductivité, il est nécessaire de connaître la forme des courbes de la résistance et de la température aux basses températures. C'est le but de ce travail pour quelques métaux. Les résistances des métaux étudiés ont été mesurées successivement à la température ordinaire, dans l'air liquide, dans l'hydrogène liquide et dans l'hélium liquide. Des températures plus basses encore ont été obtenues au moyen de l'hélium bouillant sous pression réduite. L'appareil de mesure des résistances était un modèle de pont de Wheatstone modifié par Mueller. On a étudié ainsi tout d'abord le plomb, le cadmium et l'indium, et les résultats obtenus avec ces métaux confirment ceux antérieurement publiés par d'autres expérimentateurs. On a tracé également les courbes relatives au béryllium, au chrome, au rubidium et au thorium. On a constaté que le coefficient de variation de résistivité avec la température était petit, aux très basses températures, pour tous les métaux purs, à l'exception de ceux qui sont superconducteurs; que d'ailleurs, même dans ce dernier cas, ce coefficient diminue rapidement juste avant la brusque disparition de la résistance. Les résultats obtenus avec le chrome montrent que ce métal est assez médiocre conducteur. L'effet du vieillissement du chrome électrolytique est de réduire sa résistivité à la température ordinaire de 44 à 17 microhms; la très grande résistivité du chrome électrolytique est due à la présence de gaz occlus, et l'enlèvement de ceux-ci a pour effet d'abaisser la courbe de la résistance et de la température vers l'axe des températures sans modifier sensiblement sa forme. La résistance du rubidium a été mesurée à 2,63 degrés K, sans indication apparente de supraconductivité. Enfin, celle de l'alliage sodium-potassium a la même allure que celle des métaux purs qui le composent. — L. B.

537.322. — Sur l'effet Volta. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 590, 500 mots. Résumé d'une communication de Emmanuel Dubois faite à la séance du 1er juillet 1927 de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 1er juillet 1927, n° 250, p. 104 S-105 S.

537.52. — Recherches sur la décharge électrique et les radiations émises par les gaz et les solides bombardés par des électrons lents. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII,

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Annales des P. T. T.*, *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, Paris. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M. Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *J. I. E. E. of Japan*, *The Journal of the Institute of electrical Engineers of Japan*, Tokyo. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricite*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale a l'usage des ingénieurs electriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : *France*, 1,50 fr; *Etranger*, 3,50 fr.)

p. 589-590, 1 600 mots. Analyse d'un article de A. Dauvillier publié dans *Le Journal de Physique et le Radium*, décembre 1926, t. VII (6e série), p. 369-389, 13 000 mots, 13 fig.

537.525.8 : 546.17. — Propriétés électriques et nature de l'azote actif; P.-A. Constantinides. *Phys. Rev.*, août 1927, t. XXX, p. 95-108, 5 000 mots, 5 fig. — Lewis décrivit en 1900 un phénomène de phosphorescence produit dans l'azote par le passage de la décharge condensée. C'est à Strutt cependant que nous devons l'étude la plus systématique des propriétés physiques et chimiques de ce qu'il a appelé « la modification active de l'azote », ou simplement « azote actif », produit par passage de la décharge condensée dans l'azote. Ce gaz, quelle que soit la méthode de production, émet, dans des conditions appropriées, une phosphorescence dont l'intensité et la durée sont régies par des facteurs qui ont été l'objet de nombreuses controverses. Une question fort importante était celle du degré de pureté de l'azote nécessaire à la production de la phosphorence. On pensa d'abord que la phosphorescence pouvait apparaître aussi bien dans l'azote très pur que dans l'azote contenant une certaine proportion d'impuretés. Cependant, Compte, Tiede, Domcke et Pirani ont montré ensuite qu'il est impossible de produire la lueur dans l'azote très pur. La remarquable conductivité de l'azote actif est aussi intéressante à étudier. Strutt, dans une série de travaux, décrit un certain nombre d'expériences conduites en connexion avec la détermination de la conductivité électrique de l'azote phosphorescent. Il n'arrive pas, cependant, à une conclusion certaine touchant la cause de l'ionisation ou la nature de la conductivité. C'est pourquoi l'auteur a repris la question, d'autant que la détermination du mécanisme de l'ionisation de l'azote actif est à même d'aider à mieux comprendre ses propriétés physiques et chimiques, encore si énigmatiques. — Le dispositif employé se ramène au principe suivant : l'azote actif lumineux provenant d'un tube à décharge sans électrode passe à travers deux jeux d'électrodes cylindriques coaxiales. On a trouvé que le courant qui passe entre les électrodes du deuxième jeu restait constant lorsque la différence de potentiel entre les électrodes du premier jeu variait entre 0 et 250 v. Ceci indique que la conductivité n'est pas due à des ions extraits de la chambre à décharge. En faisant varier le rapport des aires du deuxième jeu d'électrodes, on a pu établir que les courants de saturation étaient proportionnels à l'aire de l'électrode négative. On conclut que le courant qui passe entre électrodes plongées dans l'azote actif est dû à des électrons émis par les surfaces des électrodes, soit photoélectriquement, ou par action directe de l'azote actif sur le métal. La forme des courbes du courant en fonction du potentiel indique que les électrons sont émis avec des vitesses relativement élevées. L'hélium n'affecte pas la phosphorescence jusqu'à des pressions égales à dix fois celle de l'azote. Les autres gaz que l'on a essayé d'ajouter à l'azote (néon, hydrogène, oxygène) abrègent la durée de la phosphorescence dans l'ordre où ils sont nommés. On a trouvé enfin que l'azote actif n'ionise pas l'hydrogène ou la vapeur de mercure. On a obtenu au contraire des indications de l'ionisation de la vapeur d'iode. Ceci suggère que la molécule de l'azote actif est N^2, dans un état métastable, dont l'énergie est comprise entre celles qui correspondent à la chute de potentiel d'un électron égal à 9,4 et à 10,4 v. — L. B.

537.525. — Les pressions dans les tubes à décharge; W.-H. Crew et E.-O. Hulburt. *Phys. Rev.*, août 1927, t. XXX, p. 124-137, 5 500 mots, 9 fig. — Ce mémoire est consacré à la mesure de l'accroissement de pression du gaz dans un tube à vide, du fait du passage de la décharge, pour des pressions initiales correspondant à celles d'une colonne de mercure de hauteurs comprises entre 0,1 et 20 mm. Les gaz étudiés étaient l'hélium, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, l'air, l'oxyde de carbone et l'anhydride carbonique. L'accroissement de pression que l'on observe paraît se rattacher à deux causes principales qui sont l'élévation de température du gaz, et la dissociation du gaz en atomes ou en molécules. On a employé successivement dans ces mesures deux tubes à décharge, l'un de 300 cm de longueur et 9 mm de diamètre intérieur, l'autre de 80 cm × 34 mm. Les pressions inférieures à celle d'une colonne de mercure de 1 mm étaient mesurées au moyen d'un tube à strates, connecté au tube principal et étalonné en conséquence. Les pressions correspondant à celle d'une colonne de mercure de 2 à 20 mm étaient mesurées au moyen d'un manomètre à huile. Avec l'hélium, l'accroissement de température à partir de 300 degrés K s'est montré égal à 11° et à 22°C avec une consommation de puissance de 500 et 1 000 w respectivement dans le long tube, et à 14°C avec 500 w dans le tube court. Avec l'hydrogène humide, les accroissements de pression, corrigés de l'élévation de température, ont donné pour le titre τ en atomes d'hydrogène des valeurs qui croissent rapidement avec la puissance jusqu'à environ 400 w pour le tube long et des pressions inférieures à celle d'une colonne de mercure de 1 mm, pour devenir ensuite à peu près constantes ; les valeurs du titre τ pour 150 w étaient de 0,5 à 0,7, et voisines de 1 pour les puissances voisines de 400 w. Pour le tube court et large, τ n'était pas aussi grand que pour le tube long, parce que la puissance par unité de section y était moindre. Enfin, avec l'hydrogène sec, τ est plus faible qu'avec l'hydrogène humide. Dans l'ensemble, les titres atomiques mesurés par cette méthode offrent des valeurs concordantes avec le résultat des observations spectroscopiques. Pour l'oxygène, τ s'élève à des valeurs pouvant atteindre 0,6 aux pressions inférieures à celle d'une colonne de mercure de 0,25 mm. Au contraire, pour l'azote, l'anhydride carbonique et l'oxyde de carbone, τ est voisin de zéro. Ces conclusions sont basées sur l'hypothèse qu'il ne se formait, au cours de ces expériences, que peu de molécules complexes, comme H^3, N^3, O^3, etc. Les résultats avec décharge condensée étaient à peu près les mêmes qu'avec décharge non condensée. Les mesures aux pressions relativement élevées, correspondant à celle d'une colonne de mercure de hauteurs comprises entre 2 et 20 mm, ont indiqué des températures de décharge pouvant atteindre 300°C, mais elles n'ont pu servir pour la détermination de τ à cause de l'incertitude des corrections de température. — L. B.

537.542. — Mouvements des strates dans les tubes à décharge; L.-H. Dawson. *Phys. Rev.*, août 1927, t. XXX, p. 119-123, 1 200 mots, 4 fig. — Dans les expériences sur le passage de l'électricité à travers les gaz sous pression réduite, il ne semble pas que l'on ait jusqu'à présent fait grande attention au déplacement continuel de la colonne positive stratifiée vers l'anode lorsqu'on diminue la pression dans le tube. L'auteur a étudié ce phénomène dans divers gaz (hélium, hydrogène, azote, oxygène, anhydride carbonique, oxyde de carbone et air). Au moyen des courbes obtenues, on peut employer commodément un tube à décharge poursuivre les variations rapides de la pression, comprise dans des limites correspondant aux pressions d'une colonne de mercure de 0,05 et 0,8 mm. On a mesuré en même temps la longueur de l'espace obscur de Crookes sous différentes pressions. L'accroissement de longueur est d'environ 1 cm pour une diminution de pression égale à celle d'une colonne de mercure de 0,1 mm dans l'hydrogène et l'hélium, et la moitié pour les autres gaz. — L. B.

537.79 : 537.12 3. — Travaux récents avec le spectrographe de masse. *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 532, 400 mots. Résumé d'un rapport de F.-W. Aston présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

537.562 + 538.56 : 535.2. — Sur les propriétés diélectriques des gaz ionisés et la propagation des ondes électromagnétiques dans la haute atmosphère. *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 542, 600 mots. Analyse d'un article de H. Gutton et J. Clément publié dans *L'Onde électrique*, avril 1927, t. VI, p. 137-151, 6 800 mots, 6 fig.

533.1 : 538.214. — Sur la susceptibilité magnétique des gaz. *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 532, 350 mots.

Résumé d'un rapport de Walter GERLACH présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

538.222. — Etudes sur le paramagnétisme. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 572, 290 mots. Résumé d'un rapport de H.-D. BOSE présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

538.222. — Propriétés magnétiques des familles du palladium et du platine et la théorie du paramagnétisme. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 571, 350 mots. Résumé d'un rapport de B. CABRERA présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

538.22 : 546.73. — Les moments magnétiques de l'ion cobalteux. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 505, 450 mots. Résumé d'une communication de A. CHATILLON faite à la séance du 23 mai 1927, section de Strasbourg, de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 17 juin 1927, n° 249, p. 94 S.

538.551.21. — Sur les constantes du quadripôle passif ; M. VAULOT. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 493-503, 8000 mots, 7 fig. — Après avoir rappelé la définition du quadripôle passif, l'auteur donne les deux équations linéaires qui relient la tension et le courant à l'entrée et à la sortie du quadripôle. Les constantes de ces équations forment un déterminant égal à l'unité. Dans la seconde partie de l'article, l'auteur passe à l'étude de quelques quadripôles particuliers correspondant à divers schémas d'impédances. Il recherche, dans la troisième partie, les conditions nécessaires auxquelles doivent satisfaire les constantes d'un quadripôle et il discute ces conditions. Dans la quatrième partie, il montre qu'elles sont suffisantes, et il termine par quelques remarques sur l'interprétation des conditions établies en indiquant des variantes de leur forme.

538.551.4. — Lieux géométriques des puissances apparentes ; Moritz SCHMIDT. *E. T. Z.*, 1er septembre 1927, t. XLVIII, p. 1263-1264, 1800 mots, 2 fig. — Dans une étude théorique purement mathématique l'auteur montre comment, pour un circuit donné, on peut obtenir les équations des courbes qui sont les lieux géométriques des puissances apparentes qui entrent en jeu. — B. H.

535.56 : 538.613. — Expériences sur la polarisation rotatoire et sur la réflexion par la surface d'un aimant (phénomène de Kerr). *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 504-505, 600 mots. Note de H. OLLIVIER présentée à la séance du 23 mai 1927, section de Strasbourg, de la Société française de Physique et publiée dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 17 juin 1927, n° 249, p. 95 S.

538.565. — Les oscillations stationnaires forcées dans les circuits d'oscillation à coefficients variables périodiquement. *E. T. Z.*, 22 septembre 1927, t. XLVIII, p. 1382-1383, 1400 mots. — Partant de la forme générale de l'équation différentielle d'une oscillation forcée, les coefficients de l'équation étant des fonctions périodiques du temps de même fréquence que l'excitation, le calcul montre qu'en utilisant les développements en série de Fourier, on trouve comme solutions une série infinie d'équations linéaires entre les harmoniques complexes. Dans le cas de couplage en série d'une résistance, d'une bobine de self-inductance et d'une capacité, l'équation de la tension aux bornes en fonction du courant se résout d'une manière analogue. — Pour le calcul pratique il faut pouvoir se borner à un nombre fini d'équations linéaires, d'où une erreur qu'on peut apprécier. La convergence des séries de Fourier pour les inconnues dépend de la convergence des séries des grandeurs connues. Le cas d'une machine synchrone monophasée à pôles saillants, sans excitation, dont la réactance varie avec la position des pôles est traité à titre d'exemple. — F. B.

538.567. — La diffraction des ondes électromagnétiques par un cristal. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 571-572, 530 mots. Résumé d'un rapport de W.-L. BRAGG présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

SCIENCES DIVERSES

530.145 : 51. — Sur la mécanique ondulatoire. *R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. XXII, p. 463-464, 1400 mots. Résumé d'une communication de G. DARMOIS présentée à la séance du 10 juin 1927, section de Strasbourg, de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 1er juillet 1927, n° 250, p. 107 S-109 S.

546.32 : 535.215.1. — Quelques propriétés des cellules photoélectriques au potassium. Applications d'un éclairage périodique : cellulophone, machine à lire et à parler. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 505-506, 600 mots. Résumé d'une communication de P. TOULON faite à la séance du 17 juin 1927 de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 17 juin 1927, n° 249, p. 92 S-93 S.

535.241. — Grandeurs et unités photométriques ; A. BLONDEL. *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 537-542, 5000 mots, 2 tabl. — Cet article est la reproduction d'un rapport présenté à la réunion de Bellagio des Comités d'Etudes de la Commission internationale de l'Eclairage, par M. A. Blondel, président du Comité d'Etudes des Unités et Symboles photométriques. M. Blondel y rappelle les résultats acquis et discute les propositions nouvelles. A cette occasion, il proteste contre le défaut d'internationalité des définitions adoptées antérieurement pour l'éclairement et pour la brillance et insiste sur l'opportunité de rattacher les unités photométriques au système C. G. S.

539.15 : 539.164. — Sur la structure des atomes radioactifs et l'origine des rayons α. *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 531, 350 mots. Résumé d'un rapport de E. RUTHERFORD présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

548.7 + 548 : 535 8. — La structure des cristaux réels. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 572, 290 mots. Résumé d'un rapport de Adolf SMEKAL présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

MESURES ET ESSAIS

531.7 (042). — Conférence générale des Poids et Mesures. Septième session. octobre 1927. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 569-570, 1000 mots. — Dans cette note est donné un compte rendu sommaire des travaux de cette session.

531.7 (042). — Résolution de la Conférence des Poids et Mesures concernant les étalons électriques. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 609-611, 2100 mots.

537.224-226.5.00.14. — La précision des mesures effectuées à l'aide du pont de Schering. *E. T. Z.*, 29 septembre 1927, t. XLVIII, p. 1419, 500 mots, 1 fig., d'après un article de L. Tschiassny publié dans *Archiv für Elektrotechnik*, n° 3, t. XVIII, p. 248. — Le pont de Schering est employé pour la détermination de l'angle de pertes et de la capacité d'un condensateur aux hautes tensions et aux fréquences industrielles. L'auteur décrit ce montage et étudie la théorie de ses erreurs d'une façon assez générale pour qu'elle puisse être appliquée dans les cas les plus divers. L'erreur relative commise sur la capacité à mesurer est égale à l'erreur absolue commise sur l'angle de pertes. Elle dépend beaucoup des valeurs de la capacité à mesurer et de la capacité auxiliaire, la plus petite de ces deux capacités ayant la plus grande influence. L'article est illustré par des applications à des cas particuliers. — C.-R. M.

621.317 : 538.55. — Quelques développements nouveaux en matière d'appareils de mesure pour courant alternatif. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 593-597, 4 500 mots, 4 fig. Analyse d'un article de A. Edgcumbe et F.-E.-J. Ockenden publié dans *J. I. E. E.*, juin 1927, t. LXV, p. 553-599, 43 000 mots, 41 fig.

621.314-317.00.14. — Installation d'essai de transformateurs de courant, munie d'un transformateur normal; F. Ahrberg. *E. T. Z.*, 29 septembre 1927, t. XLVIII, p. 1411-1412, 1 300 mots, 4 fig. — Le montage de Schering et Alberti pour l'étalonnage des transformateurs de courant se prête mal aux courants supérieurs à 30 A, pour lesquels il nécessite l'emploi de résistances à circulation d'eau. On peut éviter cet inconvénient en utilisant, pour ces fortes intensités de courant, une résistance ordinaire prévue pour 5 A; on connecte cette résistance aux bornes du secondaire d'un transformateur, dont on peut même éviter la correction d'étalonnage en utilisant un transformateur fractionné de Brooks et Holtz. L'auteur donne le détail de cette méthode. — C.-R. M.

621.315.22 : 538.55|00.14. — Mesures magnétiques sur les câbles à haute tension à conducteur unique; W. Vogel. *E. T. Z.*, 22 septembre 1927, t. XLVIII, p. 1361-1363, 3500 mots, 5 fig., 2 tabl. — Dans l'état actuel de la technique, la fabrication des câbles triphasés à enveloppe unique n'est pas réalisable pour les tensions de distribution toujours croissantes de 110, 220, 380 kv. La résolution du problème semble se trouver dans les câbles à conducteur unique : ce système présente divers avantages, de fabrication, de refroidissement, de facilité de manutention et de réduction du prix des réserves qui ne demandent qu'un quatrième câble. Mais ce dispositif entraîne par ailleurs des inconvénients, notamment l'augmentation des pertes par courants de Foucault dus au champ magnétique du système triphasé. Dans l'article sont indiqués les procédés par lesquels on a pu réduire à une valeur acceptable les pertes supplémentaires même pour les câbles armés. Une méthode du pont (pont de Thomson modifié) permet la mesure exacte de ces pertes, même sur des échantillons de longueur réduite : cette méthode est préférable à la mesure directe au wattmètre. L'article se termine par deux tables résumant les résultats des mesures effectuées sur des câbles à conducteur unique et l'auteur conclut qu'il est possible d'envisager pratiquement l'emploi de ces câbles pour les tensions de 50 et de 100 kv. Les pertes supplémentaires dues à l'enveloppe de plomb atteignent 25 pour 100 environ et elles augmentent de 10 à 12 pour 100 si le câble est armé. — F. B.

621.315.61 : 665.5. — A propos des essais de réception des huiles pour transformateurs; A.-R. Matthis. *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 529-530, 1 000 mots.

621.315.62 : 620.123. — Les essais mécaniques des isolateurs pour canalisations aériennes; K. Draeger. *E. T. Z.*, 6 octobre 1927, t. XLVIII, p. 1456-1457, 1300 mots, 6 fig. — En plus des essais de rigidité diélectrique il est très important, à l'heure actuelle, de soumettre les isolateurs à des essais mécaniques simultanés ou non. De tels essais ont été déjà réalisés *R. G. E.*, 8 mai 1926, t. XIX, p. 174 D; 20 novembre 1926; t. XX; p. 169 D). Les facteurs les plus importants sont la tension d'essai et la rapidité d'accroissement de la charge mécanique. On envisage depuis quelque temps des essais de flexion. Le vent produit des oscillations de la ligne et entraîne des variations de la charge de traction des chaînes d'isolateurs. Porzellanfabrik Rosenthal a construit une machine (*R. G. E.*, 2 juillet 1927, t. XXII, p. 4 D) pour essayer les isolateurs aux efforts vibratoires. En service, on peut considérer que ces efforts varient de 80 à 120 pour 100 de la charge normale, avec des fréquences de 5 à 10 p : s. La machine d'essais idéale devrait permettre la réalisation simultanée de tous les efforts signalés et l'étude de l'influence de la température. Une telle machine est actuellement en construction. — C.-R. M.

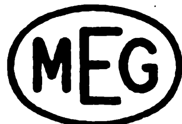
665.5 : 621.315.61 : 621.314.2. — Essai des huiles dans de petits transformateurs; Von der Heyden et Typke. *E. T. Z.*, 25 août 1927, t. XLVIII, p. 1225-1226, 900 mots, 2 fig., 2 tabl. — Les auteurs proposent un nouveau procédé d'essai des huiles de transformateurs. C'est l'épreuve dans des conditions reproduisant autant que possible celles de la pratique. Les différents échantillons sont placés dans de petits transformateurs identiques contenant environ 5 litres d'huile et disposés dans un même bain-marie maintenu à une température de 95°C environ. Les indices d'acidité et de goudronnification sont mesurés de deux en deux semaines et la teneur en dépôts, déterminée en fin d'expérience, au bout de 16 semaines environ. Des essais effectués sur 5 huiles différentes, 4 d'origine russe, mais différemment raffinées et une d'origine américaine, il ressort que les échantillons les moins raffinés ont accusé les moindres indices d'acidité et de goudronnification en fin d'épreuve; que les huiles répondant aux prescriptions suisses sont celles qui tendent le plus à former des dépôts; que celles spécifiées comme devant ne former aucun dépôt prennent des indices d'acidité élevés et ne sont pas absolument exemptes de dépôts. Il semble que les huiles qui se comportent le mieux en service sont celles qui ont été raffinées de manière à accuser un faible indice de goudronnification. Ces résultats ont été obtenus avec des transformateurs d'épreuve sans réservoir d'expansion. Des essais sont en cours avec des transformateurs à réservoir. — B. H.

621.396.81(072)(42). — Un laboratoire d'essais anglais à Elstree. *E. u. M.*, 11 septembre 1927, t. XLV, supplément *Die Radiotechnik*, p. 98-99, 600 mots. — Ce laboratoire possède un ondemètre à quartz réglé sur la longueur d'onde de 1661,7 m. Une description sommaire du montage de l'appareil permet de se rendre compte de son fonctionnement. Comme le cristal de quartz ne décèle que les oscillations correspondant exactement à la fréquence propre de cet appareil, l'ondemètre est doublé d'un émetteur approprié; la capacité du circuit oscillant d'anode de ce dernier est susceptible de grandes variations. L'ensemble permet la mesure des diverses longueurs d'onde. L'ondemètre permet également la mesure de la capacité en haute fréquence des condensateurs par la méthode de substitution; une liste variée de résultats d'essais complète cet article qui se trouve illustré de deux schémas relatifs à des montages caractérisés par une amplification en haute fréquence forte et sélective. — F. B.

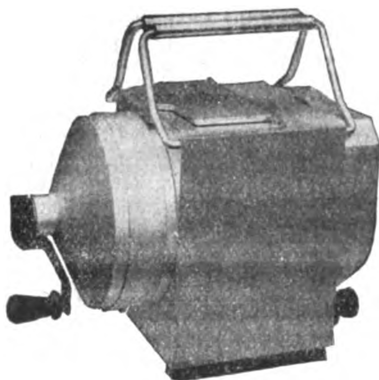
621.317.5.00.41. — Schémas de montage des compteurs d'énergie électrique: Fritz Bergtold. *E. T. Z.*, 25 août 1927, t. XLVIII, p. 1223-1225, 1 700 mots, 15 fig. — Après avoir rappelé le but des schémas, l'auteur explique comment on doit les réaliser. Il précise en donnant le schéma de 15 montages différents. — B. H.

621.317.5 : 538.551.42 3. — Mesure des énergies actives et réactives dans les systèmes triphasés: G. Hauffe. *E. T. Z.*, 8 septembre 1927, t. XLVIII, p. 1298-1299, 900 mots, 1 fig. — L'auteur rappelle le montage donné par G. Tenzer (*E. u. M.*, 24 octobre 1926, t. XLIV, supplément *Das Elektrizitäts-Werk*, n° 11, p. 110, résumé dans *R. G. E.*, 15 janvier 1927, t. XXI, p. 18 D), consistant à remplacer les deux systèmes de compteurs suivant le montage d'Aron par deux compteurs monophasés dont la somme des indications donne l'énergie active et la différence, l'énergie réactive. On peut croire que le résultat obtenu n'est exact que dans le cas d'une symétrie absolue du système. L'auteur montre que ce montage est possible, même dans le cas d'un déséquilibre, pour la mesure de l'énergie réactive. Il suffit que le courant et le flux produits par l'enroulement en série soient en phase et que le flux produit par l'enroulement en dérivation soit en opposition avec la tension. Ces résultats peuvent être facilement atteints par le montage indiqué par Görges dans « E. T. Z., » 1898, p. 164. B. H.

ESSAYEUR D'ISOLEMENT



d'Evershed et Vignoles L^d



L'Essayeur d'Isolement " MEG "

L'Essayeur d'Isolement " MEG " est un compagnon léger du " MEGGER " pour mesurer les résistances d'isolement. C'est un appareil à lecture directe dont l'emploi ne nécessite aucune connaissance technique. Le " MEG " est livré en deux types avec génératrice à tension variable ou constante et en trois modèles pour la mesure des résistances jusqu'à 20, 50 ou 100 mégohms à 100, 150 ou 500 volts respectivement.

L'essayeur d'isolement " MEG " est tout à fait léger, le modèle à tension variable pesant à peine 3 kg et celui à tension constante un peu plus de 3 kg. Ses dimensions sont de 14 mm × 10 mm × 16 mm.

La boîte est en aluminium fondu. Elle est forte et étanche à l'humidité, à la poussière et à la vermine; le mouvement est monté sur des saphirs, il est robuste et peut supporter un usage très dur. Le " MEG " est pourvu pour son transport de poignées qui se replient lorsque l'appareil est mis en service.

DEMANDEZ NOTICE F. 154

à l'Agent général pour la France et ses Colonies :

M. MARTINOT

18, rue Aumaire. — PARIS (3e).

Téléphone : Turbigo 85-01

S'assurer contre l'erreur...

C'est, pour un industriel, consulter le B. E. I. TECHNA.

Le B. E. I. TECHNA est spécialisé en Électricité, Mécanique, Constructions Civiles et se charge, dans ces trois branches, de travaux techniques tels que : Études, plans, réceptions, surveillance, essais, expertises, contrôle.

Pour garantir son indépendance, le B. E. I. TECHNA ne fournit aucun matériel.

Brochure de documentation sur demande.

BUREAU D'ÉTUDES INDUSTRIELLES
TECHNA
15, rue de Milan, Paris



MIEUX QU'UN FUSIBLE

LA POULIE

JED

PROTÈGE LE MOTEUR

PAR UN DOUBLE EMBRAYAGE CENTRIFUGE FONCTIONNANT A SEC

Etablissements E. DESROZIERS (A. & M.), Ingénieurs Construct^rs
16 bis, rue Gambetta, à Boulogne-sur-Seine.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

662.7 : 662.642 : 621.311 (43). — Les installations de distillation du lignite dans les usines génératrices utilisant ce combustible; A. Soldach. *E. T. Z.*, 22 septembre 1927, t. xlviii, p. 1364-1366, 3500 mots, 2 fig., 1 tabl. — Parmi les procédés connus pour l'accroissement de l'économie dans la production de l'énergie électrique, le plus avantageux est celui de l'amélioration du combustible, dont les sous-produits extraits avant l'utilisation peuvent être très rémunérateurs. La distillation du lignite, à l'abri de l'air, à la température de 500° C donne comme résidu un produit noir analogue au coke de la houille et une gamme de sous-produits plus ou moins abondants suivant la qualité du produit traité. En moyenne 100 kg de lignite à 60 pour 100 d'eau donnent après distillation 25 à 30 kg de coke, 3 à 12 kg de goudrons, 58 à 65 kg d'eau et 7 à 10 kg de gaz. Le coke obtenu a un pouvoir calorifique de 6000 à 7000 calories et sa teneur en matières volatiles est supérieure à celle du coke de houille. Il se prête facilement à la pulvérisation et il n'y a pas à craindre d'inflammation spontanée après un refroidissement préalable suffisant. Le principe de cette distillation remonte à 60 ans, mais ce n'est que depuis la guerre que les recherches ont été entreprises pour l'établissement d'appareils modernes. La première installation en Allemagne fut faite à la fosse Léopold, à Edderitz, où, à la suite des résultats obtenus, quatre fours se trouvent en service depuis décembre 1926. Il est établi que l'économie de cette distillation exige un séchage préalable du lignite. Le séchage, quand l'installation de distillation est adjointe à une usine productrice d'énergie, s'obtient le plus avantageusement à l'aide de la vapeur : le séchoir n'est, en principe, rien autre qu'un condenseur, mais travaillant à une pression plus élevée. Le coke pulvérisé sert au chauffage des chaudières; les goudrons peuvent être vendus ou traités à nouveau : c'est évidemment en effectuant le traitement complet des goudrons que l'on pourra réaliser les bénéfices les plus importants. Pour examiner dans quelle mesure ces installations peuvent contribuer à l'économie de la production de l'usine génératrice, l'auteur imagine le cas d'une usine comportant 3 turbines de 1500 kw (dont une de réserve) avec une durée d'utilisation de 1000 heures par an. Sous certaines hypothèses relatives aux conditions de fonctionnement de l'installation, les calculs sont effectués pour quatre qualités de combustibles. Ces calculs tiennent compte à la fois des frais d'installation et des bénéfices réalisés du fait de la distillation du combustible. Le résultat de ces évaluations traduit en courbes montre que le prix du kilowatt-heure ne fait qu'augmenter avec la richesse du combustible supposé brûlé directement. L'installation de distillation réduit à 50 pour 100 ce prix quand la teneur en goudron est de 10 pour 100 et couvre tous les frais de la production pour une teneur de 14 pour 100. Si les goudrons sont complètement traités, tous les frais sont couverts dès que la teneur atteint 10 pour 100. Par contre il n'y a aucun intérêt à la distillation préalable du combustible quand le lignite ne contient que 2 pour 100 de goudrons. — F. B.

621.312/4 : 537.321. — La température ambiante : son rôle dans la définition de l'échauffement des machines électriques; Max Kloss. *E. T. Z.*, 4 août 1927, t. xlviii, p. 1097-1099, 4600 mots. — La limitation de la température d'une machine électrique est définie par la nécessité de protéger les isolants contre toute désagrégation thermique. L'échauffement permet de comparer deux machines d'origine différente, sans tenir compte de la température ambiante. Cette dernière température joue au contraire un rôle de premier plan lorsqu'il s'agit de juger si une machine convient ou non à un certain service. L'échauffement à introduire dans les calculs est en effet la différence entre cette température et la température limite admissible pour la machine. En se limitant aux cas où la température ambiante peut être assimilée à celle de l'atmosphère libre, sa définition se ramène à un examen statistique du climat. Pour les régions tempérées, cette température n'excède pas 40° C, et, dans la plupart des cas, on peut admettre 35° C. Il en résulte que l'échauffement limite à pleine charge est de 35°, la température limite étant 70°. L'auteur résume les discussions qui ont eu lieu à ce sujet dans diverses réunions internationales, et signale particulièrement l'étude de Morelli (Italie) présentée à la réunion de la Commission électrotechnique internationale à New-York en 1926. La question reste ouverte de savoir si on doit prendre comme température ambiante la valeur maximum ou une valeur moyenne des régions envisagées. L'auteur conclut à l'adoption du chiffre de 35° C, la température limite étant sujette à revision au fur et à mesure que l'industrie perfectionne les isolants. — C.-R. M.

621.312.1.00.413. — La rupture diélectrique de l'air à basse tension; Georg Jacoby. *E. T. Z.*, 6 octobre 1927, t. xlviii, p. 1439-1444, 5300 mots, 15 fig. — L'auteur examine d'abord théoriquement le processus des diverses formes de décharge électrique dans l'air et étudie ensuite les flashes au collecteur des machines à courant continu. Ces arcs partent toujours des balais et sont provoqués par des surintensités de courant. Pour qu'ils se produisent il suffit en effet, ainsi que les essais d'Occhialini l'ont montré, que l'on dispose d'une cathode incandescente. Dans les machines en question, on les voit toujours se produire à partir des balais négatifs et se diriger soit vers le collecteur, soit vers la masse. On a vérifié ce fait expérimentalement. La chute de tension dans l'arc se répartit en une chute de tension cathodique $e_c = 7,6 + 1,6\, i$, une chute de tension anodique e_a qui est inférieure à 20 v, et une chute de tension intermédiaire $e_i = l\,(11,4 + 32,6\, i)$. Dans ces formules les tensions sont exprimées en volts, i, en ampères et l, en centimètres : elles permettent de calculer la distance maximum à laquelle la décharge se produit, en présence d'une cathode chaude. En étudiant de plus près la décharge, on constate qu'elle ne se produit pas si le champ électrostatique autour du collecteur est radial au lieu d'être circulaire. On a étudié expérimentalement un système de protection basé sur ce principe, et dont les résultats ont été très satisfaisants. Il consiste à accompagner chaque ligne de balais de prolongements cylindriques entourant partiellement le collecteur. Dans une note annexe l'auteur établit la loi de variation du champ dans un espace traversé par un arc. — C.-R. M.

621.312.1.00.42. — Sur la marche en parallèle des machines à courant continu; R. Boekhoff. *E. T. Z.*, 29 septembre 1927, t. xlviii, p. 1413-1414, 900 mots, 4 fig. — Il est difficile d'obtenir un bon fonctionnement de générateurs à courant continu montés sur un même arbre. L'auteur a rencontré cette difficulté dans une station de transformation où chaque groupe était constitué par un moteur synchrone commandant plusieurs générateurs montés sur le même arbre. Elle tient à des différences inévitables entre les caractéristiques de ces machines. Ces différences étant très faibles ne peuvent être mesurées que par des procédés spéciaux. L'auteur a imaginé un procédé différentiel qu'il décrit, et qui lui a permis de les mesurer, de les compenser et d'obtenir un fonctionnement stable. Sa méthode consiste à mesurer la différence de tension entre divers points d'un groupe marchant à vide et les points correspondants de l'autre groupe en charge. Ces points correspondants sont ceux qui, en service, doivent avoir les mêmes tensions. — C.-R. M.

621.312.2.00.12. — Détermination de la fatigue maximum dans les pôles de rotors fixés par queue d'aronde: G. Haimann. *E. T. Z.*, 29 septembre 1927, t. xlviii, p. 1403-1405, 2500 mots, 7 fig. — L'auteur donne un procédé de calcul rapide et approximatif, suffisant pour un avant projet. Il prend comme point de départ la remarque suivante : une poutre encastrée à une extrémité et chargée à l'autre doit être calculée à la flexion ou au cisaillement suivant que sa longueur est supérieure ou inférieure au tiers de sa hauteur. Après application de cette remarque à la force centri-

fuge, l'auteur établit des courbes facilitant le calcul. Celui-ci peut toujours être effectué en tenant compte seulement du cisaillement et de la compression et en négligeant la flexion. — C.-R. M.

621.312.22. — A propos de la mesure de la réactance de dispersion des alternateurs triphasés; Jean Fallou. *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. xxii, p. 543-550, 7 300 mots, 6 fig. — L'auteur rappelle qu'il existe plusieurs sortes de réactances de dispersion, et qu'il est vain de vouloir comparer entre elles des méthodes portant sur des grandeurs différentes comme la réactance de l'induit considéré seul, et la réactance des fuites totales ramenées à l'induit. Il analyse ensuite un certain nombre de méthodes simples permettant de mesurer soit la réactance dite inverse, soit la réactance monophasée; parmi ces méthodes, certaines ont déjà fait l'objet de publications et quelques autres sont inédites. Il conclut en indiquant que l'on dispose actuellement de plusieurs méthodes permettant de mesurer ces grandeurs avec un degré de précision satisfaisant et que l'on peut choisir parmi celles-ci celle qui s'adapte le plus simplement aux facilités d'expériences dont on dispose dans chaque cas particulier.

621.312.2.00.12. — Discussion sur la réaction transversale dans les machines synchrones. *J. A. I. E. E.*, juillet 1927, t. xlvi, p. 731-734, 4 700 mots. Discussion à la réunion de New-York du 9 février 1927 d'un mémoire de M. Douglas paru dans *J. A. I. E. E.* de février 1927, p. 109, et résumé dans *R. G. E.* du 28 mai 1927, t. xxi, p. 169 D. — M. Putman demande d'abord quelques renseignements sur l'application au cas d'une machine triphasée de la méthode de mesure des déphasages décrite par M. Douglas pour le cas d'une machine diphasée, puis attire l'attention sur ce que non seulement la réaction transversale mais aussi la réaction directe décroît avec la saturation. Après une observation au sujet de la formule de Blondel donnant le déplacement angulaire d'un moteur synchrone, il indique l'avis de différents auteurs sur la valeur relative de la réaction transversale et de la réaction directe et se déclare d'accord avec le docteur Berg. M. C.-A. Nickle discute de l'effet de la saturation des pièces polaires. M. E. Doherty estime que, si les représentations de courbes de saturation données par le professeur Douglas ont pour effet de représenter une philosophie servant de base à une méthode de calcul, on doit les considérer comme des vestiges du passé. Au sujet des opinions de différents auteurs indiquées par M. Putman il fait remarquer qu'en réalité il s'agit d'une différence de définition et non d'opinion, et montre qu'on peut de même avoir des différences de vues dans la façon de décomposer la réactance de fuites de l'armature. Enfin M. V. Karapetoff estime que le principal intérêt de la communication du professeur Douglas réside dans l'exposé d'une nouvelle méthode expérimentale et que les progrès à venir résident plus dans l'étude de nouvelles méthodes expérimentales que dans celle des diagrammes vectoriels. Il ne lui semble pas, d'autre part, que le professeur Douglas connaisse les travaux de Blondel postérieurs à 1918 sur les machines synchrones. — J. S.

621.314.2.00.41. — Les surtensions de déclenchement et particulièrement celles des transformateurs à vide; J. Kopeliowitch. *Bull. A. S. E.*, septembre 1927, t. xviii, p. 513-542, 12 400 mots, 27 fig. — Cet article est le rapport in extenso présenté par l'auteur à la quatrième session de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension, 1927, et qui a été analysé dans *R. G. E.*, 16 juillet 1927, p. 96.

621.316. — La fourniture des pointes de puissance dans les grands réseaux urbains. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. xxii, p. 598, 300 mots. Analyse d'un article de W. Gosebruch, publié dans *E. T. Z.*, 30 juin 1927, t. xlviii, p. 935-940, 9 000 mots, 2 fig.

621.316.00.42. — La stabilité des grands réseaux de distribution d'énergie électrique. *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. xxii, p. 556, 900 mots. Analyse d'un article de F.-H. Clough, publié dans *J. I. E. E.*, juillet 1927, t. lxv, p. 653-673, 18 500 mots, 10 fig.

USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.316 (43.3). — Le réseau bavarois de distribution d'énergie électrique. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. xxii, p. 597-598, 1 000 mots. Analyse d'un article de *Engineering*, 10 et 17 juin 1927, t. cxxiii, p. 691-693 et 722-725, 6 700 mots, 18 fig.

621.311.22 (73). — L'usine génératrice d'East-River de la New-York Edison Company. *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. xxii, p. 551-556, 3 500 mots, 4 fig.

621.316.23 (43). — La sous-station de transformation de Moabit (Berlin) de 6 à 30 kilovolts; Hans-V.-Graberg. *E. T. Z.*, 4 août 1927, t. xlviii, p. 1102-1108, 2 500 mots, 16 fig. — La Ville de Berlin a adopté une tension de distribution de 30 kv au lieu de celle existante jusqu'à maintenant de 6 kv. Cette transformation a nécessité la construction d'un immeuble, dans lequel sont réunis les appareils de manœuvre, les transformateurs et les générateurs. Les appareils de manœuvre sont munis d'indicateurs et de commandes à distance. Les disjoncteurs dans l'huile sont munis de dispositifs de protection contre les gaz, d'une chambre d'explosion et ils sont établis pour un pouvoir de rupture de 300 000 kv-a. Les transformateurs sont réunis d'une façon constante aux générateurs par leurs bornes à 6 000 v. Les générateurs sont de 20 000 et 25 000 kv-a, et les transformateurs de 12 500 et 6 400 kv-a. Ceux-ci sont à bain d'huile refroidi par l'air. L'air de réfrigération passe dans une installation de filtrage type Bartel. Les tableaux de surveillance, composés par les appareils de mesures divers, sont installés dans des salles de commande très spacieuses, et permettent un contrôle rapide et facile. — C.-R. M.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33 (43.6). — Les chemins de fer électriques urbains de la ville de Vienne; Ludwig Spangler. *E. T. Z.*, 29 septembre et 6 octobre 1927, t. xlviii, p. 1397-1403 et 1444-1449, 11 500 mots, 25 fig. — La ville de Vienne a électrifié son réseau de chemins de fer urbains d'après la solution proposée par l'auteur. La nouvelle compagnie d'exploitation a réduit considérablement les frais d'installation en réutilisant des voitures de chemins de fer ordinaires. L'accès des passagers aux voitures est facilité du fait que le trottoir est à peu près à hauteur de la marche d'accès dans les stations ou des refuges dans les rues. En raison de l'augmentation de la vitesse, les courbes à faible rayon sont munies de contre-rails, et les tunnels sont éclairés. L'énergie est fournie en courant continu à 750 v, la vitesse doit pouvoir atteindre 40 km : h. La ligne, à suspension suédoise, est constituée par un câble en alliage de cuivre et de cadmium; sa tension mécanique est uniformisée par un système de poids. L'ensemble du réseau est divisé en quatre sections électriquement indépendantes. Chacune de ces sections est alimentée par une station de transformation, équipée avec des redresseurs à vapeur mercure d'origines diverses, abaissant la tension de 5 000 v en courant alternatif à 750 v en courant continu. La puissance totale transformée est de 7 000 kw, avec 10 redresseurs. L'article indique de nombreuses particularités concernant les redresseurs. L'installation a été assez largement calculée pour que tous les redresseurs ne soient utilisés simultanément que lors des pointes. La signalisation de protection du trafic est du système automatique Siemens und Halske, déjà employé à Berlin. Elle ne diffère de celle de Berlin que par des détails résultant du fait de l'emploi des rails de traction comme retour de courant. Cette signalisation est doublée par un réseau téléphonique par câbles. Les voitures nou-

vellement construites sont interchangeables avec celles du réseau suburbain, ce qui allège considérablement le service lors des pointes. Les motrices pèsent 16,4 t et les remorques. 9,5 t. Toutes sont à deux essieux, et contiennent 80 à 100 places, ce qui correspond à un poids de 125 kg à vide par place offerte. Chaque motrice a 2 moteurs de 60 à 70 kw en régime unihoraire; l'accélération résultante est de 0,5 m : s-s. Le pantographe de prise de courant est d'un type spécial. L'article donne la description des moteurs et leurs courbes caractéristiques. — C.-R. M.

621.335 (47). — L'équipement électrique du chemin de fer Bakou-Sabuntschi-Surachani; Léo Mandich. *E. T. Z.*, 4 août 1927, t. XLVIII, p. 1 108-1 111, 4 000 mots, 8 fig. — Cette voie, qui constitue le premier essai d'électrification du trust électrique soviétique, comporte 22 km de ligne à double voie. La traction est alimentée par du courant continu à 1 200 v, mais les moteurs des voitures peuvent également fonctionner à 600 v. Chaque motrice possède quatre moteurs de 95 ch chacun. Chaque groupe de deux moteurs est monté en série d'une façon constante, ce qui permet l'alimentation accidentelle à 600 v. Les appareils de commande sont une application du système pneumatique des Ateliers de Sécheron. Ils possèdent un système de sécurité à air comprimé, qui commande la connexion avec la ligne, la mise à la terre, le montage des moteurs en série ou parallèle, l'isolement des résistances de démarrage. — C.-R. M.

621.311.9 : 621.32 : 625.2. — Le régulateur électromagnétique automatique à contact à marteau pour la régulation de la tension dans les installations électriques d'éclairage des véhicules; K. Heinrich. *E. T. Z.*, 22 septembre 1927, t. XLVIII, p. 1 366-1 371, 6 000 mots, 10 fig. — Après une description sommaire de l'installation classique comportant une génératrice à excitation shunt avec batterie d'accumulateurs en parallèle et un dispositif automatique de régulation, l'auteur établit par le calcul les conditions de fonctionnement d'un régulateur de tension électromagnétique bien défini. Sur la base de ces relations théoriques, on a imaginé un dispositif mécanique pour vérifier les prévisions du calcul : les essais ont donné la confirmation attendue. Il résulte que le fonctionnement du régulateur se trouve influencé par deux grandeurs, la fréquence du cycle c'est-à-dire le nombre d'ouvertures et de fermetures du contact par unité de temps et le rapport de la durée de fermeture du contact à celle du cycle (appelé rapport du cycle). Ces résultats ont aiguillé les recherches dans le choix de la construction la plus favorable des régulateurs de ce type. Enfin l'article signale quelques dispositifs régulateurs basés sur des principes tout différents : le principe de la régulation par contact à marteau occasionne en effet, dans le cas particulier considéré, de nombreuses possibilités de dérangements. — F. B.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.39 : 538.551.21. — Quelques types de circuits électriques à constantes variables de point à point. *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 533-536, 2 800 mots, 1 tabl. Résumé d'un rapport de G. Di Pirro présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.39 : 538.551.21. — Application pratique de l'intégrale de Fourier. *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 533, 270 mots. Résumé d'un rapport de George-A. Campbell présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.39 : 538.551.21. — Quelques relations entre les caractéristiques de fréquences et les phénomènes transitoires en systèmes linéaires. *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. XXII, p. 536, 450 mots. Résumé d'un rapport de K. Küpfmüller présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec fil et sans fil (Côme 1927).

621.394.11. — Sur les conditions réglant la vitesse de transmission en télégraphie. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 573, 600 mots. Résumé d'un rapport de H. Salinger présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.394.5. — Télégraphie transocéanique extra-rapide. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 574, 300 mots. Résumé d'un rapport de Olivier-E. Buckley présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

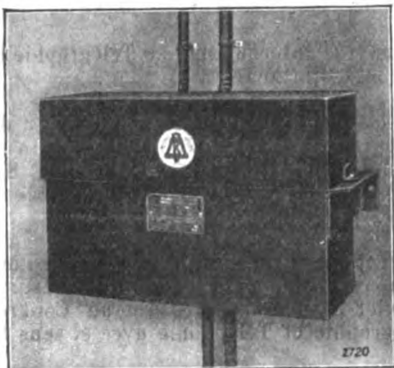
621.394.5 : 517.564.2. — Les applications des fonctions hyperboliques dans les progrès récents de la télégraphie sous-marine. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 573-574, 300 mots. Résumé d'un rapport de A.-E. Kennely présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.394.735. — Sur les câbles sous-marins pupinisés. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 574, 650 mots. Résumé d'un rapport de B. Pohlmann présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

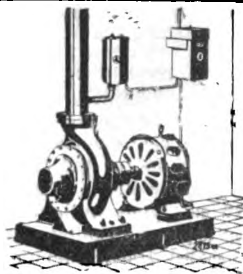
621.395.5 (43 : 485). — Le câble pupinisé entre l'Allemagne et la Suède (1927); E. Muller. *E. T. Z.*, 22 septembre 1927, t. XLVIII, p. 1 371-1 372, 2 000 mots, 2 fig. — Les télécommunications entre la Suède et l'Europe se trouvent actuellement assurées par deux câbles sous-marins Krarup isolés au papier dont les extrémités aboutissent à Zarrenzin et à Kämpinge. D'une décision commune de l'Allemagne et de la Suède une nouvelle liaison entre ces deux points a été entreprise et sera réalisée incessamment. Les portions terrestres et marines de ce nouveau câble comportent un isolement au papier et sont pupinisées. La pupinisation des tronçons sous-marins est réalisée suivant les procédés de la Felten und Guillaume. Carlswerk-Aktien-Gesellschaft. L'article donne le détail de la construction du câble et les nombres caractéristiques obtenus aux essais. Il décrit certaines difficultés rencontrées pour la pose de la ligne dont la portion sous-marine est actuellement terminée et a donné aux essais provisoires des résultats satisfaisants qui ont confirmé les prévisions. Ces travaux démontreraient donc qu'un câble isolé au papier sous plomb et pupinisé sous l'enveloppe de plomb, possède, si sa construction est soignée, les qualités de résistance mécanique suffisantes pour permettre sa pose en mer dans les conditions les plus défavorables. — F. B.

621.396.5 + 621.397.3 : 621.316. — Comparaison de la téléphonie à haute fréquence et de la téléphonie sans fil appliquées aux liaisons entre usines génératrices, sous-stations, etc.; R. Dubois. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 591-593, 2 500 mots. — Dans cette note sont résumés les avantages et les inconvénients de ces deux systèmes de communication par téléphonie à ondes guidées et par téléphonie sans fil, dont peuvent disposer les exploitants d'usines de production et de réseaux de distribution pour assurer une liaison entre les divers points de l'entreprise. M. Dubois envisage ces deux solutions à un point de vue général, considérant à la fois le côté technique et le côté économique de la question : il conclut en faveur de la téléphonie à ondes guidées dont il fait ressortir très nettement tous les avantages sur la seconde solution.

621.396.615.3 : 621.396.686. — Le redressement du courant par triodes sur le circuit de plaque. *E. u. M.*, 11 septembre 1927, t. XLV, supplément *Die Radiotechnik*, p. 99, 900 mots, d'après un article de von Ardenne, paru dans *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie*, 1927,



APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE
« KLOECKNER »
COLOGNE - BAYENTHAL



Contacteurs électromagnétiques
Relais - Démarreurs automatiques
Disjoncteurs - Appareillage blindé
Équipement électrique d'Engin de Levage
Controllers pour moteurs de traction

Représentants exclusifs en France et Colonies

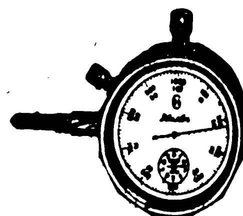
Société Industrielle de Machines et Appareillage Electro-Mécaniques
Société à responsabilité limitée, capital 200 000 fr
104, rue Lecourbe — PARIS (15e) *Téléphone* : **SÉGUR 94-53**

ZIVY & Cie

PARIS (8e)
29 et 31, Rue de Naples
Téléph. : Laborde 16-70
Registre du Commerce : Seine n° 3581

COMPTEURS TOTALISATEURS pour tours à bobiner
TACHYMÈTRES portatifs et stationnaires
simples et enregistreurs, système « **Dr Th. HORN** »

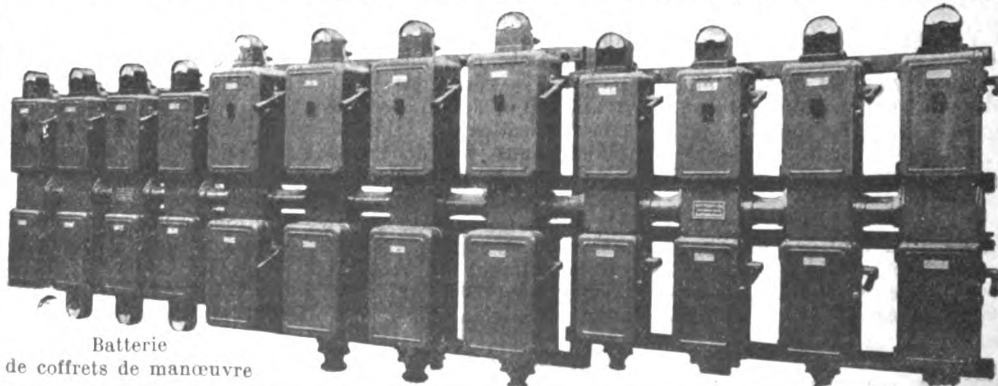
Compteurs de tours et Compteurs horaires syst. "Hasler"
Indicateurs et Enregistreurs de vitesse "Tel"


Compteur Universel "Hasler"

Pieds à coulisse et Micromètres à cadran, Chronographes

CHARLES MAIER & Cie

SCHAFFHOUSE (SUISSE)
Fabrique d'Appareils électriques
BUREAU DE PARIS, 35, rue Boissy-d'Anglas — 9, cité du Retiro — (8e)
Téléphone : ÉLYSEES 60 91, 60-92, 60-93 *Registre du Commerce* : Seine N° B 211 661) *Adresse télégraphique* : MAIERÉLEC-PARIS


Batterie
de coffrets de manœuvre

GROS APPAREILLAGE POUR USINES ÉLECTRIQUES
Appareillage pour montage en plein air
COFFRETS DE MANŒUVRE et **BATTERIES BLINDÉS**
jusqu'à 1000 ampères et 8000 volts

t. XXIX, n° 3. — L'auteur compare les résultats obtenus, dans le redressement du courant par des triodes, en utilisant le circuit de plaque et ceux que donne le redressement par le circuit de grille. Il établit d'abord une comparaison théorique basée sur le rapprochement des caractéristiques des courants de plaque et de grille et il montre les avantages de l'utilisation du circuit de plaque, avantages que confirment les résultats de mesures entreprises pour vérifier les conclusions théoriques. — F. B.

621.396.615.1. — Une lampe thermoionique de grandes dimensions. *J. A. I. E. E.*, août 1927, t. XLVI, p. 801, 110 mots. — Il s'agit d'une lampe thermoionique destinée à une station d'émission. La puissance mise en jeu est de 100 kw. La hauteur du tube est de 2,28 m. La grille seule mesure près de 1 m de longueur et est supportée à l'intérieur de l'ampoule de verre et de l'enveloppe tubulaire en cuivre, au moyen de croisillons semblables à ceux d'un pont métallique. Le chauffage du filament requiert une puissance correspondant à 11 ch. La production en énergie à haute fréquence de ce tube de grandes dimensions correspond à celle que donneraient 2 500 lampes d'une puissance de 40 w. Le refroidissement du tube, durant son fonctionnement, est assuré par une circulation d'eau. — L. V.

621.396.615.1. — La lampe K. L. I.; F.-E. HENDERSON. *The Wireless World and Radio Review*, 20 juillet 1927, t. XX, p. 83-85, 2 100 mots, 3 fig. — La réalisation de lampes à cathode indirectement chauffées a suscité en Angleterre un intérêt des plus vifs, surtout à cause de la possibilité d'utilisation du courant alternatif non redressé comme courant de chauffage, mais aussi à cause de l'amélioration des caractéristiques qu'elle assure. La disposition des électrodes demeure toujours la même : la grille et la plaque sont disposées sous forme de cylindres concentriques, la cathode étant placée dans l'axe de la grille. Mais dans la nouvelle lampe la cathode et le filament sont séparés. La cathode consiste en un cylindre de nickel recouvert d'oxydes qui possèdent la propriété de fournir une intense émission électronique à la température du rouge sombre. Le filament proprement dit consiste en un fil de tungstène enroulé en spirale (2 A sous 3,5 v) rigidement fixé à un support métallique; le tout est placé à l'intérieur de la cathode en nickel, mais ne la touche pas. Ainsi, le courant de chauffage porte par rayonnement le filament à la température du rouge sombre. Pour éviter le danger de libération des gaz par la partie inférieure, l'ensemble des électrodes est incliné de 40° sur la verticale. On vérifie que cette lampe possède une très faible résistance en courant alternatif en comparaison de son facteur d'amplification de tension. En d'autres termes, le rapport $\frac{m}{R}$ est élevé. Ce rapport, appelé parfois « conductance mutuelle », mesure l'amplification totale qu'il est possible d'obtenir d'une lampe fonctionnant dans un amplificateur. C'est ainsi que dans la lampe K. L. I., $m = 7,5$ et $R = 5\,500$ ohms, de sorte que la conductance mutuelle est 1 360 micromhos et la pente de la caractéristique est 1,36 MA : v. Comparons ces chiffres avec ceux d'une lampe à filament de tungstène de même puissance de courant dans le filament; dans ce dernier cas, $m = 6$, $R = 8\,000$ ohms, de sorte que la conductance mutuelle est 750 micromhos et la pente de la caractéristique 0,75 MA : v. En outre, comme il ne se produit pas de chute de tension le long de la cathode, comme dans le cas d'une lampe ordinaire, l'ensemble de la cathode contribue à la formation du courant de plaque. Ce type de lampe à chauffage indirect de la cathode offre un champ de recherches des plus intéressants. — G. M.

ÉCLAIRAGE

621.322:613.47. — Problèmes techniques de l'éclairage des établissements de bains Amalienbad, à Vienne : L. HAMMER. *E. u. M.*, 25 septembre 1927, t. XLV, supplément *Die Lichttechnik*, p. 109-111, 2 000 mots, 5 fig. — Ces bains ont été ouverts l'an dernier et on y a résolu les problèmes techniques que posent dans ce genre d'installations l'humidité de l'air et l'eau de condensation. Le courant continu a été proscrit, sauf pour les installations téléphoniques, médicales et d'horlogerie. Tous les fils à 220 v, pour moteurs et chaudières, sont logés en câbles armés et caniveaux; ceux de 50 v, pour l'éclairage, sont sous tubes à parois intérieures copieusement vernies et disposés sur isolateurs à 3 ou 5 cm des murs. La plus grande difficulté consistait dans l'éclairage du fond de la piscine, profonde de 4,8 m, alors que le bassin en ciment était déjà construit et empêchait l'installation de projecteurs latéraux. Après divers essais, on a adopté l'éclairage par foyers très élevés, avec globes diffuseurs, qui permettait de rendre le fond de la piscine visible au moins aussi bien qu'en plein jour. La grosse difficulté subsiste dans le défaut de transparence de l'eau, dû à la teneur en chaux, bulles d'air, microorganismes, et qui semble pouvoir être corrigé par des agents chimiques. — C. P.

MATIÈRES PREMIÈRES

676.4 : 621.315.61 : 620.123. — Propriétés mécaniques des isolants en papier. *E. T. Z.*, 8 septembre 1927, t. XLVIII, p. 1 317-1 318, 2 100 mots. — Dans un article précédent paru dans « E. T. Z. » du 21 juin 1927, t. XLVIII, p. 870-872 et analysé dans « R. G. E. » du 27 août 1927, t. XXII, p. 312, K. Schaudinn et L. Traeger ont indiqué les caractéristiques mécaniques des isolants en papier. Meyer fait quelques observations sur la manière dont les expériences ont été effectuées et sur les conclusions des auteurs. Ces derniers donnent leur réponse. — B. H.

537.226.5 : 676.6. — Caractéristiques électriques du carton. *E. T. Z.*, 8 septembre 1927, t. XLVIII, p. 1 297-1 298, 1 700 mots, 1 fig., 2 tabl. — A la suite de détériorations dans l'appareillage à haute tension qui furent attribuées à la mauvaise qualité du carton employé, l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft a procédé à des essais sur des échantillons d'épaisseur variable provenant de six fabricants différents pour déterminer l'angle de pertes diélectriques défini par sa tangente et la rigidité diélectrique à différentes températures. La mesure de l'angle de pertes a été effectuée au moyen du pont de Schering à la fréquence de 50 p : s. Celle de la rigidité diélectrique sous une augmentation rapide de la tension, à la température de la salle, ne donna pas de résultats intéressants et les essais furent continués dans des conditions se rapprochant davantage de celles de service, c'est-à-dire à des températures plus élevées et dans l'huile. Les électrodes planes étaient constituées par des disques de 40 mm de diamètre, avec bords arrondis sous un rayon de courbure de 5 mm et la rigidité diélectrique fut calculée d'après la tension déterminant la perforation au bout de 5 mn d'application Pour les échantillons qui n'auraient pas été perforés à une tension inférieure à 100 kv, on réduisit l'épaisseur jusqu'à 2 ou 3 mm. Un tableau donne, pour les différentes qualités, la tangente de l'angle de pertes, la constante et la rigidité diélectrique, en fonction de l'épaisseur de l'échantillon et pour une même épaisseur d'échantillon, les variations de la tangente et de la constante diélectrique en fonction de la température. De l'examen de ce tableau, il ressort que certaines qualités ne peuvent pas être utilisées en haute tension et que beaucoup accusent des variations de leurs caractéristiques qui annoncent les risques de détérioration. Il reste à établir la relation qui existe entre l'angle de pertes et la rigidité. Pour l'instant on peut réputer mauvais les échantillons qui, à la température de la salle, accusent un angle de pertes dont la tangente est supérieure à 0,05. — B. H.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. BLONDIN.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.11 : 531.3. — Expériences sur la relation entre l'électricité et le mouvement. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 613, 220 mots. Résumé d'un rapport de Richard-C. TOLMAN présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

537.12. — Sur la rotation des électrons. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 661-662, 700 mots. Résumé d'un rapport de H.-A. LORENTZ présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

537.226.2. — Exposé critique des travaux récents sur les diélectriques; L. HARTSHORN, traduit par L. VELLARD. *R. G. E.*, 15, 22 et 29 octobre 1927, t. XXII, p. 576-588, 621-638 et 672-681, 39 600 mots, 34 fig. — L'intérêt des études théoriques et des études expérimentales sur les diélectriques se manifeste chaque jour avec une opportunité croissante du fait que les progrès de l'industrie électrique sont de plus en plus subordonnés à une utilisation judicieuse des matériaux isolants et à une amélioration de leurs qualités. Mais malgré le nombre considérable de ces études, des incertitudes et des restrictions subsistent encore dans l'emploi des isolants et constituent ainsi un obstacle sérieux aux progrès de la construction électrique. C'est pour cette raison que la British electrical and allied Industries Research Association a confié au National physical Laboratory le soin de préparer un rapport résumant les travaux effectués sur les diélectriques durant ces dix dernières années. Ce rapport, dont le but est de fixer l'état actuel de nos connaissances sur ce sujet, en vue de recherches ultérieures, a été établi par M. L. Hartshorn du National physical Laboratory et publié dans « The Journal of the Institution of electrical Engineers ». C'est ce rapport qui est reproduit dans l'article qui nous occupe. Ce dernier est divisé en cinq parties principales dont la première concerne les propriétés générales des diélectriques et les pertes d'énergie dont ils sont le siège. La seconde partie traite des effets secondaires et de l'absorption qui, au point de vue pratique, présente un intérêt de premier ordre. La troisième partie décrit les méthodes employées pour la mesure des pertes d'énergie. La quatrième partie expose la théorie des phénomènes anormaux. Enfin les lois expérimentales relatives aux pertes d'énergie font l'objet de la cinquième et dernière partie.

537.228.1 : 534.321.9|04. — Effets biologiques et physiques des ultrasons engendrés par un oscillateur piézo-électrique. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 614, 400 mots. Résumé d'un rapport de R.-W. WOOD présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

538.22. — Remarque sur la détermination du coefficient d'aimantation de certains liquides; G.-P. ARCAY et M. FALLOT. *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 849-851, 900 mots. — Les auteurs ont utilisé la méthode de dénivellation décrite par M. Sève en 1912 (*Annales de Chimie et de Physique*, 1912, t. XXVII (8e série), p. 189). Dans cette méthode, le liquide dont on veut mesurer le coefficient d'aimantation est contenu dans un récipient constitué par deux vases communicants dont l'un est placé dans un champ magnétique d'intensité H et l'autre dans un champ sensiblement nul ; il se produit entre les deux niveaux une dénivellation h telle que $hg = \chi \frac{H^2}{2}$, χ étant le coefficient d'aimantation spécifique, relié à la susceptibilité $\varkappa$ par la relation $\varkappa = \chi d$, d étant la densité; cette dénivellation est compensée par une pression hydrostatique facilement mesurable, ce qui a pour avantage principal de toujours ramener le ménisque au même point du tube et d'éliminer ainsi les erreurs dues à la capillarité. Les auteurs ont étudié ainsi divers liquides et ont constaté qu'avec certains d'entre eux, la compensation de la dénivellation due au champ magnétique ne se maintient pas : le niveau baisse lentement et ne se stabilise parfois qu'après plusieurs heures. Le collodion, la glycérine, l'acide sulfurique (densité 1,825), le benzène, la solution de caoutchouc dans le benzène (4 g par litre), l'huile de vaseline, l'huile de ricin, l'huile d'olives se comportent normalement, c'est-à-dire que, la dénivellation une fois compensée, le niveau ne bouge plus. Au contraire les solutions de gélatine, de gomme arabique, d'albumine, de gélose, de caséine, de silice gélatineuse ont montré une variation du niveau; pour la solution de gomme arabique cette variation correspondrait à une variation du coefficient d'aimantation de $-0,51 \times 10^{-6}$ à $-4,67 \times 10^{-6}$; pour les autres solutions elle est moindre et est minimum pour la solution de gélose dont le coefficient d'aimantation varierait de $-0,70 \times 10^{-6}$ à $-1,12 \times 10^{-6}$. Lorsqu'on coupe le courant d'excitation de l'électroaimant produisant le champ, le phénomène se produit en sens inverse, c'est-à-dire que la dénivellation anormale diminue peu à peu. Les auteurs pensent que cette anomalie a pour cause la rigidité des liquides qui la présentent. — J. R.

537.228.3. — Biréfringence électrique du benzile; R. DE MALLEMANN. *C. R. Ac. des Sc.*, 10 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 709-

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Annales des P. T. T.*, *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, Paris. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *J. I. E. E. of Japan*, *The Journal of the Institute of electrical Engineers of Japan*, Tokyo — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise ; envoi recommandé et emballage, en plus : France, 1,50 fr ; étranger, 3,50 fr)

le Ferro se meurt!

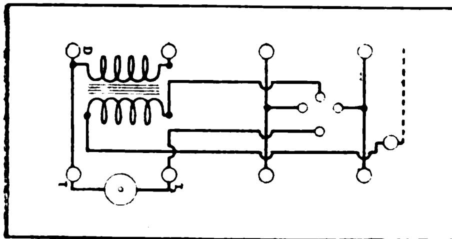
remplacé par

"l'Ozalid"

le nouveau papier **POSITIF** à traits marrons noirs sur fond blanc.

COMPAREZ

L'OZALID ...avec... LE FERRO



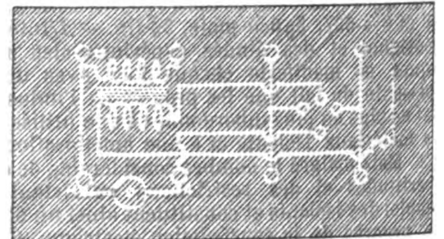
POSITIF

Sans lavage ni séchage
(une simple exposition aux vapeurs d'ammoniaque)
pas de retrait
image fidèle et précise de l'original

FIXITÉ ABSOLUE

permet
corrections, annotations et lavis

dix minutes
pour obtenir une épreuve parfaite



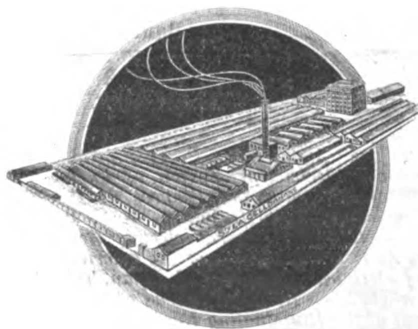
NÉGATIF

Lavage... puis séchage!
...que de temps perdu!!!
retrait, cotes fausses
image fausse et floue de l'original

PASSE à la LUMIÈRE

Lavis,
annotations, corrections impossibles

une heure
de séchage pour obtenir une épreuve imparfaite



VENTE AU DÉTAIL
Sté LA CELLOPHANE
DÉPARTEMENT OZALID
58bis, Rue de la Chaussée-d'Antin, 58bis
PARIS
TÉLÉPH. TRUDAINE 63-13

R C PARIS N° 132 865

VENTE EN GROS
Sté LA CELLOPHANE
DÉPARTEMENT OZALID
BEZONS (S.-&-O.)
TÉLÉPH. WAGRAM 98.62

711,850 mots. — L'auteur a montré récemment (*C. R. Ac. des Sc.*, 23 mai 1927, t. CLXXXIV, p. 1241 et *Revue générale des Sciences*, 15-31 août 1927, t. XXXVIII, p. 453-479), que le pouvoir rotatoire des cristaux rhomboédriques actifs analogues au quartz pouvait être évalué théoriquement en fonction de l'anisotropie propre des molécules du corps. D'autre part, cette anisotropie peut être déduite de la biréfringence électrique du corps liquéfié. Comme le quartz ne fond qu'à une température très élevée et qu'il est insoluble dans les liquides neutres, la détermination expérimentale de l'anisotropie de ce corps paraît très difficile. Par contre, elle est facilement réalisable pour le benzile, corps organique de formule $C^6H^5COCOC^6H^5$, qui cristallise comme le quartz dans le système ternaire, possède à l'état cristallin un pouvoir rotatoire de même ordre que celui du quartz, mais fond à 94°C et est soluble dans de nombreux liquides. Pour ces raisons l'auteur a entrepris la détermination de l'anisotropie du benzile par la mesure de sa biréfringence spécifique dans un champ électrique. Dans sa note, il expose les résultats des expérience qu'il a faites dans ce but, les discute et montre qu'ils confirment l'hypothèse qu'il a antérieurement suggérée (*Annales de Physique*, 1924, t. II (10e série), p. 209; *Le Journal de Physique et le Radium*, 1926, t. VI, p. 285; *Revue générale des Sciences*, 1927, t. XXXVIII, p. 260) pour interpréter certaines propriétés électriques et optiques du quartz. — J. R.

537.525. — Décharges électriques dans les gaz à basse pression. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 661, 250 mots. Résumé d'un rapport de Irving LANGMUIR présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

538.221. — Sur la perméabilité du fer aux hautes fréquences. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 680, 600 mots. Résumé d'une communication de C. GUTTON et Mme I. MIHUL faite à la séance du 23 mai 1927, section de Nancy, de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 17 juin 1927, n° 249, p. 99 S-100 S.

538.23. — Détermination des pertes par hystérésis dans un échantillon de métal; J. SCHWARZ. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 617-621, 4 000 mots, 2 fig. — Dans cet article l'auteur se propose d'établir une formule qui permette de calculer l'énergie perdue par hystérésis dans un échantillon dont on connaît les courbes d'aimantation. Il établit à cet effet, que ces courbes du cycle hystérétique résultent de la superposition de deux autres courbes, dont il détermine les équations. Cette façon de procéder permet de ramener l'évaluation de l'aire limitée par les courbes du cycle hystérétique à celle d'une surface conduisant à une intégration aisée à résoudre. Dans l'application numérique qui illustre les développements théoriques, la comparaison des résultats obtenus, d'une part, par l'évaluation directe de l'aire réelle du cycle considéré et, d'autre part, par la méthode proposée, confirme l'exactitude du procédé.

538.332. — Sur la production de champs magnétiques à la fois intenses et étendus. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 614, 400 mots. Résumé d'un rapport de A. COTTON présenté au Congrès international des Physiciens (Côme, 1927).

538.56 : 535.2] : 621.395.6. — La propagation des courants périodiques dans un système de fils parallèles; J.-R. CARSON et R.-S. HOYT. *The Bell System technical Journal*, juillet 1927, t. VI, p. 495-545, 27 500 mots, 13 fig. — Les auteurs exposent d'abord la théorie mathématique de la propagation des courants périodiques dans un système de fils parallèles ne recevant d'énergie qu'à leurs extrémités physiques. Cette théorie n'est d'ailleurs qu'une généralisation de la théorie classique de la propagation sur un seul fil (avec retour par la terre) ou sur un circuit métallique équilibré. Les résultats de cette étude ne se prêtent pas à une application pratique immédiate aux problèmes d'induction et de diaphonie parce qu'ils entraînent la détermination des *n* solutions d'un système de *n* équations et parce que, d'autre part, il n'est pas tenu compte dans la théorie de ce qu'une ligne réelle est exposée sur toute sa longueur à l'effet de champs électriques arbitraires. Ce cas réel est examiné par les auteurs dans une deuxième partie et les résultats de l'étude sont alors directement applicables à la pratique (problèmes de diaphonie, d'interférence et de l'antenne oscillante). Dans les dernières parties, ils traitent ces questions d'un point de vue plus physique et technique d'après une méthode basée sur la substitution au champ électrique extérieur de forces électromotrices équivalentes. Ils illustrent cette méthode par une application à deux problèmes bien définis, relatifs l'un à la diaphonie, l'autre à l'antenne oscillante. — J. S.

541.135.21. — Sur la différence de potentiel dans les solutions diluées. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 662, 350 mots. Résumé d'un rapport de M. PLANCK présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

541.136.2. — Sur les piles à électrodes identiques inaltérables; Vasilesco KARPEN. *C. R. Ac. des Sc.*, 17 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 766-768, 900 mots. — Dans une communication faite à la séance du 7 mai 1926 de la Société française de Physique, l'auteur a présenté les résultats de diverses expériences le conduisant à penser que le second principe de la thermodynamique pouvait se trouver en défaut (*R. G. E.*, 19 juin 1926, t. XIX, p. 985-986). Dans la note qui nous occupe il expose les résultats de nouvelles expériences, qui le conduisent à la même conclusion. — J. R.

SCIENCES DIVERSES

535.23. — Sur une question d'électricité atmosphérique. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 661, 400 mots. Résumé d'un rapport de M. BRILLOUIN présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

525.23 (98). — L'électricité atmosphérique dans les régions polaires; J. ROUCH. *Revue générale des Sciences*, avril 1927, t. XXXVII, p. 242-244, 2 300 mots. — De ce court article, nous retiendrons seulement, comme étant d'intérêt général, les relations les plus remarquables qui existent dans les régions polaires entre le champ électrique de l'atmosphère et les phénomènes météorologiques. Le chasse-neige, qui se produit à la surface du sol dès que la vitesse du vent dépasse 25 km : h, donne un champ positif très élevé. Souvent, ce chasse-neige est à peine visible, s'élève seulement à la hauteur de quelques centimètres au-dessus du sol, et cependant le champ électrique atteint déjà un millier de volts par mètre. Quand le vent est très fort, et que le chasse-neige devient une véritable tourmente de neige, un vrai blizzard, le champ électrique dépasse 4000 v : m. Le phénomène est d'ailleurs tout à fait indépendant de la direction du vent. La neige, par temps calme, n'est cependant pas toujours très positive. L'auteur a observé, dans l'Antarctique, plusieurs journées de neige très forte, où le champ était normal, et où la variation diurne n'a pas été troublée. Les observations du champ négatif correspondant presque toutes à des périodes de pluie; on relève cependant le cas d'averses accompagnées d'un champ positif intense. La brume, par temps calme, paraît diminuer le champ. Le givre, qui se dépose sur les objets avec beaucoup d'intensité pendant les nuits claires, est très positif : le champ dans ce cas présente une allure périodique. — L. B.

529.7. — Sur un moyen d'améliorer la détermination de l'heure; G. BIGOURDAN. *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 810-811, 900 mots. — On connaît l'importance considérable des services rendus par la détermination exacte de l'heure en un point du globe terrestre. Dans sa note, M. Bigourdan indique certains détails qui permettraient d'augmenter encore l'exactitude déjà obtenue. — J. R.

532.53. — Déversoir en mince paroi, calcul du débit; J. Grialou. *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 837-839, 1 100 mots. — Cette note a pour but d'établir rationnellement la formule du débit d'un déversoir en mince paroi dans le cas simple d'un liquide parfait contenu dans un canal à fond horizontal et de largeur indéfinie, la hauteur du liquide au-dessus du fond horizontal du canal étant maintenue à une hauteur constante H mesurée à grande distance du déversoir et l'écoulement se produisant sur la crête, infiniment mince, d'une paroi verticale perpendiculaire à la direction des filets liquides. La formule à laquelle arrive l'auteur est

$$Q = \sqrt{2g(H - P)}\,\frac{e^H - 1}{e^H + 1},$$

Q désignant le débit et P la hauteur de la crête du déversoir au-dessus du fond du canal. Si l'on y fait $P = 0$, c'est-à-dire si l'on supprime la paroi verticale, cette formule donne

$$Q < \frac{1}{2}\sqrt{2g}\,H^{\frac{3}{2}} < 2,21\,H^{\frac{3}{2}}.$$

Or, on trouve expérimentalement $Q = 1,78\,H^{\frac{3}{2}}$, ce qui confirme le résultat donné par la formule. — J. R.

536.212.2.08. — Sur la mesure par un procédé électrique des conductibilités thermiques des métaux; Pierre Vernotte et Marcel Pellegrin. *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 844-846, 950 mots. — Kohlrausch a proposé, en 1899, de déterminer la conductibilité thermique d'un métal, ou plutôt le rapport de sa conductibilité thermique k et de sa conductibilité électrique σ (supposées indépendantes de la température), en mesurant la différence de potentiel e entre les deux extrémités d'un barreau de ce métal parcouru par un courant électrique I et la différence de température v entre le milieu du barreau et ses extrémités; si l'on suppose la surface latérale très bien protégée thermiquement et le montage parfaitement symétrique, le maximum de température sera juste au milieu du barreau et le flux de chaleur vers les deux extrémités sera symétrique; dans ces conditions, on trouve, lorsque le régime permanent est atteint, la relation $k : \sigma = e^2 : 8\,v$. Bien que cette méthode ait été utilisée par de nombreux expérimentateurs, MM. Vernotte et Pellegrin ont été conduits, en étudiant son application, à la modifier: au lieu d'isoler thermiquement les faces latérales du barreau, ce qui ne peut être fait de façon parfaite, ils placent le barreau dans une enceinte cylindrique à température uniforme et tiennent compte dans l'établissement de l'équation du régime permanent de la déperdition de chaleur par les faces latérales; la détermination de la température en divers points du barreau, qui est nécessaire pour évaluer la déperdition, est faite avec une sonde thermoélectrique que l'on glisse dans un canal percé suivant l'axe du barreau. Les auteurs ont opéré sur des barreaux d'alliages légers, à base d'aluminium et de magnésium, de 20 cm de longueur et 10 mm de diamètre, percés d'un canal de 5 mm de diamètre. Avec des courants de l'ordre de 300 A on obtient des gradients de température suffisants pour que, en employant de simples microampèremètres industriels pour la mesure des courants des sondes, on obtienne une précision de l'ordre du millième dans les résultats. — J. R.

536.212.2.08. — Sur la conductibilité thermique des alliages légers; C. Grard et J. Villey. *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 856-858, 900 mots, 2 fig. — La connaissance de la conductibilité thermique des métaux et alliages joue un rôle important dans l'étude de la construction des moteurs thermiques; il est, en effet, nécessaire de connaître les caractéristiques mécaniques de ces matériaux aux diverses températures qu'ils devront supporter et la détermination de ces températures exige la connaissance de leurs conductibilités thermiques. Ce sont ces considérations qui ont amené les auteurs à l'étude de la conductibilité des alliages électriques. Cette étude a été faite par la méthode indiquée par MM. Vernotte et Pellegrin (*C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 844, étude analysée ci-dessus) qui, comme on sait, comporte la détermination auxiliaire de la conductibilité électrique; elle a porté sur l'aluminium, divers alliages d'aluminium et de cuivre, l'alpax, le magnésium et deux alliages de magnésium, de cuivre et d'aluminium, pour des températures comprises entre 80 et 180°C. Parmi les résultats de cette étude signalons que, conformément à la loi de Wiedemann-Franz, le rapport de la conductibilité thermique à la conductibilité électrique est sensiblement le même pour les corps étudiés. Signalons aussi cette conséquence, intéressante pour la pratique, que l'alliage forgé de magnésium et de cuivre à 4 pour 100 de ce dernier métal, a des caractéristiques mécaniques et thermiques supérieures à celles de l'alliage coulé d'aluminium et de cuivre à 12 pour 100 de cuivre, couramment employé pour la confection des pistons des moteurs d'aviation: il a en outre l'avantage d'une densité moindre: 1,86 au lieu de 2,95. — J. R.

539.164.7 : 669. — Sur le ralentissement des rayons α par la matière; Salomon Rosenblum. *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 851-853, 900 mots, 2 fig. — Dans un travail antérieur (*C. R. Ac. des Sc.*, 19 juillet 1926, t. CLXXXIII, p. 198, résumé dans *R. G. E.*, 23 octobre 1926, t. XX, p. 138 D), l'auteur a donné une formule provisoire pour exprimer le ralentissement que les rayons α subissent en traversant les métaux. Dans la note qui nous occupe, il donne une nouvelle formule qui s'adapte mieux aux données expérimentales obtenues par l'étude de douze métaux. — J. R.

MESURES ET ESSAIS

537.726 : 621.396. — Mesure absolue des fréquences employées dans la radiotechnique. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 663, 400 mots. Résumé d'un rapport de G.-C. Vallauri présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

537.743. — Mesure de l'inductance au moyen du pont d'Owen muni d'écrans; J.-G. Ferguson. *The Bell System technical Journal*, juillet 1927, t. VI, p. 375-386, 5 000 mots, 3 fig., 4 tabl. — Le pont d'Owen permet les mesures d'inductance par réalisation d'équilibre avec des capacités et des résistances indépendamment de la fréquence. L'auteur expose d'abord la théorie de ce pont, établit les équations d'équilibre et l'expression de l'erreur relative. Il montre ensuite comment on peut munir ce pont d'écrans et termine par quelques indications relatives à la précision des mesures d'inductance et de résistance effective. — J. S.

621.317.5.00.42. — La vérification des connexions des compteurs triphasés directs d'énergie réactive branchés sur transformateurs; G. Segond. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 639-643, 3 500 mots, 5 fig., 1 tabl. — Dans un article publié en 1925 (*R. G. E.*, 27 juin 1925, t. XVII, p. 1005-1009) M. G. Segond a indiqué un certain nombre de règles à suivre pour la vérification des connexions des compteurs triphasés d'énergie réactive. Son étude se rapportait à un type de compteur bien défini, le compteur à flux de tension déphasés de $\frac{\pi}{3}$ sur la tension. Il reprend dans l'article qui nous occupe l'examen de cette question en étudiant spécialement le compteur type M4 de la Compagnie continentale pour la Fabrication des Compteurs, rentrant dans la catégorie des compteurs « directs ». Comme précédemment, il montre que l'on peut ramener à huit le nombre des différents cas de montage et qu'en fin de compte, la méthode de vérification est la même que pour le type d'appareil étudié antérieurement; autrement dit, les conclusions

du premier article sont en tous points applicables dans le cas envisagé ici.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.31 (52). — L'industrie électrique au Japon; W. BUCHLER. *The Electrician*, 6 mai 1927, t. XCVIII, p. 490-491, 2 500 mots. — D'après l'auteur la caractéristique principale de l'industrie électrique au Japon serait la production à bon marché de produits de qualité médiocre, dont une quantité notable est d'ailleurs exportée en Chine. Le marché japonais est donc pour l'Europe un marché intéressant d'exportation de matériel électrique de moyenne et bonne qualité et principalement de celui de précision ou à grande vitesse. Il faut noter un effort notable de la part des Allemands à reprendre sur ce marché leur place d'avant-guerre, mais surtout avec du petit équipement bon marché et de qualité médiocre. L'industrie nationale est protégée par des droits de douane assez élevés. Mais le gouvernement japonais se préoccupe en outre d'améliorer la qualité de la production par des subventions. Cependant l'auteur ne pense pas que les pays exportateurs de matériel de précision et de haute qualité aient rien à craindre de ces efforts. D'autre part, l'emploi de la force motrice électrique est très développé au Japon et l'électrification des chemins de fer commencée en 1925 s'y poursuit plus ou moins spasmodiquement en raison des arrêts consécutifs aux tremblements de terre. La production de l'énergie électrique se fait pour les deux tiers environ dans des usines hydroélectriques en raison du prix élevé du charbon. Au point de vue commercial l'auteur conseille vivement aux fabricants et exportateurs d'avoir des bureaux particuliers à Tokyo. A un autre point de vue, il conseille de n'accorder du crédit qu'aux grosses entreprises et pour de grandes installations. — J. S.

627.132.00.12. — Sur les barrages-réservoirs à voûtes et à charge fractionnée; J. VEYRIER et A. MESNAGER. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 681-698, 10 000 mots, 26 fig. — Les auteurs rappellent d'abord l'état actuel de la technique officielle des barrages, c'est-à-dire les principes généraux pour la construction de ces ouvrages qui ont été consacrés par les textes officiels, lesquels distinguent notamment les « barrages-poids » et les « barrages-voûtes. » Ils constatent l'absence d'épreuves sur les barrages, carence qui peut conduire à des mécomptes pour l'établissement d'ouvrages importants, si bien qu'à cet égard la Commission des Barrages de grande Hauteur a cru devoir faire des réserves concernant divers modèles. Les auteurs indiquent un calcul sommaire de la résistance des voûtes, en tenant compte de la formule d'Euler relative au flambage et des travaux de M. Timochenko sur les systèmes élastiques; ils complètent ces données par le compte rendu de recherches théoriques et d'expériences faites aux Etats-Unis. Ils exposent les essais aussi originaux qu'utiles qu'ils ont eux-mêmes récemment effectués au Laboratoire de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées, en opérant avec du mercure sur des maquettes réduites, construites avec des matériaux à faible coefficient d'élasticité. Les résultats obtenus au cours de ces essais consacrent les mérites des barrages à voûtes multiples et à charge fractionnée, qui sont appelés à remplacer, dans un avenir prochain, les « barrages-poids » que leur encombrement, leur prix, leur délai d'exécution et l'incertitude de leur sécurité ont déjà condamnés.

621.1 : 551.46. — L'utilisation rationnelle de l'eau froide du fond des océans. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 614, 180 mots. Résumé d'un rapport de P. BOUCHEROT présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

621.17. — La production industrielle de la vapeur d'eau à haute pression : Ch. ROSZAK et M. VÉRON. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, janvier-février 1927, t. LXXIX, p. 34-366, 127 000 mots, 66 fig., 22 tabl. ; *Chaleur et Industrie*, février, avril, mai, juin, juillet, août, septembre et octobre 1927, t. VIII, p. 67, 149, 215, 275, 389, 395, 456, 522 et 575. — Le numéro précité du « Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France » donne la suite de l'étude dont le début, publié dans le numéro de novembre 1926 de ce Bulletin, t. LVIII, p. 1181-1260, a été résumé dans « R.G.E. » du 18 juin 1927, t. XXI, p. 196 D. — Dans cette seconde partie les auteurs étudient d'abord les avantages et inconvénients des hautes pressions de vapeur, en examinant, au point de vue théorique, l'influence de la pression d'admission sur le rendement des divers cycles (cycle de Rankine, cycle à surchauffe isobare, cycles de Benson, cycle à resurchauffe, cycle à surchauffe isotherme, cycle à prélèvements, cycles combinés, cycles à condensation, cycles à contre-pression). Ils étudient ensuite l'influence des hautes pressions sur le fonctionnement, la construction et la puissance des machines, sur leur rendement interne et mécanique et sur leur rendement global. Ayant ainsi traité la question des hautes pressions au point de vue de la machine à vapeur, ils passent à l'examen de l'influence de ces hautes pressions sur la production de la vapeur. Ils exposent d'abord les propriétés physiques de la vapeur d'eau aux pressions élevées, puis étudient l'influence de ces pressions sur la répartition de la chaleur à transmettre, sur les coefficients de transmission de la chaleur, sur la disposition des échangeurs et leur surface, sur le rendement et la capacité des groupes évaporatoires, sur la vaporisation et la circulation naturelle de l'eau, sur la résistance mécanique des parois, sur le choix des métaux employés et enfin sur le volant d'eau, la sécurité et la régularisation de la charge des groupes évaporatoires. Les auteurs décrivent ensuite les différents types de chaudières en indiquant les effets de l'emploi des hautes pressions sur la conception des groupes évaporatoires, sur les procédés de construction des chaudières, sur les garnitures et les tuyauteries, ainsi que sur les auxiliaires. Un autre chapitre est consacré à l'étude de l'influence des hautes pressions sur le prix de revient de l'énergie et sur l'exploitation des installations, étude qui comprend celles concernant le rendement global des installations de force motrice, le coût des installations et les dépenses d'exploitation. L'étude du prix de revient de l'énergie, comporte trois paramètres principaux : dépense de combustible, charge du capital d'établissement et frais d'exploitation et d'entretien. Ce chapitre se termine par quelques considérations sur les pressions économiques optima, sur l'intérêt économique des installations marines à haute pression, sur les difficultés et risques d'exploitation et enfin sur le choix de la pression pour les divers types d'installations. Un dernier chapitre, débutant par un historique, est réservé à un exposé de l'état actuel du développement des groupes évaporatoires à haute pression et des résultats acquis. On y trouve la description des principales installations à hautes pressions réalisées ou en cours de réalisation dans le monde entier. — J. S.

621.311.23 (43). — Groupe générateur de 15 000 chevaux avec moteur Diesel des Hamburgische Electricitäts-Werke. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 701-702, 900 mots, 1 fig. Analyse d'un article publié dans *E. T. Z.*, 5 mai 1927, t. XLVIII, p. 606-612, 4 100 mots, 9 fig.

621.312. — Sur les tentatives infructueuses faites par un grand nombre d'inventeurs pour réaliser une machine à courant continu sans collecteur. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 613-614, 500 mots. Résumé d'un rapport de P. JANET présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

621.314.6. — Sur l'effet de soupape présenté par une anode au silicium et son mécanisme; René AUDUBERT. *C. R. Ac. des Sc.*, 17 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 768-770, 900 mots, 4 fig. — On sait qu'on réalise facilement une cellule électrolytique possédant une conductibilité unilatérale (soupape électrolytique) en prenant comme électrodes,

d'une part, un métal indifférent (plomb, platine, etc.), d'autre part, un métal donnant lieu par polarisation anodique à une couche de passage très résistante (aluminium, magnésium, thalium, molybdène, tungstène, etc.). L'auteur a constaté que l'emploi du silicium à l'état pur ou à l'état d'alliage donne lieu dans un électrolyte quelconque, acide ou alcalin, à une conductibilité unilatérale très accentuée. En mesurant la valeur moyenne du courant traversant une cellule de ce genre et la valeur efficace du courant alternatif qui l'alimente, il a reconnu que le rapport de la première à la seconde (qui mesure l'effet de soupape) est très voisin de la valeur théorique qu'il devrait avoir; en outre, contrairement à ce qui s'observe avec la plupart des cellules, l'effet de redressement varie peu avec la température, même quand celle-ci atteint 100° C; enfin le rendement énergétique, faible avec les autres cellules (avec l'aluminium, il ne dépasse pas 0,15) peut atteindre 0,5 avec le silicium ou ses alliages dans une solution acide et lorsque la réactance du circuit est voisine de zéro. M. Audubert explique cette propriété du silicium comme il suit : par polarisation anodique il se recouvre d'une couche d'oxyde de résistance élevée s'opposant au passage du courant; lors de la polarité inverse, l'hydrogène cathodique réduit plus ou moins complètement cet oxyde. En écrivant que la vitesse d'oxydation est, d'une part, proportionnelle aux concentrations à la surface de l'électrode, d'autre part, proportionnelle au courant, puis égalant ces deux expressions, il obtient une formule donnant le potentiel de l'électrode en fonction de la température et du courant; les mesures directes de ce potentiel à diverses températures et avec diverses valeurs du courant donnent des résultats en accord avec la formule, ce qui confirme que l'effet de soupape est bien lié à un processus d'oxydation et de réduction. — J. R.

621.316.00.413. — Sur la mise à la terre du point neutre dans les réseaux à haute tension; G. Cerillo, B. Focaccia et L. Selmo. *L'Elettrotecnica*, 5 octobre 1927, t. XIV, p. 724-733, 7 700 mots. — Les avantages que l'on attribue à la mise à la terre du point neutre sont : la limitation des tensions normales et des surtensions accidentelles, l'amélioration du fonctionnement des relais de protection et la diminution des frais d'isolement. La résistance de mise à la terre est en général un compromis entre le désir de limiter les courants de court-circuit et celui de limiter les surtensions. Aussi son choix varie beaucoup avec les installations. Les surtensions contre lesquelles il y a lieu de prévoir une protection ont des origines diverses : phénomènes de contact, phénomènes atmosphériques, ou formation intempestive d'un arc. L'étude de ces différentes causes présente encore de nombreux points obscurs, que l'on espère pouvoir éclaircir grâce aux données expérimentales résultant de l'emploi du klydonographe et de l'oscillographe cathodique. L'auteur discute la méthode de calcul des surintensités de courant, le fonctionnement des relais de protection, l'influence des perturbations sur les lignes voisines à faible courant et le danger des personnes se trouvant près d'une mise à la terre accidentelle. Il conclut d'une façon générale à la nécessité de nouveaux et nombreux résultats expérimentaux. — C.-R. M.

621.31 : 351.712.078.2 — Arrêté du 30 avril 1927 déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique. *R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. XXII, p. 475-488, 21 800 mots.

621.316.00.1. — Atténuation normale dans les réseaux conducteurs d'électricité. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 613, 350 mots. Résumé d'un rapport de A.-E. Kennelly présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

621.316.4. — Réseaux de distribution à courant alternatif. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 643-644, 1 700 mots. Analyse d'une discussion publiée dans *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. XLVI, p. 370-377, 11 400 mots, 2 fig.

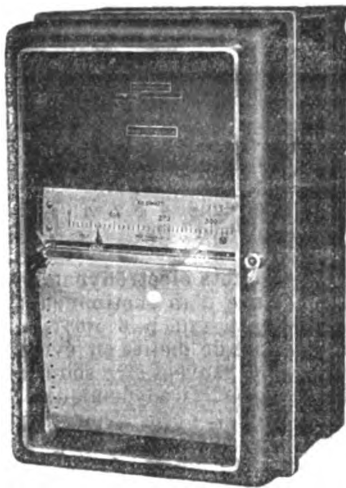
537.523.5 : 621.311.73. — La formation de l'arc et les caractéristiques de rupture des interrupteurs. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 638, 900 mots. Analyse d'un article de Sven Norberg, publié dans *A S E A Journal*, mars 1927, t. IV, p. 28-37, 5 300 mots, 13 fig.

621.311.74. — Etude sur les effets électrodynamiques qui peuvent provoquer l'ouverture d'un sectionneur; G. Soubén. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 665-671, 5 000 mots, 10 fig. — L'auteur se propose de mettre en évidence l'importance des efforts auxquels peuvent être soumis les sectionneurs par suite des actions électrodynamiques des courants de court-circuit. A cet effet, après avoir rappelé les expressions de ces actions électrodynamiques pour deux conducteurs rectilignes parallèles et pour deux conducteurs rectangulaires, il montre comment varient ces efforts, qui sont proportionnels au carré des intensités des courants, dans le cas où le courant de court-circuit est symétrique et dans celui où il est asymétrique. Il établit ensuite l'équation du mouvement des mâchoires du sectionneur et termine en développant une application numérique des calculs exposés dans le cours de l'article.

621.315.7 : 351.712.078.2. — Arrêté du 30 juin 1927 fixant les caractéristiques générales des plaques de sécurité à apposer sur les supports des ouvrages de distribution ou de transmission d'énergie électrique. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 655, 400 mots, 1 tabl.

TRACTION ET LOCOMOTION

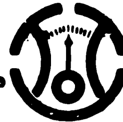
621.33 : 625.421 (94). — L'électrification des chemins de fer métropolitains de Sidney. *Engineering*, 29 juillet, 12 et 19 août 1927, t. CXXIV, p. 125, 195-198, 231, 6 200 mots, 15 fig. — L'électrification des chemins de fer métropolitains de Sidney a eu pour but d'accroître leur capacité de transport. Les travaux d'électrification ont été exécutés sans arrêter le trafic actuel. Certaines modifications, telles qu'augmentation du gabarit d'encombrement des wagons, installation de systèmes de signalisation modernes, ont d'ailleurs été réalisées avant l'électrification. Cette électrification a nécessité l'extension de l'usine génératrice de White Bay et la construction de 15 sous-stations, de 4 dépôts de nettoyage des voitures et d'ateliers. On a dû, d'autre part, remanier les ouvrages d'art de façon à obtenir une hauteur libre de 5,05 m au lieu de celle de 4,45 m existante. Pour les ponts, on a procédé de préférence par exhaussement, cette méthode étant plus économique que celle consistant à abaisser le niveau de la voie. Il a fallu d'autre part refaire à neuf le ballast des anciennes voies pour réduire les courants vagabonds et, dans certaines tranchées argileuses, établir un drainage de la voie. Les fils de contact sont à suspension caténaire et portés par des pylônes reliés par une poutre transversale, ce qui a permis de réduire l'importance des massifs de fondation et de leur donner des dimensions unifiées. Ces pylônes sont placés tous les 60 m environ. Tous les 1 200 m environ est placé un support d'ancrage des fils constitué par une poutre en treillis portée par deux chevalets métalliques. La poutre est soumise au poids des fils de contact et de suspension et aux efforts horizontaux, tandis que les chevalets et leurs fondations sont établis pour résister au moment total de renversement. Comme il est dit ci-dessus, la signalisation avait déjà été modernisée pour la traction à vapeur. On emploie du courant alternatif triphasé 50 p : s distribué à la tension de 2 200 v, ramenée à 110 v pour l'utilisation. Cette tension est encore abaissée à 12 v pour les signaux lumineux et à des tensions diverses entre 4 et 24 v pour les circuits de voie, etc. La tension de 110 v est employée pour les aiguillages et les leviers d'enclenchement. Une section du réseau est, en outre, équipée avec un système électropneumatique.



TRUB, TAUBER & Cie

ZURICH

3, rue Ampère



PARIS

36, B^d de la Bastille

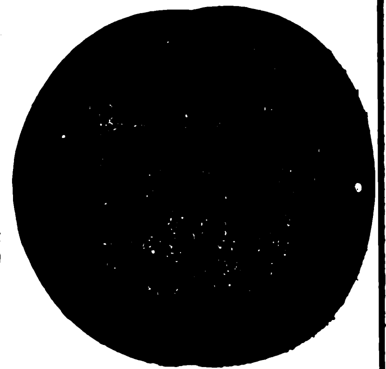
Téléph. : Diderot 14-90 — *Télégr.* : Dyn

Registre du Commerce : Seine n° 20 634

FABRIQUE d'INSTRUMENTS de MESURES

électromagnétiques, caloriques,
à cadre mobile, dynamométriques,
Ferraris et Statiques

INSTRUMENTS DE LABORATOIRE



TRANSFORMATEURS de MESURES jusqu'à 120 000 volts

Enregistreur : diagramme utile 150 mm coordonnées rectilignes | **Réparations Appareils toutes Marques**

Siège social et Usine à TRÉVOUX (Ain)

Registre du Commerce Trévoux (Ain) N° 2806

SOCIÉTÉ ANONYME DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX

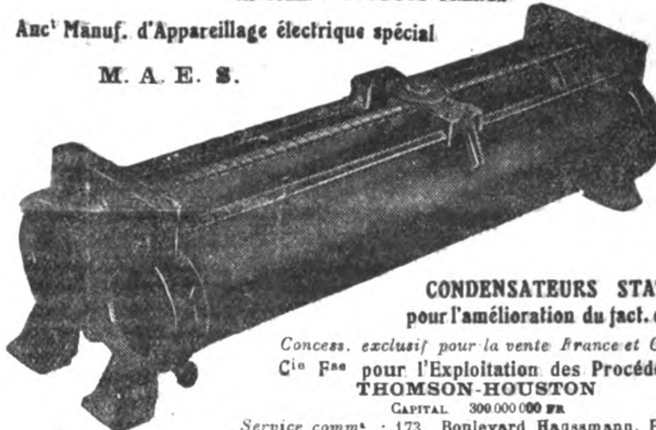
CAPITAL : 2000000 FRANCS

Téléph. : 52

Adr. télég. : CONDENSATEURS-TRÉVOUX
TRÉCONDENS-PARIS

Anc^t Manuf. d'Appareillage électrique spécial

M. A. E. S.



CONDENSATEURS

TÉLÉPHONIQUES
ET TOUS USAGES
SPÉCIALITÉ de CONDENSATEURS
MICA T. S. F.
Licence exclusive
"DUBILIER"

Bureaux à Paris :
32, rue de Dunkerque (X^e)
Téléph. : Trudaine 68-61

RHÉOSTATS à CURSEURS

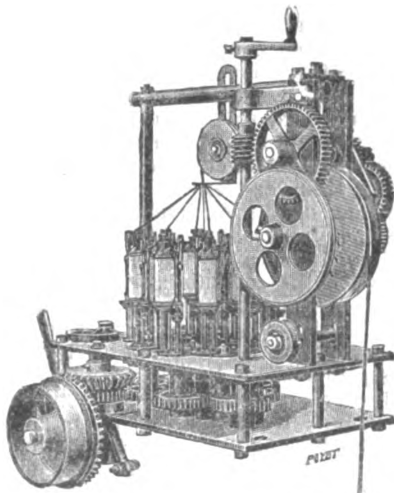
toutes intensités,
toutes résistances,
tous genres
de commandes.

CONDENSATEURS STATIQUES
pour l'amélioration du fact. de puiss.

Concess. exclusif pour la vente France et Colonies :
Cie F^se pour l'Exploitation des Procédés
THOMSON-HOUSTON
CAPITAL 300 000 000 FR
Service comm^l : 173, Boulevard Haussmann, Paris (8e)

Agences en
BELGIQUE
ITALIE
TCHECO-SLOVAQUIE, etc

Concessionnaires à
LONDRES
NEW-HAVEN (Conn.)



TRESSEUSES

L. DEBRON

CONSTRUCTEUR

91, rue du Centre

LA GARENNE-COLOMBES

(Seine)

Registre du Commerce
Seine N° 9 742

Téléphone : La Garenne 57

RECHANGES

ACCESSOIRES

FUSEAUX — BOBINES — POMPES
SUPPORTS de BOBINES
CLIQUETS en acier estampé
PORCELAINES — CASSE-FILS
PIGNONS DENTÉS pour tirage
TAMBOURS, etc.

Quelques détails sont donnés dans l'article sur certains points de ces systèmes de signalisation, d'aiguillage et d'arrêt automatique des trains. L'exploitation de ces lignes exigera un total de 1 100 voitures dont 449 motrices. De ces 1 100 voitures, 674 sont neuves et construites soit en Angleterre, soit sur place. Ce sont des voitures entièrement métalliques ayant une capacité de 79 ou 81 voyageurs assis suivant qu'il y a ou non une cabine de conduite; elles pèsent 49 t en ordre de marche. Elles sont munies de l'attelage automatique M. C. B. Ces motrices ont deux moteurs de 360 ch chacun. Le freinage est du système électropneumatique, assurant l'application automatique des freins si un dérangement se produit dans le circuit de freinage, ou si le train dépasse un signal à l'arrêt. Si la pression de l'air dans la canalisation de freinage tombe au-dessous de 3,5 kg : cm², le courant principal de traction est coupé. On trouvera dans l'article quelques indications de détail relatives à la partie mécanique de ces voitures. — J. S.

656.254 : 621.395. — « Dispatching System » et téléphone sélectif; S. Donati. *Rivista tecnica delle Ferrovie italiane*, 15 septembre 1927, t. xxxii, p. 89-102, 6 000 mots, 19 fig. — Dans cette étude, l'auteur donne la description de principe du système employé par le réseau des chemins de fer italiens : ce système est celui de la Western electric Company. L'étude comporte un exposé du principe du téléphone sélectif et des combinaisons permises par le sélecteur, puis une description matérielle suivie d'une explication détaillée sur le fonctionnement. Le dernier paragraphe concerne les applications spéciales telles que la distribution de l'heure. — C.-R. M.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394.735-432. — Nouveau type de ligne artificielle pour duplex pour câbles sous-marins. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. xxii, p. 665, 300 mots. Résumé d'un rapport de J. Pupin présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.394.5. — Le développement de la télégraphie sous-marine; G. Perilli. *L'Elettrotecnica*, 5 octobre 1927, t. xiv, p. 701-724, 22 800 mots, 38 fig. — Les essais de communication à des distances plus ou moins grandes, rappelés ici, sont, dans l'ordre historique : 1° Commande de l'explosion d'une charge par Soemmering à Paris (1808) 2° emploi du caoutchouc comme isolant (1845), puis de la gutta-percha (1846); dont le premier essai fut proposé par Werner Siemens; 3° premier câble transatlantique (1865). Les premières poses de câbles furent faites avec des moyens empiriques et de ce fait entraînèrent de nombreux incidents, en particulier la formation de boucles. W. Thomson, Longridge et Brooks donnèrent en 1858 une théorie de l'opération et des efforts qu'elle entraîne; ils montrèrent que le câble, dans sa partie immergée et non posée, est rectiligne, que son inclinaison dépend seulement de la vitesse du bateau, et que la tension maximum est à peu près égale à celle produite par une longueur de câble égale à la profondeur. Siemens aboutit à des résultats différents : c'est lui qui introduisit l'emploi du fil pilote permettant d'indiquer le chemin effectivement parcouru. Le mouillage d'un câble doit s'accompagner de sondages fréquents. La réparation d'un câble comporte : des mesures préalables permettant de localiser l'avarie, la recherche et la sortie hors de l'eau et enfin la réparation proprement dite. Le matériel de mesure se trouve soit à terre, soit à bord. Quand il s'agit d'une rupture, on emploie la méthode de localisation Kennelly, celle de la déviation, celle de Thomson ou celle de Gott. Les ruptures accompagnées d'un défaut d'isolement sont particulièrement difficiles à réparer. S'il s'agit seulement de défauts d'isolement, on emploie les montages de Varley, de Murray, la méthode de l'« Overlap », la méthode Clark. Le fonctionnement des câbles a mis en évidence l'influence de leur capacité considérable dont la conséquence est de diminuer rapidement la netteté des signaux. De nombreux appareils ont été créés pour compenser cet effet : galvanomètre à réflexion, siphon recorder, condensateurs d'extrémités, relais divers, appareils à lampes, tous décrits ici. La théorie de la propagation du courant élaborée par W. Thomson s'est bientôt trouvée insuffisante. Les perfectionnements ultérieurs qu'elle a subis ont conduit à l'élaboration de lignes artificielles (Pupin, Krarup). L'article se termine par un exposé de l'état actuel du réseau des câbles sous-marins italiens. — C.-R. M.

519.2 : 621.395.34.00.1. — Application du calcul des probabilités aux problèmes des jonctions téléphoniques; Edward-C. Molina. *The Bell System technical Journal*, juillet 1927, t. vi, p. 461-494, 6 500 mots, 24 fig. — Dans cet article, l'auteur expose quelques considérations relatives aux résultats d'études théoriques au sujet des appels servis avec délai d'attente. Les lois représentant les variations du temps d'occupation doivent répondre aux deux conditions suivantes : *a*) Etre en accord assez exact avec les résultats d'observation pratique; *b*) se prêter à une solution mathématique du problème. — Dans son étude, l'auteur a considéré les deux cas suivants : 1° Si un appel est pris au hasard, la probabilité pour que sa durée d'occupation soit plus grande que t est $e^{-\frac{t}{h}}$ où e est la base des logarithmes naturels et h la durée moyenne d'occupation de tous les appels; 2° on suppose que tous les appels ont la même durée d'occupation. L'article est suivi d'un grand nombre de courbes donnant pour différentes valeurs du nombre de jonctions dans un groupe simple et du rapport du nombre moyen d'appels pendant un intervalle de temps h à ce nombre de jonctions la probabilité pour qu'un appel soit retardé pour une durée plus longue qu'un multiple de la durée moyenne d'occupation. Dans un appendice à l'article, l'auteur développe la théorie mathématique servant de base aux courbes données. — J. S.

621.396. — Dispositif pour assurer le secret des communications radioélectriques. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. xxii, p. 698-700, 2 200 mots, 4 fig.

621.396 : 535.61-3. — Radiotéléphonie par rayons ultra-violets. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. xxii, p. 661, 250 mots. Résumé d'un rapport de Q. Majorana présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

621.396 : 538.56 : 535.2-5. — Sur la radiation dans l'espace avec des polarisations horizontales. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. xxii, p. 616, 400 mots. Résumé d'un rapport de A. Meissner présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.396.24-44. — Emploi des très courtes longueurs d'ondes en radiotéléphonie avec conducteur : la multicommunication généralisée. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. xxii, p. 616, 400 mots. Résumé d'un rapport de A. Turpain présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.396.617.4. — La modulation dans les lampes employées dans les amplificateurs; Eugène Peterson et H.-P. Evans. *The Bell System technical Journal*, juillet 1927, t. vi, p. 442-460, 8 500 mots, 10 fig. — La nécessité de supprimer la modulation dans les amplificateurs découle des troubles qu'elle apporte et qui produisent par exemple une diminution de la qualité des amplificateurs de la parole ou de la diaphonie dans ceux à plusieurs voies employés en téléphonie par courants porteurs. Van der Bijl et Carson ont donné des expressions du courant à la sortie qui ne sont qu'approximatives parce qu'ils ont admis la constance du facteur d'amplification. Les auteurs exposent une méthode qui exprime les caractéristiques d'une lampe au moyen d'une série à deux variables à puissance croissante sans supposer de relations spéciales entre un changement du potentiel de grille et le potentiel de plaque équivalent. Ces expressions sont établies en fonction du facteur d'amplifica-

tion, de la résistance interne de la lampe et de leurs paramètres différentiels. Ils indiquent comment on peut mesurer ces paramètres, puis développent quelques applications de leur méthode d'analyse. Ils déduisent des solutions des conclusions relatives aux meilleures caractéristiques des lampes, telles que, par exemple, les conditions pour qu'une lampe puisse en remplacer deux en montage « push-pull ». Pour terminer ils comparent les propriétés de diverses lampes fournissant la puissance maximum en supposant le facteur d'amplification constant, puis variable. — J. S.

621.396.62 : 621.316. — Dispositifs permettant l'alimentation des postes récepteurs de téléphonie sans fil sur un réseau de distribution d'énergie électrique. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 700-701, 1 200 mots. Analyse d'un article de P.-R. Coursey et H. Andrews publié dans *J. I. E. E.*, juillet 1927, t. LXV, p. 705-726, 20000 mots, 16 fig.

621.396.661.2 : 537.228.1. — Cristaux piézoélectriques comme étalons de fréquence. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 615-616, 1000 mots. Résumé d'un rapport de D.-E. Giebe présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.396.662.3. — Conducteurs en chaîne et filtres électriques. *R. G. E.*, 15 et 29 octobre 1927, t. XXII, p. 572 et 663-664, 1170 mots. Résumé d'un rapport de Karl-Willy Wagner présenté au Congrès international des Physiciens et au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

APPLICATIONS THERMIQUES

621.365.51 : 549.25/9. — Sur quelques perfectionnements apportés dans la fusion électrique des minerais pauvres ; B. Bogitch. *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 863-865, 870 mots. — Les minerais dont il s'agit sont des minerais de cuivre, de nickel et de cobalt, renfermant de 3 à 5 pour 100 de ces métaux et une proportion plus ou moins grande d'oxydes de fer. Au laboratoire, on en obtient assez facilement des ferro-alliages très riches, mais lorsqu'on les traite industriellement dans des fours à cuves on rencontre de sérieuses difficultés provenant de la coulée pénible de l'alliage peu fusible. L'emploi du four électrique avec des tensions inférieures à 100 v par arc ne résout pas la question, car, par suite de la faible valeur de la tension, il faut un courant très intense et il en résulte autour de l'électrode la formation d'une zone extrêmement chaude dans laquelle se produisent des réactions nuisibles, comme, par exemple, la réduction de la silice ; de plus, il y a consommation exagérée d'électrodes, ce qui peut rendre l'opération économiquement impossible et qui, en tout cas, risque d'introduire dans l'alliage une trop forte proportion de carbone. Pour remédier à ces inconvénients, l'auteur a utilisé des tensions supérieures à 100 v par arc et atteignant jusqu'à 180 v pour le traitement de certains minerais. Des essais de longue durée effectués avec un four de 1 000 kw ont montré que le traitement d'une tonne de minerai, donnant de 70 à 100 kg de ferro-alliage, absorbe suivant l'espèce de minerai de 1000 à 1 250 kw-h et consomme de 8 à 15 kg d'électrode, y compris les bouts inutilisables. — J. R.

ÉCLAIRAGE

621.328 (079) (44). — Concours d'appareils d'éclairage électrique. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 489-490, 500 mots.

621.326.11.00.22 (43). — La nouvelle verrerie de la Osram-Gesellschaft ; Hans Koch. *E. u. M.*, 9 octobre 1927, t. XLV, supplément *Die Lichttechnik*, p. 121-124, 2 600 mots, 7 fig. — Les nouveaux ateliers décrits dans cet article se trouvent à Berlin-Siemenstadt. L'intérêt de cette installation réside dans le fait que toutes les opérations que doit subir le verre dans la fabrication des ampoules de lampes à incandescence y sont effectuées à l'aide de machines qui assurent l'automaticité presque absolue de cette fabrication. Les gaz destinés à chauffer les fours où est préparé, fondu et soufflé le verre sont produits par deux générateurs dans lesquels le combustible employé est du lignite. Les matières premières, telles que le sable, la chaux, la potasse, etc., qui entrent dans la constitution du verre, sont emmagasinées dans un local spécial ; ces matières sont transportées à l'aide d'un wagonnet, vers les fours où sera fondu le mélange lequel mélange est convenablement dosé lors du chargement. Après une première fusion, le produit, qui est maintenant du verre, est transvasé dans un autre four dont la température est de 1380 à 1400°C. Celui-ci est en communication avec une machine spéciale, dite de soufflage des ampoules ; son rôle est de prélever dans le four la quantité de verre nécessaire à la constitution d'une ampoule et d'assurer le soufflage, d'où résulte la formation de l'ampoule. La description de cette machine, créée aux Etats-Unis, est donnée dans l'article et accompagnée d'une figure qui en montre la complexité. Les ampoules terminées, mais encore ouvertes, sont transportées vers une machine où elles subissent les opérations de finissage et sont soumises à un triage. — A. C.

621.328 : 629.113. — Les étapes de la mise au point d'un phare non éblouissant pour automobiles ; J.-L. Pech. *La Nature*, 1er août 1927, n° 2 766, p. 101-104, 1 800 mots, 11 fig. — Pour résoudre le problème posé par l'article 24 du Code de la route il paraît rationnel de chercher à réaliser un réflecteur qui fournisse directement un faisceau de rayons réfléchis limité par un plan passant par l'axe optique du dispositif. M. Gallois l'inventeur du phare objet de cet article (phare Anexhip) a d'abord déterminé expérimentalement avec quelle approximation est réalisable par des ouvriers divers travaillant suivant la même technique, une surface du second degré. Il a ainsi reconnu que la calotte sphérique peut être obtenue avec une précision acceptable, mais qu'il n'en est pas de même pour un sommet de paraboloïde. Dans ce cas on ne peut guère obtenir de surface réfléchissante optiquement satisfaisante qu'à condition de ne pas utiliser la partie située à l'intérieur du cône de révolution engendré par une ligne droite passant par le foyer et faisant un angle de 15° à 40° avec l'axe focal. En conséquence la surface réfléchissante utilisée par M. Gallois est une surface complexe formée d'une calotte sphérique continuée par un paraboloïde se raccordant géométriquement avec elle. Quant au phare lui-même il est constitué de deux demi-réflecteurs constitués comme ci-dessus et disposés convenablement l'un par rapport à l'autre. Si une lampe électrique est placée à l'endroit voulu de ce système optique, on obtient avec ce phare un faisceau demi-conique. Le seul inconvénient de ce phare est que l'éclairage est insuffisant pour permettre de dépasser une vitesse de 50 à 60 km : h, parce que les obstacles ne sont éclairés que sur une hauteur de 1,50 m environ et ne peuvent être identifiés complètement qu'à partir de 60 m au plus. Au delà de cette distance les obstacles sont visibles mais non identifiables. — J. S.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

621.372 : 546.48. — Sur l'emploi des dépôts électrolytiques de cadmium pour la protection des métaux et alliages contre la corrosion ; Jean Cournot et Jean Bary. *C. R. Ac. des Sc.*, 17 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 773-774, 750 mots. — Les auteurs, qui ont antérieurement montré qu'un dépôt électrolytique de cadmium protège efficacement l'aluminium et les alliages légers, exposent dans cette note les résultats de leurs nouvelles recherches sur la protection des aciers et des alliages de cuivre par ce dépôt. Ils ont constaté, par des essais de pliage et d'emboutissage, que l'adhérence du dépôt électrolytique de cadmium aux aciers et aux alliages de cuivre est au moins égale à celle des autres revêtements ; de plus, sa continuité, vérifiée par de nombreux essais de corrosion, est excellente et supérieure à celle d'un dépôt de nickel, même quand ce dernier est réalisé en prenant les plus grandes précautions ; elle est également

supérieure à celle d'un dépôt électrolytique de zinc, les essais ayant montré qu'à épaisseur égale, le dépôt de cadmium résiste à la corrosion atmosphérique un temps trois fois plus long que ne le fait un dépôt de zinc. Par contre, l'emploi du cadmium comme protecteur présente deux graves inconvénients : il manque de dureté et perd assez rapidement le beau brillant qu'on peut lui donner initialement; ce dernier inconvénient n'est d'ailleurs pas dû, d'après les auteurs, à une corrosion superficielle, mais est une conséquence du défaut de dureté; il est donc inférieur au nickel au point de vue de la conservation du brillant. Les auteurs ont pensé que l'on pourrait conserver l'avantage que présente le nickel à ce point de vue, tout en utilisant celui que possède le cadmium de ne pas être poreux comme ce dernier métal, en recouvrant les objets à protéger d'une couche de cadmium puis d'une couche de nickel. Les essais qu'ils ont faits dans cette voie leur ont montré que l'on obtenait bien ainsi un dépôt à la fois durable et brillant; ce double revêtement résiste beaucoup mieux à la corrosion dans un brouillard d'eau salée que le double revêtement de cuivre et de nickel. Les auteurs ont également essayé un double revêtement de zinc et de nickel, mais ils ont constaté que les objets préalablement recouverts de zinc altèrent très rapidement le bain de nickelage dans lequel ils sont ensuite immergés et que bientôt on n'obtient plus qu'un dépôt noir et non adhérent de nickel. — J. R.

APPLICATIONS DIVERSES

546.17-1 : 661.5-26. — Sur une réaction nouvelle de l'azote actif; Pierre Jolibois et Henri Lefebvre. *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 853-855, 750 mots. — Cette réaction présente quelque intérêt au point de vue de l'obtention de l'ammoniaque et de l'acide azotique, par synthèse, au moyen de décharges électriques; c'est à ce titre que nous la signalons ici. Les auteurs ont observé que si l'on fait passer, sous une pression correspondant à 4 mm de mercure, un courant d'oxyde de carbone dans un tube à électrodes entre lesquelles se décharge périodiquement un condensateur de grande capacité, la décomposition de ce gaz, mesurée par la quantité d'anhydride carbonique qui en résulte, est très faible. D'autre part, ils ont constaté que si l'on répète l'expérience sur un mélange gazeux formé de 1 volume d'oxyde de carbone et de 6 volumes d'azote, la quantité d'oxyde de carbone décomposé est 6 à 7 fois plus grande. Après avoir discuté les causes probables de cette augmentation, ils arrivent à conclure que cette cause est la formation d'azote actif dont la présence est « nettement visible dans le mélange par suite de sa postluminescence facile à constater dans tout l'appareil ». Ils pensent dès lors que l'augmentation de décomposition est due à « l'action catalytique de l'azote actif en voie d'évolution sous sa forme normale; sous son influence, l'oxyde de carbone, instable à la température ordinaire, se transformerait en anhydride carbonique et carbone, système stable ». Les auteurs ajoutent : « Cette hypothèse présente l'avantage d'éclaircir deux réactions qui semblent anormales : 1° la formation d'ammoniaque sous l'influence de l'étincelle, qui ne devrait pas se produire puisqu'une élévation de température décompose totalement l'ammoniaque; au contraire, l'action catalytique de l'azote fait évoluer le mélange vers la formation d'ammoniaque thermodynamiquement stable à la température ordinaire; 2° l'oxyde d'azote, sous l'influence de l'azote actif, se tranforme en un composé plus oxygéné, NO^2; ceci peut s'interpréter également par le pouvoir catalytique de l'azote actif, qui amènerait la décomposition spontanée de l'oxyde d'azote en azote et oxygène; ce dernier, ainsi libéré, se combine comme l'on sait à l'oxyde d'azote pour donner NO^2. » — J. R.

USINES ET ATELIERS

620.128 : 538.122. — Contrôle des soudures par les spectres magnétiques; Albert Roux. *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 859-861, 550 mots, 4 fig. — Dans les essais effectués par l'auteur, le champ magnétique était créé par un électroaimant en forme de U, dont le noyau a une section de 4 cm × 7 cm, et la distance des pôles est de 9 cm, excité par des bobines comportant 15 spires. Les éprouvettes d'essais étaient constituées par des tôles ayant 5 ou 10 mm d'épaisseur soudées bout à bout au moyen du chalumeau oxyacétylénique. Pour tracer le spectre, les pôles de l'électroaimant sont appliqués sur une des faces de l'éprouvette, symétriquement à la ligne de soudure et, après avoir établi la circulation d'un courant continu dans les spires, de la limaille de fer était projetée sur une feuille de papier en contact avec l'autre face de l'éprouvette; du vernis à la gomme laque est ensuite projeté sur la feuille de papier lorsqu'on désire observer le spectre obtenu. Si la soudure est exempte de défauts, le spectre est le même que celui dessiné sur une plaque d'épaisseur uniforme et les lignes de limaille sont continues; lorsque la soudure présente des défauts, il y a accumulation de limaille suivant une ligne normale aux lignes régulières du spectre. Deux photographies montrent les spectres obtenus dans deux essais, l'un sur une éprouvette dont les deux parties ont été soudées sur une face seulement, l'autre, sur une éprouvette dont les parties sont soudées sur les deux faces, mais dont la soudure n'est que superficielle; deux autres photographies montrent l'aspect de la cassure de l'éprouvette suivant la ligne de soudure; les unes et les autres indiquent nettement que le procédé est susceptible de déceler les défauts de soudure. — J. R.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.144... — L'acier au cuivre et sa résistance à la corrosion; M. Grison et E. Lepage. *Revue de Métallurgie*, juin 1927, t. XXIV, p. 331-336, 2 400 mots, 1 fig., 5 tabl. — Les auteurs attirent d'abord l'attention sur le fait que les recherches relatives à la corrosion des métaux ont été jusqu'ici négligées en France alors qu'elles ont été activement poussées en Angleterre et en Amérique, sans doute dans le but de diminuer les pertes de fer et d'acier par corrosion et de prolonger les réserves mondiales de minerai de fer. Ces recherches ont été poussées dans le sens de la résistance à la corrosion provenant du métal lui-même et ont abouti jusqu'ici à deux produits : le fer Armco et l'acier au cuivre dont le second semble totalement inconnu en France. Les auteurs citent d'abord quelques opinions relativement à la résistance à la corrosion de l'acier au cuivre puis donnent les résultats d'essais comparatifs auxquels ils ont procédé. Ces essais ont porté sur trois échantillons d'acier au cuivre (à 0,50 — 0,53 — 0,71 pour 100 de Cu) et trois échantillons d'acier Thomas ou Martin basique dont les poids étaient pris avant et après avoir été soumis à l'action de différents agents corrosifs : solution à 20 pour 100 d'acide sulfurique pendant une durée variant de 24 à 144 heures, solution de chlorure de sodium à 34 g par litre pendant 8 et 16 jours, action de l'eau courante pendant un mois, action atmosphérique pendant deux mois. Dans tous les cas l'acier au cuivre a résisté beaucoup mieux à la corrosion, cette résistance étant de 2 à 42 fois plus forte que celle de l'acier ordinaire, exprimée dans chaque cas par le rapport des pourcentages moyens de pertes de poids. D'autre part, des essais mécaniques effectués sur les échantillons d'acier au cuivre ont montré qu'une teneur de 0,5 à 0,7 pour 100 de cuivre n'enlève au produit aucune des qualités de l'acier doux, ne diminue en rien la soudabilité du métal et n'apporte enfin aucune difficulté de fabrication. Quant à la question prix de revient on peut signaler seulement que, par exemple, le prix du cuivre ajouté pour obtenir 1 t de tôles minces correspond à 5 pour 100 du prix actuel de ces tôles. Il ne saurait donc y avoir de ce côté de prohibition à l'emploi de l'acier au cuivre dans la grosse construction qui y trouverait par ailleurs des garanties de durée fort intéressantes. — J. S.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'EDIT., 17, RUE CASSETTE. Le Gérant : J. Blondin.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.12/3 : 513.82. — Sur l'interprétation des masses de l'électron et du proton dans l'univers à cinq dimensions; A. Schidlof. *C. R. Ac. des Sc.*, 31 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 889-891, 1 300 mots. — Appliquant à l'électron et au proton les considérations générales exposées par M. Louis de Broglie dans son étude « L'univers à cinq dimensions et la mécanique ondulatoire » (*Le Journal de Physique et le Radium*, février 1927, t. VIII, (6e série), p. 65-74), l'auteur trouve que le rapport du carré de la masse au carré de la charge est 4×10^6 fois plus grand pour le proton que pour l'électron. Faisant ensuite diverses hypothèses il arrive à une expression de la masse d'un point matériel,

$$m = \pm \frac{M}{2} + \frac{M}{2}\sqrt{1 + \frac{4\mu}{M}},$$

où μ désigne la masse de l'électron et M l'excès de la masse $M + \mu$ du proton sur celle de l'électron. — J. R.

537.228.2. — Théorie thermodynamique de l'électrostriction dans les diélectriques; Y. Rocard. *Le Journal de Physique et le Radium*, octobre 1927, t. VIII (6e série), p. 385-391, 2 000 mots. — L'existence d'une contraction éprouvée par un diélectrique sous l'influence d'un champ électrique, par exemple lorsqu'on charge les armatures d'un condensateur séparées par ce diélectrique, a été établie théoriquement par Helmholtz, puis, en 1881, par Lippmann. Sa mesure expérimentale, difficile à réaliser avec exactitude, a donné lieu à de nombreux travaux, notamment à un travail de M. Pauthenier (*Annales de Phys.*, 1920, t. XIV, p. 239, et *Le Journal de Physique et le Radium*, 1924, t. V, p. 312) utilisant une méthode optique et effectué dans des conditions de précision et de sensibilité remarquables. En 1925, MM. Bruhat et Pauthenier (*Le Journal de Physique et le Radium*, 1925, t. VI, p. 1) ont repris l'étude théorique de l'électrostriction et lui ont fait faire un nouveau pas en abandonnant l'hypothèse émise par Lippmann que la variation de température produite par le phénomène est négligeable, et en lui substituant celle que le phénomène est adiabatique, ce qui semble bien être réalisé en pratique, aucun échange de chaleur n'ayant le temps de se produire entre le diélectrique et le milieu extérieur pendant des temps de charge de l'ordre du dix-millième de seconde; toutefois, comme ils admettaient que l'indice de réfraction et la constante diélectrique du diélectrique ne dépendent que de la densité de ce corps, leur théorie ne tenait pas compte des conditions les plus générales que l'on rencontre en pratique. M. Rocard a, pour cette dernière raison, repris cette théorie dans le cas général où l'indice dépend séparément de la température et de la pression, ainsi du reste que la constante diélectrique ou toute autre constante caractéristique du corps. Les formules auxquelles arrive M. Rocard donnent des résultats numériques qui concordent avec les résultats des mesures expérimentales de M. Pauthenier mieux que ne le font ceux des formules de MM. Bruhat et Pauthenier; d'ailleurs ces dernières se déduisent facilement de celles de M. Rocard dont elles ne sont qu'un cas particulier. De ses formules, M. Rocard a déduit plusieurs conséquences relatives à la valeur du rapport des retards absolus dans le phénomène de Kerr et à la théorie de la diffusion de la lumière, conséquences qu'il se propose de publier ultérieurement. — J. R.

538.222. — Sur la théorie du paramagnétisme; B. Cabrera. *C. R. Ac. des Sc.*, 1er août 1927, t. CLXXXV, p. 346-348, 900 mots. — L'auteur établit une théorie basée sur la conception actuellement admise, que l'atome est formé d'un noyau, autour duquel tournent, à des distances inégales du centre, des électrons. — J. R.

538.3 : 530.12. — Sur les équations de l'électromagnétisme; F. Gonseth et G. Juvet. *C. R. Ac. des Sc.*, 1er août 1927, t. CLXXXV, p. 341-343, 1 100 mots. — Nous ne pouvons que signaler cette note, qui fait appel aux théories de la relativité à cinq dimensions, et dont l'objet est défini par les auteurs comme il suit : « L'objet de cette note est de formuler une relativité à cinq dimensions dont les équations fourniront les lois du champ gravifique, du champ électromagnétique, les lois du mouvement d'un point matériel chargé et l'équation des ondes de M. Schrödinger; nous aurons ainsi un cadre dans lequel entreront les lois de la gravitation et de l'électromagnétisme et où il sera possible de faire entrer aussi la théorie des quanta. » — J. R.

55.038.5 : 523.76. — Loi de distribution des orages magnétiques et de leurs éléments. Conséquences à en tirer sur la constitution du soleil; H. Deslandres. *C. R. Ac. des Sc.*, 3 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 626-630, 1 800 mots. — L'étude des orages magnétiques observés sur le globe terrestre a permis de démontrer que la cause de ces orages réside dans le soleil. Dans sa communication, M. Deslandres rappelle tout d'abord les conséquences auxquelles il a été conduit par l'analyse approfondie de quelques orages magnétiques, conséquences qu'il a exposées dans diverses communications

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Annales des P. T. T.*, *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, Paris. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Électriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.* *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *J. I. E. E. of Japan*, *The Journal of the Institute of electrical Engineers of Japan*, Tokyo. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Électricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : *France*, 1,50 fr; *Etranger*, 3,50 fr.)

d'une part, un métal indifférent (plomb, platine, etc.), d'autre part, un métal donnant lieu par polarisation anodique à une couche de passage très résistante (aluminium, magnésium, thalium, molybdène, tungstène, etc.). L'auteur a constaté que l'emploi du silicium à l'état pur ou à l'état d'alliage donne lieu dans un électrolyte quelconque, acide ou alcalin, à une conductibilité unilatérale très accentuée. En mesurant la valeur moyenne du courant traversant une cellule de ce genre et la valeur efficace du courant alternatif qui l'alimente, il a reconnu que le rapport de la première à la seconde (qui mesure l'effet de soupape) est très voisin de la valeur théorique qu'il devrait avoir; en outre, contrairement à ce qui s'observe avec la plupart des cellules, l'effet de redressement varie peu avec la température, même quand celle-ci atteint 100° C; enfin le rendement énergétique, faible avec les autres cellules (avec l'aluminium, il ne dépasse pas 0,15) peut atteindre 0,5 avec le silicium ou ses alliages dans une solution acide et lorsque la réactance du circuit est voisine de zéro. M. Audubert explique cette propriété du silicium comme il suit : par polarisation anodique il se recouvre d'une couche d'oxyde de résistance élevée s'opposant au passage du courant; lors de la polarité inverse, l'hydrogène cathodique réduit plus ou moins complètement cet oxyde. En écrivant que la vitesse d'oxydation est, d'une part, proportionnelle aux concentrations à la surface de l'électrode, d'autre part, proportionnelle au courant, puis égalant ces deux expressions, il obtient une formule donnant le potentiel de l'électrode en fonction de la température et du courant; les mesures directes de ce potentiel à diverses températures et avec diverses valeurs du courant donnent des résultats en accord avec la formule, ce qui confirme que l'effet de soupape est bien lié à un processus d'oxydation et de réduction. — J. R.

621.316.00.413. — Sur la mise à la terre du point neutre dans les réseaux à haute tension; G. Cerillo, B. Focaccia et L. Selmo. *L'Elettrotecnica*, 5 octobre 1927, t. xiv, p. 724-733, 7 700 mots. — Les avantages que l'on attribue à la mise à la terre du point neutre sont : la limitation des tensions normales et des surtensions accidentelles, l'amélioration du fonctionnement des relais de protection et la diminution des frais d'isolement. La résistance de mise à la terre est en général un compromis entre le désir de limiter les courants de court-circuit et celui de limiter les surtensions. Aussi son choix varie beaucoup avec les installations. Les surtensions contre lesquelles il y a lieu de prévoir une protection ont des origines diverses : phénomènes de contact, phénomènes atmosphériques, ou formation intempestive d'un arc. L'étude de ces différentes causes présente encore de nombreux points obscurs, que l'on espère pouvoir éclaircir grâce aux données expérimentales résultant de l'emploi du klydonographe et de l'oscillographe cathodique. L'auteur discute la méthode de calcul des surintensités de courant, le fonctionnement des relais de protection, l'influence des perturbations sur les lignes voisines à faible courant et le danger des personnes se trouvant près d'une mise à la terre accidentelle. Il conclut d'une façon générale à la nécessité de nouveaux et nombreux résultats expérimentaux. — C.-R. M.

621.31 : 351.712.078.2 — Arrêté du 30 avril 1927 déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique. *R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. xxii, p. 473-488, 21 800 mots.

621.316.00.1. — Atténuation normale dans les réseaux conducteurs d'électricité. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. xxii, p. 613, 350 mots. Résumé d'un rapport de A.-E. Kennelly présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

621.316.4. — Réseaux de distribution à courant alternatif. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. xxii, p. 643-644, 1 700 mots. Analyse d'une discussion publiée dans *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. xlvi, p. 370-377, 11 400 mots, 2 fig.

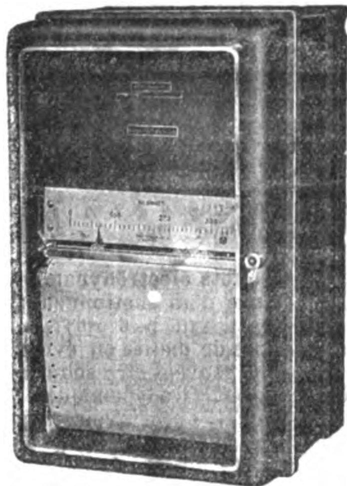
537.523.5 : 621.311.73. — La formation de l'arc et les caractéristiques de rupture des interrupteurs. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. xxii, p. 638, 900 mots. Analyse d'un article de Sven Norberg, publié dans *A S E A Journal*, mars 1927, t. iv, p. 28-37, 5 300 mots, 13 fig.

621.311.74. — Etude sur les effets électrodynamiques qui peuvent provoquer l'ouverture d'un sectionneur; G. Soubien. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. xxii, p. 665-671, 5000 mots, 10 fig. — L'auteur se propose de mettre en évidence l'importance des efforts auxquels peuvent être soumis les sectionneurs par suite des actions électrodynamiques des courants de court-circuit. A cet effet, après avoir rappelé les expressions de ces actions électrodynamiques pour deux conducteurs rectilignes parallèles et pour deux conducteurs rectangulaires, il montre comment varient ces efforts, qui sont proportionnels au carré des intensités des courants, dans le cas où le courant de court-circuit est symétrique et dans celui où il est asymétrique. Il établit ensuite l'équation du mouvement des mâchoires du sectionneur et termine en développant une application numérique des calculs exposés dans le cours de l'article.

621.315.7 : 351.712.078.2. — Arrêté du 30 juin 1927 fixant les caractéristiques générales des plaques de sécurité à apposer sur les supports des ouvrages de distribution ou de transmission d'énergie électrique. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. xxii, p. 655, 400 mots, 1 tabl.

TRACTION ET LOCOMOTION

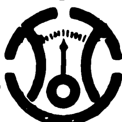
621.33 : 625.421 (94). — L'électrification des chemins de fer métropolitains de Sidney. *Engineering*, 29 juillet, 12 et 19 août 1927, t. cxxiv, p. 125, 195-198, 231, 6 200 mots, 15 fig. — L'électrification des chemins de fer métropolitains de Sidney a eu pour but d'accroître leur capacité de transport. Les travaux d'électrification ont été exécutés sans arrêter le trafic actuel. Certaines modifications, telles qu'augmentation du gabarit d'encombrement des wagons, installation de systèmes de signalisation modernes, ont d'ailleurs été réalisées avant l'électrification. Cette électrification a nécessité l'extension de l'usine génératrice de White Bay et la construction de 15 sous-stations, de 4 dépôts de nettoyage des voitures et d'ateliers. On a dû, d'autre part, remanier les ouvrages d'art de façon à obtenir une hauteur libre de 5,05 m au lieu de celle de 4,45 m existante. Pour les ponts, on a procédé de préférence par exhaussement, cette méthode étant plus économique que celle consistant à abaisser le niveau de la voie. Il a fallu d'autre part refaire à neuf le ballast des anciennes voies pour réduire les courants vagabonds et, dans certaines tranchées argileuses, établir un drainage de la voie. Les fils de contact sont à suspension caténaire et portés par des pylônes reliés par une poutre transversale, ce qui a permis de réduire l'importance des massifs de fondation et de leur donner des dimensions unifiées. Ces pylônes sont placés tous les 60 m environ. Tous les 1 200 m environ est placé un support d'ancrage des fils constitué par une poutre en treillis portée par deux chevalets métalliques. La poutre est soumise au poids des fils de contact et de suspension et aux efforts horizontaux, tandis que les chevalets et leurs fondations sont établis pour résister au moment total de renversement. Comme il est dit ci-dessus, la signalisation avait déjà été modernisée pour la traction à vapeur. On emploie du courant alternatif triphasé 50 p : s distribué à la tension de 2 200 v, ramenée à 120 v pour l'utilisation. Cette tension est encore abaissée à 12 v pour les signaux lumineux et à des tensions diverses entre 4 et 24 v pour les circuits de voie, etc. La tension de 120 v est employée pour les aiguillages et les leviers d'enclenchement. Une section du réseau est, en outre, équipée avec un système électropneumatique.



TRUB, TAUBER & Cie

ZURICH — PARIS

3, rue Ampère — 36, Bd de la Bastille



Téléph. : Diderot 14-90 — *Télégr.* : Dyn

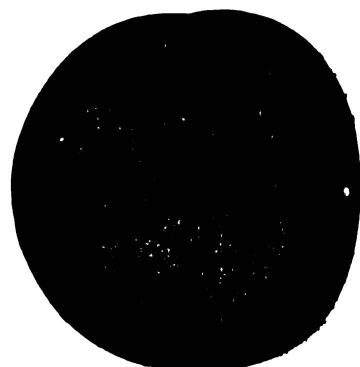
Registre du Commerce : Seine n° 20 634

FABRIQUE d'INSTRUMENTS de MESURES

électromagnétiques, caloriques, à cadre mobile, dynamométriques, Ferraris et Statiques

INSTRUMENTS DE LABORATOIRE

TRANSFORMATEURS de MESURES jusqu'à 120 000 volts



Enregistreur : diagramme utile 150 mm coordonnées rectilignes | **Réparations Appareils toutes Marques**

Siège social et Usine à TRÉVOUX (Ain)

Registre du Commerce Trévoux (Ain) N° 2806

SOCIÉTÉ ANONYME DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX

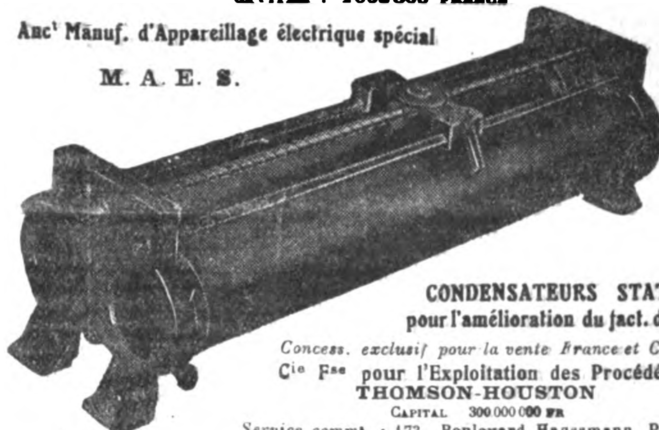
CAPITAL : 2000000 FRANCS

Téléph. : 52

Adr. télég. : CONDENSATEURS-TRÉVOUX TRÉCONDENS-PARIS

Anct Manuf. d'Appareillage électrique spécial

M. A. E. S.



CONDENSATEURS

TÉLÉPHONIQUES ET TOUS USAGES

SPÉCIALITÉ de CONDENSATEURS MICA T. S. F.

Licence exclusive **"DUBILIER"**

Bureaux à Paris :

52, rue de Dunkerque (Xe)

Téléph. : Trudaine 68-61

RHÉOSTATS à CURSEURS

toutes intensités, toutes résistances, tous genres de commandes.

CONDENSATEURS STATIQUES pour l'amélioration du fact. de puiss.

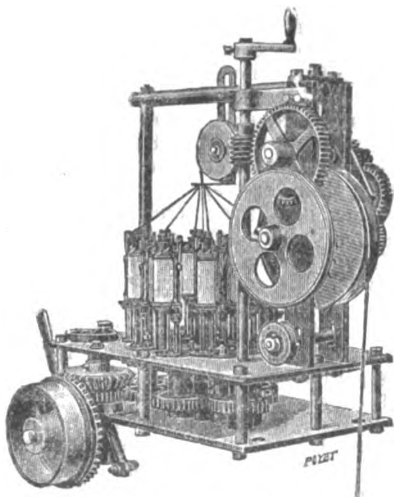
Conces. exclusif pour la vente France et Colonies : Cie Fse pour l'Exploitation des Procédés THOMSON-HOUSTON

Capital 300 000 000 fr

Service comm. : 173, Boulevard Haussmann, Paris (8e)

Agences en BELGIQUE, ITALIE, TCHECO-SLOVAQUIE, etc

Concessionnaires à LONDRES, NEW-HAVEN (Conn.)



TRESSEUSES

L. DEBRON

CONSTRUCTEUR

91, rue du Centre

LA GARENNE-COLOMBES

(Seine)

Registre du Commerce Seine N° 9 742

Téléphone : La Garenne 57

RECHANGES — ACCESSOIRES

FUSEAUX — BOBINES — POMPES

SUPPORTS de BOBINES

CLIQUETS en acier estampé

PORCELAINES — CASSE-FILS

PIGNONS DENTÉS pour tirage

TAMBOURS, etc.

Quelques détails sont donnés dans l'article sur certains points de ces systèmes de signalisation, d'aiguillage et d'arrêt automatique des trains. L'exploitation de ces lignes exigera un total de 1 100 voitures dont 449 motrices. De ces 1 100 voitures, 674 sont neuves et construites soit en Angleterre, soit sur place. Ce sont des voitures entièrement métalliques ayant une capacité de 79 ou 81 voyageurs assis suivant qu'il y a ou non une cabine de conduite; elles pèsent 49 t en ordre de marche. Elles sont munies de l'attelage automatique M. C. B. Ces motrices ont deux moteurs de 360 ch chacun. Le freinage est du système électropneumatique, assurant l'application automatique des freins si un dérangement se produit dans le circuit de freinage, ou si le train dépasse un signal à l'arrêt. Si la pression de l'air dans la canalisation de freinage tombe au-dessous de 3,5 kg : cm², le courant principal de traction est coupé. On trouvera dans l'article quelques indications de détail relatives à la partie mécanique de ces voitures. — J. S.

656.254 : 621.395. — « Dispatching System » et téléphone sélectif; S. Donati. *Rivista tecnica delle Ferrovie italiane*, 15 septembre 1927, t. XXXII, p. 89-102, 6 000 mots, 19 fig. — Dans cette étude, l'auteur donne la description de principe du système employé par le réseau des chemins de fer italiens : ce système est celui de la Western electric Company. L'étude comporte un exposé du principe du téléphone sélectif et des combinaisons permises par le sélecteur, puis une description matérielle suivie d'une explication détaillée sur le fonctionnement. Le dernier paragraphe concerne les applications spéciales telles que la distribution de l'heure. — C.-R. M.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394.735-432. — Nouveau type de ligne artificielle pour duplex pour câbles sous-marins. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 665, 300 mots. Résumé d'un rapport de J. Pupin présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.394.5. — Le développement de la télégraphie sous-marine; G. Perilli. *L'Elettrotecnica*, 5 octobre 1927, t. XIV, p. 701-724, 22 800 mots, 38 fig. — Les essais de communication à des distances plus ou moins grandes, rappelés ici, sont, dans l'ordre historique : 1° Commande de l'explosion d'une charge par Soemmering à Paris (1808) 2° emploi du caoutchouc comme isolant (1845), puis de la gutta-percha (1846); dont le premier essai fut proposé par Werner Siemens; 3° premier câble transatlantique (1865). Les premières poses de câbles furent faites avec des moyens empiriques et de ce fait entraînèrent de nombreux incidents, en particulier la formation de boucles. W. Thomson, Longridge et Brooks donnèrent en 1858 une théorie de l'opération et des efforts qu'elle entraine; ils montrèrent que le câble, dans sa partie immergée et non posée, est rectiligne, que son inclinaison dépend seulement de la vitesse du bateau, et que la tension maximum est à peu près égale à celle produite par une longueur de câble égale à la profondeur. Siemens aboutit à des résultats différents : c'est lui qui introduisit l'emploi du fil pilote permettant d'indiquer le chemin effectivement parcouru. Le mouillage d'un câble doit s'accompagner de sondages fréquents. La réparation d'un câble comporte : des mesures préalables permettant de localiser l'avarie, la recherche et la sortie hors de l'eau et enfin, la réparation proprement dite. Le matériel de mesure se trouve soit à terre, soit à bord. Quand il s'agit d'une rupture, on emploie la méthode de localisation Kennelly, celle de la déviation, celle de Thomson ou celle de Gott. Les ruptures accompagnées d'un défaut d'isolement sont particulièrement difficiles à réparer. S'il s'agit seulement de défauts d'isolement, on emploie les montages de Varley, de Murray, la méthode de l' « Overlap », la méthode Clark. Le fonctionnement des câbles a mis en évidence l'influence de leur capacité considérable dont la conséquence est de diminuer rapidement la netteté des signaux. De nombreux appareils ont été créés pour compenser cet effet : galvanomètre à réflexion, siphon recorder, condensateurs d'extrémités, relais divers, appareils à lampes, tous décrits ici. La théorie de la propagation du courant élaborée par W. Thomson s'est bientôt trouvée insuffisante. Les perfectionnements ultérieurs qu'elle a subis ont conduit à l'élaboration de lignes artificielles (Pupin, Krarup). L'article se termine par un exposé de l'état actuel du réseau des câbles sous-marins italiens. — C.-R. M.

519.2 : 621.395.34.00.1. — Application du calcul des probabilités aux problèmes des jonctions téléphoniques; Edward-C. Molina. *The Bell System technical Journal*, juillet 1927, t. VI, p. 461-494, 6 500 mots, 24 fig. — Dans cet article, l'auteur expose quelques considérations relatives aux résultats d'études théoriques au sujet des appels servis avec délai d'attente. Les lois représentant les variations du temps d'occupation doivent répondre aux deux conditions suivantes : *a)* Etre en accord assez exact avec les résultats d'observation pratique; *b)* se prêter à une solution mathématique du problème. — Dans son étude, l'auteur a considéré les deux cas suivants : 1° Si un appel est pris au hasard, la probabilité pour que sa durée d'occupation soit plus grande que t est $e^{-\frac{t}{h}}$ où e est la base des logarithmes naturels et h la durée moyenne d'occupation de tous les appels; 2° on suppose que tous les appels ont la même durée d'occupation. L'article est suivi d'un grand nombre de courbes donnant pour différentes valeurs du nombre de jonctions dans un groupe simple et du rapport du nombre moyen d'appels pendant un intervalle de temps h à ce nombre de jonctions la probabilité pour qu'un appel soit retardé pour une durée plus longue qu'un multiple de la durée moyenne d'occupation. Dans un appendice à l'article, l'auteur développe la théorie mathématique servant de base aux courbes données. — J. S.

621.396. — Dispositif pour assurer le secret des communications radioélectriques. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 698-700, 2 200 mots, 4 fig.

621.396 : 535.61-3. — Radiotéléphonie par rayons ultraviolets. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 661, 250 mots. Résumé d'un rapport de Q. Majorana présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

621.396 : 538.56 : 535.2-5. — Sur la radiation dans l'espace avec des polarisations horizontales. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 616, 400 mots. Résumé d'un rapport de A. Meissner présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.396.24-44. — Emploi des très courtes longueurs d'ondes en radiotéléphonie avec conducteur : la multicommunication généralisée. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 616, 400 mots. Résumé d'un rapport de A. Turpain présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.396.617.4. — La modulation dans les lampes employées dans les amplificateurs; Eugène Peterson et H.-P. Evans. *The Bell System technical Journal*, juillet 1927, t. VI, p. 442-460, 8 500 mots, 10 fig. — La nécessité de supprimer la modulation dans les amplificateurs découle des troubles qu'elle apporte et qui produisent par exemple une diminution de la qualité des amplificateurs de la parole ou de la diaphonie dans ceux à plusieurs voies employés en téléphonie par courants porteurs. Van der Bijl et Carson ont donné des expressions du courant à la sortie qui ne sont qu'approximatives parce qu'ils ont admis la constance du facteur d'amplification. Les auteurs exposent une méthode qui exprime les caractéristiques d'une lampe au moyen d'une série à deux variables à puissance croissante sans supposer de relations spéciales entre un changement du potentiel de grille et le potentiel de plaque équivalent. Ces expressions sont établies en fonction du facteur d'amplifica-

tion, de la résistance interne de la lampe et de leurs paramètres différentiels. Ils indiquent comment on peut mesurer ces paramètres, puis développent quelques applications de leur méthode d'analyse. Ils déduisent des solutions des conclusions relatives aux meilleures caractéristiques des lampes, telles que, par exemple, les conditions pour qu'une lampe puisse en remplacer deux en montage « push-pull ». Pour terminer ils comparent les propriétés de diverses lampes fournissant la puissance maximum en supposant le facteur d'amplification constant, puis variable. — J. S.

621.396.62 : 621.316. — Dispositifs permettant l'alimentation des postes récepteurs de téléphonie sans fil sur un réseau de distribution d'énergie électrique. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 700-701, 1 200 mots. Analyse d'un article de P.-R. Coursey et H. Andrews publié dans *J. I. E. E.*, juillet 1927, t. LXV, p. 705-726, 20000 mots, 16 fig.

621.396.661.2 : 537.228.1. — Cristaux piézoélectriques comme étalons de fréquence. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 615-616, 1 000 mots. Résumé d'un rapport de D.-E. Giebe présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.396.662.3. — Conducteurs en chaîne et filtres électriques. *R. G. E.*, 15 et 29 octobre 1927, t. XXII, p. 572 et 663-664, 1170 mots. Résumé d'un rapport de Karl-Willy Wagner présenté au Congrès international des Physiciens et au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

APPLICATIONS THERMIQUES

621.365.51 : 549.25/9. — Sur quelques perfectionnements apportés dans la fusion électrique des minerais pauvres ; B. Bogitch. *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 863-865, 870 mots. — Les minerais dont il s'agit sont des minerais de cuivre, de nickel et de cobalt, renfermant de 3 à 5 pour 100 de ces métaux et une proportion plus ou moins grande d'oxydes de fer. Au laboratoire, on en obtient assez facilement des ferro-alliages très riches, mais lorsqu'on les traite industriellement dans des fours à cuves on rencontre de sérieuses difficultés provenant de la coulée pénible de l'alliage peu fusible. L'emploi du four électrique avec des tensions inférieures à 100 v par arc ne résout pas la question, car, par suite de la faible valeur de la tension, il faut un courant très intense et il en résulte autour de l'électrode la formation d'une zone extrêmement chaude dans laquelle se produisent des réactions nuisibles, comme, par exemple, la réduction de la silice ; de plus, il y a consommation exagérée d'électrodes, ce qui peut rendre l'opération économiquement impossible et qui, en tout cas, risque d'introduire dans l'alliage une trop forte proportion de carbone. Pour remédier à ces inconvénients, l'auteur a utilisé des tensions supérieures à 100 v par arc et atteignant jusqu'à 180 v pour le traitement de certains minerais. Des essais de longue durée effectués avec un four de 1 000 kw ont montré que le traitement d'une tonne de minerai, donnant de 70 à 100 kg de ferro-alliage, absorbe suivant l'espèce de minerai de 1000 à 1 250 kw-h et consomme de 8 à 15 kg d'électrode, y compris les bouts inutilisables. — J. R.

ÉCLAIRAGE

621.328 (079) (44). — Concours d'appareils d'éclairage électrique. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 489-490, 500 mots.

621.326.11.00.22 (43). — La nouvelle verrerie de la Osram-Gesellschaft ; Hans Koch. *E. u. M.*, 9 octobre 1927, t. XLV, supplément *Die Lichttechnik*, p. 121-124, 2 600 mots, 7 fig. — Les nouveaux ateliers décrits dans cet article se trouvent à Berlin-Siemenstadt. L'intérêt de cette installation réside dans le fait que toutes les opérations que doit subir le verre dans la fabrication des ampoules de lampes à incandescence y sont effectuées à l'aide de machines qui assurent l'automaticité presque absolue de cette fabrication. Les gaz destinés à chauffer les fours où est préparé, fondu et soufflé le verre sont produits par deux générateurs dans lesquels le combustible employé est du lignite. Les matières premières, telles que le sable, la chaux, la potasse, etc., qui entrent dans la constitution du verre, sont emmagasinées dans un local spécial ; ces matières sont transportées à l'aide d'un wagonnet, vers les fours où sera fondu le mélange lequel mélange est convenablement dosé lors du chargement. Après une première fusion, le produit, qui est maintenant du verre, est transvasé dans un autre four dont la température est de 1380 à 1400°C. Celui-ci est en communication avec une machine spéciale, dite de soufflage des ampoules ; son rôle est de prélever dans le four la quantité de verre nécessaire à la constitution d'une ampoule et d'assurer le soufflage, d'où résulte la formation de l'ampoule. La description de cette machine, créée aux Etats-Unis, est donnée dans l'article et accompagnée d'une figure qui en montre la complexité. Les ampoules terminées, mais encore ouvertes, sont transportées vers une machine où elles subissent les opérations de finissage et sont soumises à un triage. — A. C.

621.328 : 629.113. — Les étapes de la mise au point d'un phare non éblouissant pour automobiles ; J.-L. Pech. *La Nature*, 1er août 1927, n° 2 766, p. 101-104, 1 800 mots, 11 fig. — Pour résoudre le problème posé par l'article 24 du Code de la route il parait rationnel de chercher à réaliser un réflecteur qui fournisse directement un faisceau de rayons réfléchis limité par un plan passant par l'axe optique du dispositif. M. Gallois l'inventeur du phare objet de cet article (phare Anexhip) a d'abord déterminé expérimentalement avec quelle approximation est réalisable par des ouvriers divers travaillant suivant la même technique, une surface du second degré. Il a ainsi reconnu que la calotte sphérique peut être obtenue avec une précision acceptable, mais qu'il n'en est pas de même pour un sommet de paraboloïde. Dans ce cas on ne peut guère obtenir de surface réfléchissante optiquement satisfaisante qu'à condition de ne pas utiliser la partie située à l'intérieur du cône de révolution engendré par une ligne droite passant par le foyer et faisant un angle de 15° à 40° avec l'axe focal. En conséquence la surface réfléchissante utilisée par M. Gallois est une surface complexe formée d'une calotte sphérique continuée par un paraboloïde se raccordant géométriquement avec elle. Quant au phare lui-même il est constitué de deux demi-réflecteurs constitués comme ci-dessus et disposés convenablement l'un par rapport à l'autre. Si une lampe électrique est placée à l'endroit voulu de ce système optique, on obtient avec ce phare un faisceau demi-conique. Le seul inconvénient de ce phare est que l'éclairage est insuffisant pour permettre de dépasser une vitesse de 50 à 60 km : h, parce que les obstacles ne sont éclairés que sur une hauteur de 1,50 m environ et ne peuvent être identifiés complètement qu'à partir de 60 m au plus. Au delà de cette distance les obstacles sont visibles mais non identifiables. — J. S.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

621.372 : 546.48. — Sur l'emploi des dépôts électrolytiques de cadmium pour la protection des métaux et alliages contre la corrosion ; Jean Cournot et Jean Bary. *C. R. Ac. des Sc.*, 17 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 773-774, 750 mots. — Les auteurs, qui ont antérieurement montré qu'un dépôt électrolytique de cadmium protège efficacement l'aluminium et les alliages légers, exposent dans cette note les résultats de leurs nouvelles recherches sur la protection des aciers et des alliages de cuivre par ce dépôt. Ils ont constaté, par des essais de pliage et d'emboutissage, que l'adhérence du dépôt électrolytique de cadmium aux aciers et aux alliages de cuivre est au moins égale à celle des autres revêtements ; de plus, sa continuité, vérifiée par de nombreux essais de corrosion, est excellente et supérieure à celle d'un dépôt de nickel, même quand ce dernier est réalisé en prenant les plus grandes précautions ; elle est également

supérieure à celle d'un dépôt électrolytique de zinc, les essais ayant montré qu'à épaisseur égale, le dépôt de cadmium résiste à la corrosion atmosphérique un temps trois fois plus long que ne le fait un dépôt de zinc. Par contre, l'emploi du cadmium comme protecteur présente deux graves inconvénients : il manque de dureté et perd assez rapidement le beau brillant qu'on peut lui donner initialement; ce dernier inconvénient n'est d'ailleurs pas dû, d'après les auteurs, à une corrosion superficielle, mais est une conséquence du défaut de dureté; il est donc inférieur au nickel au point de vue de la conservation du brillant. Les auteurs ont pensé que l'on pourrait conserver l'avantage que présente le nickel à ce point de vue, tout en utilisant celui que possède le cadmium de ne pas être poreux comme ce dernier métal, en recouvrant les objets à protéger d'une couche de cadmium puis d'une couche de nickel. Les essais qu'ils ont faits dans cette voie leur ont montré que l'on obtenait bien ainsi un dépôt à la fois durable et brillant; ce double revêtement résiste beaucoup mieux à la corrosion dans un brouillard d'eau salée que le double revêtement de cuivre et de nickel. Les auteurs ont également essayé un double revêtement de zinc et de nickel, mais ils ont constaté que les objets préalablement recouverts de zinc altèrent très rapidement le bain de nickelage dans lequel ils sont ensuite immergés et que bientôt on n'obtient plus qu'un dépôt noir et non adhérent de nickel. — J. R.

APPLICATIONS DIVERSES

546.17-1 : 661.5-26. — Sur une réaction nouvelle de l'azote actif; Pierre Jolibois et Henri Lefebvre. *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXV, p. 853-855, 750 mots. — Cette réaction présente quelque intérêt au point de vue de l'obtention de l'ammoniaque et de l'acide azotique, par synthèse, au moyen de décharges électriques; c'est à ce titre que nous la signalons ici. Les auteurs ont observé que si l'on fait passer, sous une pression correspondant à 4 mm de mercure, un courant d'oxyde de carbone dans un tube à électrodes entre lesquelles se décharge périodiquement un condensateur de grande capacité, la décomposition de ce gaz, mesurée par la quantité d'anhydride carbonique qui en résulte, est très faible. D'autre part, ils ont constaté que si l'on répète l'expérience sur un mélange gazeux formé de 1 volume d'oxyde de carbone et de 6 volumes d'azote, la quantité d'oxyde de carbone décomposé est 6 à 7 fois plus grande. Après avoir discuté les causes probables de cette augmentation, ils arrivent à conclure que cette cause est la formation d'azote actif dont la présence est « nettement visible dans le mélange par suite de sa postluminescence facile à constater dans tout l'appareil ». Ils pensent dès lors que l'augmentation de décomposition est due à « l'action catalytique de l'azote actif en voie d'évolution sous sa forme normale; sous son influence, l'oxyde de carbone, instable à la température ordinaire, se transformerait en anhydride carbonique et carbone, système stable ». Les auteurs ajoutent : « Cette hypothèse présente l'avantage d'éclaircir deux réactions qui semblent anormales : 1° la formation d'ammoniaque sous l'influence de l'étincelle, qui ne devrait pas se produire puisqu'une élévation de température décompose totalement l'ammoniaque; au contraire, l'action catalytique de l'azote fait évoluer le mélange vers la formation d'ammoniaque thermodynamiquement stable à la température ordinaire; 2° l'oxyde d'azote, sous l'influence de l'azote actif, se tranforme en un composé plus oxygéné, NO^2; ceci peut s'interpréter également par le pouvoir catalytique de l'azote actif, qui amènerait la décomposition spontanée de l'oxyde d'azote en azote et oxygène; ce dernier, ainsi libéré, se combine comme l'on sait à l'oxyde d'azote pour donner NO^2. » — J. R.

USINES ET ATELIERS

620.128 : 538.122. — Contrôle des soudures par les spectres magnétiques: Albert Roux. *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 859-861, 550 mots, 4 fig. — Dans les essais effectués par l'auteur, le champ magnétique était créé par un électroaimant en forme de U, dont le noyau a une section de 4 cm × 7 cm, et la distance des pôles est de 9 cm, excité par des bobines comportant 15 spires. Les éprouvettes d'essais étaient constituées par des tôles ayant 5 ou 10 mm d'épaisseur soudées bout à bout au moyen du chalumeau oxyacétylénique. Pour tracer le spectre, les pôles de l'électroaimant sont appliqués sur une des faces de l'éprouvette, symétriquement à la ligne de soudure et, après avoir établi la circulation d'un courant continu dans les spires, de la limaille de fer était projetée sur une feuille de papier en contact avec l'autre face de l'éprouvette; du vernis à la gomme laque est ensuite projeté sur la feuille de papier lorsqu'on désire observer le spectre obtenu. Si la soudure est exempte de défauts, le spectre est le même que celui dessiné sur une plaque d'épaisseur uniforme et les lignes de limaille sont continues; lorsque la soudure présente des défauts, il y a accumulation de limaille suivant une ligne normale aux lignes régulières du spectre. Deux photographies montrent les spectres obtenus dans deux essais, l'un sur une éprouvette dont les deux parties ont été soudées sur une face seulement, l'autre, sur une éprouvette dont les parties sont soudées sur les deux faces, mais dont la soudure n'est que superficielle; deux autres photographies montrent l'aspect de la cassure de l'éprouvette suivant la ligne de soudure; les unes et les autres indiquent nettement que le procédé est susceptible de déceler les défauts de soudure. — J. R.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.144... — L'acier au cuivre et sa résistance à la corrosion; M. Grison et E. Lepage. *Revue de Métallurgie*, juin 1927, t. XXIV, p. 331-336, 2 400 mots, 1 fig., 5 tabl. — Les auteurs attirent d'abord l'attention sur le fait que les recherches relatives à la corrosion des métaux ont été jusqu'ici négligées en France alors qu'elles ont été activement poussées en Angleterre et en Amérique, sans doute dans le but de diminuer les pertes de fer et d'acier par corrosion et de prolonger les réserves mondiales de minerai de fer. Ces recherches ont été poussées dans le sens de la résistance à la corrosion provenant du métal lui-même et ont abouti jusqu'ici à deux produits : le fer Armco et l'acier au cuivre dont le second semble totalement inconnu en France. Les auteurs citent d'abord quelques opinions relativement à la résistance à la corrosion de l'acier au cuivre puis donnent les résultats d'essais comparatifs auxquels ils ont procédé. Ces essais ont porté sur trois échantillons d'acier au cuivre (à 0,50 — 0,53 — 0,71 pour 100 de Cu) et trois échantillons d'acier Thomas ou Martin basique dont les poids étaient pris avant et après avoir été soumis à l'action de différents agents corrosifs : solution à 20 pour 100 d'acide sulfurique pendant une durée variant de 24 à 144 heures, solution de chlorure de sodium à 34 g par litre pendant 8 et 16 jours, action de l'eau courante pendant un mois, action atmosphérique pendant deux mois. Dans tous les cas l'acier au cuivre a résisté beaucoup mieux à la corrosion, cette résistance étant de 2 à 42 fois plus forte que celle de l'acier ordinaire, exprimée dans chaque cas par le rapport des pourcentages moyens de pertes de poids. D'autre part, des essais mécaniques effectués sur les échantillons d'acier au cuivre ont montré qu'une teneur de 0,5 à 0,7 pour 100 de cuivre n'enlève au produit aucune des qualités de l'acier doux, ne diminue en rien la soudabilité du métal et n'apporte enfin aucune difficulté de fabrication. Quant à la question prix de revient on peut signaler seulement que, par exemple, le prix du cuivre ajouté pour obtenir 1 t de tôles minces correspond à 5 pour 100 du prix actuel de ces tôles. Il ne saurait donc y avoir de ce côté de prohibition à l'emploi de l'acier au cuivre dans la grosse construction qui y trouverait par ailleurs des garanties de durée fort intéressantes. — J. S.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE. Le Gérant : J. Blondin.

du premier article sont en tous points applicables dans le cas envisagé ici.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.31 (52). — L'industrie électrique au Japon; W. BUCHLER. *The Electrician*, 6 mai 1927, t. XCVIII, p. 490-491, 2 500 mots. — D'après l'auteur la caractéristique principale de l'industrie électrique au Japon serait la production à bon marché de produits de qualité médiocre, dont une quantité notable est d'ailleurs exportée en Chine. Le marché japonais est donc pour l'Europe un marché intéressant d'exportation de matériel électrique de moyenne et bonne qualité et principalement de celui de précision ou à grande vitesse. Il faut noter un effort notable de la part des Allemands à reprendre sur ce marché leur place d'avant-guerre, mais surtout avec du petit équipement bon marché et de qualité médiocre. L'industrie nationale est protégée par des droits de douane assez élevés. Mais le gouvernement japonais se préoccupe en outre d'améliorer la qualité de la production par des subventions. Cependant l'auteur ne pense pas que les pays exportateurs de matériel de précision et de haute qualité aient rien à craindre de ces efforts. D'autre part, l'emploi de la force motrice électrique est très développé au Japon et l'électrification des chemins de fer commencée en 1925 s'y poursuit plus ou moins spasmodiquement en raison des arrêts consécutifs aux tremblements de terre. La production de l'énergie électrique se fait pour les deux tiers environ dans des usines hydroélectriques en raison du prix élevé du charbon. Au point de vue commercial l'auteur conseille vivement aux fabricants et exportateurs d'avoir des bureaux particuliers à Tokyo. A un autre point de vue, il conseille de n'accorder du crédit qu'aux grosses entreprises et pour de grandes installations. — J. S.

627.132.00.12. — Sur les barrages-réservoirs à voûtes et à charge fractionnée; J. VEYRIER et A. MESNAGER. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 681-698, 10 000 mots, 26 fig. — Les auteurs rappellent d'abord l'état actuel de la technique officielle des barrages, c'est-à-dire les principes généraux pour la construction de ces ouvrages qui ont été consacrés par les textes officiels, lesquels distinguent notamment les « barrages-poids » et les « barrages-voûtes. » Ils constatent l'absence d'épreuves sur les barrages, carence qui peut conduire à des mécomptes pour l'établissement d'ouvrages importants, si bien qu'à cet égard la Commission des Barrages de grande Hauteur a cru devoir faire des réserves concernant divers modèles. Les auteurs indiquent un calcul sommaire de la résistance des voûtes, en tenant compte de la formule d'Euler relative au flambage et des travaux de M. Timochenko sur les systèmes élastiques; ils complètent ces données par le compte rendu de recherches théoriques et d'expériences faites aux Etats-Unis. Ils exposent les essais aussi originaux qu'utiles qu'ils ont eux-mêmes récemment effectués au Laboratoire de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées, en opérant avec du mercure sur des maquettes réduites, construites avec des matériaux à faible coefficient d'élasticité. Les résultats obtenus au cours de ces essais consacrent les mérites des barrages à voûtes multiples et à charge fractionnée, qui sont appelés à remplacer, dans un avenir prochain, les « barrages-poids » que leur encombrement, leur prix, leur délai d'exécution et l'incertitude de leur sécurité ont déjà condamnés.

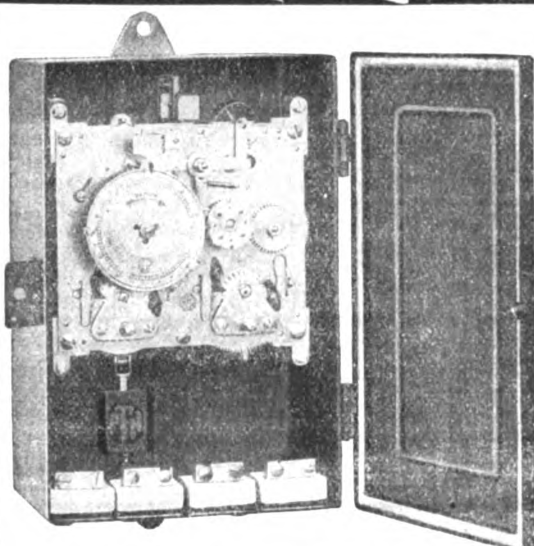
621.1 : 551.46. — L'utilisation rationnelle de l'eau froide du fond des océans. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 614, 180 mots. Résumé d'un rapport de P. BOUCHEROT présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

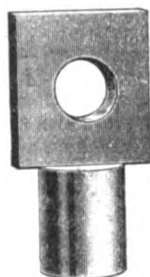
621.17. — La production industrielle de la vapeur d'eau à haute pression; Ch. ROSZAK et M. VÉRON. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, janvier-février 1927, t. LXXIX, p. 34-366, 127 000 mots, 66 fig., 22 tabl.; *Chaleur et Industrie*, février, avril, mai, juin, juillet, août, septembre et octobre 1927, t. VIII, p. 67, 149, 215, 275, 389, 395, 456, 522 et 575. — Le numéro précité du « Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France » donne la suite de l'étude dont le début, publié dans le numéro de novembre 1926 de ce Bulletin, t. LVIII, p. 1181-1260, a été résumé dans « R.G.E. » du 18 juin 1927, t. XXI, p. 196 D. — Dans cette seconde partie les auteurs étudient d'abord les avantages et inconvénients des hautes pressions de vapeur, en examinant, au point de vue théorique, l'influence de la pression d'admission sur le rendement des divers cycles (cycle de Rankine, cycle à surchauffe isobare, cycles de Benson, cycle à resurchauffe, cycle à surchauffe isotherme, cycle à prélèvements, cycles combinés, cycles à condensation, cycles à contre-pression). Ils étudient ensuite l'influence des hautes pressions sur le fonctionnement, la construction et la puissance des machines, sur leur rendement interne et mécanique et sur leur rendement global. Ayant ainsi traité la question des hautes pressions au point de vue de la machine à vapeur, ils passent à l'examen de l'influence de ces hautes pressions sur la production de la vapeur. Ils exposent d'abord les propriétés physiques de la vapeur d'eau aux pressions élevées, puis étudient l'influence de ces pressions sur la répartition de la chaleur à transmettre, sur les coefficients de transmission de la chaleur, sur la disposition des échangeurs et leur surface, sur le rendement et la capacité des groupes évaporatoires, sur la vaporisation et la circulation naturelle de l'eau, sur la résistance mécanique des parois, sur le choix des métaux employés et enfin sur le volant d'eau, la sécurité et la régularisation de la charge des groupes évaporatoires. Les auteurs décrivent ensuite les différents types de chaudières en indiquant les effets de l'emploi des hautes pressions sur la conception des groupes évaporatoires, sur les procédés de construction des chaudières, sur les garnitures et les tuyauteries, ainsi que sur les auxiliaires. Un autre chapitre est consacré à l'étude de l'influence des hautes pressions sur le prix de revient de l'énergie et sur l'exploitation des installations, étude qui comprend celles concernant le rendement global des installations de force motrice, le coût des installations et les dépenses d'exploitation. L'étude du prix de revient de l'énergie, comporte trois paramètres principaux : dépense de combustible, charge du capital d'établissement et frais d'exploitation et d'entretien. Ce chapitre se termine par quelques considérations sur les pressions économiques optima, sur l'intérêt économique des installations marines à haute pression, sur les difficultés et risques d'exploitation et enfin sur le choix de la pression pour les divers types d'installations. Un dernier chapitre, débutant par un historique, est réservé à un exposé de l'état actuel du développement des groupes évaporatoires à haute pression et des résultats acquis. On y trouve la description des principales installations à hautes pressions réalisées ou en cours de réalisation dans le monde entier. — J. S.

621.311.23 (43). — Groupe générateur de 15 000 chevaux avec moteur Diesel des Hamburgische Electricitäts-Werke. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 701-703, 900 mots, 1 fig. Analyse d'un article publié dans *E. T. Z.*, 5 mai 1927, t. XLVIII, p. 606-612, 4 100 mots, 9 fig.

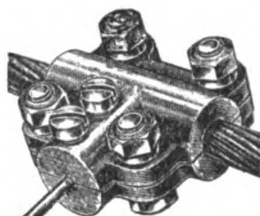
621.312. — Sur les tentatives infructueuses faites par un grand nombre d'inventeurs pour réaliser une machine à courant continu sans collecteur. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 613-614, 500 mots. Résumé d'un rapport de P. JANET présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

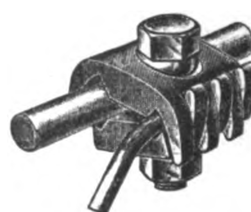
621.314.6. — Sur l'effet de soupape présenté par une anode au silicium et son mécanisme; René AUDUBERT. *C. R. Ac. des Sc.*, 17 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 768-770, 900 mots, 4 fig. — On sait qu'on réalise facilement une cellule électrolytique possédant une conductibilité unilatérale (soupape électrolytique) en prenant comme électrodes,













d'une part, un métal indifférent (plomb, platine, etc.), d'autre part, un métal donnant lieu par polarisation anodique à une couche de passage très résistante (aluminium, magnésium, thalium, molybdène, tungstène, etc.). L'auteur a constaté que l'emploi du silicium à l'état pur ou à l'état d'alliage donne lieu dans un électrolyte quelconque, acide ou alcalin, à une conductibilité unilatérale très accentuée. En mesurant la valeur moyenne du courant traversant une cellule de ce genre et la valeur efficace du courant alternatif qui l'alimente, il a reconnu que le rapport de la première à la seconde (qui mesure l'effet de soupape) est très voisin de la valeur théorique qu'il devrait avoir; en outre, contrairement à ce qui s'observe avec la plupart des cellules, l'effet de redressement varie peu avec la température, même quand celle-ci atteint 100° C; enfin le rendement énergétique, faible avec les autres cellules (avec l'aluminium, il ne dépasse pas 0,15) peut atteindre 0,5 avec le silicium ou ses alliages dans une solution acide et lorsque la réactance du circuit est voisine de zéro. M. Audubert explique cette propriété du silicium comme il suit : par polarisation anodique il se recouvre d'une couche d'oxyde de résistance élevée s'opposant au passage du courant; lors de la polarité inverse, l'hydrogène cathodique réduit plus ou moins complètement cet oxyde. En écrivant que la vitesse d'oxydation est, d'une part, proportionnelle aux concentrations à la surface de l'électrode, d'autre part, proportionnelle au courant, puis égalant ces deux expressions, il obtient une formule donnant le potentiel de l'électrode en fonction de la température et du courant; les mesures directes de ce potentiel à diverses températures et avec diverses valeurs du courant donnent des résultats en accord avec la formule, ce qui confirme que l'effet de soupape est bien lié à un processus d'oxydation et de réduction. — J. R.

621.316.00.413. — Sur la mise à la terre du point neutre dans les réseaux à haute tension; G. Cerillo, B. Focaccia et L. Selmo. *L'Elettrotecnica*, 5 octobre 1927, t. XIV, p. 724-733, 7 700 mots. — Les avantages que l'on attribue à la mise à la terre du point neutre sont : la limitation des tensions normales et des surtensions accidentelles, l'amélioration du fonctionnement des relais de protection et la diminution des frais d'isolement. La résistance de mise à la terre est en général un compromis entre le désir de limiter les courants de court-circuit et celui de limiter les surtensions. Aussi son choix varie beaucoup avec les installations. Les surtensions contre lesquelles il y a lieu de prévoir une protection ont des origines diverses : phénomènes de contact, phénomènes atmosphériques, ou formation intempestive d'un arc. L'étude de ces différentes causes présente encore de nombreux points obscurs, que l'on espère pouvoir éclaircir grâce aux données expérimentales résultant de l'emploi du klydonographe et de l'oscillographe cathodique. L'auteur discute la méthode de calcul des surintensités de courant, le fonctionnement des relais de protection, l'influence des perturbations sur les lignes voisines à faible courant et le danger des personnes se trouvant près d'une mise à la terre accidentelle. Il conclut d'une façon générale à la nécessité de nouveaux et nombreux résultats expérimentaux. — C.-R. M.

621.31 : 351.712.078.2 — Arrêté du 30 avril 1927 déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique. *R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. XXII, p. 473-488, 21 800 mots.

621.316.00.1. — Atténuation normale dans les réseaux conducteurs d'électricité. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 613. 350 mots. Résumé d'un rapport de A.-E. Kennelly présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

621.316.4. — Réseaux de distribution à courant alternatif. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 643-644, 1 700 mots. Analyse d'une discussion publiée dans *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. XLVI, p. 370-377, 11 400 mots, 2 fig.

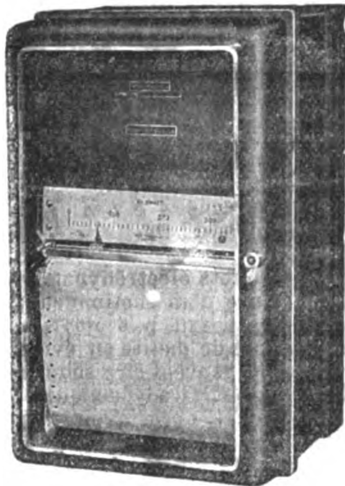
537.523.5 : 621.311.73. — La formation de l'arc et les caractéristiques de rupture des interrupteurs. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 638, 900 mots. Analyse d'un article de Sven Norberg, publié dans *A S E A Journal*, mars 1927, t. IV, p. 28-37, 5 300 mots, 13 fig.

621.311.74. — Etude sur les effets électrodynamiques qui peuvent provoquer l'ouverture d'un sectionneur; G. Souben. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 665-671, 5 000 mots, 10 fig. — L'auteur se propose de mettre en évidence l'importance des efforts auxquels peuvent être soumis les sectionneurs par suite des actions électrodynamiques des courants de court-circuit. A cet effet, après avoir rappelé les expressions de ces actions électrodynamiques pour deux conducteurs rectilignes parallèles et pour deux conducteurs rectangulaires, il montre comment varient ces efforts, qui sont proportionnels au carré des intensités des courants, dans le cas où le courant de court-circuit est symétrique et dans celui où il est asymétrique. Il établit ensuite l'équation du mouvement des mâchoires du sectionneur et termine en développant une application numérique des calculs exposés dans le cours de l'article.

621.315.7 : 351.712.078.2. — Arrêté du 30 juin 1927 fixant les caractéristiques générales des plaques de sécurité à apposer sur les supports des ouvrages de distribution ou de transmission d'énergie électrique. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 655, 400 mots, 1 tabl.

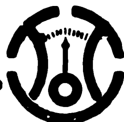
TRACTION ET LOCOMOTION

621.33 : 625.421 (94). — L'électrification des chemins de fer métropolitains de Sidney. *Engineering*, 29 juillet, 12 et 19 août 1927, t. CXXIV, p. 125, 195-198, 231, 6 200 mots, 15 fig. — L'électrification des chemins de fer métropolitains de Sidney a eu pour but d'accroître leur capacité de transport. Les travaux d'électrification ont été exécutés sans arrêter le trafic actuel. Certaines modifications, telles qu'augmentation du gabarit d'encombrement des wagons, installation de systèmes de signalisation modernes, ont d'ailleurs été réalisées avant l'électrification. Cette électrification a nécessité l'extension de l'usine génératrice de White Bay et la construction de 15 sous-stations, de 4 dépôts de nettoyage des voitures et d'ateliers. On a dû, d'autre part, remanier les ouvrages d'art de façon à obtenir une hauteur libre de 5,05 m au lieu de celle de 4,45 m existante. Pour les ponts, on a procédé de préférence par exhaussement, cette méthode étant plus économique que celle consistant à abaisser le niveau de la voie. Il a fallu d'autre part refaire à neuf le ballast des anciennes voies pour réduire les courants vagabonds et, dans certaines tranchées argileuses, établir un drainage de la voie. Les fils de contact sont à suspension caténaire et portés par des pylônes reliés par une poutre transversale, ce qui a permis de réduire l'importance des massifs de fondation et de leur donner des dimensions unifiées. Ces pylônes sont placés tous les 60 m environ. Tous les 1 200 m environ est placé un support d'ancrage des fils constitué par une poutre en treillis portée par deux chevalets métalliques. La poutre est soumise au poids des fils de contact et de suspension et aux efforts horizontaux, tandis que les chevalets et leurs fondations sont établis pour résister au moment total de renversement. Comme il est dit ci-dessus, la signalisation avait déjà été modernisée pour la traction à vapeur. On emploie du courant alternatif triphasé 50 p : s distribué à la tension de 2 200 v, ramenée à 120 v pour l'utilisation. Cette tension est encore abaissée à 12 v pour les signaux lumineux et à des tensions diverses entre 4 et 24 v pour les circuits de voie, etc. La tension de 120 v est employée pour les aiguillages et les leviers d'enclenchement. Une section du réseau est, en outre, équipée avec un système électropneumatique.



TRUB, TAUBER & Cie

ZURICH — PARIS



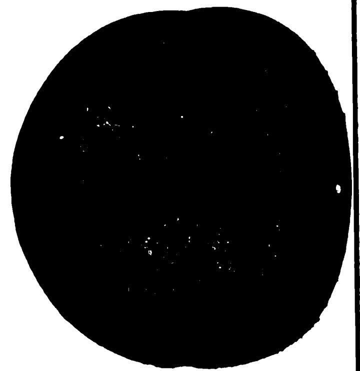
3, rue Ampère — 36, Bd de la Bastille

Téléph. : Diderot 14-90 — *Télégr.* : Dyr
Registre du Commerce : Seine n° 20 634

FABRIQUE d'INSTRUMENTS de MESURES
électromagnétiques, caloriques, à cadre mobile, dynamométriques, Ferraris et Statiques

INSTRUMENTS DE LABORATOIRE

***TRANSFORMATEURS de MESURES** jusqu'à 120 000 volts*



Enregistreur : diagramme utile 150 mm coordonnées rectilignes | **Réparations Appareils toutes Marques**

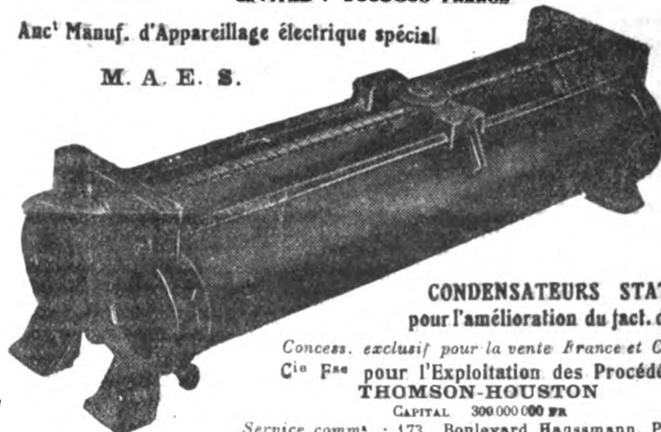
Siège social et Usine à TRÉVOUX (Ain)
Registre du Commerce Trévoux (Ain) N° 2896

SOCIÉTÉ ANONYME DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX

CAPITAL : 2000000 FRANCS

Téléph. : 52 — Adr. télég. : CONDENSATEURS-TRÉVOUX TRÉCONDENS-PARIS

Anc¹ Manuf. d'Appareillage électrique spécial M. A. E. S.



CONDENSATEURS
TÉLÉPHONIQUES ET TOUS USAGES
SPÉCIALITÉ de CONDENSATEURS MICA T. S. F.
Licence exclusive
"DUBILIER"

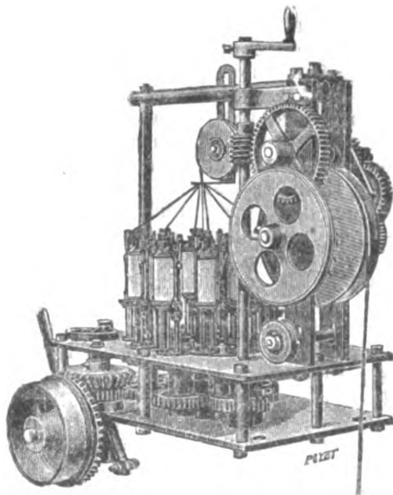
Bureaux à Paris :
52, rue de Dunkerque (X°)
Téléph. : Trudaine 68-61

RHÉOSTATS à CURSEURS
toutes intensités, toutes résistances, tous genres de commandes.

CONDENSATEURS STATIQUES pour l'amélioration du fact. de puiss.

Concess. exclusif pour la vente France et Colonies : Cie Fse pour l'Exploitation des Procédés THOMSON-HOUSTON
Capital 300 000 000 fr
Service comm¹ : 173, Boulevard Haussmann, Paris (8°)

Agences en BELGIQUE, ITALIE, TCHECO-SLOVAQUIE, etc.
Concessionnaires à LONDRES, NEW-HAVEN (Conn.)



TRESSEUSES

L. DEBRON
CONSTRUCTEUR
91, rue du Centre
LA GARENNE-COLOMBES
(Seine)
Registre du Commerce Seine N° 9 742
Téléphone : La Garenne 57

RECHANGES
ACCESSOIRES

FUSEAUX — BOBINES — POMPES
SUPPORTS de BOBINES
CLIQUETS en acier estampé
PORCELAINES — CASSE-FILS
PIGNONS DENTÉS pour tirage
TAMBOURS, etc.

Quelques détails sont donnés dans l'article sur certains points de ces systèmes de signalisation, d'aiguillage et d'arrêt automatique des trains. L'exploitation de ces lignes exigera un total de 1 100 voitures dont 449 motrices. De ces 1 100 voitures, 674 sont neuves et construites soit en Angleterre, soit sur place. Ce sont des voitures entièrement métalliques ayant une capacité de 79 ou 81 voyageurs assis suivant qu'il y a ou non une cabine de conduite; elles pèsent 49 t en ordre de marche. Elles sont munies de l'attelage automatique M. C. B. Ces motrices ont deux moteurs de 360 ch chacun. Le freinage est du système électropneumatique, assurant l'application automatique des freins si un dérangement se produit dans le circuit de freinage, ou si le train dépasse un signal à l'arrêt. Si la pression de l'air dans la canalisation de freinage tombe au-dessous de 3,5 kg : cm², le courant principal de traction est coupé. On trouvera dans l'article quelques indications de détail relatives à la partie mécanique de ces voitures. — J. S.

656.254 : 621.395. — « Dispatching System » et téléphone sélectif; S. Donati. *Rivista tecnica delle Ferrovie italiane*, 15 septembre 1927, t. XXXII, p. 89-102, 6 000 mots, 19 fig. — Dans cette étude, l'auteur donne la description de principe du système employé par le réseau des chemins de fer italiens : ce système est celui de la Western electric Company. L'étude comporte un exposé du principe du téléphone sélectif et des combinaisons permises par le sélecteur, puis une description matérielle suivie d'une explication détaillée sur le fonctionnement. Le dernier paragraphe concerne les applications spéciales telles que la distribution de l'heure. — C.-R. M.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394.735-432. — Nouveau type de ligne artificielle pour duplex pour câbles sous-marins. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 663, 300 mots. Résumé d'un rapport de J. Pupin présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.394.5. — Le développement de la télégraphie sous-marine; G. Perilli. *L'Elettrotecnica*, 5 octobre 1927, t. XIV, p. 701-724, 22 800 mots, 38 fig. — Les essais de communication à des distances plus ou moins grandes, rappelés ici, sont, dans l'ordre historique : 1° Commande de l'explosion d'une charge par Soemmering à Paris (1808) 2° emploi du caoutchouc comme isolant (1845), puis de la gutta-percha (1846); dont le premier essai fut proposé par Werner Siemens; 3° premier câble transatlantique (1865). Les premières poses de câbles furent faites avec des moyens empiriques et de ce fait entraînèrent de nombreux incidents, en particulier la formation de boucles. W. Thomson, Longridge et Brooks donnèrent en 1858 une théorie de l'opération et des efforts qu'elle entraîne; ils montrèrent que le câble, dans sa partie immergée et non posée, est rectiligne, que son inclinaison dépend seulement de la vitesse du bateau, et que la tension maximum est à peu près égale à celle produite par une longueur de câble égale à la profondeur. Siemens aboutit à des résultats différents : c'est lui qui introduisit l'emploi du fil pilote permettant d'indiquer le chemin effectivement parcouru. Le mouillage d'un câble doit s'accompagner de sondages fréquents. La réparation d'un câble comporte : des mesures préalables permettant de localiser l'avarie, la recherche et la sortie hors de l'eau et enfin, la réparation proprement dite. Le matériel de mesure se trouve soit à terre, soit à bord. Quand il s'agit d'une rupture, on emploie la méthode de localisation Kennelly, celle de la déviation, celle de Thomson ou celle de Gott. Les ruptures accompagnées d'un défaut d'isolement sont particulièrement difficiles à réparer. S'il s'agit seulement de défauts d'isolement, on emploie les montages de Varley, de Murray, la méthode de l'« Overlap », la méthode Clark. Le fonctionnement des câbles a mis en évidence l'influence de leur capacité considérable dont la conséquence est de diminuer rapidement la netteté des signaux. De nombreux appareils ont été créés pour compenser cet effet : galvanomètre à réflexion, siphon recorder, condensateurs d'extrémités, relais divers, appareils à lampes, tous décrits ici. La théorie de la propagation du courant élaborée par W. Thomson s'est bientôt trouvée insuffisante. Les perfectionnements ultérieurs qu'elle a subis ont conduit à l'élaboration de lignes artificielles (Pupin, Krarup). L'article se termine par un exposé de l'état actuel du réseau des câbles sous-marins italiens. — C.-R. M.

519.2 : 621.395.34.00.1. — Application du calcul des probabilités aux problèmes des jonctions téléphoniques; Edward-C. Molina. *The Bell System technical Journal*, juillet 1927, t. VI, p. 461-494, 6 500 mots, 24 fig. — Dans cet article, l'auteur expose quelques considérations relatives aux résultats d'études théoriques au sujet des appels servis avec délai d'attente. Les lois représentant les variations du temps d'occupation doivent répondre aux deux conditions suivantes : *a*) Etre en accord assez exact avec les résultats d'observation pratique; *b*) se prêter à une solution mathématique du problème. — Dans son étude, l'auteur a considéré les deux cas suivants : 1° Si un appel est pris au hasard, la probabilité pour que sa durée d'occupation soit plus grande que t est $e^{-\frac{t}{h}}$ où e est la base des logarithmes naturels et h la durée moyenne d'occupation de tous les appels; 2° on suppose que tous les appels ont la même durée d'occupation. L'article est suivi d'un grand nombre de courbes donnant pour différentes valeurs du nombre de jonctions dans un groupe simple et du rapport du nombre moyen d'appels pendant un intervalle de temps h à ce nombre de jonctions la probabilité pour qu'un appel soit retardé pour une durée plus longue qu'un multiple de la durée moyenne d'occupation. Dans un appendice à l'article, l'auteur développe la théorie mathématique servant de base aux courbes données. — J. S.

621.396. — Dispositif pour assurer le secret des communications radioélectriques. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 698-700, 2 200 mots, 4 fig.

621.396 : 535.61-3. — Radiotéléphonie par rayons ultraviolets. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 661, 250 mots. Résumé d'un rapport de Q. Majorana présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

621.396 : 538.56 : 535.2-5. — Sur la radiation dans l'espace avec des polarisations horizontales. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 616, 400 mots. Résumé d'un rapport de A. Meissner présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.396.24-44. — Emploi des très courtes longueurs d'ondes en radiotéléphonie avec conducteur : la multicommunication généralisée. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 616, 400 mots. Résumé d'un rapport de A. Turpain présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.396.617.4. — La modulation dans les lampes employées dans les amplificateurs; Eugène Peterson et H.-P. Evans. *The Bell System technical Journal*, juillet 1927, t. VI, p. 442-460, 8 500 mots, 10 fig. — La nécessité de supprimer la modulation dans les amplificateurs découle des troubles qu'elle apporte et qui produisent par exemple une diminution de la qualité des amplificateurs de la parole ou de la diaphonie dans ceux à plusieurs voies employés en téléphonie par courants porteurs. Van der Bijl et Carson ont donné des expressions du courant à la sortie qui ne sont qu'approximatives parce qu'ils ont admis la constance du facteur d'amplification. Les auteurs exposent une méthode qui exprime les caractéristiques d'une lampe au moyen d'une série à deux variables à puissance croissante sans supposer de relations spéciales entre un changement du potentiel de grille et le potentiel de plaque équivalent. Ces expressions sont établies en fonction du facteur d'amplifica-

tion, de la résistance interne de la lampe et de leurs paramètres différentiels. Ils indiquent comment on peut mesurer ces paramètres, puis développent quelques applications de leur méthode d'analyse. Ils déduisent des solutions des conclusions relatives aux meilleures caractéristiques des lampes, telles que, par exemple, les conditions pour qu'une lampe puisse en remplacer deux en montage « push-pull ». Pour terminer ils comparent les propriétés de diverses lampes fournissant la puissance maximum en supposant le facteur d'amplification constant, puis variable. — J. S.

621.396.62 : 621.316. — Dispositifs permettant l'alimentation des postes récepteurs de téléphonie sans fil sur un réseau de distribution d'énergie électrique. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 700-701, 1 200 mots. Analyse d'un article de P.-R. Coursey et H. Andrews publié dans *J. I. E. E.*, juillet 1927, t. LXV, p. 705-726, 20000 mots, 16 fig.

621.396.661.2 : 537.228.1. — Cristaux piézoélectriques comme étalons de fréquence. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 615-616, 1 000 mots. Résumé d'un rapport de D.-E. Giebe présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.396.662.3. — Conducteurs en chaîne et filtres électriques. *R. G. E.*, 15 et 29 octobre 1927, t. XXII, p. 572 et 663-664, 1170 mots. Résumé d'un rapport de Karl-Willy Wagner présenté au Congrès international des Physiciens et au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

APPLICATIONS THERMIQUES

621.365.51 : 549.25/9. — Sur quelques perfectionnements apportés dans la fusion électrique des minerais pauvres ; B. Bogitch. *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 863-865, 870 mots. — Les minerais dont il s'agit sont des minerais de cuivre, de nickel et de cobalt, renfermant de 3 à 5 pour 100 de ces métaux et une proportion plus ou moins grande d'oxydes de fer. Au laboratoire, on en obtient assez facilement des ferro-alliages très riches, mais lorsqu'on les traite industriellement dans des fours à cuves on rencontre de sérieuses difficultés provenant de la coulée pénible de l'alliage peu fusible. L'emploi du four électrique avec des tensions inférieures à 100 v par arc ne résout pas la question, car, par suite de la faible valeur de la tension, il faut un courant très intense et il en résulte autour de l'électrode la formation d'une zone extrêmement chaude dans laquelle se produisent des réactions nuisibles, comme, par exemple, la réduction de la silice ; de plus, il y a consommation exagérée d'électrodes, ce qui peut rendre l'opération économiquement impossible et qui, en tout cas, risque d'introduire dans l'alliage une trop forte proportion de carbone. Pour remédier à ces inconvénients, l'auteur a utilisé des tensions supérieures à 100 v par arc et atteignant jusqu'à 180 v pour le traitement de certains minerais. Des essais de longue durée effectués avec un four de 1 000 kw ont montré que le traitement d'une tonne de minerai, donnant de 70 à 100 kg de ferro-alliage, absorbe suivant l'espèce de minerai de 1000 à 1 250 kw-h et consomme de 8 à 15 kg d'électrode, y compris les bouts inutilisables. — J. R.

ÉCLAIRAGE

621.328 (079) (44). — Concours d'appareils d'éclairage électrique. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 489-490, 500 mots.

621.326.11.00.22(43). — La nouvelle verrerie de la Osram-Gesellschaft ; Hans Koch. *E. u. M.*, 9 octobre 1927, t. XLV, supplément *Die Lichttechnik*, p. 121-124, 2 600 mots, 7 fig. — Les nouveaux ateliers décrits dans cet article se trouvent à Berlin-Siemenstadt. L'intérêt de cette installation réside dans le fait que toutes les opérations que doit subir le verre dans la fabrication des ampoules de lampes à incandescence y sont effectuées à l'aide de machines qui assurent l'automaticité presque absolue de cette fabrication. Les gaz destinés à chauffer les fours où est préparé, fondu et soufflé le verre sont produits par deux générateurs dans lesquels le combustible employé est du lignite. Les matières premières, telles que le sable, la chaux, la potasse, etc., qui entrent dans la constitution du verre, sont emmagasinées dans un local spécial ; ces matières sont transportées à l'aide d'un wagonnet, vers les fours où sera fondu le mélange lequel mélange est convenablement dosé lors du chargement. Après une première fusion, le produit, qui est maintenant du verre, est transvasé dans un autre four dont la température est de 1380 à 1400°C. Celui-ci est en communication avec une machine spéciale, dite de soufflage des ampoules ; son rôle est de prélever dans le four la quantité de verre nécessaire à la constitution d'une ampoule et d'assurer le soufflage, d'où résulte la formation de l'ampoule. La description de cette machine, créée aux Etats-Unis, est donnée dans l'article et accompagnée d'une figure qui en montre la complexité. Les ampoules terminées, mais encore ouvertes, sont transportées vers une machine où elles subissent les opérations de finissage et sont soumises à un triage. — A. C.

621.328 : 629.113. — Les étapes de la mise au point d'un phare non éblouissant pour automobiles ; J.-L. Pech. *La Nature*, 1er août 1927, n° 2 766, p. 101-104, 1 800 mots, 11 fig. — Pour résoudre le problème posé par l'article 24 du Code de la route il paraît rationnel de chercher à réaliser un réflecteur qui fournisse directement un faisceau de rayons réfléchis limité par un plan passant par l'axe optique du dispositif. M. Gallois l'inventeur du phare objet de cet article (phare Anexhip) a d'abord déterminé expérimentalement avec quelle approximation est réalisable par des ouvriers divers travaillant suivant la même technique, une surface du second degré. Il a ainsi reconnu que la calotte sphérique peut être obtenue avec une précision acceptable, mais qu'il n'en est pas de même pour un sommet de paraboloïde. Dans ce cas on ne peut guère obtenir de surface réfléchissante optiquement satisfaisante qu'à condition de ne pas utiliser la partie située à l'intérieur du cône de révolution engendré par une ligne droite passant par le foyer et faisant un angle de 15° à 40° avec l'axe focal. En conséquence la surface réfléchissante utilisée par M. Gallois est une surface complexe formée d'une calotte sphérique continuée par un paraboloïde se raccordant géométriquement avec elle. Quant au phare lui-même il est constitué de deux demi-réflecteurs constitués comme ci-dessus et disposés convenablement l'un par rapport à l'autre. Si une lampe électrique est placée à l'endroit voulu de ce système optique, on obtient avec ce phare un faisceau demi-conique. Le seul inconvénient de ce phare est que l'éclairage est insuffisant pour permettre de dépasser une vitesse de 50 à 60 km : h, parce que les obstacles ne sont éclairés que sur une hauteur de 1,50 m environ et ne peuvent être identifiés complètement qu'à partir de 60 m au plus. Au delà de cette distance les obstacles sont visibles mais non identifiables. — J. S.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

621.372 : 546.48. — Sur l'emploi des dépôts électrolytiques de cadmium pour la protection des métaux et alliages contre la corrosion ; Jean Cournot et Jean Bary. *C. R. Ac. des Sc.*, 17 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 773-774, 750 mots. — Les auteurs, qui ont antérieurement montré qu'un dépôt électrolytique de cadmium protège efficacement l'aluminium et les alliages légers, exposent dans cette note les résultats de leurs nouvelles recherches sur la protection des aciers et des alliages de cuivre par ce dépôt. Ils ont constaté, par des essais de pliage et d'emboutissage, que l'adhérence du dépôt électrolytique de cadmium aux aciers et aux alliages de cuivre est au moins égale à celle des autres revêtements ; de plus, sa continuité, vérifiée par de nombreux essais de corrosion, est excellente et supérieure à celle d'un dépôt de nickel, même quand ce dernier est réalisé en prenant les plus grandes précautions ; elle est également

supérieure à celle d'un dépôt électrolytique de zinc, les essais ayant montré qu'à épaisseur égale, le dépôt de cadmium résiste à la corrosion atmosphérique un temps trois fois plus long que ne le fait un dépôt de zinc. Par contre, l'emploi du cadmium comme protecteur présente deux graves inconvénients : il manque de dureté et perd assez rapidement le beau brillant qu'on peut lui donner initialement; ce dernier inconvénient n'est d'ailleurs pas dû, d'après les auteurs, à une corrosion superficielle. mais est une conséquence du défaut de dureté; il est donc inférieur au nickel au point de vue de la conservation du brillant. Les auteurs ont pensé que l'on pourrait conserver l'avantage que présente le nickel à ce point de vue, tout en utilisant celui que possède le cadmium de ne pas être poreux comme ce dernier métal, en recouvrant les objets à protéger d'une couche de cadmium puis d'une couche de nickel. Les essais qu'ils ont faits dans cette voie leur ont montré que l'on obtenait bien ainsi un dépôt à la fois durable et brillant; ce double revêtement résiste beaucoup mieux à la corrosion dans un brouillard d'eau salée que le double revêtement de cuivre et de nickel. Les auteurs ont également essayé un double revêtement de zinc et de nickel, mais ils ont constaté que les objets préalablement recouverts de zinc altèrent très rapidement le bain de nickelage dans lequel ils sont ensuite immergés et que bientôt on n'obtient plus qu'un dépôt noir et non adhérent de nickel. — J. R.

APPLICATIONS DIVERSES

546.17-1 : 661.5-26. — Sur une réaction nouvelle de l'azote actif; Pierre Jolibois et Henri Lefebvre. *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 853-855, 750 mots. — Cette réaction présente quelque intérêt au point de vue de l'obtention de l'ammoniaque et de l'acide azotique, par synthèse, au moyen de décharges électriques; c'est à ce titre que nous la signalons ici. Les auteurs ont observé que si l'on fait passer, sous une pression correspondant à 4 mm de mercure, un courant d'oxyde de carbone dans un tube à électrodes entre lesquelles se décharge périodiquement un condensateur de grande capacité, la décomposition de ce gaz, mesurée par la quantité d'anhydride carbonique qui en résulte, est très faible. D'autre part, ils ont constaté que si l'on répète l'expérience sur un mélange gazeux formé de 1 volume d'oxyde de carbone et de 6 volumes d'azote, la quantité d'oxyde de carbone décomposé est 6 à 7 fois plus grande. Après avoir discuté les causes probables de cette augmentation, ils arrivent à conclure que cette cause est la formation d'azote actif dont la présence est « nettement visible dans le mélange par suite de sa postluminescence facile à constater dans tout l'appareil ». Ils pensent dès lors que l'augmentation de décomposition est due à « l'action catalytique de l'azote actif en voie d'évolution sous sa forme normale; sous son influence, l'oxyde de carbone, instable à la température ordinaire, se transformerait en anhydride carbonique et carbone, système stable ». Les auteurs ajoutent : « Cette hypothèse présente l'avantage d'éclaircir deux réactions qui semblent anormales : 1° la formation d'ammoniaque sous l'influence de l'étincelle, qui ne devrait pas se produire puisqu'une élévation de température décompose totalement l'ammoniaque; au contraire, l'action catalytique de l'azote fait évoluer le mélange vers la formation d'ammoniaque thermodynamiquement stable à la température ordinaire; 2° l'oxyde d'azote, sous l'influence de l'azote actif, se tranforme en un composé plus oxygéné, NO^2; ceci peut s'interpréter également par le pouvoir catalytique de l'azote actif, qui amènerait la décomposition spontanée de l'oxyde d'azote en azote et oxygène; ce dernier, ainsi libéré, se combine comme l'on sait à l'oxyde d'azote pour donner NO^2. » — J. R.

USINES ET ATELIERS

620.128 : 538.122. — Contrôle des soudures par les spectres magnétiques; Albert Roux. *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 859-861, 550 mots, 4 fig. — Dans les essais effectués par l'auteur, le champ magnétique était créé par un électroaimant en forme de U, dont le noyau a une section de 4 cm × 7 cm, et la distance des pôles est de 9 cm, excité par des bobines comportant 15 spires. Les éprouvettes d'essais étaient constituées par des tôles ayant 5 ou 10 mm d'épaisseur soudées bout à bout au moyen du chalumeau oxyacétylénique. Pour tracer le spectre, les pôles de l'électroaimant sont appliqués sur une des faces de l'éprouvette, symétriquement à la ligne de soudure et, après avoir établi la circulation d'un courant continu dans les spires, de la limaille de fer était projetée sur une feuille de papier en contact avec l'autre face de l'éprouvette; du vernis à la gomme laque est ensuite projeté sur la feuille de papier lorsqu'on désire observer le spectre obtenu. Si la soudure est exempte de défauts, le spectre est le même que celui dessiné sur une plaque d'épaisseur uniforme et les lignes de limaille sont continues; lorsque la soudure présente des défauts, il y a accumulation de limaille suivant une ligne normale aux lignes régulières du spectre. Deux photographies montrent les spectres obtenus dans deux essais, l'un sur une éprouvette dont les deux parties ont été soudées sur une face seulement, l'autre, sur une éprouvette dont les parties sont soudées sur les deux faces, mais dont la soudure n'est que superficielle; deux autres photographies montrent l'aspect de la cassure de l'éprouvette suivant la ligne de soudure; les unes et les autres indiquent nettement que le procédé est susceptible de déceler les défauts de soudure. — J. R.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.144... — L'acier au cuivre et sa résistance à la corrosion; M. Grison et E. Lepage. *Revue de Métallurgie*, juin 1927, t. XXIV, p. 331-336, 2 400 mots, 1 fig., 5 tabl. — Les auteurs attirent d'abord l'attention sur le fait que les recherches relatives à la corrosion des métaux ont été jusqu'ici négligées en France alors qu'elles ont été activement poussées en Angleterre et en Amérique, sans doute dans le but de diminuer les pertes de fer et d'acier par corrosion et de prolonger les réserves mondiales de minerai de fer. Ces recherches ont été poussées dans le sens de la résistance à la corrosion provenant du métal lui-même et ont abouti jusqu'ici à deux produits : le fer Armco et l'acier au cuivre dont le second semble totalement inconnu en France. Les auteurs citent d'abord quelques opinions relativement à la résistance à la corrosion de l'acier au cuivre puis donnent les résultats d'essais comparatifs auxquels ils ont procédé. Ces essais ont porté sur trois échantillons d'acier au cuivre (à 0,50 — 0,53 — 0,71 pour 100 de Cu) et trois échantillons d'acier Thomas ou Martin basique dont les poids étaient pris avant et après avoir été soumis à l'action de différents agents corrosifs : solution à 20 pour 100 d'acide sulfurique pendant une durée variant de 24 à 144 heures, solution de chlorure de sodium à 34 g par litre pendant 8 et 16 jours, action de l'eau courante pendant un mois, action atmosphérique pendant deux mois. Dans tous les cas l'acier au cuivre a résisté beaucoup mieux à la corrosion, cette résistance étant de 2 à 42 fois plus forte que celle de l'acier ordinaire, exprimée dans chaque cas par le rapport des pourcentages moyens de pertes de poids. D'autre part, des essais mécaniques effectués sur les échantillons d'acier au cuivre ont montré qu'une teneur de 0,5 à 0,7 pour 100 de cuivre n'enlève au produit aucune des qualités de l'acier doux, ne diminue en rien la soudabilité du métal et n'apporte enfin aucune difficulté de fabrication. Quant à la question prix de revient on peut signaler seulement que, par exemple, le prix du cuivre ajouté pour obtenir 1 t de tôles minces correspond à 5 pour 100 du prix actuel de ces tôles. Il ne saurait donc y avoir de ce côté de prohibition à l'emploi de l'acier au cuivre dans la grosse construction qui y trouverait par ailleurs des garanties de durée fort intéressantes. — J. S.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. Blondin.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.12/3 : 513.82. — Sur l'interprétation des masses de l'électron et du proton dans l'univers à cinq dimensions; A. SCHIDLOF. *C. R. Ac. des Sc.*, 31 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 889-891, 1 300 mots. — Appliquant à l'électron et au proton les considérations générales exposées par M. Louis de Broglie dans son étude « L'univers à cinq dimensions et la mécanique ondulatoire » (*Le Journal de Physique et le Radium*, février 1927, t. VIII, (6e série), p. 65-74), l'auteur trouve que le rapport du carré de la masse au carré de la charge est 4×10^6 fois plus grand pour le proton que pour l'électron. Faisant ensuite diverses hypothèses il arrive à une expression de la masse d'un point matériel,

$$m = \pm \frac{M}{2} + \frac{M}{2}\sqrt{1 + \frac{4\mu}{M}},$$

où μ désigne la masse de l'électron et M l'excès de la masse $M + \mu$ du proton sur celle de l'électron. — J. R.

537.228.2. — Théorie thermodynamique de l'électrostriction dans les diélectriques; Y. ROCARD. *Le Journal de Physique et le Radium*, octobre 1927, t. VIII (6e série), p. 385-391, 2 000 mots. — L'existence d'une contraction éprouvée par un diélectrique sous l'influence d'un champ électrique, par exemple lorsqu'on charge les armatures d'un condensateur séparées par ce diélectrique, a été établie théoriquement par Helmholtz, puis, en 1881, par Lippmann. Sa mesure expérimentale, difficile à réaliser avec exactitude, a donné lieu à de nombreux travaux, notamment à un travail de M. Pauthenier (*Annales de Phys.*, 1920, t. XIV, p. 239, et *Le Journal de Physique et le Radium*, 1924, t. v, p. 312) utilisant une méthode optique et effectué dans des conditions de précision et de sensibilité remarquables. En 1925, MM. Bruhat et Pauthenier (*Le Journal de Physique et le Radium*, 1925, t. VI, p. 1) ont repris l'étude théorique de l'électrostriction et lui ont fait faire un nouveau pas en abandonnant l'hypothèse émise par Lippmann que la variation de température produite par le phénomène est négligeable, et en lui substituant celle que le phénomène est adiabatique, ce qui semble bien être réalisé en pratique, aucun échange de chaleur n'ayant le temps de se produire entre le diélectrique et le milieu extérieur pendant des temps de charge de l'ordre du dix-millième de seconde; toutefois, comme ils admettaient que l'indice de réfraction et la constante diélectrique du diélectrique ne dépendent que de la densité de ce corps, leur théorie ne tenait pas compte des conditions les plus générales que l'on rencontre en pratique. M. Rocard a, pour cette dernière raison, repris cette théorie dans le cas général où l'indice dépend séparément de la température et de la pression, ainsi du reste que la constante diélectrique ou toute autre constante caractéristique du corps. Les formules auxquelles arrive M. Rocard donnent des résultats numériques qui concordent avec les résultats des mesures expérimentales de M. Pauthenier mieux que ne le font ceux des formules de MM. Bruhat et Pauthenier; d'ailleurs ces dernières se déduisent facilement de celles de M. Rocard dont elles ne sont qu'un cas particulier. De ses formules, M. Rocard a déduit plusieurs conséquences relatives à la valeur du rapport des retards absolus dans le phénomène de Kerr et à la théorie de la diffusion de la lumière, conséquences qu'il se propose de publier ultérieurement. — J. R.

538.222. — Sur la théorie du paramagnétisme; B. CABRERA. *C. R. Ac. des Sc.*, 1er août 1927, t. CLXXXV, p. 346-348, 900 mots. — L'auteur établit une théorie basée sur la conception actuellement admise, que l'atome est formé d'un noyau, autour duquel tournent, à des distances inégales du centre, des électrons. — J. R.

538.3 : 530.12. — Sur les équations de l'électromagnétisme; F. GONSETH et G. JUVET. *C. R. Ac. des Sc.*, 1er août 1927, t. CLXXXV, p. 341-343, 1 100 mots. — Nous ne pouvons que signaler cette note, qui fait appel aux théories de la relativité à cinq dimensions, et dont l'objet est défini par les auteurs comme il suit : « L'objet de cette note est de formuler une relativité à cinq dimensions dont les équations fourniront les lois du champ gravifique, du champ électromagnétique, les lois du mouvement d'un point matériel chargé et l'équation des ondes de M. Schrödinger; nous aurons ainsi un cadre dans lequel entreront les lois de la gravitation et de l'électromagnétisme et où il sera possible de faire entrer aussi la théorie des quanta. » — J. R.

55.038.5 : 523.76. — Loi de distribution des orages magnétiques et de leurs éléments. Conséquences à en tirer sur la constitution du soleil: H. DESLANDRES. *C. R. Ac. des Sc.*, 3 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 626-630, 1 800 mots. — L'étude des orages magnétiques observés sur le globe terrestre a permis de démontrer que la cause de ces orages réside dans le soleil. Dans sa communication, M. Deslandres rappelle tout d'abord les conséquences auxquelles il a été conduit par l'analyse approfondie de quelques orages magnétiques, conséquences qu'il a exposées dans diverses communications

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Annales des P. T. T.*, *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, Paris. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.* *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *J. I. E. E. of Japan*, *The Journal of the Institute of electrical Engineers of Japan*, Tokyo. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : *France*, 1,50 fr; *Etranger*, 3,50 fr.)

d'une part, un métal indifférent (plomb, platine, etc.), d'autre part, un métal donnant lieu par polarisation anodique à une couche de passage très résistante (aluminium, magnésium, thalium, molybdène, tungstène, etc.). L'auteur a constaté que l'emploi du silicium à l'état pur ou à l'état d'alliage donne lieu dans un électrolyte quelconque, acide ou alcalin, à une conductibilité unilatérale très accentuée. En mesurant la valeur moyenne du courant traversant une cellule de ce genre et la valeur efficace du courant alternatif qui l'alimente, il a reconnu que le rapport de la première à la seconde (qui mesure l'effet de soupape) est très voisin de la valeur théorique qu'il devrait avoir; en outre, contrairement à ce qui s'observe avec la plupart des cellules, l'effet de redressement varie peu avec la température, même quand celle-ci atteint 100° C; enfin le rendement énergétique, faible avec les autres cellules (avec l'aluminium, il ne dépasse pas 0,15) peut atteindre 0,5 avec le silicium ou ses alliages dans une solution acide et lorsque la réactance du circuit est voisine de zéro. M. Audubert explique cette propriété du silicium comme il suit : par polarisation anodique il se recouvre d'une couche d'oxyde de résistance élevée s'opposant au passage du courant; lors de la polarité inverse, l'hydrogène cathodique réduit plus ou moins complètement cet oxyde. En écrivant que la vitesse d'oxydation est, d'une part, proportionnelle aux concentrations à la surface de l'électrode, d'autre part, proportionnelle au courant, puis égalant ces deux expressions, il obtient une formule donnant le potentiel de l'électrode en fonction de la température et du courant; les mesures directes de ce potentiel à diverses températures et avec diverses valeurs du courant donnent des résultats en accord avec la formule, ce qui confirme que l'effet de soupape est bien lié à un processus d'oxydation et de réduction. — J. R.

621.316.00.413. — Sur la mise à la terre du point neutre dans les réseaux à haute tension; G. Cerillo, B. Focaccia et L. Selmo. *L'Elettrotecnica*, 5 octobre 1927, t. XIV, p. 724-733, 7 700 mots. — Les avantages que l'on attribue à la mise à la terre du point neutre sont : la limitation des tensions normales et des surtensions accidentelles, l'amélioration du fonctionnement des relais de protection et la diminution des frais d'isolement. La résistance de mise à la terre est en général un compromis entre le désir de limiter les courants de court-circuit et celui de limiter les surtensions. Aussi son choix varie beaucoup avec les installations. Les surtensions contre lesquelles il y a lieu de prévoir une protection ont des origines diverses : phénomènes de contact, phénomènes atmosphériques, ou formation intempestive d'un arc. L'étude de ces différentes causes présente encore de nombreux points obscurs, que l'on espère pouvoir éclaircir grâce aux données expérimentales résultant de l'emploi du klydonographe et de l'oscillographe cathodique. L'auteur discute la méthode de calcul des surintensités de courant, le fonctionnement des relais de protection, l'influence des perturbations sur les lignes voisines à faible courant et le danger des personnes se trouvant près d'une mise à la terre accidentelle. Il conclut d'une façon générale à la nécessité de nouveaux et nombreux résultats expérimentaux. — C.-R. M.

621.31 : 351.712.078.2 — Arrêté du 30 avril 1927 déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique. *R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. XXII, p. 473-488, 21 800 mots.

621.316.00.1. — Atténuation normale dans les réseaux conducteurs d'électricité. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 613, 350 mots. Résumé d'un rapport de A.-E. Kennelly présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

621.316.4. — Réseaux de distribution à courant alternatif. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 643-644, 1 700 mots. Analyse d'une discussion publiée dans *J. A. I. E. E.*, avril 1927, t. XLVI, p. 370-377, 11 400 mots, 2 fig.

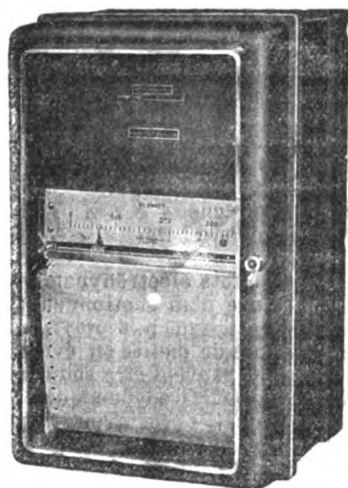
537.523.5 : 621.311.73. — La formation de l'arc et les caractéristiques de rupture des interrupteurs. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 638, 900 mots. Analyse d'un article de Sven Norberg, publié dans *A S E A Journal*, mars 1927, t. IV, p. 28-37, 5 300 mots, 13 fig.

621.311.74. — Etude sur les effets électrodynamiques qui peuvent provoquer l'ouverture d'un sectionneur; G. Souben. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 665-671, 5 000 mots, 10 fig. — L'auteur se propose de mettre en évidence l'importance des efforts auxquels peuvent être soumis les sectionneurs par suite des actions électrodynamiques des courants de court-circuit. A cet effet, après avoir rappelé les expressions de ces actions électrodynamiques pour deux conducteurs rectilignes parallèles et pour deux conducteurs rectangulaires, il montre comment varient ces efforts, qui sont proportionnels au carré des intensités des courants, dans le cas où le courant de court-circuit est symétrique et dans celui où il est asymétrique. Il établit ensuite l'équation du mouvement des mâchoires du sectionneur et termine en développant une application numérique des calculs exposés dans le cours de l'article.

621.315.7 : 351.712.078.2. — Arrêté du 30 juin 1927 fixant les caractéristiques générales des plaques de sécurité à apposer sur les supports des ouvrages de distribution ou de transmission d'énergie électrique. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 655, 400 mots, 1 tabl.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33 : 625.421 (94). — L'électrification des chemins de fer métropolitains de Sidney. *Engineering*, 29 juillet, 12 et 19 août 1927, t. CXXIV, p. 125, 195-198, 231, 6 200 mots, 15 fig. — L'électrification des chemins de fer métropolitains de Sidney a eu pour but d'accroître leur capacité de transport. Les travaux d'électrification ont été exécutés sans arrêter le trafic actuel. Certaines modifications, telles qu'augmentation du gabarit d'encombrement des wagons, installation de systèmes de signalisation modernes, ont d'ailleurs été réalisées avant l'électrification. Cette électrification a nécessité l'extension de l'usine génératrice de White Bay et la construction de 15 sous-stations, de 4 dépôts de nettoyage des voitures et d'ateliers. On a dû, d'autre part, remanier les ouvrages d'art de façon à obtenir une hauteur libre de 5,05 m au lieu de celle de 4,45 m existante. Pour les ponts, on a procédé de préférence par exhaussement, cette méthode étant plus économique que celle consistant à abaisser le niveau de la voie. Il a fallu d'autre part refaire à neuf le ballast des anciennes voies pour réduire les courants vagabonds et, dans certaines tranchées argileuses, établir un drainage de la voie. Les fils de contact sont à suspension caténaire et portés par des pylônes reliés par une poutre transversale, ce qui a permis de réduire l'importance des massifs de fondation et de leur donner des dimensions unifiées. Ces pylônes sont placés tous les 60 m environ. Tous les 1 200 m environ est placé un support d'ancrage des fils constitué par une poutre en treillis portée par deux chevalets métalliques. La poutre est soumise au poids des fils de contact et de suspension et aux efforts horizontaux, tandis que les chevalets et leurs fondations sont établis pour résister au moment total de renversement. Comme il est dit ci-dessus, la signalisation avait déjà été modernisée pour la traction à vapeur. On emploie du courant alternatif triphasé 50 p : s distribué à la tension de 2 200 v, ramenée à 120 v pour l'utilisation. Cette tension est encore abaissée à 12 v pour les signaux lumineux et à des tensions diverses entre 4 et 24 v pour les circuits de voie, etc. La tension de 120 v est employée pour les aiguillages et les leviers d'enclenchement. Une section du réseau est, en outre, équipée avec un système électropneumatique.



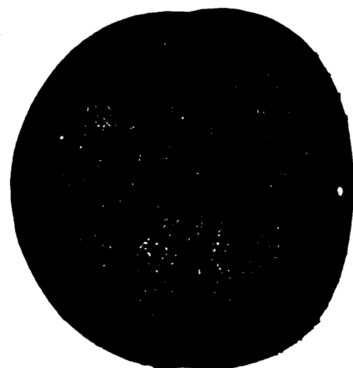
TRUB, TAUBER & Cie

ZURICH — 3, rue Ampère

PARIS — 36, Bd de la Bastille

Téléph. : Diderot 14-90 — *Télégr.* : Dyn

Registre du Commerce : Seine n° 20634



FABRIQUE d'INSTRUMENTS de MESURES

électromagnétiques, caloriques,
à cadre mobile, dynamométriques,
Ferraris et Statiques

INSTRUMENTS DE LABORATOIRE

***TRANSFORMATEURS de MESURES** jusqu'à 120 000 volts*

Enregistreur : diagramme utile 150 mm, coordonnées rectilignes | **Réparations Appareils toutes Marques**

Siège social et Usine à TRÉVOUX (Ain)

Registre du Commerce Trévoux (Ain) N° 2896

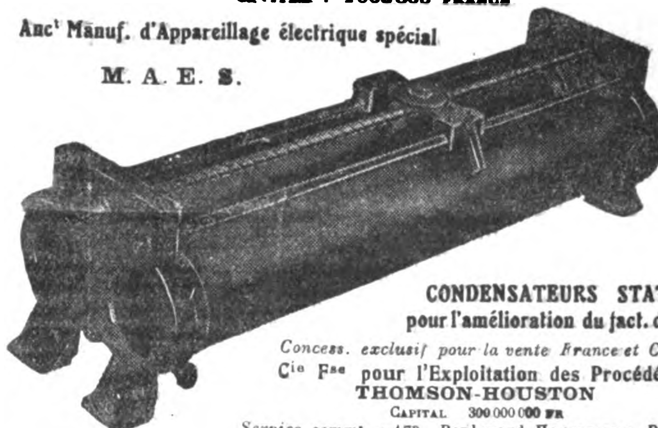
SOCIÉTÉ ANONYME DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX

CAPITAL : 2000000 FRANCS

Téléph. : 52 — Adr. télég. : CONDENSATEURS-TRÉVOUX, TRÉCONDENS-PARIS

Anct Manuf. d'Appareillage électrique spécial

M. A. E. S.



CONDENSATEURS

TÉLÉPHONIQUES
ET TOUS USAGES

SPÉCIALITÉ de CONDENSATEURS
MICA T. S. F.

Licence exclusive
"DUBILIER"

Bureaux à Paris :
52, rue de Dunkerque (Xe)
Téléph. : Trudaine 68-61

RHÉOSTATS à CURSEURS

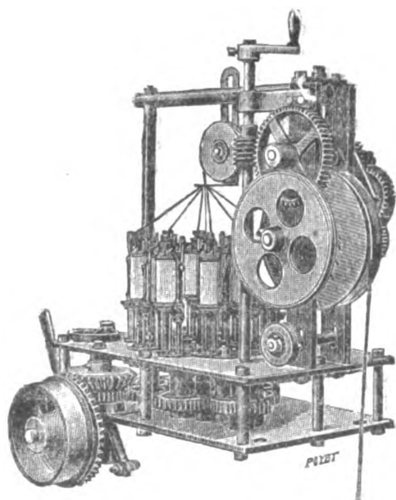
toutes intensités,
toutes résistances,
tous genres
de commandes.

CONDENSATEURS STATIQUES
pour l'amélioration du fact. de puiss.

Concess. exclusif pour la vente France et Colonies :
Cie Fse pour l'Exploitation des Procédés
THOMSON-HOUSTON
Capital 300 000 000 fr
Service comml : 173, Boulevard Haussmann, Paris (8e)

Agences en
BELGIQUE
ITALIE
TCHECO-SLOVAQUIE, etc

Concessionnaires à
LONDRES
NEW-HAVEN (Conn.)



TRESSEUSES

L. DEBRON

CONSTRUCTEUR

91, rue du Centre
LA GARENNE-COLOMBES
(Seine)

Registre du Commerce
Seine N° 9742

Téléphone : La Garenne 57

RECHANGES

ACCESSOIRES

FUSEAUX — BOBINES — POMPES
SUPPORTS de BOBINES
CLIQUETS en acier estampé
PORCELAINES — CASSE-FILS
PIGNONS DENTÉS pour tirage
TAMBOURS, etc.

Quelques détails sont donnés dans l'article sur certains points de ces systèmes de signalisation, d'aiguillage et d'arrêt automatique des trains. L'exploitation de ces lignes exigera un total de 1 100 voitures dont 449 motrices. De ces 1 100 voitures, 674 sont neuves et construites soit en Angleterre, soit sur place. Ce sont des voitures entièrement métalliques ayant une capacité de 79 ou 81 voyageurs assis suivant qu'il y a ou non une cabine de conduite; elles pèsent 49 t en ordre de marche. Elles sont munies de l'attelage automatique M. C. B. Ces motrices ont deux moteurs de 360 ch chacun. Le freinage est du système électropneumatique, assurant l'application automatique des freins si un dérangement se produit dans le circuit de freinage, ou si le train dépasse un signal à l'arrêt. Si la pression de l'air dans la canalisation de freinage tombe au-dessous de 3,5 kg : cm², le courant principal de traction est coupé. On trouvera dans l'article quelques indications de détail relatives à la partie mécanique de ces voitures. — J. S.

656.254 : 621.395. — « Dispatching System » et téléphone sélectif; S. Donati. *Rivista tecnica delle Ferrovie italiane*, 15 septembre 1927, t. XXXII, p. 89-102, 6 000 mots. 19 fig. — Dans cette étude, l'auteur donne la description de principe du système employé par le réseau des chemins de fer italiens : ce système est celui de la Western electric Company. L'étude comporte un exposé du principe du téléphone sélectif et des combinaisons permises par le sélecteur, puis une description matérielle suivie d'une explication détaillée sur le fonctionnement. Le dernier paragraphe concerne les applications spéciales telles que la distribution de l'heure. — C.-R. M.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394.735-432. — Nouveau type de ligne artificielle pour duplex pour câbles sous-marins. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 663, 300 mots. Résumé d'un rapport de J. Pupin présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.394.5. — Le développement de la télégraphie sous-marine; G. Perilli. *L'Elettrotecnica*, 5 octobre 1927, t. XIV, p. 701-724, 22 800 mots, 38 fig. — Les essais de communication à des distances plus ou moins grandes, rappelés ici, sont, dans l'ordre historique : 1° Commande de l'explosion d'une charge par Soemmering à Paris (1808) 2° emploi du caoutchouc comme isolant (1845), puis de la gutta-percha (1846); dont le premier essai fut proposé par Werner Siemens; 3° premier câble transatlantique (1865). Les premières poses de câbles furent faites avec des moyens empiriques et de ce fait entraînèrent de nombreux incidents, en particulier la formation de boucles. W. Thomson, Longridge et Brooks donnèrent en 1858 une théorie de l'opération et des efforts qu'elle entraîne; ils montrèrent que le câble, dans sa partie immergée et non posée, est rectiligne, que son inclinaison dépend seulement de la vitesse du bateau, et que la tension maximum est à peu près égale à celle produite par une longueur de câble égale à la profondeur. Siemens aboutit à des résultats différents : c'est lui qui introduisit l'emploi du fil pilote permettant d'indiquer le chemin effectivement parcouru. Le mouillage d'un câble doit s'accompagner de sondages fréquents. La réparation d'un câble comporte : des mesures préalables permettant de localiser l'avarie, la recherche et la sortie hors de l'eau et enfin la réparation proprement dite. Le matériel de mesure se trouve soit à terre, soit à bord. Quand il s'agit d'une rupture, on emploie la méthode de localisation Kennelly, celle de la déviation, celle de Thomson ou celle de Gott. Les ruptures accompagnées d'un défaut d'isolement sont particulièrement difficiles à réparer. S'il s'agit seulement de défauts d'isolement, on emploie les montages de Varley, de Murray, la méthode de l' « Overlap », la méthode Clark. Le fonctionnement des câbles a mis en évidence l'influence de leur capacité considérable dont la conséquence est de diminuer rapidement la netteté des signaux. De nombreux appareils ont été créés pour compenser cet effet : galvanomètre à réflexion, siphon recorder, condensateurs d'extrémités, relais divers, appareils à lampes, tous décrits ici. La théorie de la propagation du courant élaborée par W. Thomson s'est bientôt trouvée insuffisante. Les perfectionnements ultérieurs qu'elle a subis ont conduit à l'élaboration de lignes artificielles (Pupin, Krarup). L'article se termine par un exposé de l'état actuel du réseau des câbles sous-marins italiens. — C.-R. M.

519.2 : 621.395.34.00.1. — Application du calcul des probabilités aux problèmes des jonctions téléphoniques; Edward-C. Molina. *The Bell System technical Journal*, juillet 1927, t. VI, p. 461-494, 6 500 mots, 24 fig. — Dans cet article, l'auteur expose quelques considérations relatives aux résultats d'études théoriques au sujet des appels servis avec délai d'attente. Les lois représentant les variations du temps d'occupation doivent répondre aux deux conditions suivantes : *a*) Etre en accord assez exact avec les résultats d'observation pratique; *b*) se prêter à une solution mathématique du problème. — Dans son étude, l'auteur a considéré les deux cas suivants : 1° Si un appel est pris au hasard, la probabilité pour que sa durée d'occupation soit plus grande que t est $e^{-\frac{t}{h}}$ où e est la base des logarithmes naturels et h la durée moyenne d'occupation de tous les appels; 2° on suppose que tous les appels ont la même durée d'occupation. L'article est suivi d'un grand nombre de courbes donnant pour différentes valeurs du nombre de jonctions dans un groupe simple et du rapport du nombre moyen d'appels pendant un intervalle de temps h à ce nombre de jonctions la probabilité pour qu'un appel soit retardé pour une durée plus longue qu'un multiple de la durée moyenne d'occupation. Dans un appendice à l'article, l'auteur développe la théorie mathématique servant de base aux courbes données. — J. S.

621.396. — Dispositif pour assurer le secret des communications radioélectriques. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 698-700, 2 200 mots, 4 fig.

621.396 : 535.61-3. — Radiotéléphonie par rayons ultraviolets. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 661, 250 mots. Résumé d'un rapport de Q. Majorana présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

621.396 : 538.56 : 535.2-5. — Sur la radiation dans l'espace avec des polarisations horizontales. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 616, 400 mots. Résumé d'un rapport de A. Meissner présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.396.24-44. — Emploi des très courtes longueurs d'ondes en radiotéléphonie avec conducteur : la multicommunication généralisée. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 616, 400 mots. Résumé d'un rapport de A. Turpain présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.396.617.4. — La modulation dans les lampes employées dans les amplificateurs; Eugène Peterson et H.-P. Evans. *The Bell System technical Journal*, juillet 1927, t. VI, p. 442-460, 8 500 mots, 10 fig. — La nécessité de supprimer la modulation dans les amplificateurs découle des troubles qu'elle apporte et qui produisent par exemple une diminution de la qualité des amplificateurs de la parole ou de la diaphonie dans ceux à plusieurs voies employés en téléphonie par courants porteurs. Van der Bijl et Carson ont donné des expressions du courant à la sortie qui ne sont qu'approximatives parce qu'ils ont admis la constance du facteur d'amplification. Les auteurs exposent une méthode qui exprime les caractéristiques d'une lampe au moyen d'une série à deux variables à puissance croissante sans supposer de relations spéciales entre un changement du potentiel de grille et le potentiel de plaque équivalent. Ces expressions sont établies en fonction du facteur d'amplifica-

tion, de la résistance interne de la lampe et de leurs paramètres différentiels. Ils indiquent comment on peut mesurer ces paramètres, puis développent quelques applications de leur méthode d'analyse. Ils déduisent des solutions des conclusions relatives aux meilleures caractéristiques des lampes, telles que, par exemple, les conditions pour qu'une lampe puisse en remplacer deux en montage « push-pull ». Pour terminer ils comparent les propriétés de diverses lampes fournissant la puissance maximum en supposant le facteur d'amplification constant, puis variable. — J. S.

621.396.62 : 621.316. — Dispositifs permettant l'alimentation des postes récepteurs de téléphonie sans fil sur un réseau de distribution d'énergie électrique. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 700-701, 1 200 mots. Analyse d'un article de P.-R. COURSEY et H. ANDREWS publié dans *J. I. E. E.*, juillet 1927, t. LXV, p. 705-726, 20000 mots, 16 fig.

621.396.661.2 : 537.228.1. — Cristaux piézoélectriques comme étalons de fréquence. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 615-616, 1 000 mots. Résumé d'un rapport de D.-E. GIEBE présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.396.662.3. — Conducteurs en chaîne et filtres électriques. *R. G. E.*, 15 et 29 octobre 1927, t. XXII, p. 572 et 663-664, 1170 mots. Résumé d'un rapport de Karl-Willy WAGNER présenté au Congrès international des Physiciens et au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

APPLICATIONS THERMIQUES

621.365.51 : 549.25/9. — Sur quelques perfectionnements apportés dans la fusion électrique des minerais pauvres ; B. BOGITCH, *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 863-865, 870 mots. — Les minerais dont il s'agit sont des minerais de cuivre, de nickel et de cobalt, renfermant de 3 à 5 pour 100 de ces métaux et une proportion plus ou moins grande d'oxydes de fer. Au laboratoire, on en obtient assez facilement des ferro-alliages très riches, mais lorsqu'on les traite industriellement dans des fours à cuves on rencontre de sérieuses difficultés provenant de la coulée pénible de l'alliage peu fusible. L'emploi du four électrique avec des tensions inférieures à 100 v par arc ne résout pas la question, car, par suite de la faible valeur de la tension, il faut un courant très intense et il en résulte autour de l'électrode la formation d'une zone extrêmement chaude dans laquelle se produisent des réactions nuisibles, comme, par exemple, la réduction de la silice ; de plus, il y a consommation exagérée d'électrodes, ce qui peut rendre l'opération économiquement impossible et qui, en tout cas, risque d'introduire dans l'alliage une trop forte proportion de carbone. Pour remédier à ces inconvénients, l'auteur a utilisé des tensions supérieures à 100 v par arc et atteignant jusqu'à 180 v pour le traitement de certains minerais. Des essais de longue durée effectués avec un four de 1 000 kw ont montré que le traitement d'une tonne de minerai, donnant de 70 à 100 kg de ferro-alliage, absorbe suivant l'espèce de minerai de 1000 à 1 250 kw-h et consomme de 8 à 15 kg d'électrode, y compris les bouts inutilisables. — J. R.

ÉCLAIRAGE

621.328 (079) (44). — Concours d'appareils d'éclairage électrique. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 489-490, 500 mots.

621.326.11.00.22 (43). — La nouvelle verrerie de la Osram-Gesellschaft ; Hans KOCH, *E. u. M.*, 9 octobre 1927, t. XLV, supplément *Die Lichttechnik*, p. 121-124, 2 600 mots, 7 fig. — Les nouveaux ateliers décrits dans cet article se trouvent à Berlin-Siemenstadt. L'intérêt de cette installation réside dans le fait que toutes les opérations que doit subir le verre dans la fabrication des ampoules de lampes à incandescence y sont effectuées à l'aide de machines qui assurent l'automaticité presque absolue de cette fabrication. Les gaz destinés à chauffer les fours où est préparé, fondu et soufflé le verre sont produits par deux générateurs dans lesquels le combustible employé est du lignite. Les matières premières, telles que le sable, la chaux, la potasse, etc., qui entrent dans la constitution du verre, sont emmagasinées dans un local spécial ; ces matières sont transportées à l'aide d'un wagonnet, vers les fours où sera fondu le mélange lequel mélange est convenablement dosé lors du chargement. Après une première fusion, le produit, qui est maintenant du verre, est transvasé dans un autre four dont la température est de 1380 à 1400°C. Celui-ci est en communication avec une machine spéciale, dite de soufflage des ampoules ; son rôle est de prélever dans le four la quantité de verre nécessaire à la constitution d'une ampoule et d'assurer le soufflage, d'où résulte la formation de l'ampoule. La description de cette machine, créée aux Etats-Unis, est donnée dans l'article et accompagnée d'une figure qui en montre la complexité. Les ampoules terminées, mais encore ouvertes, sont transportées vers une machine où elles subissent les opérations de finissage et sont soumises à un triage. — A. C.

621.328 : 629.113. — Les étapes de la mise au point d'un phare non éblouissant pour automobiles ; J.-L. PECH, *La Nature*, 1er août 1927, n° 2 766, p. 101-104, 1 800 mots, 11 fig. — Pour résoudre le problème posé par l'article 24 du Code de la route il paraît rationnel de chercher à réaliser un réflecteur qui fournisse directement un faisceau de rayons réfléchis limité par un plan passant par l'axe optique du dispositif. M. Gallois l'inventeur du phare objet de cet article (phare Anexhip) a d'abord déterminé expérimentalement avec quelle approximation est réalisable par des ouvriers divers travaillant suivant la même technique, une surface du second degré. Il a ainsi reconnu que la calotte sphérique peut être obtenue avec une précision acceptable, mais qu'il n'en est pas de même pour un sommet de paraboloïde. Dans ce cas on ne peut guère obtenir de surface réfléchissante optiquement satisfaisante qu'à condition de ne pas utiliser la partie située à l'intérieur du cône de révolution engendré par une ligne droite passant par le foyer et faisant un angle de 15° à 40° avec l'axe focal. En conséquence la surface réfléchissante utilisée par M. Gallois est une surface complexe formée d'une calotte sphérique continuée par un paraboloïde se raccordant géométriquement avec elle. Quant au phare lui-même il est constitué de deux demi-réflecteurs constitués comme ci-dessus et disposés convenablement l'un par rapport à l'autre. Si une lampe électrique est placée à l'endroit voulu de ce système optique, on obtient avec ce phare un faisceau demi-conique. Le seul inconvénient de ce phare est que l'éclairage est insuffisant pour permettre de dépasser une vitesse de 50 à 60 km : h, parce que les obstacles ne sont éclairés que sur une hauteur de 1,50 m environ et ne peuvent être identifiés complètement qu'à partir de 60 m au plus. Au delà de cette distance les obstacles sont visibles mais non identifiables. — J. S.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

621.372 : 546.48. — Sur l'emploi des dépôts électrolytiques de cadmium pour la protection des métaux et alliages contre la corrosion ; Jean COURNOT et Jean BARY, *C. R. Ac. des Sc.*, 17 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 773-774, 750 mots. — Les auteurs, qui ont antérieurement montré qu'un dépôt électrolytique de cadmium protège efficacement l'aluminium et les alliages légers, exposent dans cette note les résultats de leurs nouvelles recherches sur la protection des aciers et des alliages de cuivre par ce dépôt. Ils ont constaté, par des essais de pliage et d'emboutissage, que l'adhérence du dépôt électrolytique de cadmium aux aciers et aux alliages de cuivre est au moins égale à celle des autres revêtements ; de plus, sa continuité, vérifiée par de nombreux essais de corrosion, est excellente et supérieure à celle d'un dépôt de nickel, même quand ce dernier est réalisé en prenant les plus grandes précautions ; elle est également

supérieure à celle d'un dépôt électrolytique de zinc, les essais ayant montré qu'à épaisseur égale, le dépôt de cadmium résiste à la corrosion atmosphérique un temps trois fois plus long que ne le fait un dépôt de zinc. Par contre, l'emploi du cadmium comme protecteur présente deux graves inconvénients : il manque de dureté et perd assez rapidement le beau brillant qu'on peut lui donner initialement; ce dernier inconvénient n'est d'ailleurs pas dû, d'après les auteurs, à une corrosion superficielle, mais est une conséquence du défaut de dureté; il est donc inférieur au nickel au point de vue de la conservation du brillant. Les auteurs ont pensé que l'on pourrait conserver l'avantage que présente le nickel à ce point de vue, tout en utilisant celui que possède le cadmium de ne pas être poreux comme ce dernier métal, en recouvrant les objets à protéger d'une couche de cadmium puis d'une couche de nickel. Les essais qu'ils ont faits dans cette voie leur ont montré que l'on obtenait bien ainsi un dépôt à la fois durable et brillant; ce double revêtement résiste beaucoup mieux à la corrosion dans un brouillard d'eau salée que le double revêtement de cuivre et de nickel. Les auteurs ont également essayé un double revêtement de zinc et de nickel, mais ils ont constaté que les objets préalablement recouverts de zinc altèrent très rapidement le bain de nickelage dans lequel ils sont ensuite immergés et que bientôt on n'obtient plus qu'un dépôt noir et non adhérent de nickel. — J. R.

APPLICATIONS DIVERSES

546.17-1 : 661.5-26. — Sur une réaction nouvelle de l'azote actif; Pierre Jolibois et Henri Lefebvre. *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 853-855, 750 mots. — Cette réaction présente quelque intérêt au point de vue de l'obtention de l'ammoniaque et de l'acide azotique, par synthèse, au moyen de décharges électriques; c'est à ce titre que nous la signalons ici. Les auteurs ont observé que si l'on fait passer, sous une pression correspondant à 4 mm de mercure, un courant d'oxyde de carbone dans un tube à électrodes entre lesquelles se décharge périodiquement un condensateur de grande capacité, la décomposition de ce gaz, mesurée par la quantité d'anhydride carbonique qui en résulte, est très faible. D'autre part, ils ont constaté que si l'on répète l'expérience sur un mélange gazeux formé de 1 volume d'oxyde de carbone et de 6 volumes d'azote, la quantité d'oxyde de carbone décomposé est 6 à 7 fois plus grande. Après avoir discuté les causes probables de cette augmentation, ils arrivent à conclure que cette cause est la formation d'azote actif dont la présence est « nettement visible dans le mélange par suite de sa postluminescence facile à constater dans tout l'appareil ». Ils pensent dès lors que l'augmentation de décomposition est due à « l'action catalytique de l'azote actif en voie d'évolution sous sa forme normale; sous son influence, l'oxyde de carbone, instable à la température ordinaire, se transformerait en anhydride carbonique et carbone, système stable ». Les auteurs ajoutent : « Cette hypothèse présente l'avantage d'éclaircir deux réactions qui semblent anormales : 1° la formation d'ammoniaque sous l'influence de l'étincelle, qui ne devrait pas se produire puisqu'une élévation de température décompose totalement l'ammoniaque; au contraire, l'action catalytique de l'azote fait évoluer le mélange vers la formation d'ammoniaque thermodynamiquement stable à la température ordinaire; 2° l'oxyde d'azote, sous l'influence de l'azote actif, se tranforme en un composé plus oxygéné, NO^2; ceci peut s'interpréter également par le pouvoir catalytique de l'azote actif, qui amènerait la décomposition spontanée de l'oxyde d'azote en azote et oxygène; ce dernier, ainsi libéré, se combine comme l'on sait à l'oxyde d'azote pour donner NO^2. » — J. R.

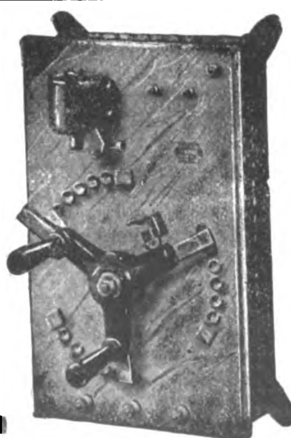
USINES ET ATELIERS

620.128 : 538.122. — Contrôle des soudures par les spectres magnétiques; Albert Roux. *C. R. Ac. des Sc.*, 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 859-861, 550 mots, 4 fig. — Dans les essais effectués par l'auteur, le champ magnétique était créé par un électroaimant en forme de U, dont le noyau a une section de 4 cm × 7 cm, et la distance des pôles est de 9 cm, excité par des bobines comportant 15 spires. Les éprouvettes d'essais étaient constituées par des tôles ayant 5 ou 10 mm d'épaisseur soudées bout à bout au moyen du chalumeau oxyacétylénique. Pour tracer le spectre, les pôles de l'électroaimant sont appliqués sur une des faces de l'éprouvette, symétriquement à la ligne de soudure et, après avoir établi la circulation d'un courant continu dans les spires, de la limaille de fer était projetée sur une feuille de papier en contact avec l'autre face de l'éprouvette ; du vernis à la gomme laque est ensuite projeté sur la feuille de papier lorsqu'on désire observer le spectre obtenu. Si la soudure est exempte de défauts, le spectre est le même que celui dessiné sur une plaque d'épaisseur uniforme et les lignes de limaille sont continues; lorsque la soudure présente des défauts, il y a accumulation de limaille suivant une ligne normale aux lignes régulières du spectre. Deux photographies montrent les spectres obtenus dans deux essais, l'un sur une éprouvette dont les deux parties ont été soudées sur une face seulement, l'autre, sur une éprouvette dont les parties sont soudées sur les deux faces, mais dont la soudure n'est que superficielle; deux autres photographies montrent l'aspect de la cassure de l'éprouvette suivant la ligne de soudure ; les unes et les autres indiquent nettement que le procédé est susceptible de déceler les défauts de soudure. — J. R.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.144... — L'acier au cuivre et sa résistance à la corrosion; M. Grison et E. Lepage. *Revue de Métallurgie*, juin 1927, t. XXIV, p. 331-336, 2 400 mots, 1 fig., 5 tabl. — Les auteurs attirent d'abord l'attention sur le fait que les recherches relatives à la corrosion des métaux ont été jusqu'ici négligées en France alors qu'elles ont été activement poussées en Angleterre et en Amérique, sans doute dans le but de diminuer les pertes de fer et d'acier par corrosion et de prolonger les réserves mondiales de minerai de fer. Ces recherches ont été poussées dans le sens de la résistance à la corrosion provenant du métal lui-même et ont abouti jusqu'ici à deux produits : le fer Armco et l'acier au cuivre dont le second semble totalement inconnu en France. Les auteurs citent d'abord quelques opinions relativement à la résistance à la corrosion de l'acier au cuivre puis donnent les résultats d'essais comparatifs auxquels ils ont procédé. Ces essais ont porté sur trois échantillons d'acier au cuivre (à 0,50 — 0,53 — 0,71 pour 100 de Cu) et trois échantillons d'acier Thomas ou Martin basique dont les poids étaient pris avant et après avoir été soumis à l'action de différents agents corrosifs : solution à 20 pour 100 d'acide sulfurique pendant une durée variant de 24 à 144 heures, solution de chlorure de sodium à 34 g par litre pendant 8 et 16 jours, action de l'eau courante pendant un mois, action atmosphérique pendant deux mois. Dans tous les cas l'acier au cuivre a résisté beaucoup mieux à la corrosion, cette résistance étant de 2 à 42 fois plus forte que celle de l'acier ordinaire, exprimée dans chaque cas par le rapport des pourcentages moyens de pertes de poids. D'autre part, des essais mécaniques effectués sur les échantillons d'acier au cuivre ont montré qu'une teneur de 0,5 à 0,7 pour 100 de cuivre n'enlève au produit aucune des qualités de l'acier doux, ne diminue en rien la soudabilité du métal et n'apporte enfin aucune difficulté de fabrication. Quant à la question prix de revient on peut signaler seulement que, par exemple, le prix du cuivre ajouté pour obtenir 1 t de tôles minces correspond à 5 pour 100 du prix actuel de ces tôles. Il ne saurait donc y avoir de ce côté de prohibition à l'emploi de l'acier au cuivre dans la grosse construction qui y trouverait par ailleurs des garanties de durée fort intéressantes. — J. S.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE. Le Gérant : J. Blondin.



DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.12/3 : 513.82. — Sur l'interprétation des masses de l'électron et du proton dans l'univers à cinq dimensions; A. Schidlof. *C. R. Ac. des Sc.*, 31 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 889-891, 1 300 mots. — Appliquant à l'électron et au proton les considérations générales exposées par M. Louis de Broglie dans son étude « L'univers à cinq dimensions et la mécanique ondulatoire » (*Le Journal de Physique et le Radium*, février 1927, t. VIII, (6e série), p. 65-74), l'auteur trouve que le rapport du carré de la masse au carré de la charge est 4×10^6 fois plus grand pour le proton que pour l'électron. Faisant ensuite diverses hypothèses il arrive à une expression de la masse d'un point matériel,

$$m = \pm \frac{M}{2} + \frac{M}{2}\sqrt{1 + \frac{4\mu}{M}},$$

où μ désigne la masse de l'électron et M l'excès de la masse $M + \mu$ du proton sur celle de l'électron. — J. R.

537.228.2. — Théorie thermodynamique de l'électrostriction dans les diélectriques; Y. Rocard. *Le Journal de Physique et le Radium*, octobre 1927, t. VIII (6e série), p. 385-391, 2 000 mots. — L'existence d'une contraction éprouvée par un diélectrique sous l'influence d'un champ électrique, par exemple lorsqu'on charge les armatures d'un condensateur séparées par ce diélectrique, a été établie théoriquement par Helmholtz, puis, en 1881, par Lippmann. Sa mesure expérimentale, difficile à réaliser avec exactitude, a donné lieu à de nombreux travaux, notamment à un travail de M. Pauthenier (*Annales de Phys.*, 1920, t. XIV, p. 239, et *Le Journal de Physique et le Radium*, 1924, t. V, p. 312) utilisant une méthode optique et effectué dans des conditions de précision et de sensibilité remarquables. En 1925, MM. Bruhat et Pauthenier (*Le Journal de Physique et le Radium*, 1925, t. VI, p. 1) ont repris l'étude théorique de l'électrostriction et lui ont fait faire un nouveau pas en abandonnant l'hypothèse émise par Lippmann que la variation de température produite par le phénomène est négligeable, et en lui substituant celle que le phénomène est adiabatique, ce qui semble bien être réalisé en pratique, aucun échange de chaleur n'ayant le temps de se produire entre le diélectrique et le milieu extérieur pendant des temps de charge de l'ordre du dix-millième de seconde; toutefois, comme ils admettaient que l'indice de réfraction et la constante diélectrique du diélectrique ne dépendent que de la densité de ce corps, leur théorie ne tenait pas compte des conditions les plus générales que l'on rencontre en pratique. M. Rocard a, pour cette dernière raison, repris cette théorie dans le cas général où l'indice dépend séparément de la température et de la pression, ainsi du reste que la constante diélectrique ou toute autre constante caractéristique du corps. Les formules auxquelles arrive M. Rocard donnent des résultats numériques qui concordent avec les résultats des mesures expérimentales de M. Pauthenier mieux que ne le font ceux des formules de MM. Bruhat et Pauthenier; d'ailleurs ces dernières se déduisent facilement de celles de M. Rocard dont elles ne sont qu'un cas particulier. De ses formules, M. Rocard a déduit plusieurs conséquences relatives à la valeur du rapport des retards absolus dans le phénomène de Kerr et à la théorie de la diffusion de la lumière, conséquences qu'il se propose de publier ultérieurement. — J. R.

538.222. — Sur la théorie du paramagnétisme; B. Cabrera. *C. R. Ac. des Sc.*, 1er août 1927, t. CLXXXV, p. 346-348, 900 mots. — L'auteur établit une théorie basée sur la conception actuellement admise, que l'atome est formé d'un noyau, autour duquel tournent, à des distances inégales du centre, des électrons. — J. R.

538.3 : 530.12. — Sur les équations de l'électromagnétisme; F. Gonseth et G. Juvet. *C. R. Ac. des Sc.*, 1er août 1927, t. CLXXXV, p. 341-343, 1 100 mots. — Nous ne pouvons que signaler cette note, qui fait appel aux théories de la relativité à cinq dimensions, et dont l'objet est défini par les auteurs comme il suit : « L'objet de cette note est de formuler une relativité à cinq dimensions dont les équations fourniront les lois du champ gravifique, du champ électromagnétique, les lois du mouvement d'un point matériel chargé et l'équation des ondes de M. Schrödinger; nous aurons ainsi un cadre dans lequel entreront les lois de la gravitation et de l'électromagnétisme et où il sera possible de faire entrer aussi la théorie des quanta. » — J. R.

55.038.5 : 523.76. — Loi de distribution des orages magnétiques et de leurs éléments. Conséquences à en tirer sur la constitution du soleil; H. Deslandres. *C. R. Ac. des Sc.*, 3 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 626-630, 1 800 mots. — L'étude des orages magnétiques observés sur le globe terrestre a permis de démontrer que la cause de ces orages réside dans le soleil. Dans sa communication, M. Deslandres rappelle tout d'abord les conséquences auxquelles il a été conduit par l'analyse approfondie de quelques orages magnétiques, conséquences qu'il a exposées dans diverses communications

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Annales des P. T. T.*, *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, Paris. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.* *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *J. I. E. E. of Japan*, *The Journal of the Institute of electrical Engineers of Japan*, Tokyo. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : *France*, 1,50 fr; *Etranger*, 3,50 fr.)

OUVRAGES TECHNIQUES

En vente aux bureaux de la « R. G. E. ».

Extraits de la « R. G. E. »

Amet (Amiral). — Utilisation des marées. Une brochure, 29 cm × 22 cm, 48 pages, 9 fr.

Beinet (E.). — Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 144 pages, 9 fr.

Blaevoet (Ch.). — Contentieux des travaux publics. Une brochure 28 cm × 22 cm, 36 pages, 7,50 fr.

Blondel (A.). — Application de la méthode de deux réactions à l'étude des phénomènes oscillatoires des alternateurs couplés. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 64 pages, 15 fr.

Boës (J.). — La traction sur route par accumulateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 56 pages, 10 fr.

Bougault (P.) — Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique avec les modifications contenues dans les lois subséquentes. Une broch., 23 cm × 22 cm, 8 p., 2,50 fr.

Boutteville (R.). — La distribution de l'énergie électrique à l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes. Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Bruckeman (H.-W.-L.). — A propos des composés isolants dits « compounds ». Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 p. 2,50 fr.

Calame (J.) et Gaden (D.). — Calcul d'une chambre d'équilibre à grands épanouissements supérieur et inférieur à l'aide de « valeurs relatives ». Une broch., 28 cm × 22 cm, 12 p., 3,50 fr.

Capdeville (P.) et Laroche (R.). — Méthodes de mesure des pertes diélectriques en courant triphasé et en courant monophasé à très haute tension. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Carjat (E.). — Influence des dimensions principales sur la commutation des machines et turbomachines à courant continu. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H.). — Prédétermination des moteurs synchrones nécessaires pour améliorer le facteur de puissance et pour régler la tension d'un réseau. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Carpentier (H.). — Notes sur le calcul des fondations des pylones supportant les lignes de transmissions d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H.). — Lignes de transmission d'énergie montées sur chaines d'isolateurs. Rupture de conducteurs dans une portée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Dagory. — Application de la métallisation par le procédé Schoop aux installations de transmission d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Defour (A.). — Sur l'utilisation de l'énergie des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 24 pages, 5,50 fr.

Duval (C.) et Bouskpoun (S.). — La ligne de transmission d'énergie à 120 000 volts de la Basse Isère. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Ferrier (R.). — Les nouveaux axiomes de l'électronique. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 64 pages, 3,50 fr.

Féry (Ch.) et Cheneveau (Ch.). — Théorie complète du fonctionnement de l'accumulateur au plomb. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Fournier (F.). — La propagation des actions dans l'éther. Une brochure, 22 cm × 14 cm, 40 pages, broché, 4,50 fr.

Gariel (M.). — Etude sur les maxima de surpression dans les coups de bélier. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 p., 5 fr.

Genkin (V.). — Protection de réseaux électriques contre les courts-circuits et les défauts d'isolements. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 48 pages, 9 fr.

Girault (P.). — Sur l'échauffement d'un organe de machine électrique soumis à des pertes dans le fer constantes et à des pertes par effets Joule. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 28 p. 6,50 fr.

Goisnard (G.). — L'aménagement hydroélectrique de la vallée d'Aspe. L'usine génératrice d'Esquit. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Gouineau (M.). — Appareil automatique de sûreté et de contrôle des trains. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Guery (F.). — Contraction de Lorentz et relativité (cohésion gravitation, électromagnétisme). Une brochure, 22 cm × 14 cm, 80 pages, 6 figures, broché, 6 fr.

Janculesco (C.). — La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Latour (M.). — Note sur le montage en récupération du moteur shunt à collecteur. Une brochure, 28 cm, × 22 cm, 8 pages, 2,50 fr.

Lavanchy (Ch.). — Calcul mécanique des conducteurs de lignes électriques pour le cas où les supports sont à des niveaux différents. Une broch., 28 cm, × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Lefèvre (C.). — L'usine génératrice hydroélectrique du Bès près Saint-Chély-d'Apcher (Lozère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4 50 fr.

Lehmann (Th.). — Calcul de l'attraction magnétique dans les machines dynamo-électriques lorsque la loi de Maxwell devient insuffisante. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 pages, 5 fr.

Le Gallou (Y.). — L'utilisation des moteurs à huile lourde pour l'électrification des campagnes. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Louis (J.). — Règle pour le calcul des réseaux triphasés de distribution d'énergie électrique. 30 cm × 15 cm, avec note explicative, 14,50 fr.

Parteni (A.-C.). — Contribution à l'étude expérimentale et théorique de la commutation dans les machines à courant continu. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 60 pages, 12 fr.

Pellion. — Application du repérage par le son et à la mesure des vitesses initiales. Une brochure, 27 cm × 18 cm. 20 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*, n° 90), 4 fr.

Pistoye (H. de). — Bobinages à courant alternatif à trous partiels. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Planteau (J.). — Le poste extérieur de transformation de Puiseux 60000/15000 volts à commande automatique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Racapé (A.). — Détermination des valeurs du facteur de puissance entre lesquelles il peut être plus ou moins avantageux d'utiliser l'une ou l'autre des formules susceptibles d'être employées pour servir de base à la tarification de l'énergie réactive. Etude comparative de l'erreur des compteurs à énergie réactive selon quelle est calculée par rapport à la fonction sinus ou par rapport à la fonction cosinus. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Reyval (J.). — L'usine hydroélectrique de l'Isle-Jourdain (Vienne). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Reyval (J.). — L'usine hydroélectrique du Drac-Romanche à Pont-de-Claix (Isère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 p. 5 fr.

. Roth (E.). — Les alternateurs de 40000 kilowatts construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Electricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Sarolea (J.). — Problème de la protection sélective des lignes de transmission triphasées à très haute tension. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Sparre (de). — Remarques au sujet des conditions à remplir par certalns dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Szarvady (G.). — Energie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités des courants périodiques quelconques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Togna (A.). — Essai de puissance réduite des alternateurs. Une brochure, 23 cm × 22 cm, 16 pages, 4,50 fr.

Tumerelle (A.). — L'usine génératrice hydro-électrique de Chancy-Pougny. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3,50 fr.

Witz (Aimé). — Le nouvel essor de la machine à vapeur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 20 pages, 5 fr.

(Frais de port et d'emballage en plus.)

faites en 1926 et 1927 à l'Académie des Sciences, et qui peuvent se résumer ainsi : tout se passe comme si le soleil avait sous sa surface une couche profonde qui tourne comme un corps solide et que dans cette couche quasi solide se trouvent vingt-quatre volcans, variables comme les volcans terrestres, uniformément répartis autour de l'axe de rotation et rejetant au dehors la matière électrisée des couches intérieures. Après ce rappel, l'auteur montre que l'on est presque forcé d'admettre que les volcans solaires rejettent surtout des corps radioactifs et que cette hypothèse permet d'expliquer de nombreux points encore obscurs concernant la formation des taches et des protubérances solaires, notamment les particularités du groupe bipolaire de deux taches qu'ont étudiées Corti et Hale. En terminant, il expose comme il suit la façon dont il conçoit l'influence du soleil sur le magnétisme terrestre : « Le rayonnement ultraviolet et X, et aussi en partie le rayonnement corpusculaire, émanés du disque entier de l'astre, produisent la variation diurne de l'aiguille aimantée. Mais les orages proprement dits proviennent directement ou indirectement des volcans permanents de la couche profonde. Ces volcans rejettent des corps radioactifs, ou peut-être même seulement des corps radioactifs qui diffèrent beaucoup par la durée de la vie et par la quantité de matière. Les corps qui ont la vie très courte et courte donnent les orages grands et petits. Les autres, à période plus longue, ont, en général, une réserve d'énergie plus grande, qui, dépensée lentement, apparaît moins; ils donnent, après un certain temps, les taches et facules, qui se déplacent sur la surface et persistent parfois pendant des mois. Les taches sont ainsi des centres d'émission secondaires; quant aux facules, je les ai présentées déjà commes dues à la diffusion dans les couches solaires de corps radioactifs particulièrement volatils et à rayonnement positif; car les vapeurs au-dessus ont une forte ionisation positive. On comprend pourquoi les orages ne sont pas toujours en accord avec les taches, et comment un orage est possible lorsque le soleil n'offre près du centre aucune trace de facules. » — J. R.

SCIENCES DIVERSES

532.522. — Mouvement rotationnel vertical plan des liquides parfaits. Ecoulement par un orifice ; J. Grialou. *C. R. Ac. des Sc.*, 7 novembre 1927, t. CLXXXV, p. 930-932, 950 mots, 1 fig. — L'auteur traite mathématiquement le cas de l'écoulement par un orifice percé à la partie inférieure de la paroi verticale d'un vase dans lequel le niveau du liquide est maintenu constant malgré l'écoulement. Cet exemple montre comment on peut traiter les questions d'écoulements par orifices d'une manière rationnelle et particulièrement simple. — J. R.

532.5.07. — Installation hydrodynamique pour l'étude de l'écoulement des fluides. *Recherches et Inventions*, août 1927, t. VIII, p. 285-287, 800 mots, 5 fig. — Cet article donne quelques indications et photographies complémentaires relatives au tunnel hydrodynamique plat du Laboratoire de la chaire de Mécanique des Fluides à l'Institut aérotechnique de Saint-Cyr, décrit dans le numéro du 1er décembre 1926 et résumé dans « R. G. E. » 30 avril 1927, t. XXI, p. 138 D. — J. S.

536.2 : 532.514.031. — Résolution théorique du problème de l'échange de chaleur par circulation d'un fluide non visqueux en mouvement tranquille, avec potentiel de vitesses, à l'intérieur d'un tube ; A. Lévêque. *C. R. Ac. des Sc.*, 31 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 886-889, 900 mots. — Dans cette note, de caractère mathématique, l'auteur traite divers problèmes dont la solution peut donner lieu à des applications pratiques, notamment à la détermination de la température des diverses parties des machines dynamo-électriques refroidies par circulation d'air; c'est à ce titre que nous la signalons. L'auteur suppose que la vitesse du fluide est uniforme dans toute section droite, que sa température est également uniforme dans la section droite d'entrée, que la température de la paroi est uniforme aussi, enfin que la vitesse est suffisante pour que l'influence des différences de température sur le mouvement soit négligeable. Il étudie successivement le cas où le fluide circule entre deux plateaux parallèles et celui où il circule dans un tube cylindrique; puis il indique comment les formules obtenues dans ces deux cas pour le coefficient moyen de convection peuvent être généralisées et étendues au cas d'une circulation entre deux parois cylindriques dont les génératrices sont parallèles et à celui d'une circulation dans un tube de révolution quelconque. — J. R.

MESURES ET ESSAIS

537.226 + 537.228.1. — Les travaux du National physical Laboratory. Oscillateurs piézoélectriques. Diélectriques. *Engineering*, 19 août 1927, t. CXXIV, p. 243, 400 mots, 1 fig. — Les oscillateurs piézoélectriques à lame de quartz ont été employés pour les comparaisons de fréquences. Le docteur Dye a indiqué une modification du circuit permettant de faire osciller électromécaniquement les cristaux qui ne se mettent pas spontanément en oscillation. M. W. Hartshorn a établi un dispositif du condensateur permettant la détermination absolue des constantes diélectriques des liquides. Les travaux actuels portent sur le benzène. — J. S.

537.71 + 537.726. — Les travaux du National physical Laboratory. Unités et étalons. Mesure de la fréquence. *Engineering*, 19 août 1927, t. CXXIV, p. 242-243, 900 mots, 1 fig. — La nouvelle détermination de l'ohm a donné une valeur égale à celle trouvée en 1912 par Mc F.-E. Smith à 2/100000 près. Les bobines de résistance en manganine ont eu dans la période 1912-1919 des variations du même ordre et de même sens que pendant la période 1919-1926. Les piles étalons au sulfate de cadmium ont montré une constance de force électromotrice remarquable. Pour la normalisation des basses fréquences téléphoniques, le docteur Dye a établi une méthode basée sur la production directe de ces fréquences par les battements d'une horloge bien réglée. Un schéma du circuit et une description sommaire sont donnés dans l'article. — J. S.

542.44-8. — Appareil pour réaliser des expériences physiques ou chimiques à toutes températures variées sous des pressions liquides de 15000 kilogrammes par centimètre carré; James Basset. *C. R. Ac. des Sc.*, 1er août 1927, t. CLXXXV, p. 343-345, 750 mots, 3 fig. — L'auteur donne la description de cet appareil dont le poids est d'environ 300 kg et dont la hauteur atteint 1,50 m. La fermeture des chambres d'expérience de l'appareil est assurée par des blocs parfaitement ajustés, munis d'électrodes isolées permettant d'amener un courant électrique à l'intérieur des chambres sous pression et d'assurer ainsi le chauffage des tubes à réaction, ou de réaliser des électrolyses sous les pressions choisies. — J. R.

621.317 : 537.742.3. — Sur l'application de l'électromètre à des mesures industrielles; Jean Villey. *Le Journal de Physique et le Radium*, octobre 1927, t. VIII (6e série), p. 397-422, 21500 mots, 5 fig. — La substitution d'un électromètre à un voltmètre pour la mesure des différences de potentiel s'impose dans un certain nombre de cas, notamment lorsqu'une dérivation du courant est inadmissible, par exemple dans le cas où une partie du circuit est parcourue par un courant d'ionisation. Dans la première partie de son article, l'auteur expose les différentes applications qu'a reçues l'électromètre dans les mesures électriques par suite de cette nécessité : mesure des différences de potentiel considérables ou alternatives, mesures diverses dans la technique des oscillations à fréquence élevée, mesure des coefficients d'induction électrique laquelle permet indirectement la mesure de variations de longueur de l'ordre du dixième de

micron. — Mais les modèles courants d'électromètres sont peu utilisables dans les laboratoires industriels par suite des difficultés que présente leur réglage. Aussi M. Villey a-t-il été conduit à imaginer un modèle robuste ayant néanmoins une sensibilité suffisante pour les besoins industriels. Dans cet électromètre, dont la description fait l'objet de la seconde partie de l'article, les quadrants sont remplacés par quatre fils parallèles au fil de suspension et l'aiguille a la forme d'un rectangle plan très allongé dont le grand axe de symétrie prolonge le fil de suspension. — Dans la troisième partie, intitulée « Dynamomètres et manomètres électrométriques », l'auteur montre tout le parti que l'on peut tirer de l'électromètre en le reliant aux armatures d'un condensateur déformable sous l'action des forces ou des pressions à évaluer : la variation de la distance des armatures sous cette action entraîne une modification de la capacité du condensateur, laquelle produit une variation de la différence de potentiel que mesure l'électromètre. Le procédé présente non seulement l'avantage d'être extrêmement sensible, mais encore celui de permettre de placer l'instrument de mesure, l'électromètre, à une distance quelconque du condensateur soumis à l'action des forces ou des pressions ; de plus, les indications des variations de ces forces et de ces pressions ainsi transmises à distance peuvent être facilement enregistrées en recevant le pinceau de lumière réfléchi par l'aiguille de l'électromètre sur un papier photographique enroulé sur un cylindre tournant. — J. R.

538.213 : 621.317. — Le perméamètre à shunt magnétique de la Cambridge Instrument Company. *Engineering*, 26 août 1927, t. CXXIV, p. 281, 700 mots, 6 fig. — Cet article donne une description ainsi que le principe de fonctionnement du perméamètre à shunt magnétique établi par la Cambridge Instrument Company suivant le principe du perméamètre Iliovici. — J. S.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.434.00.413. — Un indicateur électrique pour moteurs à combustion interne à grande vitesse; Juichi OBATA. *Engineering*, 26 août 1927, t. CXXIV, p. 253-254, 1 200 mots, 9 fig. — Cet indicateur, qui est surtout un appareil de laboratoire, ne contient aucune pièce mécanique présentant un frottement ou une inertie appréciable. Il est constitué essentiellement d'un disque d'acier de 2 à 3 mm d'épaisseur et de 5 cm de diamètre, formant une des deux armatures d'un condensateur dont l'autre est une plaque d'acier isolée électriquement de la première. Ce condensateur est monté dans le circuit oscillant d'une lampe triode dont le courant d'anode est enregistré soit par un galvanomètre à corde d'Einthoven, soit par un électromètre à corde ou enfin pour des mesures plus précises par un oscillographe Duddell. L'auteur donne dans l'article des exemples de diagrammes relevés sur un moteur de motocyclette Indian et sur un moteur monocylindrique à 4 temps. Du fait que cet appareil nécessite l'emploi de lampes triodes on ne peut garantir la constance de ses indications. Mais, d'autre part, on ne doit pas oublier que son but est moins de permettre le calcul de la puissance des moteurs que d'étudier les irrégularités de fonctionnement. — J. S.

621.312.2.00.42. — Dispositif pour le désamorçage rapide des alternateurs de grande puissance. *Bulletin de la Société belge des Electriciens*, septembre 1927, t. XLI, p. 214-216, 650 mots, 1 fig. Analyse d'un article de Rudenberg publié dans *Siemens-Zeitschrift*, octobre et novembre 1926, 10 pages, 14 fig. — Les procédés les plus perfectionnés de protection différentielle des alternateurs synchrones de grande puissance contre les dégâts dus à des défauts internes ne sauraient être réellement efficaces que s'ils sont complétés par un procédé de désamorçage de l'alternateur agissant avec une rapidité suffisante. Le procédé préconisé par l'auteur consiste à intercaler brusquement dans le circuit d'excitation de l'alternateur, par le fonctionnement automatique d'un contacteur, une résistance de valeur élevée. Cette résistance tend à diminuer le courant dans les enroulements d'excitation de l'alternateur; mais, cette variation ne pouvant être instantanée, la différence de potentiel entre les bornes d'entrée et de sortie de ces enroulements monte brusquement, ce qui diminue le courant dans l'enroulement en dérivation qui excite la dynamo excitatrice et même inverse le sens de ce courant. Quand l'inversion se produit, il en est de même de la polarité des pôles de l'excitatrice et du sens du courant que celle-ci envoie dans les enroulements d'excitation de l'alternateur. Il en résulte non seulement une diminution rapide de l'aimantation des pôles inducteurs de l'alternateur et de l'excitatrice, mais une annulation complète de l'aimantation rémanente des tôles des inducteurs, au point que, après le fonctionnement du dispositif, l'excitatrice refuse de se réamorcer d'elle-même et qu'il faut recourir à une source d'excitation indépendante provisoire. Suivant la valeur donnée à la résistance introduite dans le circuit d'excitation, le désamorçage peut être apériodique ou oscillatoire. Le désamorçage oscillatoire donnerait souvent lieu dans les enroulements d'excitation à des surtensions trop grandes pour être admissibles. On est dès lors conduit à donner à la résistance intercalée une valeur plus réduite correspondant à un désamorçage apériodique. M. Rudenberg indique comment cette valeur peut être déterminée graphiquement pour satisfaire à toutes les conditions imposées par la nécessité d'empêcher la production de surtensions dangereuses, tant dans les enroulements d'excitation de l'alternateur que dans ceux de l'excitatrice. — J. R.

621.312.2... — Compensation de phase et réglage de la vitesse des moteurs d'induction par machine triphasée compensée à collecteur et à excitation indépendante. *Bulletin de la Société belge des Electriciens*, août 1927, t. XLI, p. 190-196, 2000 mots, 4 fig. Analyse d'un article de A. Pagenstecher, publié dans *Siemens-Zeitschrift*, mars et avril 1926, 23 col., 26 fig. — L'auteur fait tout d'abord observer que le courant magnétisant des moteurs d'induction est généralement fourni au primaire de ces moteurs alors qu'il serait avantageux de le fournir au secondaire ainsi qu'on le fait pour les moteurs synchrones : en effet, dans le secondaire des moteurs d'induction, la fréquence des courants est très faible et les effets de l'inductance deviennent négligeables devant ceux de la résistance ; de plus, ce mode d'excitation n'empruntant plus à la ligne d'alimentation le courant magnétisant, le courant actif de cette ligne se trouve augmenté. L'auteur montre ensuite comment cette excitation peut être réalisée au moyen d'une excitatrice compensée à collecteur, excitée elle-même à la fréquence du courant d'alimentation du primaire du moteur d'induction, et décrit le mode de fonctionnement et de réglage de cette excitatrice; il décrit aussi divers dispositifs de réglage de la vitesse d'un moteur d'induction au moyen d'un groupe excitateur synchrone. — J. R.

621.312 3.2. — Compensation du facteur de puissance des moteurs d'induction monophasés et des transformateurs rotatifs monotriphasés. *Bulletin de la Société belge des Electriciens*, juillet 1927, t. XLI, p. 175-177, 1 000 mots, 1 fig. Analyse d'un article de J. Kozicek, publié dans *Siemens-Zeitschrift*, novembre 1926, 10 col., 12 fig. — Pour effectuer cette compensation dans le cas d'un moteur asynchrone, le rotor du moteur est connecté au stator d'une excitatrice triphasée compensée à excitation indépendante et à collecteur ou d'un convertisseur compensé de fréquence ; un schéma indique comment sont effectuées les connexions. Le même procédé de compensation s'applique aux convertisseurs de courant monophasé en courant triphasé ou en courant continu. Ces petites excitatrices peuvent être aussi bien du type synchrone que du type asynchrone; dans le premier cas elles sont excitées par du courant continu et mues par un moteur synchrone entraînant en même temps une petite dynamo alimentant le circuit d'excitation; dans

le second cas, elles sont mues par la machine principale elle-même et excitées par les courants prenant naissance dans le rotor de celle-ci par suite du glissement. Dans les deux cas, le réglage ne se fait que sur des courants d'intensité très réduite et, pour cette raison, l'emploi des régulateurs automatiques se trouve facilité. Le mode de compensation décrit a été appliqué à des moteurs monophasés de 200 à 400 kw et à 50 ou 16 2/3 p : s ainsi qu'à des transformateurs monophasés-triphasés du type Arno. L'expérience acquise au cours de deux ou trois années montre que les collecteurs des excitatrices compensées fonctionnent sans étincelles et sans usure sensible des balais. — J. R.

621.314.5. — Influence des fentes prévues dans les pièces polaires sur la caractéristique des commutatrices dont la tension est réglable par le champ transversal; Rudolf Meller. *E. u. M.*, 2 octobre 1927, t. XLV, p. 829-831, 1 600 mots, 6 fig. — Dans un précédent article paru dans « E. U. M. », 7 août 1927, t. XLV, p. 649-659, et résumé dans « R. G. E. », 22 octobre 1927, t. XXII, p. 124 D-125 D, l'auteur a établi le diagramme des ampères-tours d'une commutatrice à l'aide duquel il étudie, en particulier, le réglage de la tension par celui du champ transversal de la réaction d'induit. Reprenant cette question, dans l'article qui nous occupe, il développe, toujours à l'aide de ce même diagramme des ampères-tours, la théorie du fonctionnement de la commutatrice à excitation principale en dérivation dans le cas où les pôles de commutation sont munis de fentes. — A. L.

541.136.2. — Sur des piles à électrodes inattaquables ; Vasilesco Karpen. *C. R. Ac. des Sc.*, 7 novembre 1927, t. CLXXXV, p. 942-944, 950 mots. — Dans cette note l'auteur décrit quelques modèles de piles à deux liquides et à deux électrodes identiques ou à liquide unique et deux électrodes différentes et fait connaître les résultats que lui a fournis leur étude. Avec tous les modèles on obtient une différence de potentiel entre les électrodes, mais cette différence de potentiel paraît provenir d'une différence d'action de l'air atmosphérique surmontant le liquide, car si on extrait cet air et si on le remplace par l'hydrogène, la différence de potentiel devient très petite. — J. R.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.332.3. — Choix de l'alliage constitutif des fils de trolley : J.-F. Neild. *E. R. J.*, 11 juin 1927, t. LXIX, p. 1052-1053, 1 300 mots. — Dans cet article, l'auteur discute des mérites relatifs présentés par les fils de trolley en bronze phosphoreux, en cuivre écroui et en bronze au cadmium. Au point de vue de ses propriétés physiques, le bronze phosphoreux, dans lequel le phosphore est utilisé comme agent de désoxydation durant la fabrication, présente une conductivité plus réduite que le bronze au silicium dans lequel la présence de ce corps remplit un but analogue. La résistance et les propriétés générales de ces corps, quand ils sont tréfilés, dépendent presque entièrement de la proportion d'étain et du traitement mécanique auquel on soumet le fil après le dernier recuit. Le bronze au cadmium est un alliage de cuivre et de cadmium ou de cadmium, d'étain et de cuivre désoxydé avec du phosphore ou du silicium. La substitution du cadmium à la totalité ou à une partie de l'étain de l'alliage augmente la conductivité de ce dernier et lui donne certaines qualités de résistance et de dureté. Toutefois, avec le cadmium allié au cuivre, il n'est pas possible d'obtenir une résistance à la traction aussi élevée que quand cet alliage comporte de l'étain. Pour faire un choix approprié de l'alliage constitutif des fils de trolley il est nécessaire de connaître les conditions de service, desquelles dépend l'usure. A cet égard, il faut distinguer deux espèces d'usure : une usure mécanique due au frottement du système collecteur sur le fil ; une usure électrique due à l'effet des étincelles et des arcs. L'alliage le plus dur convient évidemment pour résister le mieux à l'usure mécanique, mais c'est l'inverse pour l'usure électrique et le cuivre écroui présente à ce point de vue une supériorité sur les alliages les plus durs. L'auteur estime que, pour un trafic modéré et des véhicules légers, le long de lignes où les fils de trolley jouent le rôle de feeders, le cuivre écroui ou le bronze au cadmium sont à choisir. Pour un service plus chargé comportant des rampes ou des courbes faciles et avec des feeders de renforcement, on pourra choisir entre les bronzes au cadmium à 92 et 80 pour 100 de conductivité et les bronzes à l'étain d'une conductivité de 65 pour 100. Pour un service intensif et des courbes accentuées, l'alimentation étant assurée par des feeders importants, le bronze à l'étain, à 40 pour 100 de conductivité, sera adopté de préférence. Il faut aussi considérer que les alliages les plus durs ne résistent pas aux violents courants de court-circuit aussi bien que les alliages plus mous. Dans ces conditions, les fils à haute teneur d'étain et d'étain et de cadmium ne se recuisent pas, ni ne s'allongent, mais se désagrègent en gouttes, tandis que ce phénomène n'a pas lieu avec le cuivre écroui. L'auteur attire enfin l'attention sur les chocs répétés que subissent les fils de trolley par le passage des organes de captage du courant aux points de suspension et qui modifient la structure du métal. Les portions de fil placées dans les courbes subissent aussi des pressions et des tensions anormales. Enfin les roulettes usées contribuent également à endommager les fils. — L. V.

621.334.033.4. — Nouveau chariot tracteur électrique. *Recherches et Inventions*, août 1927, t. VIII, p. 304-308, 1 300 mots, 6 fig. — Cet article donne une description du chariot tracteur électrique Hercule employé à l'Office national des Recherches et Inventions. Ce tracteur est à trois roues : deux montées sur l'essieu arrière moteur, une à l'avant montée dans une fourche dont l'axe est incliné de 6° vers l'arrière sur la verticale. Le châssis, en tôle d'acier de 4 mm d'épaisseur sur les côtés et 8 mm à l'avant et à l'arrière, forme un caisson renfermant complètement les roues. Le moteur repose sur l'essieu moteur par 4 pattes d'attache et est en même temps suspendu au châssis par un boulon à rotule avec ressorts. Ce moteur entraîne l'essieu par l'intermédiaire d'un double réducteur à engrenages droits et d'un différentiel. Deux systèmes de freinage sont prévus : le freinage par segments de fonte garnis de ferrodo sur les roues arrière et le freinage par inversion du sens de marche. Le moteur est alimenté sous 32 v par une batterie d'accumulateurs placée dans une caisse formée par la carcasse du châssis. Un combinateur à tambour permet d'obtenir trois vitesses en marche avant et trois en marche arrière; ce réglage est obtenu par l'introduction d'une résistance en série avec le moteur et par le groupement des inducteurs en série parallèle. Suivant les mêmes principes de construction, il existe un chariot moteur à deux essieux, dont un seul moteur, et un type de chariot avec roues munies de bandages extra-souples pour circulation sur la voie publique. Ce dernier type a un rayon d'action de 25 à 40 km et une vitesse moyenne en palier de 15 km : h. — J. S.

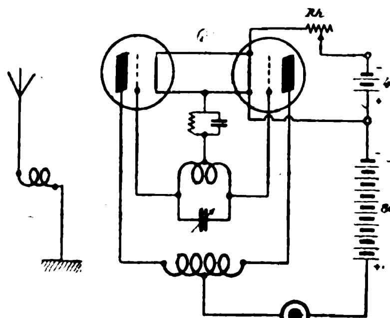
621.337. — Controller à contacteurs à commande mécanique pour tramways. *Bulletin de la Société belge des Électriciens*, août 1927, t. XLI, p. 197-198, 600 mots. Analyse d'un article publié dans *Metropolitan Vickers Gazette*, février 1927, 5 col., 4 fig. — Cet article donne une description d'un nouveau type de combinateur construit par la Metropolitan Vickers electrical Company et dont près de 500 exemplaires sont en service en Grande-Bretagne sur des voitures à grande capacité ou à grande vitesse, pour lesquelles l'entretien des combinateurs ordinaires, à commande directe de l'ouverture et de la fermeture des circuits par doigts et segments de contact, était beaucoup trop onéreux. Ce nouveau type d'appareil a même aspect extérieur et mêmes dimensions que celui à doigts de contact précédemment employé ; la disposition des manettes, et les manœuvres sont les mêmes dans les deux cas. Il comprend quatre parties, disposées dans l'ordre suivant à partir du haut : 1° Un tambour d'assez grand diamètre, en bakelite, avec les contacts pour la com-

mande du sens de marche, et la mise hors circuit de l'un ou l'autre des moteurs en cas d'avarie; ce tambour, commandé par la manette auxiliaire, est monté sur un moyeu en fonte que traverse à frottement doux l'axe vertical de la manette principale; les deux manettes étant réciproquement verrouillées à la manière habituelle, le tambour ne peut être manœuvré que sans courant, ce qui permet de conserver la commande directe par segments et doigts de contact; 2° huit contacteurs disposés sur une rangée horizontale, avec commande mécanique par un arbre à cames horizontal actionné au moyen d'un engrenage conique par l'arbre de la manette principale; ces contacteurs à soufflage magnétique individuel sont pourvus d'écrans fixes et mobiles en matière incombustible qui les isolent l'un de l'autre; 3° un secteur à axe horizontal, avec doigts de contact, commandé par l'arbre à cames des contacteurs et maintenu par lui dans l'une des trois positions, circuit général ouvert, marche des moteurs, freinage; 4° une planchette à bornes placée horizontalement à la partie inférieure du combinateur sur laquelle se font très aisément les connexions des divers circuits. — J. R.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.396.24 : 551.51.05. — Influence des surfaces de discontinuité atmosphériques sur la propagation des ondes courtes; Georges-Henri HUBER. *C. R. Ac. des Sc.*, 7 novembre 1927, t. CLXXXV, p. 934-936, 650 mots. — Dans cette note l'auteur relate les résultats des observations qu'il eut l'occasion de faire au cours d'une campagne de l'aviso Ville d'Ys en Norvège et en Islande. Un service régulier de transmission par ondes courtes de renseignements météorologiques était assuré par l'aviso; six fois par jour, les émissions, faites simultanément avec des ondes de 65 et 24 m de longueur d'onde, étaient écoutées par des postes de la région parisienne, des postes privés de l'intérieur ou des postes côtiers. La netteté des réceptions dépendait beaucoup des conditions atmosphériques. En comparant ces conditions, l'auteur a trouvé que la netteté des réceptions était surtout diminuée quand, sur le trajet des ondes, se trouvaient des discontinuités de la couche atmosphérique provoquées par la juxtaposition d'une région froide et d'une région chaude. Ces discontinuités constituent un obstacle à la propagation des ondes courtes et cet obstacle agit d'une façon plus ou moins marquée suivant le sens de la propagation : ainsi un poste déterminé pouvait fort bien ne pas entendre ses correspondants situés au delà de la discontinuité, mais être entendu par eux; il semble résulter des observations que si la surface de discontinuité est inclinée par rapport au sol et forme, par suite, avec le sol deux angles dièdres, l'un obtus, l'autre aigu, les émissions du poste situé dans le dièdre aigu traverseront mieux l'obstacle que les émissions d'un poste situé de l'autre côté de la surface de discontinuité. Il semble, en outre, que plus l'un des correspondants est voisin de la discontinuité, plus l'obstacle présenté à la propagation est considérable. — J. R.

621.396.62. — Récepteur symétrique pour ondes courtes de 10 à 150 mètres: Ch. AUBERT. *T. S. F. moderne*, mai 1927, t. VIII, p. 266-279, 2 500 mots, 13 fig. — Le schéma de principe du montage est donné par la figure 1; ce n'est d'ailleurs qu'une adaptation du montage symétrique utilisé pour l'émission. D'après l'auteur, ses avantages pour la réception sont les suivants : 1° en « accroché », le courant détecté étant proportionnel d'une part à la tension induite due au signal, d'autre part à celle due à l'oscillation du récepteur, la sensibilité du poste devient supérieure à celle d'une détectrice à réaction, car la tension due à l'oscillation du récepteur atteint alors une valeur plus grande du fait de l'emploi de deux lampes oscillatrices au lieu d'une seule; 2° le circuit oscillant est shunté par deux espaces filament-grille en série, au lieu d'un seul dans la détectrice à réaction, d'où aux bornes du circuit oscillant une différence de potentiel, pour un même signal, plus grande qu'avec une détectrice à réaction, cette différence de potentiel variant dans le même sens que la résistance de shuntage du circuit oscillant; la sensibilité est donc plus grande; 3° la capacité résiduelle étant plus faible, il est possible, avec une self-inductance et une capacité données, de descendre plus bas dans la gamme des longueurs d'onde; 4° enfin, avec ce montage le couplage de la réaction et l'accord du circuit oscillant sont pratiquement indépendants. L'auteur établit ensuite que les prises intermédiaires sur les bobines de self-inductance des circuits des grilles et des plaques doivent être disposées de façon que les deux parties d'une même bobine aient même coefficient de self-induction, et qu'en outre les deux parties

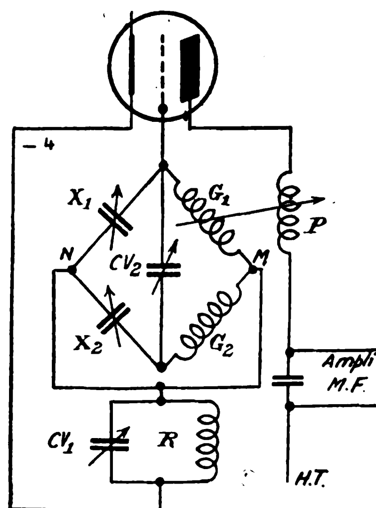


621.396.62. — Fig. 1. Schéma de principe du récepteur symétrique pour ondes courtes de 10 à 150 m.

de la bobine du circuit des plaques aient même coefficient d'induction mutuelle avec la bobine du circuit des grilles. L'auteur donne ensuite des indications pratiques sur la construction d'un poste récepteur, dont le système détecteur est conforme au schéma de principe, et qui comporte en outre une lampe amplificatrice en basse fréquence avec transformateur selon le schéma classique. Ce poste récepteur a permis à l'auteur de recevoir à Brest, sur antenne en prisme de 20 m de longueur, placée à 8 m au-dessus du sol, des émissions de 25 m à 70 m de longueur d'onde d'amateurs des Etats-Unis, des Antilles, de Beyrouth. — Dans une seconde partie de l'article, l'auteur indique les modifications à apporter au schéma primitif pour le transformer en schéma de détectrices à superréaction à montage symétrique; ces modifications sont assez peu importantes et permettent de passer en quelques secondes du premier montage au second par la simple manœuvre de commutateurs. Il donne les indications nécessaires pour la réalisation pratique de ce montage symétrique de superréaction auquel on ajoute, comme dans le premier cas, un étage d'amplification en basse fréquence à transformateur. La superréaction donne en général de meilleurs résultats pour la réception des émissions modulées à fréquence audible et de la radiophonie, mais son réglage est plus délicat. — F. P.

621.396.62. — Un nouveau changeur de fréquence : le « strobodyne »; Lucien CHRÉTIEN. *T. S. F. moderne*, février, mars, avril et mai 1927, t. VIII, p. 76-91, 134-146, 209-219 et 280-292, 10 000 mots, 37 fig. — L'auteur rappelle d'abord le principe du montage superhétérodyne, ainsi que ceux des divers montages à changement de fréquence : tropadyne, à second harmonique, ultradyne, radiomodulateur, infradyne. Puis examinant le fonctionnement de l'ondographe Hospitalier où l'on a une sorte d'abaissement de la fréquence, il en tire, par analogie, le principe d'un changement de fréquence pour les circuits oscillants de réception des ondes à haute fréquence de radiotransmission; la lampe à trois électrodes, oscillant à la fréquence d'un circuit branché entre son filament et sa grille, donne la possibilité de réaliser un commutateur sans inertie, établissant et supprimant le courant du filament à la grille avec une fréquence de l'ordre de celle des oscillations à envisager;

on conçoit dès lors la possibilité, en combinant dans le circuit de grille le circuit récepteur oscillant à la fréquence des ondes à recevoir et un circuit oscillant accordé sur une fréquence voisine, d'obtenir un changement de fréquence par un phénomène analogue à celui utilisé dans l'ondographe. C'est le montage trouvé par l'auteur et dénommé par lui « strobodyne ». Le schéma général en est donné par la figure 1, dont la disposition des éléments évoque l'idée du pont de Wheatstone. Le circuit R représente, avec le condensateur variable CV_1 branché à ses bornes, le circuit récepteur sur lequel agissent les ondes incidentes. Le circuit constitué par les deux inductances égales G_1 et G_2 et les trois condensateurs variables CV_2, X_1 et X_2 constitue le circuit oscillant, qui, couplé électromagnétiquement avec P, produira les oscillations entretenues réglées à une fréquence voisine de celle des oscillations à recevoir, pour provoquer la transformation de fréquence. L'auteur fait remarquer que ce montage ne réalise ni modulation, ni détection; il a cependant une propriété intéressante du fait que les impulsions dues à l'onde incidente ne pourront trouver libre passage dans la lampe qu'aux instants où la tension de grille est négative par rapport au filament; c'est précisément la condition pour que la lampe fonctionne en amplificatrice et l'auteur en conclut que la lampe jouera un double rôle de changeuse de fréquence et d'amplificatrice. Il voit là l'explication du fait que le montage strobodyne se montre, à nombre égal de lampes, plus sensible que les autres montages à changement de fréquence. Toutefois, le schéma tel que le donne la figure 1 a l'inconvénient de



[621.396.62. — Fig. 1. Schéma de montage d'une lampe « strobodyne ».

manquer de sélectivité en raison de l'amortissement important du circuit récepteur court-circuité par la lampe pendant la moitié du temps. L'auteur remédie à ce défaut en reliant la connexion MN, non pas à une extrémité de l'inductance R (cadre de réception), mais à un point intermédiaire convenablement choisi; de cette manière, la tension à haute fréquence qui agit sur le circuit grille et filament de la lampe se trouve augmentée par la réduction de l'amortissement du circuit récepteur dont elle dépend. Poursuivant l'amélioration de la sensibilité et de la sélectivité du montage, l'auteur lui ajoute un étage d'amplification préliminaire en haute fréquence par transformateur sans fer dont le primaire et le secondaire sont branchés de la manière habituelle; le transformateur présente toutefois la particularité d'avoir un troisième enroulement accordé au moyen d'un condensateur variable sur la longueur d'onde à recevoir, et servant de couplage électromagnétique entre le primaire et le secondaire; la variation des couplages réciproques de ces trois enroulements permet de modifier la sélectivité. L'article est complété par une description détaillée et les renseignements de construction d'un poste de réception comportant une lampe strobodyne, 3 lampes d'amplification en moyenne fréquence, 1 lampe détectrice et 1 amplificatrice en basse fréquence, avec adjonction éventuelle d'une septième lampe amplificatrice en haute fréquence. L'appareil, selon l'auteur, est d'un réglage facile et permet, sur un cadre dont la spire moyenne a un diamètre de 30 cm, de recevoir en haut-parleur, à Paris, un nombre considérable d'émissions radiophoniques étrangères, comme Vienne, Rome, Prague, etc., avec élimination complète des émissions locales de longueur d'onde voisine. — F. P.

621.396.82. — La mauvaise réception en radiophonie; ses causes et ses remèdes; R. BRAILLARD. *Bulletin de la Société belge des Electriciens*, juillet 1927, t. XLI, p. 157-174, 7 200 mots. — Dans cette conférence, l'auteur, qui est ingénieur en chef de la Société belge radioélectrique et président de la Commission technique de l'Union internationale de Radiophonie, expose, sous une forme accessible à tous ceux qui s'occupent de radiophonie, l'origine des perturbations qui se produisent dans la réception radiophonique; il indique ensuite les remèdes qu'une expérience de vingt années lui a suggérés. A propos des perturbations résultant d'interférences entre les ondes émises par les divers postes, il donne quelques renseignements sur les prescriptions édictées par l'Union internationale de Radiophonie en vue de les faire disparaître. Dans ces prescriptions, connues sous le nom de « plan de Genève », bien que, comme le fait remarquer M. Braillard, elles aient été élaborées et discutées à Bruxelles, il est attribué à chaque poste émetteur une longueur d'onde déterminée et chacun d'eux doit être muni d'un ondemètre de précision étalonné dans le laboratoire de l'Université de Bruxelles. Ces prescriptions ont été mises en application en novembre 1926 et au moment où l'auteur faisait sa conférence (le 26 février 1927) 70 stations européennes étaient dotées d'un ondemètre étalonné; elles ont donné, dès le début de leur application, d'excellents résultats. — J. R.

621.397.25-65. — Le développement de la télévision. *Engineering*, 19 et 26 août 1927, t. CXXIX, p. 247-250 et 281-283, 5 400 mots, 14 fig. — Cet article est un résumé des diverses communications faites sur ce sujet à la réunion d'été de l'American Institute of electrical Engineers et relatives plus particulièrement au système de télévision de l'American Telephone and Telegraph Company. M. H.-E. Ives examine d'abord le problème de la télévision d'un point de vue général, montrant la suite de problèmes particuliers qu'il comporte pour la conversion de signaux lumineux émis par l'image en signaux électriques, leur transmission et leur nouvelle reconversion en signaux lumineux. MM. Frantz Gray, J.-W. Horton et R. C. Mathes ont décrit le système de l'American Telephone and Telegraph Company. L'image à transmettre est décomposée en une série de signaux lumineux par un faisceau qui traverse les fentes disposées suivant une spirale d'un disque tournant à 18 t : mn. La lumière réfléchie par l'image est renvoyée en partie sur trois cellules photoélectriques. Les courants produits par ces cellules sont amplifiés, puis transmis par fil ou sans fil. Le système récepteur comporte un disque tournant en synchronisme parfait avec celui du poste émetteur et muni de fentes éclairées par une lampe au néon traversée par le courant reçu. Son éclat est proportionnel à l'intensité du courant qui la traverse; on obtient donc finalement sur l'écran placé en avant du disque une série de taches lumineuses qui le parcourent suivant des lignes parallèles et reconstituent ainsi l'image transmise. Lorsqu'on veut, à la réception, montrer publiquement ces images, on utilise un système récepteur spécial comportant un tube à néon replié 50 fois sur lui-même et muni de 2 500 électrodes extérieures aux-

quelles le courant est transmis successivement par un distributeur qui tourne en synchronisme avec le disque de la station émettrice. Un point important de tout système de télévision est le synchronisme parfait à obtenir entre les deux stations. Cette question a été traitée par MM. H.-M. Stoller et E.-R. Morton. Les disques comportent 50 fentes espacées de 7°,2 et soustendant un arc de 0°,134. La bonne reproduction des images exige un synchronisme entre les deux disques tel que l'écart angulaire n'excède pas la moitié de cet arc, soit 0°,07. Cette condition conduit à l'emploi de moteurs synchrones à 120 paires de pôles tournant à 106,5 t : mn pour une fréquence de 2125 p : s. Il faut, en outre, que l'accélération positive ou négative de la génératrice de la station émettrice ne varie que dans des limites très étroites (1 t : s dans des intervalles de 0,01 s). L'article donne quelques indications sur le système de réglage de la vitesse de cette génératrice, ainsi que sur le procédé de synchronisation des deux extrémités de la transmission dans une même position géométrique. MM. D.-K. Gannett et E.-I. Green ont traité de la transmission proprement dite des courants. Entre Washington et New-York on a utilisé les circuits existants pour le téléphone et le télégraphe en les munissant de dispositifs correcteurs de distorsion. En général, en télévision, la bande de fréquences nécessaire pour la transmission doit être égale à la moitié du nombre d'images à transmettre par seconde. On peut soit transmettre directement les courants, soit les utiliser pour moduler un courant porteur. Ces deux auteurs donnent quelques détails sur les montages amplificateurs et synchronisants utilisés du côté récepteur dans la liaison de Washington et New-York, ainsi que sur l'amplificateur employé avec les cellules photoélectriques. Cet amplificateur est à couplage par résistance et capacité et à deux étages. A la station réceptrice, pour obtenir que le courant qui traverse la lampe au néon soit à chaque instant proportionnel à l'éclairement à la station émettrice, la lampe est branchée aux bornes d'une résistance, au lieu d'être montée en série avec la lampe amplificatrice. Dans un dernier mémoire, M. E.-L. Nelson a décrit l'installation d'essai pour réaliser la télévision sans fil entre New-York et Whippany distants d'environ 35 km, et donne quelques indications sur les conditions de transmission. — J. S.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.365.54 : 669.341. — Four d'induction sans fer pour la fusion du bronze, alimenté par du courant à 50 périodes par seconde. *Bulletin de la Société belge des Electriciens*, juillet 1927, t. XLI, p. 178-180, 900 mots. Analyse d'un article de C.-R. Burch et N.-R. Davis publié dans *Metropolitan Vickers Gazette*, février 1927. — On sait qu'en vue d'augmenter le rendement des fours d'induction sans fer, Northrup a préconisé l'emploi de courant de fréquences élevées. Les auteurs, se basant sur des considérations mathématiques exposées il y a quarante-deux ans par Heaviside, établissent que, pour des dimensions de solénoïdes et pour des conductivités données de la matière à chauffer, il existe une valeur de la fréquence du courant d'alimentation, d'autant plus réduite que les dimensions et la conductivité sont plus grandes, au-dessous de laquelle le rendement du four diminue très rapidement, tandis qu'il demeure à peu près constant pour les fréquences plus élevées. Cette valeur critique n'est guère au-dessus de 50 p : s dans le cas de fours établis pour fondre de 40 à 50 kg de bronze, de sorte que pour ces fours on peut adopter cette fréquence, aujourd'hui normale dans l'industrie, tout en obtenant un rendement satisfaisant, voisin du rendement maximum réalisable. — Le four construit par les auteurs comporte un solénoïde de 265 mm de diamètre intérieur et de 330 mm de hauteur, rigidement fixé à une enveloppe isolante incombustible; à l'intérieur est placé un creuset du type normal pour fourneau à coke contenant 45 kg de bronze; la fréquence du courant d'alimentation est de 50 p : s. En partant de la température ambiante, la fusion commence après 21 mn et est complète après 29 mn; l'eau de circulation, d'un débit de 14 l : mn, s'échauffe de 16 à 18° C; le métal fondu, sous l'effet des forces électromagnétiques s'exerçant sur les courants induits dont il est le siège, se soulève de 8 à 10 cm suivant l'axe du creuset et coule du sommet vers les bords produisant ainsi un brassage continu. Les mesures faites au cours de l'opération montrent que le rendement du four, de 0,49 au début, s'élève à 0,552 à la fin. La consommation d'énergie est de 16 kw-h par opération, soit de 0,37 kw-h par kilogramme de bronze fondu. Le coût total de l'opération peut être avantageusement comparé à celui de la fusion au fourneau à coke ordinaire; il semble d'ailleurs pouvoir être abaissé en se servant de creusets spéciaux moins bons conducteurs de la chaleur que les creusets ordinaires établis spécialement en vue du chauffage par l'extérieur. D'autre part, le bronze fondu au four électrique est de meilleure qualité que celui fondu au fourneau à coke. — Les auteurs ont encore montré que pour la fusion des métaux d'une résistivité électrique plus grande que celle du bronze, il serait nécessaire d'utiliser une fréquence supérieure à 50 p : s. De plus, ils estiment que tant que la fréquence ne dépasse pas 150 p : s, il est désavantageux de recourir à des fours d'induction sans fer; on peut, en effet, disposer un creuset facilement amovible dans l'entrefer d'une carcasse magnétique en tôles, munie d'un bobinage inducteur, et cela, que l'axe du creuset soit dirigé suivant l'axe de cet entrefer ou qu'il lui soit normal. Dans ce dernier cas, avec un noyau magnétique en forme de U et horizontal, le creuset peut être mis en place et retiré latéralement de l'ouverture de l'U, ouverture qui constitue l'entrefer dont l'axe est normal à l'axe du creuset. Le facteur de puissance des fours avec fer serait certainement bien meilleur que celui des fours sans fer; le rendement serait plus élevé et la circulation d'eau dans le bobinage inducteur pourrait souvent être supprimée. — J. R.

ÉCLAIRAGE

621.327 : 621.328.15. — Les phénomènes d'absorption des gaz et l'équilibre de la pression dans les lampes sans filament; J. Risler. *C. R. Ac. des Sc.*, 7 novembre 1927, t. CLXXXV, p. p. 936-937, 450 mots. — On sait que l'une des causes de l'arrêt de fonctionnement des lampes luminescentes est la diminution de la pression du gaz qu'elles renferment par suite de l'absorption de ce gaz par les parois de l'enveloppe de verre ou l'équipement métallique des électrodes. M. Risler, qui étudie depuis plusieurs années les lampes à luminescence en vue de leur application aux enseignes lumineuses (*R. G. E.*, 7 novembre 1925, t. XVIII, p. 787-789), a constaté que la pression du gaz pouvait être maintenue à l'aide d'un dispositif simple. Ce dispositif est réalisé comme il suit : on loge à l'intérieur d'un cylindre de grande surface, faisant fonction de cathode, les deux électrodes destinées à redresser les alternances successives du courant d'alimentation; ces deux électrodes sont creuses et contiennent une petite quantité d'un corps organique (anthraquinone, par exemple), dégageant du gaz carbonique par électrovaporisation. A la jauge de Mac Leod on constate dans ces conditions que la pression du gaz carbonique à l'intérieur de la lampe se maintient constante aux environs de celle correspondant à un dixième de millimètre de mercure. Si l'on introduit dans le circuit d'alimentation, à la tension de 350 v, un milliampèremètre, on constate que l'aiguille reste fixe pendant plusieurs heures, montrant ainsi que le courant redressé reste constant. On peut d'ailleurs suivre à l'œil les phénomènes provoquant l'autorégulation de la pression : on voit, en effet, de petits éclatements lumineux se produire au niveau des anodes, éclatements occasionnés par l'expulsion de petites quantités de gaz. — J. R.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

621.373 ; 621.94] : 674.038.4. — Le vieillissement des bois par l'ozone; Roger Lyon. *Bulletin de la Société de Chimie*

industrielle, septembre 1927, p. 39, 600 mots. Résumé d'une communication faite au septième Congrès de Chimie industrielle, octobre 1927. — L'application de l'ozone au vieillissement de l'alcool et du vin date aujourd'hui de plus de trente ans; son application au vieillissement du bois n'est pas plus récente, car, comme le rappelle l'auteur, M. G. Lyon prenait, le 16 février 1893, le brevet français n° 227985 portant le titre : « Application industrielle nouvelle de l'ozone au traitement des matières à éléments modifiables par oxydation et particulièrement des bois et vernis ». Mais malgré les avantages que présenterait un procédé rapide de vieillissement des bois dans certaines fabrications (notamment dans la fabrication des pianos qu'envisageait particulièrement M. G. Lyon), il ne semble pas que cette application de l'ozone ait pris beaucoup de développement. La guerre ayant obligé les industriels à consommer tous leurs stocks de bois ayant plusieurs années de chantier, la question fut reprise par M. Lyon au début de 1918 et, peu après, la Société Pleyel créa un laboratoire spécial pour en entreprendre l'étude complète. Cette étude a porté tout d'abord sur les moyens de différencier les bois vieux des bois verts, puis, à l'aide des résultats ainsi obtenus, sur la manière dont il convenait de traiter les bois verts par l'ozone pour leur faire acquérir les qualités que possèdent les bois vieux. D'après l'auteur, cette étude a permis de réaliser un procédé pratique donnant aux bois, au bout d'un mois seulement, « les qualités physiques, chimiques, mécaniques et industrielles des bois vieux ayant plusieurs années de chantier à l'air libre ». — J. R.

621.374 : 669.341.00.48. — Le traitement électrolytique des déchets de bronze; O. Scarpa. *Bulletin de la Société de Chimie industrielle*, septembre 1927, p. 28, 250 mots. Résumé d'une communication faite au septième Congrès de Chimie industrielle, octobre 1927. — Les déchets de bronze, provenant surtout de la démolition des navires, ont des compositions très diverses qui rendent difficile leur utilisation après une simple fusion; ils renferment, en effet, outre le cuivre et l'étain, du zinc, du plomb, de l'aluminium, etc., parfois en quantités assez grandes. Il semble, par suite, avantageux d'extraire de ces déchets le cuivre et l'étain à l'état pur, d'autant plus que le prix élevé de ces métaux paraît permettre de récupérer largement le coût de leur extraction. En Allemagne, pendant la guerre, par suite de la pénurie de cuivre et d'étain, ce problème a été étudié, mais les procédés adoptés dans la pratique ont été tenus secrets. L'auteur a repris cette étude et est parvenu à vaincre les difficultés que présente le traitement électrolytique des déchets de bronze, difficultés qui proviennent surtout de ce que l'étain passe en grande partie à l'état d'oxyde d'étain colloïdal qui va souiller le cuivre déposé à la cathode. Appliqués dans une usine italienne au traitement, en 1925-1926, de 2500 t de déchets de bronze, les procédés de l'auteur ont permis d'obtenir du cuivre et de l'étain ayant la même pureté que les produits de raffinage électrolytique de ces métaux. — J. R.

MÉDECINE

615.846 : 612.424. — L'échauffement des tissus par les courants de haute fréquence; A. d'Arsonval. *C. R. Ac. des Sc.*, 1er août et 17 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 324-327 et 740-742, 2400 mots. — L'auteur, après avoir rappelé que dès avant 1891 il avait signalé les effets thermiques des courants de haute fréquence et que ceux-ci sont aujourd'hui utilisés en médecine, fait observer qu'il est inexact de les évaluer, d'après l'effet Joule dû au courant utilisé. De nombreux essais effectués sur diverses personnes lui ont montré, en effet, que la sensation de chaleur qu'elles éprouvent n'est nullement en rapport avec la valeur du courant qu'indique un ampèremètre thermique ; pour une même valeur du courant les unes ne ressentent aucun effet thermique, alors que d'autres éprouvent une sensation intolérable ; de plus, une même personne qui, dans plusieurs essais, ne perçoit aucune sensation thermique, en éprouve une dans un essai ultérieur effectué avec le même courant. Pour éliminer les facteurs pouvant tenir aux variations de la circulation ou de la sensibilité du sujet, M. d'Arsonval a repris ses essais en opérant sur un liquide chimiquement pur et physiquement défini : la solution physiologique de chlorure de sodium dans l'eau distillée à 7 pour 1000. La solution est placée dans une cuve de 50 cm³ de capacité contenant deux électrodes en platine, parallèles, de 4 cm × 2 cm, écartées de 2 cm, et un thermomètre à alcool ; on fait passer un courant de haute fréquence maintenu constant à 500 milliampères dans chaque expérience; la solution est graduellement étendue d'eau distillée dont la résistivité est de 420000 ohms-cm, de manière à faire varier la résistance entre électrodes d'une expérience à l'autre. D'autres essais furent faits, dans les mêmes conditions, avec de l'eau potable, du sérum de cheval et de l'urine. — Dans tous les cas on a constaté qu'à mesure que la résistance du liquide augmente, l'élévation de la température, et par suite la quantité de chaleur dégagée, augmente jusqu'à une certaine valeur, puis décroît rapidement. Il est donc ainsi démontré que les indications de l'ampèremètre thermique ne suffisent pas pour renseigner le médecin sur l'échauffement des tissus provoqué par la diathermie. — Dans la seconde communication, M. d'Arsonval décrit les essais qu'il a faits dans le cas où les courants de haute fréquence, au lieu d'être appliqués directement aux tissus comme précédemment (d'arsonvalisation), sont appliqués indirectement : électrisation par condensation, le malade étant étendu sur une chaise longue, l'une des électrodes étant placée sur son corps et l'autre électrode étant reliée à une plaque métallique dont le sujet est séparé par une mince couche isolante ; électrisation par induction, le sujet étant placé dans un solénoïde parcouru par un courant de haute fréquence. Les expériences faites avec le premier mode d'électrisation en se servant de divers liquides enfermés dans une bouteille enveloppée de papier d'étain reliée à l'un des pôles de la source de courant de haute fréquence, l'autre pôle étant relié à une tige métallique plongeant dans le liquide, ont montré que, dans ce cas encore, l'échauffement passe par un maximum pour une certaine valeur de la résistance du liquide et, par suite, n'est pas dû à l'effet Joule qui devrait résulter du passage du courant indiqué par l'ampèremètre. Quant aux expériences faites avec un solénoïde, les liquides étant contenus dans un flacon plat dont les faces parallèles sont recouvertes de feuilles d'étain ne se touchant pas, elles ont montré que l'échauffement est alors proportionnel au produit de la fréquence par le carré du courant, ainsi que l'auteur le signalait déjà en 1893. — Ajoutons que les résultats indiqués par l'auteur dans sa première communication s'expliquent facilement quand on tient compte de la capacité de la cuve, ainsi que l'a montré M. Ch. Fabry dans une communication plus récente dont une analyse sera donnée dans ces colonnes. — J. R.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.715.9. — Le tantal, alliage léger à haute résistance. *Revue de l'Aluminium*, juin-juillet-août 1927, t. VI, p. 467, 450 mots. — Le tantal est un alliage ternaire contenant, outre l'aluminium pur, 4 pour 100 de cuivre et 2 pour 100 de silicium, qui possède la faculté de durcir en vieillissant. Toutefois ce durcissement ne se produit pas automatiquement en toutes circonstances à la température ambiante; il faut un traitement spécial de revenu consistant en un chauffage au bain d'huile pendant 16 heures à 120-130°C. Ce traitement peut d'ailleurs être effectué une fois la pièce complètement finie. On recommande l'emploi de cet alliage pour les pièces forgées, les pièces laminées et pour celles de tôle légère. Il est fabriqué par la maison Lantal-Walzwerck de Bonn qui peut en livrer quatre qualités différentes. — J. S.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. Blondin.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.221-322. — Effet triboélectrique et effet Volta. *R. G. E.*, 5 novembre 1927, t. XXII, p. 708, 200 mots. Résumé d'un rapport de E. Perucca présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

537.322. — A propos de l'effet Volta. *R. G. E.*, 5 novembre 1927, t. XXII, p. 707-708, 250 mots. Résumé d'un rapport de E.-H. Hall présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

537.226-521.6. — La rupture des diélectriques solides; A. Walter et L.-D. Ingay. *Electritchestvo*, septembre 1927, p. 292-298, 7 200 mots, 18 fig. — Les auteurs passent en revue partiellement les études théoriques et expérimentales qui ont été effectuées sur la rupture électrique des diélectriques. Ils exposent le principe des théories ionique et thermique. Reprenant celle-ci en particulier, ils la présentent plus en détail d'après les études de Wagner d'une part, de Fock et Rogowsky d'autre part. Ils donnent des courbes expérimentales, résultats d'essais effectués sur des plaques de sel gemme, de verre et de porcelaine. Pour le sel gemme, les logarithmes de la résistivité et de la tension de rupture sont des fonctions linéaires de la température absolue. Pour le verre et la porcelaine, la relation correspondante est une formule hyperbolique. Aux basses températures, de l'ordre des températures ambiantes, il faut faire intervenir l'influence des bords du diélectrique ou des électrodes. Elle se traduit par une augmentation locale du gradient électrostatique et de l'effet de couronne. Celle-ci réagit sur la tension de rupture, d'une part en diminuant la résistivité du milieu, d'autre part en altérant la surface du diélectrique. Si on élimine l'influence des bords, et si l'on empêche tout échauffement, de nombreux diélectriques possèdent, aux faibles épaisseurs, une tension de rupture proportionnelle à l'épaisseur. Quand on soumet un diélectrique à des surtensions transitoires de l'ordre du millionième de seconde, la tension de rupture est d'autant plus élevée que la durée du phénomène est plus faible. Elle est plus élevée qu'en courant alternatif si la surtension est isolée, et au contraire beaucoup plus faible si on exerce des impulsions successives rapides. En courant alternatif ordinaire, les variations de la fréquence de 50 à 1 000 p : s sont à peu près sans influence. — C.-R. M.

537.228.1 : 549.28-3. — Phénomènes optiques présentés par le quartz mis en vibrations piézoélectriques; R. Moens et J.-E. Verschaffelt. *C. R. Ac. des Sc.*, 14 novembre 1927, t. CLXXXV, p. 1 034-1 036, 1 100 mots. — Le parallélépipède de quartz qui servit principalement dans ces expériences avait pour dimensions : 8 mm dans le sens de l'axe électrique, 12 mm dans celui de l'axe optique, 34 mm dans la direction normale à ces axes. Il était mis en vibration en étant introduit entre deux électrodes reliées au circuit oscillant de plaque d'un triode d'émission (tension 400 v); la fréquence de cet oscillateur variait très progressivement et pouvait être rendue égale à la fréquence propre correspondant à la dimension de 8 mm (fréquence 450 000 p : s environ). Le quartz était placé entre deux nicols et la lumière qui le traversait était analysée au spectroscope. Les observations ont été faites pour trois directions du faisceau lumineux : direction de l'un des axes électriques, direction perpendiculaire aux axes électrique et optique, direction de l'axe optique. Dans les deux premiers cas, les auteurs ont constaté la production d'effets optiques (spectres cannelés) qu'il était possible de prévoir; dans le troisième, ils ont observé, outre ceux qu'ils prévoyaient, des phénomènes en partie inattendus; dans toutes les expériences les effets optiques ont paru instantanés; aussi les auteurs signalent-ils leur application possible au problème de la télévision. — J. R.

536.212.2 + 537.311.31. — Conductivité électrique et thermique dans les métaux. *R. G. E.*, 5 novembre 1927, t. XXII, p. 707, 350 mots. Résumé d'un rapport de E. Gruneisen présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

537.525.8 : 546.49. — Etude quantitative de la luminescence de la vapeur de mercure excitée par choc électronique; Pierre Bricout. *C. R. Ac. des Sc.*, 10 et 24 octobre 1927, t. CLXXXV, p. 707-709 et 846-849, 1800 mots, 1 fig. — Dans la première de ces deux notes, l'auteur décrit la méthode qu'il a employée pour déterminer, par la radiation du mercure de longueur d'onde 2 536 Å, la relation qui existe entre l'intensité du rayonnement émis et la vitesse des électrons excitateurs, relation définie pour la première fois par Seeliger (*Annalen der Physik*, 1919, t. LIX, p. 613), sous le nom de fonction d'excitation. Une enceinte métallique, continuellement vidée par une pompe à diffusion, renferme de la vapeur de mercure à une température connue; au sein de celle-ci un filament de carbone émet des électrons qui se dirigent vers une grille et une plaque planes, toutes deux portées au même potentiel positif par rapport au filament. Les radiations excitées entre la grille et la plaque traversent une fenêtre de quartz mastiquée dans la paroi de l'enceinte et sont enregistrées photographiquement par un petit spectrographe. Une série de clichés est prise sur la même plaque en maintenant constante l'intensité du courant électronique

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Annales des P. T. T.*, *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, Paris. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Academie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *J. I. E. E. of Japan*, *The Journal of the Institute of electrical Engineers of Japan*, Tokyo. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : France, 1,50 fr; étranger, 3,50 fr.)

et en faisant varier graduellement la différence de potentiel accélératrice. En comparant par les procédés densitométriques habituels les noircissements obtenus et ceux produits par une source ultraviolette d'intensité connue, on peut déduire l'intensité du rayonnement de la vapeur de mercure correspondant à une vitesse donnée des électrons, c'est-à-dire, à un coefficient constant près, la fonction d'excitation. L'auteur indique ensuite les corrections qu'il a faites aux résultats obtenus en vue de tenir compte de diverses causes d'erreurs : incertitude sur la valeur de la vitesse des électrons, effet de charge spatiale, noircissement de la face interne de la fenêtre de quartz, variation de densité de la vapeur. La seconde note est consacrée à l'exposé des expériences effectuées et à celui de leurs résultats. Trois séries d'expériences, comprenant chacune une cinquantaine de photographies, furent effectuées en faisant varier l'énergie des électrons excitateurs dans des limites correspondant à 3 et 86 volts, la densité du courant électronique (10^{-5}A : cm²) et la durée d'exposition étant maintenues constantes; toutes portèrent sur de la vapeur de mercure saturante à la température uniforme de 17°C. Après avoir indiqué sommairement les résultats de ces expériences, l'auteur établit une formule, basée sur quelques hypothèses simples, donnant la valeur de l'excitation en fonction du potentiel de résonance et du potentiel de l'électron excitateur. La courbe représentant graphiquement cette formule est en bon accord avec les résultats expérimentaux obtenus pour la radiation considérée. L'auteur pense que, en raison de la généralité des hypothèses servant de bases à la formule, celle-ci doit encore représenter la loi de résonance de « toute radiation excitée à partir d'un niveau fondamental par des électrons de vitesse insuffisante pour en produire l'utilisation ». Il faut observer à ce propos qu'elle donne pour le rapport du potentiel d'excitation et du potentiel d'ionisation la valeur 1,33, alors que celle trouvée par M. Dauvillier dans son étude du spectre continu des rayons X (*Thèse de doctorat*, 1920) est 1,305, soit presque la même. — J. R.

538.122. — Note sur le champ magnétique d'un courant circulaire; Vincenzo Gianella. *R. G. E.*, 5 et 12 novembre 1927, t. XXII, p. 711-724 et 761-773, 23500 mots, 6 fig. — L'objet de cette note est de donner, dans le cadre des notions mathématiques habituelles, des formules exactes et pratiques, c'est-à-dire facilement utilisables pour l'étude numérique du champ et du flux magnétiques produits par un courant circulaire. En partant de certaines équations fondamentales d'électrodynamique, déduites ici de façon élémentaire et convenablement transformées, on atteint ce but au moyen d'un artifice mathématique nouveau, visant à rendre utilisables par « amélioration de convergence » certains développements en série, trop lentement convergents pour servir directement. La nature des formules ainsi obtenues permet d'en déduire une méthode exacte pour le tracé des lignes de force du champ en question. La généralisation de la méthode conduit ensuite à une expression pratique du flux et, finalement, à une expression générale exacte pour le coefficient de self-induction du solénoïde, dont jusqu'ici on n'envisageait en théorie que les cas extrêmes.

538.563.3 : 621.396.622.6. — Sur une vérification de la théorie des détecteurs et redresseurs à contact; Dubar. *C. R. Ac. des Sc.*, 14 novembre 1927, t. CLXXXV, p. 1023-1024, 350 mots. — Lorsque deux corps conducteurs sont séparés par une couche isolante de faible épaisseur, l'ensemble ainsi constitué est, en général, doué de conductibilité différente suivant le sens du courant. Si les surfaces en regard n'ont pas des courbures trop différentes, la théorie électronique indique que le courant passera plus facilement du conducteur le plus pauvre en électrons libres au conducteur le plus riche que dans le sens inverse. C'est cette conséquence de la théorie que l'auteur a soumise au contrôle de l'expérience. Dans ce but, il a formé par électrolyse une pellicule de silice extrêmement mince (présentant la coloration bleue des lames minces) à la surface d'un bloc de silicium, puis appliqué sous forte pression du graphite sur cette pellicule, la surface de contact étant d'environ 3 cm². La détermination de l'intensité du courant traversant la pellicule en fonction de la différence de potentiel appliquée et la représentation graphique des résultats obtenus ont montré que l'on a une courbe dyssymétrique présentant un long point d'inflexion à l'origine, correspondant à une résistance de 12 ohms. Pour une même différence de potentiel de 3,25 v, le courant est de 1,4 A dans le sens du silicium au graphite et de 0,4 A dans le sens inverse; le courant s'établit instantanément et l'appareil redresse le courant alternatif, même si la fréquence est relativement élevée. Le sens de la plus grande conductibilité est conforme à la théorie rappelée plus haut, le silicium étant beaucoup plus résistant que le graphite, donc plus pauvre en électrons libres. En terminant, l'auteur signale comme fait curieux que si l'on constitue un redresseur électrolytique avec le même bloc de silicium et un crayon de charbon dans l'acide sulfurique étendu, le sens du courant redressé est inverse de celui indiqué précédemment : le courant va du carbone au silicium; cela s'explique par le fait que la proportion relative d'électrons libres est renversée, l'électrolyte n'en renfermant pas (mais seulement des ions), tandis que le silicium en contient, sa conductibilité étant de nature métallique. — J. R.

SCIENCES DIVERSES

531.391.3. — Sur les petites oscillations d'un système autour d'une position d'équilibre stable; Paul Appell. *C. R. Ac. des Sc.*, 29 août 1927, t. CLXXXV, p. 487-489, 2 200 mots. — L'auteur fait remarquer que cette question, dont les applications en physique sont nombreuses, n'est habituellement traitée que dans le cas où l'énergie potentielle U et l'énergie cinétique T ne renferment que des termes du second degré des paramètres q et de leurs dérivées q'. Or, il peut arriver que U commence par des termes du quatrième degré et même par des termes d'un degré pair supérieur à quatre; alors les oscillations ont une durée qui dépend de leur amplitude et c'est sur ce point que l'auteur appelle l'attention. A ce titre, il considère le cas où U est proportionnel à q^4 et T, proportionnel à q'^2, cas qui se présente quand on étudie les petits mouvements d'un point pesant sur la courbe définie par $y = 0$ et $z = x^4$. Il considère ensuite le cas d'un système ayant deux degrés de liberté, qui se présente dans l'étude du mouvement d'un point pesant sur une surface ayant pour équation $z = x^4 + 2\lambda x^2y^2 + y^4$. En dernier lieu, il annonce qu'il exposera le cas général d'un système à n degrés de liberté dans un autre recueil. — J. R.

535.2. — Rayons cosmiques. *R. G. E.*, 5 novembre 1927, t. XXII, p. 708, 450 mots. Résumé d'un rapport de R.-A. Millikan présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

535.215 : 615.831.7. — Cellule photoélectrique pour la mesure du rayonnement ultraviolet moyen; L. Mallet et R. Cliquet. *C. R. Ac. des Sc.*, 14 novembre 1927, t. CLXXXV, p. 1031-1033, 1 100 mots. — Ayant en vue la réalisation d'un dispositif simple permettant la mesure facile et exacte du rayonnement ultraviolet employé en médecine pour le traitement de diverses maladies, les auteurs ont eu recours aux phénomènes photoélectriques. Les cellules à métal alcalin ne pouvaient être utilisées, leur sensibilité tendant à devenir nulle pour les longueurs d'onde inférieures à 3600 Å. Après recherche, les auteurs ont arrêté leur choix sur l'alliage de cadmium et argent qui leur a paru avoir la sensibilité la plus étendue dans le spectre ultraviolet moyen et dont l'émission photoélectrique a son seuil pour une longueur d'onde limite un peu supérieure à 2900 Å. La cellule photoélectrique réalisée avec cet alliage comprend une cathode constituée par un disque en alliage, de 1 cm de diamètre, placé au centre d'une ampoule de quartz fondu;

l'anode est formée par un anneau de tungstène placé au-dessus de la cathode; après extraction très complète des gaz retenus par les parois et les électrodes, on introduit dans le tube de quartz une faible quantité d'argon afin d'augmenter le courant électronique par une ionisation secondaire par chocs; le tube de quartz est ensuite fermé. La cellule est placée dans un cylindre de laiton, pourvu d'une fenêtre munie d'un diaphragme iris; l'anode est en relation avec la terre, la cathode est reliée à la feuille d'un électroscope. Le courant d'ionisation développé sous l'influence du rayonnement est observé par la méthode de la perte de charge; la feuille de l'électroscope est repérée avec un microscope dont l'oculaire est pourvu d'une échelle micrométrique; avant la mesure, la feuille est chargée soit au moyen d'une batterie donnant une tension de 300 v, soit au moyen d'un petit condensateur de capacité variable chargé par une batterie de 20 éléments de pile. La sensibilité de l'appareil peut être diminuée en augmentant la capacité de l'électroscope. On mesure le temps de chute de la feuille de l'électroscope entre deux divisions arbitrairement choisies sur l'échelle micrométrique; ce temps peut être comparé à celui qu'on obtient avec une source étalon et on est ainsi renseigné sur la quantité de rayonnement émis pendant le temps correspondant. La cellule ainsi constituée s'est montrée exempte d'inertie et de fatigue photoélectrique, de sorte que les mesures faites à des époques différentes sont comparables; de plus, elle ne présente pas de « courant d'obscurité » et n'a pas d'effet sélectif pour une direction privilégiée. Elle est insensible à la lumière du jour, ainsi qu'aux sources artificielles placées dans une enveloppe de verre; par contre, placée à 14 m d'une lampe à mercure fonctionnant sous 3 A, elle donne un courant très notable. Sa sensibilité commence à se manifester pour la radiation de 2 900 Å, présente un maximum pour 2 536 Å, puis décroît. Cette cellule convient donc tout particulièrement pour l'étude comparée des sources émettant l'ultraviolet moyen. — J. R.

535.36 : 539.132. — Rôle des vibrations des atomes dans les molécules dans le phénomène de diffusion de la lumière; Y. Rocard. *C. R. Ac. des Sc.*, 14 novembre 1927, t. CLXXXV, p. 1 026-1 028, 750 mots. — La théorie de la diffusion de la lumière attribue ce phénomène à des fluctuations du moment électrique du volume diffusant et établit que l'intensité diffusée est proportionnelle au carré moyen de ces fluctuations; en outre, elle fait intervenir des fluctuations de diverses sortes : fluctuations en densités, ou en concentration dans le cas d'un mélange, pour expliquer les phénomènes d'opalescence; fluctuation en orientation de molécules anisotropes pour expliquer la polarisation de la lumière diffusée. L'auteur a indiqué antérieurement qu'il faut aussi envisager les fluctuations de la température et celles du champ intermoléculaire ou champ créé sur une molécule par les doublets excités dans les molécules environnantes. Dans la note qui nous occupe il appelle l'attention sur un autre genre de fluctuations dont l'influence semble pourtant importante. — Il considère une molécule formée, d'après les conceptions modernes, d'un certain nombre d'ions isotropes; dans un champ électrique, chaque ion devient le siège d'un doublet proportionnel, qui, à son tour, produit sur les autres ions de la molécule un champ excitant en chacun d'eux un doublet secondaire qui n'est pas en général parallèle au champ incident : on explique ainsi et l'on calcule simultanément la valeur de l'anisotropie δ et du moment moyen K de la molécule. On conçoit dès lors que δ et K doivent dépendre des diverses distances r_{ij} des ions de la molécule de numéros d'ordre i et j. Or, ces distances ne peuvent être regardées comme constantes et semblent, au contraire, devoir subir des fluctuations continuelles. Ce sont ces fluctuations sur lesquelles l'auteur attire l'attention. Il indique ensuite qu'il est possible de les calculer, puis il expose quelques conséquences des résultats de ce calcul, notamment dans son application aux corps de la série aromatique et conclut en faisant observer que l'étude de la diffusion de la lumière se trouve ainsi en mesure de fournir des renseignements précieux sur les mouvements intraatomiques des atomes dans les molécules. — J. R.

535.7. — Sur la théorie électrique de la vision. *R. G. E.*, 5 novembre 1927, t. XXII, p. 708, 140 mots. Résumé d'un rapport de P. Lazareff présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

539.15-164. — Les rayons alpha et la structure atomique. *R. G. E.*, 5 novembre 1927, t. XXII, p. 624, 750 mots. Analyse d'un article publié dans *Engineering*, 1, 8 et 15 avril 1927, t. CXXIII, p. 375-376, 409-410 et 460-462, 6 400 mots, 22 fig.

539.2. — Sur la physique de la matière submicroscopique. *R. G. E.*, 5 novembre 1927, t. XXII, p. 707, 300 mots. Résumé d'un rapport de Ehrenhaft, présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

541.135.5. — Perméabilité sélective des membranes. Influence du calibre de leurs interstices; Mlle Choucroun. *C. R. Ac. des Sc.*, 29 août 1927, t. CLXXXV, p. 502-505, 1 200 mots. — On sait que si on réunit par un siphon deux solutions inégalement concentrées d'un même électrolyte, il s'établit entre elles une différence de potentiel due à la diffusion de l'ion le plus rapide vers la solution la plus diluée; si alors on sépare les deux solutions par une membrane en vessie de porc, cette différence de potentiel ne change pas quand l'électrolyte est neutre, mais croît ou décroît, selon les cas, quand l'électrolyte est acide ou basique. L'auteur a antérieurement montré (*Journal de Chimie physique*, 1923, t. XX, p. 430 et 539) que les mêmes phénomènes se manifestent avec des membranes artificielles obtenues par tassement de particules (par exemple de sphérules de gomme-gutte). Dans la note qui nous occupe, elle donne une explication de ces phénomènes qui conduit à penser que la différence de potentiel observée doit dépendre de la grandeur des interstices de la cloison poreuse. Pour vérifier l'exactitude de cette conséquence elle a effectué des expériences en prenant comme membrane des gelées de gélatine de diverses concentrations, la grandeur des interstices devant être dans ces gelées d'autant plus petite que la concentration est plus forte. Les résultats obtenus ont confirmé les déductions de l'auteur. — J. R.

541.134.2 : 547.918. — Sur le potentiel apparent des solutions de glucose; René Wurmser. *C. R. Ac. des Sc.*, 14 novembre 1927, t. CLXXXV, p. 1 038-1 041, 700 mots, 1 fig. — Après avoir fait remarquer l'intérêt que présente en biologie la détermination des potentiels apparents des glucides réducteurs, l'auteur expose les résultats des expériences qu'il a faites sur des solutions de glucose à 3 pour 100. — J. R.

MESURES ET ESSAIS

537.525.8 : 546.49. — Mesure absolue de l'énergie lumineuse émise par un gaz soumis aux chocs d'électrons; Pierre Bricout. *C. R. Ac. des Sc.*, 14 novembre 1927, t. CLXXXV, p. 1 029-1 031, 900 mots. — Poursuivant ses recherches sur la luminescence de la vapeur de mercure provoquée par le choc d'électrons, l'auteur a mesuré en valeur absolue l'énergie émise, puis évalué le nombre de chocs entre électrons et atomes et, ensuite, a comparé les deux valeurs obtenues afin d'acquérir des données sur la probabilité d'émission du quantum lors d'un impact. — Pour mesurer l'énergie rayonnée, il a enregistré photographiquement sur une même plaque le rayonnement de la vapeur de mercure et celui des radiations de longueurs d'onde voisines émises par un filament de tungstène porté à une température connue; les données sur les propriétés du tungstène publiées par Worthing et Forsythe (*R. G. E.*,

28 août 1926, t. xx, p. 303-313) permettaient de calculer l'énergie rayonnée par le filament dans la région du spectre considérée et les procédés densitométriques habituels permettaient de la comparer à celle émise par la vapeur de mercure. L'auteur a trouvé ainsi que dans la vapeur de mercure à 17°C (soit $4{,}72 \times 10^{13}$ atomes par centimètre cube) un faisceau d'électrons de potentiel 6,5 v (correspondant au maximum de la fonction d'excitation) et d'intensité égale à 60×10^{-6} A : cm³ excite la radiation de longueur d'onde 2 536 Å avec une énergie de 23 ergs en une seconde et par centimètre cube. — Certaines hypothèses ont permis d'évaluer le nombre des chocs par seconde dans un volume de 1 cm³; ce nombre est $3{,}1 \times 10^{12}$. — Le quantum d'énergie de la radiation considérée étant égal à $7{,}75 \times 10^{-12}$ erg, les 23 ergs d'énergie rayonnée correspondent à $3{,}0 \times 10^{12}$ quanta. Le rapport de ce nombre avec celui des chocs, $3{,}1 \times 10^{12}$, est 0,97, valeur très rapprochée de celle, 0,92, trouvée par Sponer (*Zeitschrift für Physik*, 1921. t. vii, p. 185) en étudiant la diffusion des électrons dans la vapeur de mercure. L'auteur estime dès lors qu'on est en droit de conclure que la probabilité d'émission d'un quantum à la suite d'un choc est très élevée; il considère même comme très probable que, dans les conditions correspondant au maximum de la fonction d'excitation, tous les chocs sont efficaces pour la production du rayonnement. — J. S.

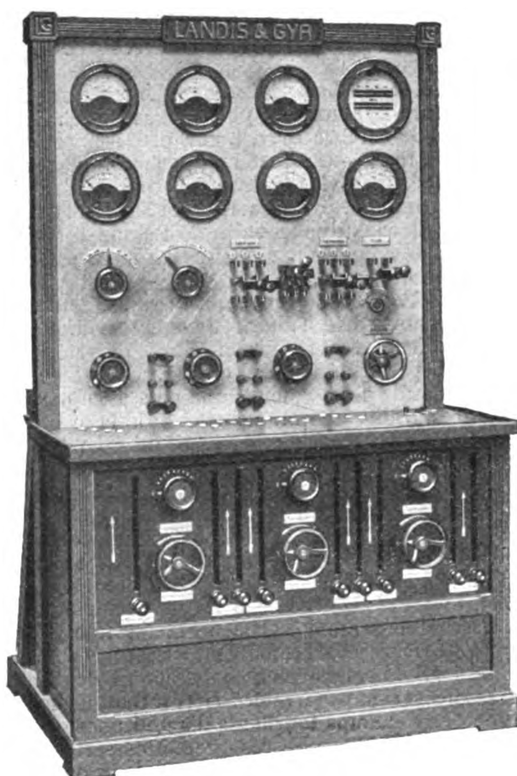
621.315.61.00.14. — Les essais de réception des matériaux isolants. *R. G. E.*, 5 novembre 1927, t. xxii, p. 746, 900 mots. Analyse d'un article de Lionel-G. Hill publié dans *The Electrician*, 22 juillet 1927, t. xcix, p. 100-102, 3500 mots, 2 fig.

621.315.2.00.46. — Localisation des défauts dans les câbles souterrains par une méthode de compensation ; M. Calnitzky. *Electritchestvo*, octobre 1927, p. 330-331, 1500 mots, 2 fig. — Une batterie envoie dans le circuit constitué par les deux câbles, un courant dont l'intensité est réglée à l'aide d'un rhéostat variable et mesurée par un galvanomètre. On constitue un circuit auxiliaire entre un des fils de ligne et le sol comportant une batterie d'accumulateurs, un potentiomètre, un galvanomètre G très sensible, une résistance R et une prise de terre. On déplace le contact du potentiomètre jusqu'à ce que le courant en G soit annulé. On effectue les mêmes opérations à l'autre extrémité du câble, mais dans ce dernier cas on annule le courant en G en laissant fixe le contact du potentiomètre, et en faisant varier le rhéostat de réglage du courant. Si i_1 et i_2 sont les intensités lues à chaque extrémité, L_1 et L_2 les distances du défaut à ces mêmes extrémités, on a $i_1 L_1 = i_2 L_2$. La méthode s'adapte facilement au cas où le défaut est un court-circuit simple, ou une mise à la terre d'un seul conducteur. — C.-R. M.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.312.1.00.412. — L'influence des pôles supplémentaires sur la répartition du courant dans les balais de dynamos ; Claudius Shenfer. *Electritchestvo*, septembre 1927. 299-301. 2300 mots, 8 fig. — L'auteur a étudié expérimentalement la répartition du courant à travers les trois balais d'une même ligne de balais, quand les conditions de commutation varient. Les excitations principales et supplémentaires de la machine étudiée étaient fournies par deux batteries d'accumulateurs indépendantes: et les balais d'une même ligne étaient alignés d'une façon défectueuse comme cela peut se produire en pratique. On a constaté ainsi que les courants dans chaque balai ne sont égaux que pour la valeur du courant d'excitation supplémentaire qui correspond à une commutation convenable. Pour des courants de sens contraire au sens normal, il s'est même produit une inversion du courant dans le balai situé près du bobinage. Cette anomalie est expliquée par les défauts d'identité et d'alignement des contacts des balais. Le même phénomène peut être provoqué, dans une dynamo multipolaire à enroulement série parallèle, quand les différentes lignes de balais d'une même polarité ne sont pas convenablement écartées les unes des autres. Dans ce cas, l'intensité du courant débité varie d'une ligne de balais à l'autre. — C.-R. M.

621.313.25.00.41. — Les pertes supplémentaires dans le fer des moteurs synchrones polyphasés ; S.-E. Eriksson. *E. u. M.*, 23 et 30 octobre 1927, t. xlv, p. 881-888 et 904-914, 15000 mots, 32 fig. — Cet article est le compte rendu de recherches expérimentales entreprises au laboratoire de l'A. S. E. A. (Allmänna Svenska Elektriska A.-B.) relatives à ces pertes ; il constitue la suite de l'étude théorique de cette question développée par L. Dreyfus dans « E. u. M. », 11 et 18 septembre 1927, t. xlv, p. 737-743 et 756-762 et résumée dans « R. G. E. », 9 novembre 1927, t. xxii, p. 157 D. Ces recherches ont porté d'abord sur la détermination de la conductance effective et du coefficient d'hystérésis des tôles d'acier ; par conductance effective, l'auteur entend celle qui est déduite de la valeur de la puissance perdue par courants de Foucault et qui, comparée à la conductance obtenue par des mesures de résistance, lui est notablement supérieure, de 40 à 50 pour 100 dans certains échantillons et s'élevant même à plus de 100 à 200 pour 100 dans d'autres échantillons. L'influence qu'exerce sur les pertes par courants de Foucault dans les tôles une isolation défectueuse et celle de leur matriçage à froid sur les pertes par hystérésis ont fait l'objet de recherches méthodiques. L'auteur donne ensuite des résultats de mesure des pertes dans les cas de rotors lisses et de rotors à encoches, pour une fréquence de 900 p : s. Des courbes montrent les écarts entre les valeurs mesurées et celles calculées. Suivent des résultats de mesures des pertes par hystérésis résultant de la superposition de deux champs tournants d'amplitudes et de fréquences très différentes. De ces premières séries d'essais on peut conclure que les pertes par courants de Foucault calculées par les formules données dans l'étude précitée de M. Dreyfus correspondent très approximativement à la réalité pour les fréquences élevées, sans qu'il y ait lieu de tenir compte des défauts d'isolement des tôles ; que, par contre, le matriçage à froid des tôles augmente notablement (de 60 à 70 pour 100) les pertes superficielles par hystérésis calculées pour ces mêmes fréquences ; et enfin, que pour connaître ces dernières pertes, résultant de deux champs tournants superposés il suffit d'ajouter celles calculées pour chacun des champs élémentaires. — La seconde partie de l'article traite des recherches entreprises pour la détermination des pertes dues aux déformations du champ résultant de la réluctance des dents et à la forme en escalier de ce champ. Pour ces mesures, la machine fonctionne en générateur synchrone, l'enroulement du rotor étant excité ; les pertes de la première catégorie se déduisent de celles déterminées dans la marche à vide de la machine, et celles de la seconde catégorie, de l'essai en court-circuit. Les mesures de la puissance absorbée dans ces différentes conditions de marche sont accompagnées de mesures de la tension en différentes régions de la denture; de nombreux résultats sont enregistrés dans l'article, qui permettent de suivre l'application des formules données dans l'étude précitée à la détermination expérimentale de ces pertes. Les résultats obtenus dans la marche à vide permettent de conclure qu'à ce régime les pertes par courants de Foucault dues aux harmoniques supérieurs du champ fondamental sont les mêmes que celles du champ fondamental si les tôles sont très bien isolées; mais si cette isolation présente quelque défaut, ce qui a lieu dans la plupart des machines normales, l'influence des harmoniques est relativement moins importante que celle du champ fondamental sur l'augmentation de ces pertes. En ce qui concerne les résultats de l'essai en court-circuit, ils montrent que les pertes dues à la forme en escalier du champ ne dépassent pas de beaucoup celles en charge normale, remarque qui conduit l'auteur à comparer l'état magnétique de la machine à ces deux régimes; il insiste, en particulier, sur l'effet pelliculaire qui, en court-circuit, intervient pour réduire ces pertes, et joue à ce point de vue le même effet que la saturation magnétique dans la marche en charge. — A. C.



LANDIS & GYR

STATIONS D'ÉTALONNAGE MODERNES

POUR COURANT CONTINU MONO ET POLYPHASÉ
connectées sur réseau ou sur groupe générateur

APPAREILS D'ESSAIS D'ISOLEMENT
WATTMÈTRES FERRARIS
COMPTEURS PORTATIFS

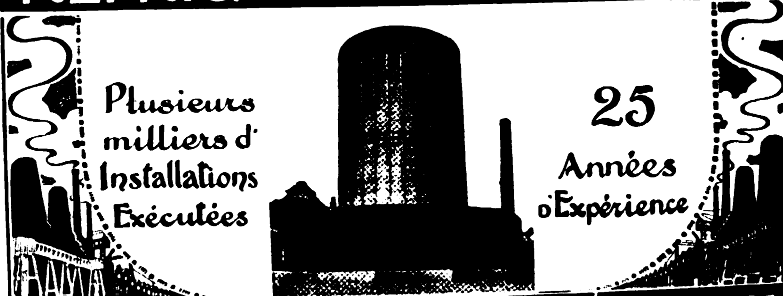
Représentation générale pour la France et les Colonies

FERRIÈRE ET BERCHTOLD

12, rue Lapeyrère, 12, PARIS (18e)
Téléphone : MARCADET 11-03

LES Réfrigérants "HAMON" DESSERVENT Plus de 4 Millions DE CHEVAUX-VAPEUR DANS TOUTES LES BRANCHES DE L'INDUSTRIE

RÉFRIGÉRANTS "HAMON"



PARIS. 76 Boul. Haussmann Téléphone : GUTENBERG 71-00 / 78-88

LES PLUS HAUTES DISTINCTIONS
LES PLUS HAUTES RÉFÉRENCES.

BRUXELLES 13 Rue des 4 Bras Téléphone 104.33

LES Réfrigérants "HAMON" ... LE RENDEMENT MAXIMUM

Agents régionaux bien introduits demandés : **Lille, Lyon, Nancy.**

Société d'Électro-Chimie, d'Électro-Métallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine

FONDÉE EN 1889 — CAPITAL : 80 000 000 FRANCS
SIÈGE SOCIAL : 10, Rue du Général-Foy, PARIS (8e)
Registre du Commerce : Seine N° 88 479

PRODUITS CHIMIQUES & ÉLECTRO-CHIMIQUES

Téléphone : LABORDE 12-75, 12-76, 12-77 ; INTER : LABORDE 5
Télégramme : TROCHIM-PARIS

ACIERS & FERRO-ALLIAGES

Téléphone : LABORDE 31-01, 31-02
Télégramme : UGINACIÉ-PARIS

621.312.2. — Fonctionnement d'une machine asynchrone comme génératrice en parallèle avec un condensateur; N. Landsberg. *E.u.M.*, 9 octobre 1927, t. xlv, p. 847-850, 3000 mots, 4 fig. — L'auteur applique à l'étude du fonctionnement de la génératrice asynchrone en parallèle avec un condensateur, dont la théorie a été développée dans cette revue par M. J. Bethenod (*R.G.E.*, 8 septembre 1923, t. xiv, p. 307-308), le diagramme qu'il a établi lui-même pour expliquer l'autoexcitation du moteur compensé (*E.T.Z.*, 29 octobre 1925, t. xlvi, p. 1651, résumé dans *R. G. E.*, 16 janvier 1926, t. xix, p. 24 D). Le diagramme est représenté sur la figure 1. S'il est établi pour une fréquence f_1 et une tension E_1, on peut ne pas le modifier, si la fréquence et la tension varient, à la condition de corriger l'échelle des courants ; il suffit de noter que cette échelle est proportionnelle à $\frac{E}{f}$. Si I_c est le courant dans le condensateur et I_1, le courant du stator, le courant résultant I est représenté par le vecteur OP, tel que

621.312.2. — Fig. 1. — Diagramme de la machine asynchrone fonctionnant en parallèle avec une batterie de condensateurs.

$$\mathrm{OP} = kI\frac{f}{E}$$

et le lieu de P est, dans le fonctionnement en génératrice avec condensateur, l'arc de cercle l. La position du point P détermine les constantes R, résistance, et L, inductance, du circuit de charge. Remarquons, de plus, que l'auteur a tracé la caractéristique du flux Φ en fonction du courant magnétisant i_m de laquelle il est possible de déduire celle représentant Φ en fonction de OA ; on a, d'après ce qui précède

$$\mathrm{OA} = Ri_m\frac{f}{E} = k'\frac{i_m}{\Phi}.$$

Les courbes représentées sur le diagramme se rapportent à un moteur de 50 kw, 375 t : mn. 380 v, 50 p : s. OQ = 104 A. Le coefficient k intervenant dans l'échelle des courants est dans ce cas, avec l'échelle adoptée

$$k = 0{,}76.$$

La capacité C de la batterie de condensateurs est telle que pour une fréquence de 60 p : s. sa réactance soit

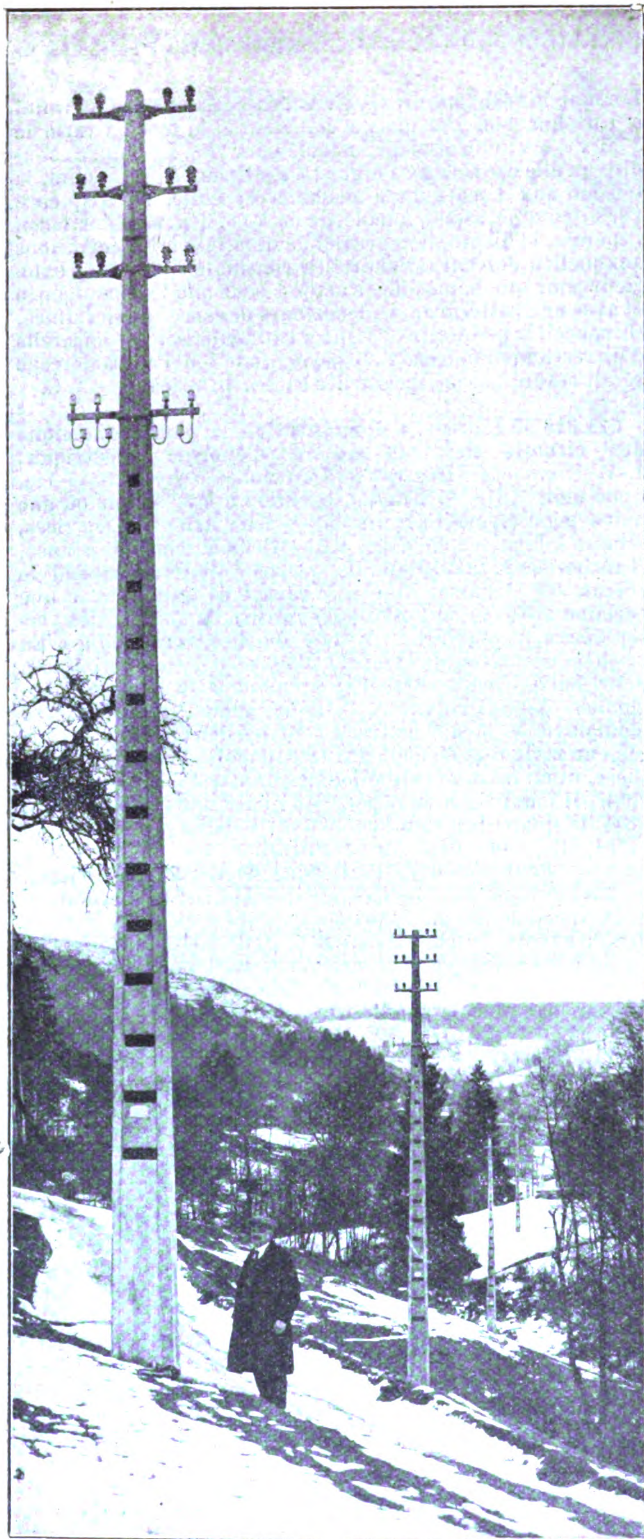
$$\frac{1}{C\omega} = 2{,}63 \text{ ohms par phase.}$$

Lorsque la résistance R du circuit extérieur varie de l'infini à 1,8 ohm, son inductance étant nulle, la tension varie de 35,3 v à 0 v; elle devient instable pour $R = 1{,}8$ ohm, c'est-à-dire qu'elle oscille entre 0 et 145 v, et pour $R < 1{,}8$ ohm, la tension aux bornes de la machine est nulle. La fréquence varie, pour le régime stable, de 50 à 48, 4 p : s. D'une façon générale, le diagramme permet de déterminer les conditions auxquelles doivent satisfaire les constantes du circuit extérieur pour que la machine s'amorce sous une tension donnée et avec une batterie de condensateurs de capacité déterminée. On conçoit la possibilité d'assurer l'alimentation des appareils d'un réseau par une machine asynchrone dont l'autoamorçage serait assuré par la capacité des câbles du réseau. — A. C.

621.316.00.12. — La configuration la plus économique des circuits de transmission d'énergie électrique; J.-V. Stetsoola. *Electritchestvo*, octobre 1927, p. 323-329, 6000 mots, 9 fig. — L'auteur examine le cas simple où une usine génératrice doit alimenter deux usines réceptrices, situées à la même distance, et absorbant la même puissance. Il recherche la condition de dépense minimum quand le réseau se compose d'un seul départ se ramifiant à une certaine distance de l'usine génératrice, en deux lignes particulières. Les trois lignes sont supposées rectilignes. En ce qui concerne le poids de cuivre, la dépense est minimum pour deux départs séparés. Pour étudier la dépense occasionnée par les supports, l'auteur admet qu'il y a lieu d'employer le même matériel pour les deux branchements et pour la ligne principale qui les alimente. Avec cette hypothèse, et en faisant abstraction de toute considération matérielle, il montre que la dépense minimum de ce chapitre est atteinte quand les ramifications et la ligne principale font entre elles, au point de ramification des angles égaux de 120°. Pour combiner l'influence de ces deux chapitres, on peut grouper tous les facteurs influant sur la solution, en deux variables Z_1 et Z_2 qui sont réunies en un tableau à double entrée. En choisissant Z_1 et Z_2 de façon que leurs différentielles soient dans un certain rapport, on trouve sur ce tableau la position du point de ramification. Pour terminer, l'auteur examine de nombreux cas particuliers. — C.-R. M.

621.315.00.12. — Contribution au calcul des réseaux de distribution; W. Chrustschoff. *E.T.Z.*, 29 septembre 1927, t. xlviii, p. 1405-1411, 9000 mots, 8 fig. — Partant du point de vue que la précision recherchée dans les calculs des chutes de tension des réseaux est illusoire, et qu'elle conduit à des opérations compliquées, l'auteur propose une méthode simplifiée et approximative. Etant donné une ligne AB, alimentée sous une même tension à ses deux extrémités, et comportant un certain nombre de dérivations qui absorbent des courants connus, on détermine la répartition du courant en procédant à une coupure en un point C choisi arbitrairement, et on calcule les chutes de tensions fictives en AC et BC ; puis la connexion étant rétablie en C, il y a un courant d'équilibre qui donne lieu à une chute de tension ε différente de celles calculées. Si l'on connaît ε, on calcule facilement le courant d'équilibre et si, inversement, le courant est connu, on en déduit ε. Un certain nombre d'exemples d'application de cette méthode sont traités dans l'article, tels que le cas de plusieurs lignes se croisant et alimentées à chacune des extrémités du réseau ainsi constitué. — C.-R. M.

621.311.9. — Nouveau régulateur de tension système Pagot; M. Belqué. *Recherches et Inventions*, septembre 1927, t. viii, p. 359-362, 1000 mots, 4 fig. — Cet appareil destiné à maintenir fixe la tension d'une génératrice, est basé sur le principe de la mise en court-circuit en un temps variable du rhéostat d'excitation de cette machine. Il se compose essentiellement de deux contacts tournant à la même vitesse dans le même sens. Ces deux contacts sont à l'intérieur d'un cylindre fendu suivant deux génératrices à 180°, et reliés électriquement entre eux. Chaque moitié du cylindre est connectée à une extrémité du rhéostat d'excitation de la machine à régler. D'autre part, l'angle α des deux contacts tournants, qui dépend





des écarts de tension à compenser, peut varier de 0° à 180°; c'est-à-dire que le rhéostat d'excitation peut être constamment en circuit pour $\alpha = 0°$ (sauf pendant le temps très court où le contact appuie en même temps sur les deux demi-cylindres) ou toujours en court-circuit pour $\alpha = 180°$, toutes les valeurs intermédiaires pouvant être obtenues sans solution de continuité. Les contacts sont entraînés par deux moteurs distincts. L'un est généralement un moteur série dont la vitesse est fonction de la tension appliquée à ses bornes et alimenté par la machine à régler. L'autre moteur peut être un moteur synchrone, un moteur shunt ou un moteur série. L'auteur donne dans l'article deux schémas de montage du régulateur et des résultats d'essais effectués sur cet appareil. Ces essais montrent que la durée de réglage est de l'ordre de 1 seconde pour un écart de tension de 20 pour 100 de la tension à maintenir. — J. S.

USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.316.00.35. — La répartition des charges fixes entre les consommateurs d'énergie électrique; Hugo Eisenmenger. *E. T. Z.*, 6 octobre 1927, t. XLVIII, p. 1450-1453, 5 500 mots, 7 fig. — Quand un réseau de distribution dessert seulement deux abonnés ou deux catégories d'abonnés, suivant que l'énergie fournie est destinée à la force motrice ou à l'éclairage, chaque abonné doit assumer seul les charges fixes afférentes à la puissance dont il nécessite l'installation. Soient A et B les deux installations, h_a et h_b les puissances maxima absorbées respectivement par chacune d'elles et H la puissance totale de pointe qui en résulte. En partant du principe précédent, on démontre que A doit assumer seul les charges relatives à $g_b = H - h_b$ et que B doit assumer seul celles relatives à $g_a = H - h_a$. Si l'on retranche des courbes de puissances individuelles les parties qui correspondent à des puissances moindres que g_a pour l'abonné B et que g_b pour l'abonné A, on démontre que ces deux abonnés répondent de la puissance correspondant à la différence $H - g_a - g_b$ et que les charges afférentes à cette puissance sont réparties proportionnellement aux aires f_a et f_b résultant de la différence déterminée comme indiqué ci-dessus. Quand il existe plus de deux catégories d'abonnés, on divise l'ensemble en deux groupes entre lesquels on répartit les charges conformément à la théorie précédente. On divise ensuite chaque groupe en deux nouvelles catégories et ainsi de suite jusqu'à ce que chaque subdivision ne corresponde plus qu'à un seul abonné. Cette méthode donne des résultats pratiquement exacts quand les diverses courbes de puissance ne sont pas de formes trop différentes. Si cette condition n'est pas réalisée on ramène les courbes données à deux éléments de courbes normales. Le consommateur répond alors de la totalité des deux courbes obtenues. — C.-R. M.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.316-32-34. — Le rendement des installations électriques industrielles; R. Menjelou. *Bulletin des Associations françaises des Propriétaires d'Appareils à Vapeur*, avril et juillet 1927, t. VIII, p. 158-178 et 248-259, 8000 mots, 11 fig. — Le rendement global industriel d'une installation électrique étant le produit des rendements partiels des diverses parties de cette installation, l'auteur en examine en détail chacune des parties pour montrer comment par un choix judicieux ou une étude convenable on peut pousser au maximum leur rendement. Il rappelle sommairement les caractéristiques économiques des moteurs électriques et expose des considérations générales sur les pertes dans les transmissions mécaniques. Il examine ensuite la question du choix entre la commande individuelle et la commande de groupes de machines, puis celle de l'utilisation rationnelle des moteurs qui comprend celle de la détermination de la puissance à adopter. Il montre en particulier dans cette dernière étude l'avantage que peut procurer, au point de vue de la régularité de la charge, l'emploi d'un volant. A la fin de cette première partie est traité un exemple d'étude comparative entre la commande individuelle et la commande par groupes. La deuxième partie est relative aux lignes de distribution et comporte un abaque pour la détermination de la densité de courant la plus économique, basée sur la loi de lord Kelvin. L'auteur montre ensuite, par un exemple, l'avantage économique qu'il y a à utiliser, pendant les périodes d'arrêt, un petit transformateur pour la lumière. Il n'est pas possible en somme d'établir de règles générales et chaque cas doit être étudié en particulier. Mais il importe de noter qu'un examen bien conduit de la question permet une amélioration sensible du rendement global d'une installation. — J. S.

621.313.1. — Moteurs fermés à courant continu type E. L. J. *Jeumont*, avril-juin 1927, n° 10, p. 60-63, 1 500 mots, 6 fig., 6 tabl., et 12 planches hors texte. — Ces moteurs conviennent spécialement pour appareils de levage, services auxiliaires de laminoirs et toutes applications industrielles nécessitant des moteurs robustes sujets à des démarrages fréquents et exposés aux intempéries. La carcasse de ces moteurs est en deux pièces s'ouvrant à charnière suivant un plan horizontal; ils sont tétrapolaires à pôles feuilletés avec deux pôles auxiliaires de commutation. Ils sont établis normalement pour les tensions de 220/250 v et 440/500 v. On trouvera dans l'article comment, au moyen des courbes données dans les planches hors texte, on peut déterminer le moteur convenant pour un service cyclique. Ces courbes sont basées sur les notions de facteur de marche réel et facteur de marche normal. Le facteur de marche réel est le rapport du temps de travail au temps total d'un cycle de fonctionnement. Le facteur de marche normal pour un régime cyclique, où une période de fonctionnement à un couple donné alterne avec une période de repos, est le plus grand rapport du temps de travail au temps total que l'on peut admettre sans dépasser les limites d'échauffement admises. Pour qu'un moteur convienne il faut que son facteur de marche réel soit plus petit que le facteur de marche normal. Dans l'article sont réunis des tableaux donnant les caractéristiques des différents moteurs du type E. L. J. pour les services temporaires les plus usuels de 15, 30, 60 et 120 minutes ainsi que pour le service continu. — J. S.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.333. — Le système de traction à 50 p : s équipé avec des moteurs Krupp; F. Punga et L. Schön. *E. u. M.*, 30 octobre 1927, t. XLV, p. 901-904, 2 700 mots, 2 fig. — Ce système a déjà fait l'objet de plusieurs publications des auteurs résumées dans « E. u. M. », 17 octobre 1926, t. XLIV, p. 778-781 et analysées dans « R. G. E. », 21 mai 1927, t. XXI, p. 164 D. Ils rappellent dans cet article le principe des moteurs adoptés dans cette solution qui permet l'alimentation directe en courant monophasé à 50 p : s. Tandis que le stator comporte un enroulement monophasé ordinaire occupant les deux tiers de la périphérie, le rotor est formé de deux parties : l'une constitue le rotor principal, à enroulement triphasé, comme celui d'un moteur normal; l'autre, le rotor intermédiaire, tourne autour de l'arbre du premier à la vitesse de synchronisme; à cet effet, il est muni d'un enroulement d'excitation et d'un deuxième enroulement en court-circuit; ces deux enroulements peuvent être combinés en un seul enroulement triphasé. Une locomotive d'essai équipée avec ces moteurs fut soumise à une épreuve dans les conditions suivantes : sur une voie ferrée de houillères, présentant sur une longueur de 1,2 km. une pente de 1 : 26,5 et une courbe de 30 m, la locomotive en question fut accouplée à une locomotive équipée avec des moteurs à courant continu pour remorquer un poids total, y compris celui des locomotives, de 164 t. Les deux locomotives à courant continu absorbent sur cette partie du trajet 420 A sous 800 v, la vitesse étant de 8 km : h; dans le cas de l'accouplement d'une de ces locomotives avec celle à courant monophasé qui nous occupe, le courant absorbé en courant continu a été de 250 A sous 1 000 v et en courant alternatif, de 300 A sous

1 800 v, la vitesse atteignant 16 km: h. Après avoir discuté les résultats de cet essai et d'autres essais mentionnés dans l'article, les auteurs sont amenés à conclure que ce système présente la même sécurité de fonctionnement que la solution du courant continu, et, de plus, qu'il a un avantage au point de vue des frais d'installation, lorsque le réseau d'alimentation est à courant alternatif, la sujétion de la sous-station destinée à transformer le courant alternatif en courant continu étant ainsi supprimée. — A. C.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.396.24. — Les progrès réalisés dans la radiotélégraphie avec des ondes courtes. *R. G. E.*, 5 novembre 1927, t. XXII, p. 709-710, 1 100 mots. Résumé d'un rapport de Rukop présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.396.615 : 549.28-3. — Les lampes en silice pour la radiotélégraphie. *R. G. E.*, 5 novembre 1927, t. XXII, p. 745-746, 600 mots. Analyse d'un article de H. Morris-Airey, G. Shearing et H.-G. Hughes publié dans *J. I. E. E.*, août 1927, t. LXV, p. 786-790, 3 500 mots, 7 fig.

621.396.62. — Sur les applications d'un type particulier d'amplificateur à réaction; P. Lejay. *C. R. Ac. des Sc.*, 29 août 1927, t. CLXXXV, p. 500-502, 1 600 mots. — L'auteur rappelle tout d'abord qu'il est possible de provoquer les phénomènes dits de réaction dans les appareils utilisant les lampes triodes, sans l'intermédiaire d'inductances et de capacités, et d'étendre leurs effets amplificateurs à toutes les fréquences et même à l'amplification des variations de courants continus. Il suffit pour cela de disposer dans le circuit de plaque d'une lampe amplificatrice L une résistance R assez faible pour ne pas troubler le régime de la lampe, et d'appliquer les variations de potentiel recueillies aux bornes de cette résistance à une seconde lampe L' (lampe de réaction), dont le circuit de plaque contient une autre résistance R' disposée de telle sorte qu'elle fasse aussi partie du circuit de grille de la lampe L' : à toute variation du potentiel de grille de la lampe amplificatrice correspond une variation supplémentaire du potentiel de la même grille. Après ce rappel, l'auteur indique la formule qui donne, pour un tel montage, le courant i dans le circuit de plaque de la lampe L, puis montre que ce montage se prête à un certain nombre d'applications variées : enregistrement par oscillographe à plume de tous les signaux qui peuvent être reçus convenablement au casque, élimination de tous les parasites atmosphériques d'amplitude inférieure à celle des signaux, amplification avec une seule lampe à réaction au moins égale à celle qu'on obtient avec trois étages de lampes, réalisation d'un oscillateur de construction simple et d'un procédé commode d'enregistrement des battements dans les observatoires. — J. R.

621.396.62-82. — Au sujet des troubles dans les appareils de réception de télégraphie sans fil; R. Ettenreich. *E. u. M.*, 16 octobre 1927, t. XLV, supplément *Die Radiotechnik*, p. 105-106, 1 400 mots. — L'article est un commentaire des règles établies par le Komitee für Rundfunkwesen de l'Elektrotechnischer Verein de Vienne, pour éviter les courants parasites créés par les générateurs à haute fréquence. L'auteur distingue ces courants suivant qu'ils sont d'origine naturelle (atmosphérique) et artificielle, et considère seulement ces derniers. Ils sont créés d'une part par des appareils dont le fonctionnement normal entraine inévitablement la création d'ondes, et, d'autre part, par des appareils dont ils sont une conséquence inutile et imprévisible. La première catégorie d'appareils comprend des appareils de thérapeutique, les alternateurs à haute fréquence, etc. On peut se protéger contre leur rayonnement. Dans la deuxième catégorie rentrent les balais des dynamos, les isolateurs défectueux pour hautes tensions, les contacts glissants par les étincelles qu'ils provoquent (trolleys ou rails de prise de courant), les disjoncteurs des réseaux à haute tension. Les règles précitées concernent ces deux catégories d'appareils considérés comme générateurs d'ondes à haute fréquence. Elles prescrivent d'étouffer les ondes des réseaux d'énergie comprises dans cette bande de fréquence, de façon à ne pas influencer à 10 m de distance un récepteur avec détecteur à cristal et antenne en T de 3 m de hauteur et 6 m de longueur. — C.-R. M.

534.14-321.1 : 538.56. — Nouvelle méthode de transformation, sans membrane, d'une vibration électrique en une vibration acoustique; F. Seidl. *E. u. M.*, 16 octobre 1927, t. XLV, supplément *Die Radiotechnik*, p. 108-110, 2 400 mots, 4 fig. — Les recherches présentées ici ont été effectuées sur un montage de O.-W. Lossew, identique à celui de Duddell (1900), mais où les électrodes de charbon compact sont remplacées par un détecteur à cristal (oxyde rouge de zinc). Avec un tel dispositif on constate qu'il se produit un son, non seulement à l'écouteur téléphonique, mais aussi au cristal. Les expériences effectuées pour étudier le phénomène ont montré que la couche gazeuse, au voisinage du contact, a une importance capitale. Le son disparaît quand on la remplace par de l'huile. En fonction de la pression, la fréquence du son passe par un maximum. L'influence du champ magnétique diffère peu d'un échantillon à l'autre, lorsque l'on compare des cristaux préparés de différentes façons; elle consiste en un abaissement de la hauteur du son. Il faut prendre des précautions pour que le point de contact soit fixe, car sa variation peut agir également sur la fréquence. On peut employer divers métaux comme électrode non cristalline : cuivre, aluminium, argent, wolfram. Les oscillogrammes relevés sont des sinusoïdes à peu près parfaites. Le cristal rend mieux le son quand il est positif que lorsqu'il est négatif. En modifiant le montage primitivement employé, on peut faire agir sur le vibrateur à cristal un courant microphonique superposé au courant continu d'excitation; on a ainsi la possibilité de réaliser un nouveau type d'écouteur téléphonique. On a pu également réaliser des battements acoustiques avec un montage convenable d'une capacité et du cristal. — C.-R. M.

621.396.71-25. — Station radiotélégraphique moderne à ondes longues de grande puissance, pour télégraphie et téléphonie, employant des lampes thermoioniques. *R. G. E.*, 5 novembre 1927, t. XXII, p. 709, 500 mots. Résumé d'un rapport de R.-V. Hansford présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.396.71-25 : 621.396.614. — Les progrès dans la technique des stations de grande puissance à grandes longueurs d'ondes employant des alternateurs de haute fréquence. *R. G. E.*, 5 novembre 1927, t. XXII, p. 710, 250 mots. Résumé d'un rapport de R. Hirsch présenté au Congrès international de Télégraphie et Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

669.716.1. — La fusion de l'aluminium; J. Bally. *Revue de l'Aluminium*, juin-juillet-août 1927, t. IV, p. 442-447, 2 400 mots, 2 fig., 1 tabl. — Bien que le point de fusion de l'aluminium ne soit que de 658°,7, l'énergie calorifique nécessaire pour la fusion est relativement élevée : 337 calories, parce que la chaleur spécifique de ce métal et sa chaleur latente de fusion sont importantes. Cette énergie calorifique correspond, en admettant un rendement du four électrique de 60 pour 100, à une dépense de 70 kw-h par 100 kg d'aluminium. Si on compare les divers systèmes de fusion d'après le prix de revient, on arrive pour 100 kg d'aluminium aux chiffres suivants : four-réverbère, 7,75 fr (houille à 200 fr la tonne); four à huile lourde, 6,60 fr (huile à 600 fr la tonne à l'usine); four à creuset chauffé au coke, 13,50 fr (coke à 250 fr la tonne à

l'usine); four à gazogène, 7,50 fr; quant au four électrique, s'il est à l'ordre du jour au point de vue des études techniques, pour l'aluminium et ses alliages du moins, il n'est pas encore arrivé à une forme d'utilisation pratique. Le four à induction à haute fréquence semble être la solution de l'avenir à condition que l'on dispose d'une énergie électrique à 0,10 ou 0,15 fr le kilowatt-heure au maximum et que l'appareillage électrique en soit simplifié et moins coûteux. — J. S.

APPLICATIONS DIVERSES

621.392. — Considérations théoriques et pratiques sur la soudure à l'arc électrique. *Schweizerische Bauzeitung*, 5 novembre 1927, t. XC, p. 250-252, 1 700 mots. — Parmi les diverses solutions proposées, celle qui est adoptée le plus souvent, due à Slavianoff, consiste à prendre comme électrode un fil du métal qui doit constituer la soudure même; la matière passe toujours, quelles que soient les polarités des électrodes, de l'électrode à la pièce à souder, c'est-à-dire de la plus petite à la plus grande masse. En ce qui concerne l'intensité du courant que l'on doit admettre pour une soudure dans des conditions déterminées, Maurice Lebrun, dans son ouvrage relatif à cette question, a donné la formule empirique suivante

$$I = \left(K - \frac{D}{10}\right)(D^2 + 4D),$$

où K est un coefficient variable avec la nature des électrodes, égal à 4,1 pour la fonte, et D, le diamètre des électrodes en millimètres. Cette formule paraît exacte tant que les dimensions de la pièce à souder sont grandes par rapport à celles de l'électrode, mais ne correspond plus à la réalité si le diamètre est élevé par rapport aux dimensions de l'objet travaillé. Cet aperçu sur le phénomène de la soudure à l'arc est suivi de considérations relatives aux résultats obtenus, notamment à la qualité de cette soudure présentant toujours une certaine porosité, qualité dépendant d'ailleurs dans une large mesure des propriétés chimiques des électrodes. — A. C.

DIVERS

53(09). — Contribution à l'histoire de la physique. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. XXII, p. 572, 150 mots. Résumé d'un rapport de E. Alcobe, présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

92 (Volta) : 53. — Commémoration du Centenaire de la mort d'Alessandro Volta. *R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. XXII, p. 449-452, 2 700 mots.

378 (44 Paris) : 621.3. — Inauguration des nouveaux bâtiments de l'Ecole supérieure d'Electricité. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 657, 250 mots.

USINES ET ATELIERS

621.02 : 62. — Le problème de la force motrice dans les usines; P. Fonthier. *Bulletin de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Institut électrotechnique de Montefiore*, juin 1927, t. V (7e série), p. 85-97, 5000 mots, 7 fig. — L'attention des industriels a été attirée sur le problème de la force motrice pour les raisons suivantes : 1° Nécessité d'économiser le combustible; 2° pénurie et diminution de rendement de la main-d'œuvre; 3° nécessité de consacrer le plus de temps possible à la recherche de débouchés commerciaux. Il faut d'abord, dans l'étude de ce problème, déterminer exactement la puissance nécessaire à l'installation, le rendement thermique des chaufferies existantes, et, s'il y a lieu, la demande de vapeur à basse pression pour les besoins de la fabrication et enfin, l'énergie de récupération utilisable. Trois solutions sont à examiner : *a*) Amélioration des installations existantes; *b*) création d'une station génératrice pour les besoins de l'usine; *c*) raccordement à un réseau de distribution. La comparaison entre ces solutions se fait sur le montant des immobilisations résultant des devis correspondants, et celui des frais d'exploitation. On peut aussi faire intervenir des facteurs qui ne peuvent se chiffrer : souplesse de marché, sécurité. Il n'est pas possible d'arriver à des règles générales. Chaque cas doit être examiné en particulier. Toutefois l'auteur croit pouvoir énoncer les conclusions suivantes : 1° Les installations modernes et amorties comportant des unités de grande puissance doivent continuer leur service (sauf transformations ou agrandissements); 2° les installations vieillies avec transmissions compliquées doivent être électrifiées; 3° toute usine nouvelle doit être électrifiée; 4° tout projet d'installation comportant une demande plus ou moins grande de vapeur de chauffage ou dans laquelle l'énergie peut être récupérée doit être étudié de près en tenant compte des progrès réalisés dans les machines à prises de vapeur et dans les chaudières de récupération. — J. S.

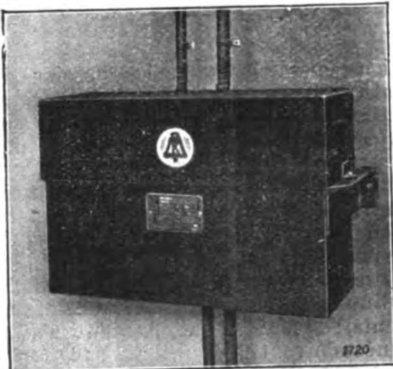
MATIÈRES PREMIÈRES

669.71.04. — Propriétés chimiques de l'aluminium pur; C. Matignon et J. Calvet. *C. R. Ac. des Sc.*, 7 novembre 1927, t. CLXXXV, p. 909-912, 1 300 mots. — On sait que l'attaque de l'aluminium par les bases et les acides est beaucoup facilitée par la présence d'impuretés, même quand la proportion de celles-ci est inférieure à 1 centième. L'affinage électrolytique de l'aluminium commercial dans un bain fondu approprié permettant d'obtenir, comme l'a montré Hoopes (*Chem. and metall. Eng.*, mai 1926), un métal pratiquement pur, d'une teneur de 99,8 à 99,98 pour 100, MM. Matignon et Calvet ont entrepris l'étude comparative de l'attaque d'échantillons de ce métal et de celle d'échantillons d'un bon aluminium commercial d'une teneur de 99,3 pour 100. En opérant avec une solution étendue de soude, de concentration 1,67 N, ils ont constaté que les deux qualités d'aluminium ne se différencient pas sensiblement : la vitesse initiale d'attaque est plus grande avec l'aluminium ordinaire qu'avec l'aluminium pur, mais elle se régularise et reste constante après deux heures d'attaque, tandis que la vitesse, plus petite au début, continue à augmenter et n'est pas encore régularisée après quatre heures d'attaque avec le métal pur. En présence d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration 2,65 N à la température de 24°C, l'aluminium pur n'est pas sensiblement attaqué s'il a été préalablement décapé au papier de verre, mais, au contraire, est attaqué assez vivement s'il n'a pas été décapé; l'aluminium ordinaire est attaqué plus rapidement encore. L'addition d'une très faible quantité de sulfate de cuivre à la solution chlorhydrique provoque, au bout d'un temps plus ou moins long suivant la quantité ajoutée, une attaque assez vive de l'aluminium pur, non attaqué par la solution chlorhydrique pure; l'addition de sels de mercure produit une attaque rapide; par contre, les sels de fer ne produisent aucun effet sensible; les sels de zinc et ceux d'étain paraissent se comporter comme ceux de fer. — J. R.

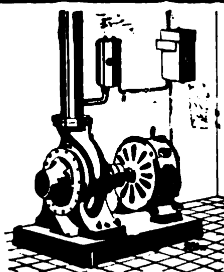
669.715.9. — Sur l'alliage d'aluminium et du silicium nommé « alpax » et ses applications; Léon Guillet, de Fleury et Sensaud de Lavaud. *C. R. Ac. des Sc.*, 1er août 1927, t. CLXXXV, p. 327-329, 900 mots. — L'alliage étudié contient 13 pour 100 de silicium; les essais ont porté sur des pièces en alliage brut et sur des pièces faites avec l'alliage affiné, avant coulée, par un fondant, notamment soit par des fluorures et chlorures alcalins, soit par un peu de sodium. Ces essais ont montré que les tensions de rupture et les allongements de l'alliage affiné avec 1 pour 100 de sodium et refroidis dans l'eau sont tout à fait remarquables; les propriétés de cet alliage ont permis de réaliser un châssis coulé pour voiture automobile de 10 ch dont le poids n'est que de 160 kg. — J. R.

Paris — Soc. d'Imp. et d'Edit., 17, rue Cassette.

Le Gérant : J. Blondin.



APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE
« KLOECKNER »
COLOGNE - BAYENTHAL



Contacteurs électromagnétiques
Relais - Démarreurs automatiques
Disjoncteurs - Appareillage blindé
Équipement électrique d'Engin de Levage
Controllers pour moteurs de traction

Représentants exclusifs en France et Colonies

Société Industrielle de Machines et Appareillage Electro-Mécaniques
Société à responsabilité limitée, capital 200 000 fr
104, rue Lecourbe — PARIS (15e) *Téléphone* : **SÉGUR 94-53**

ZIVY & Cie

29 et 31, rue de Naples, PARIS (8e)
Téléph. Laborde 16-70 *R. C.* Seine, 35 812

COMPTEURS TOTALISATEURS pour tours à bobiner
TACHYMÈTRES portatifs et stationnaires
simples et enregistreurs, système « **Dr Th. HORN** »

Compteurs de tours et Compteurs horaires syst. "Hasler"
Indicateurs et Enregistreurs de vitesse "Tel"

Pieds à coulisse et Micromètres à cadran, Chronographes



Tachymètre portatif à changement automatique des échelles



TÉLÉPHONE LE LAS



131, Rue de Vaugirard, PARIS (15e)
Adresse télég. : Téléxautic-Paris Reg. du Com. : Seine, 106-296 Téléph. : Ségur, 43-46

TÉLÉPHONIE

La plus ancienne maison spécialisée dans la construction des téléphones haut-parleurs étanches pour la Marine, les Mines, l'Industrie, les Chemins de fer

T. S. F.

HAUT-PARLEURS, AMPLIFICATEURS DE PUISSANCE

SIGNALISATION

Appareils étanches de signalisation pour les Mines, Aciéries, Hauts-Fourneaux, Centrales, Relais, Avertisseurs divers Signaux lumineux, Magnétos étanches, etc. Appareillage de signalisation étanche pour Mines grisouteuses.

SONNERIES ÉTANCHES ET SEMI-ETANCHES FONCTIONNANT SUR TOUTES TENSIONS

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.52. — Décharges à la surface des diélectriques. *R.G.E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 774, 600 mots. Résumé d'une communication de H. OLLIVIER faite à la séance du 23 mai 1927, section de Strasbourg de la Société française de Physique et publié dans *Bulletin de la Société française de Physique*, 17 juin 1927, n° 249, p. 96 S.

537.745. — Résultats d'investigation des surtensions avec le klydonographe. *R.G.E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 802-804, 1 500 mots. Analyse d'un article de J.-H. COX, P.-H. MCAULEY et L. GALE HUGGINS publié dans *J.A.I.E.E.*, mai 1927, t. XLVI, p. 459-469, 8000 mots, 1 fig.

538.3 : 535.11. — L'électrodynamique de W. Ritz et la théorie balistique de la lumière. Observations critiques. *R.G.E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 755, 250 mots. Résumé d'un rapport de Giovanni GIORGI présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

538.551.2 : 621.316. — Sur la théorie des lignes homogènes parallèles. *R.G.E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 758, 950 mots. Résumé d'un rapport de H. PLEIJEL présenté au Congrès international de Télégraphie et de Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

538.551.21. — Quelques remarques sur la théorie générale des systèmes bipolaires et quadripolaires. Cas des courants continus et des courants alternatifs en régime permanent. *R.G.E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 757-758, 500 mots. Résumé d'un rapport de L.-J. COLLET présenté au Congrès international de Télégraphie et de Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

538.615. — Atomes radiants dans un champ magnétique. *R.G.E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 757, 350 mots. Résumé d'un rapport de P. ZEEMAN présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

SCIENCES DIVERSES

533.51 57. — Production et utilisation du vide poussé dans les appareils métalliques démontables; H. GONDET. *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, juillet-août-septembre 1927, t. CXXVI, p. 512-522, 5700 mots, 7 fig. — Jusqu'à ces dernières années il n'était pas possible d'utiliser pour les vides élevés des appareils métalliques démontables faute de pompes à vide d'un débit suffisant. Cette lacune a été comblée par la pompe à vapeur de mercure, la pompe à vide moléculaire de Gaede et celle d'Holweck. L'auteur expose le principe de fonctionnement de ces pompes et décrit en grandes lignes les deux dernières. Il indique incidemment comment on réalise au montage l'équilibrage du cylindre tournant (3000 t : mn) de la pompe d'Holweck. Dans une deuxième partie l'auteur décrit succinctement quelques appareils démontables fonctionnant sous vide élevé et utilisant les pompes décrites : redresseur à vapeur de mercure, lampe triode de M. Holweck, tube à rayons X, tube à rayons positifs de M. Morand, spectrographe à réseau normal dans le vide de MM. Bloch et oscillographe cathodique Dufour. — J. S.

534.321. — Etalonnage et applications du disque de Rayleigh; E.-J. BARNES et W. WEST. *J. I. E. E.*, septembre 1927, t. LXV, p. 871-880, 8 200 mots, 3 fig., 3 tabl. — Jusqu'à présent, il n'y a que trois méthodes permettant la mesure du son en unités absolues : le thermophone, le compensateur et le disque de Rayleigh ; avec ce dernier dispositif seul il est possible de mesurer la vitesse des particules d'air dans un champ acoustique et de déterminer la direction des ondes. Puisqu'un obstacle plan suspendu par un fil de torsion dans le courant d'un fluide tend à se placer dans la direction du mouvement, la direction du déplacement angulaire reste la même si le mouvement du fluide change de sens, et la tendance à la rotation se maintiendra si le mouvement est alternatif. L'auteur examine d'abord les méthodes de calibrage du disque de Rayleigh. L'étalonnage avec un courant d'air continu donne de bons résultats avec des disques lourds et pas trop sensibles. La méthode des courants d'air alternatifs de faible fréquence et celle qui consiste à appliquer la formule de König à la mesure des constantes de la suspension de Rayleigh semblent plus exactes, et l'expérience ayant montré la concordance entre ces deux dernières méthodes, c'est celle de König qu'on a adoptée. Comme l'étalonnage direct du disque de Rayleigh ne peut être effectué aux fréquences audibles, on a cherché comment il se comportait à ces fréquences en comparant les résultats obtenus avec des disques de différentes dimensions et de substances diverses. La conclusion est que des vitesses du son jusqu'à 0,1 cm : s peuvent être mesurées avec le disque de Rayleigh et que l'appareil se prête à toutes les mesures intervenant en téléphonie, avec les moyens usuels des laboratoires de physique. — C. P.

535.11. — Sur l'application du principe balistique à la vitesse de la lumière. *R.G.E.*, 12 novembre 1927, t. XXII,

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Annales des P. T. T.*, *Annales des Postes, Telegraphes et Telephones*, Paris. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Seances de l'Academie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M. Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *J. I. E. E. of Japan*, *The Journal of the Institute of electrical Engineers of Japan*, Tokyo. — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise; envoi recommandé et emballage, en plus : *France*, 1,50 fr; *Etranger*, 3,50 fr.)

p. 755. 650 mots. Résumé d'un rapport de M. LA ROSA présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

535.2. — Le caractère de la radiation générale. *R.G.E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 756, 350 mots. Résumé d'un rapport de William DUANE présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

535.215.2. — La répartition dans l'espace des directions d'émission des photoélectrons. *R.G.E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 773-774, 700 mots. Analyse d'un article de P. AUGER et F. PERRIN publié dans *Le Journal de Physique et le Radium*, février 1927, t. VIII (6e série), p. 93-111, 12000 mots, 4 fig.

535.241.3. — Les sources lumineuses pour la spectroscopie. *R.G.E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 756, 200 mots. Résumé d'un rapport de M. PASCHEN présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

535.338 : 551.594.5. — Le spectre de l'aurore boréale. *R.G.E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 755-756, 200 mots. Résumé d'un rapport de J.-C. MCLENNAN présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

535.338 : 539.153. — L'explication des spectres compliqués. *R. G. E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 756-757, 350 mots. Résumé d'un rapport de MEGH NAD SAHA présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

535.338 : 546.11. — Le spectre de bandes de l'hydrogène. *R. G. E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 756, 200 mots. Résumé d'un rapport de O.-W. RICHARDSON présenté au Congrès international des Physiciens (Côme 1927).

MESURES ET ESSAIS

628.19.00.14. — Machine à essayer les huiles de graissage, les bronzes et alliages antifrictions, de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est. *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, juin 1927, t. CXXVI, p. 414-419, 1800 mots, 6 fig. — Cette machine se compose essentiellement d'un bâti portant un arbre en acier tournant dans des roulements à billes et présentant en son centre une fusée rectifiée et galetée qui tourne dans une boîte à huile analogue à celle des véhicules de chemins de fer. L'arbre peut prendre un mouvement longitudinal alternatif qui reproduit les déplacements relatifs des fusées et coussinets du matériel roulant. Des charges variables peuvent être appliquées sur la fusée par l'intermédiaire de deux palonniers et de tirants formant un parallélogramme articulé sur couteaux. La charge est produite par un piston agissant sur le palonnier inférieur, piston sur lequel agit de la glycérine sous pression. Un manomètre enregistreur indique les charges, tandis qu'un cinémomètre enregistre la vitesse de l'arbre. Le palonnier inférieur porte un prolongement qui vient agir par un piston sur la membrane d'une cuvette hydraulique. Ce palonnier tend sous l'effet des forces de frottement transmises par le parallélogramme à tourner autour du point d'application de la charge. Il en résulte une pression variable dans la cuvette hydraulique, pression qui mesurée par un manomètre, permet de déterminer le coefficient de frottement. Enfin la machine comporte un enregistreur de températures dont le réservoir thermométrique est logé dans le coussinet en bronze de la boîte à huile. Chaque essai comporte le relevé de quatre courbes : charges appliquées sur la fusée, vitesses, coefficients de frottements et températures. Cette machine permet de faire par comparaison avec une huile type de nature invariable des essais d'huiles de graissage. Pour essayer des bronzes ou alliages antifrictions on opère par comparaison avec un coussinet en bronze type ou garni de l'alliage antifriction étalon. On peut aussi, au moyen de cette machine, étudier, par exemple, les lois de variation du coefficient de frottement en fonction de la charge ou de la vitesse. — J. S.

620.126. — Nouvelle méthode et nouvel appareil pour la mesure de la dureté hertzienne ; R. ESNAULT-PELTERIE. *Revue de Métallurgie*, juillet 1927, t. XXIV, p. 396-400, 3200 mots, 1 fig. — Cette communication fait suite à celle du 6 juillet 1926 de l'auteur sur le même sujet. Il expose une nouvelle méthode de détermination du diamètre du cercle de contact des deux billes pour diverses pressions, la méthode par argenture d'une des deux billes nécessitant une couche d'argent excessivement mince (50 μμ environ) qu'il est très difficile d'obtenir. Dans la nouvelle méthode l'auteur déduit ce diamètre d'une mesure directe de l'aire de la surface de contact obtenue par la mesure de la résistance électrique opposée au passage du courant par le point de contact des deux billes. Il justifie d'abord cette méthode en développant la théorie de la résistance électrique au contact de deux corps conducteurs, puis il indique comment l'utiliser pratiquement. Il propose une simplification dans la détermination de E et donne quelques résultats de mesures, d'où sont déduites les valeurs de la dureté hertzienne, définie comme étant la pression (en kilogrammes par millimètre carré) au centre de la surface de contact au moment où la limite élastique est atteinte. — J. S.

531.781. — Les dynamomètres télescopiques ; R. GUILLERY. *Revue de Métallurgie*, juillet 1927, t. XXIV, p. 401-404, 1700 mots, 4 fig. — Les dynamomètres télescopiques décrits dans cet article sont constitués de $2N + 1$ tubes concentriques à section constante, travaillant successivement à la traction et à la compression. M. Guillery a adopté dans ses appareils les effets de traction ou de compression parce que ce sont ceux qui sous un volume déterminé, permettent d'absorber élastiquement le maximum de travail. Dans ces appareils les déformations sont accusées par le déplacement relatif d'une des deux pièces recevant la charge et de la pointe d'une tige passant au centre de l'appareil et reliée rigidement à l'autre pièce. Un petit levier transmet le mouvement relatif à un comparateur à cadran. Une table de correction sera nécessaire avec chaque appareil si l'on veut une grande précision, les comparateurs à cadran n'étant pas par eux-mêmes d'une précision suffisante. Ces dynamomètres sont insensibles à la température, tous leurs éléments étant d'un même métal. Ils sont de dimensions réduites et de poids minimes : 2 kg pour l'appareil de 5 tonnes en compression, 13 kg pour celui de 30 tonnes, et 3,7 kg pour celui de 10 tonnes à la traction. — J. S.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.436. — Les récents progrès dans la construction et l'application des moteurs à huile lourde ; MARCEL BOCHET. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, mars-avril 1927, t. LXXX, p. 436-450, 5500 mots, 7 fig. Cette communication de l'auteur à la Société des Ingénieurs civils de France a déjà été mentionnée dans *R. G. E.*, 7 mai 1927, t. XXI, p. 722 et 2 juillet 1927, t. XXII, p. 2 D. — La construction des moteurs Diesel et semi-Diesel a évolué, en ces dernières années, suivant deux directions : réalisation de moteurs de plus en plus puissants pour la propulsion des navires et réalisation de machines de faible puissance à allure rapide pour les applications terrestres, principalement à la traction. Les moteurs actuels se caractérisent en premier lieu par l'adoption presque générale de l'injection mécanique. Ces moteurs fonctionnent presque tous suivant un cycle mixte, c'est-à-dire que leur compression étant réglée vers 25 à 30 kg : cm², on a une élévation notable de la pression vers 40 kg : cm² au moment de l'inflammation du mélange. Par ailleurs leur consommation est plus faible que celle des moteurs à injection pneumatique du fait de la suppression du compresseur d'air. L'accroissement de la vitesse est obtenu par l'adoption du fonctionnement à deux temps. D'un autre côté on a cherché, par la suralimentation du cylindre en air, à accroître l'ordonnée moyenne de façon à réduire le poids et le prix des machines. L'auteur examine brièvement les effets

de cette suralimentation sur les températures et pressions de fonctionnement. Elle est encore peu utilisée industriellement, mais un grand avenir lui semble réservé. A noter qu'elle entraine une augmentation de la pression d'échappement. On peut alors (système Buchi) combiner le moteur avec une turbine d'échappement qui utilise les gaz d'échappement jusqu'à la pression atmosphérique. L'auteur termine cette étude par un examen rapide des applications des moteurs à huile lourde dans les différents domaines, et principalement dans la marine. Il signale la commande des hélices par moteur Diesel et transmission électrique qui permet entre autres de faire fonctionner le groupe électrogène presque toujours à sa puissance maximum, combinaison qui présente de réels avantages dans le cas de bateaux tels que les remorqueurs ou chalutiers. — J. S.

621.175.3.00.41. — Notes sur les récents perfectionnements apportés à la construction des réfrigérants et sur leur fonctionnement; T.-J. Guéritte. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, mars-avril 1927, t. LXXX, p. 388-415, 7700 mots, 13 fig. — L'auteur montre d'abord qu'avec des réfrigérants bien étudiés, les frais totaux d'exploitation d'une usine génératrice munie de réfrigérants diffèrent de 4 pour 100 seulement de ceux d'une usine semblable où on utilise l'eau fraiche de rivière. Après quelques considérations sur le rendement et l'influence de l'état hygrométrique, il examine les divers types de réfrigérants. Les réfrigérants en bois ont deux gros inconvénients, entretien nécessaire, onéreux parce qu'on ne peut éviter la pourriture du bois, et dangers d'incendie. A ces inconvénients s'ajoutent en outre ceux provenant de la forme rectangulaire. Pour avoir des unités de grandes dimensions, qui sont plus avantageuses, il faut augmenter leur longueur et par suite compliquer la tuyauterie d'eau pour que celle-ci arrive en plusieurs points de la longueur. D'autre part, quand ces appareils sont en grand nombre et disposés suivant des rangées, le rendement de ceux de la partie centrale baisse et ce n'est guère que pour ceux des angles que le rendement approche du maximum que peut atteindre un appareil isolé. Enfin, la stabilité de ces constructions laisse à désirer. On a essayé d'établir des réfrigérants à structure métallique mais on n'a pas trouvé de mode efficace de protection du fer contre l'action corrosive de l'atmosphère humide et chaude dans laquelle il se trouve placé. On en est ainsi arrivé à adopter le béton pour les réfrigérants de grande capacité, ainsi que la forme cylindrique. Cette forme assure une meilleure circulation de l'air dans les groupes de réfrigérants du fait que les veines d'air se referment presque à l'arrière d'un obstacle cylindrique. Cependant les réfrigérants cylindriques de grande dimension ont encore l'inconvénient d'avoir une mauvaise distribution de l'air qui n'atteint guère la partie centrale. C'est pour obvier à ces défauts que le professeur hollandais van Iterson a étudié un nouveau type de réfrigérant. Ce modèle, entièrement en béton, a la forme d'un hyperboloïde de révolution dont les parois n'ont aucun contrefort ou poutre soit extérieurement, soit intérieurement. La forme même guide automatiquement les veines d'air vers le centre et assure un bon tirage. L'évasement de la partie supérieure, en réduisant la vitesse de l'air saturé de vapeur, évite les remous et permet de récupérer une partie de l'eau d'évaporation qui se recondense après sa sortie de la zone de sursaturation. L'eau est distribuée sur les claies au moyen d'auges radiales alimentant des augettes disposées en lignes parallèles concentriques. L'eau tombe sur des lattes dont l'inclinaison varie progressivement de 45° au centre à devenir presque horizontales au bas et à la périphérie. L'eau, en suivant ces lattes, trouve un air de plus en plus froid, tandis que sa propre température s'abaisse et que sa vitesse diminue. On est donc dans des conditions de refroidissement et d'évaporation très méthodiques. Des relevés thermométriques ont montré d'ailleurs qu'on obtient pratiquement l'uniformité de température pour l'air saturé de vapeur en tous les points du plan horizontal du bord supérieur des auges de distribution, ce qui correspond aux conditions idéales de rendement maximum. Ces appareils ont d'autre part une grande élasticité de débit, leur fonctionnement restant normal pour des débits variant du simple au triple. Leur capacité peut être très grande et leur débit possible par mètre carré de surface couverte est supérieur à celui de tous les autres types. L'auteur termine ces notes par quelques considérations sur les essais des réfrigérants et les courbes de garantie fournies par les constructeurs. Il cite enfin un problème curieux relatif au fonctionnement d'un réfrigérant en bois à cheminée dans une région semi-tropicale. — J. S.

621.311.22. — Groupe turboalternateur de 20000 kilowatts à 3000 tours par minute; A. Risler. *Bulletin de la Société alsacienne de Constructions mécaniques*, octobre 1927, t. v, p. 83-97, 4000 mots, 12 fig., 5 tabl. — Cet article donne quelques indications relatives à la turbine, à l'installation de condensation et au réfrigérant d'air de l'alternateur, du premier groupe turboalternateur de 20000 kw à 3000 t : mn construit par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Compagnie du Gaz de Lyon et mis en service en février 1927. La turbine qui doit fonctionner avec de la vapeur à 12 kg : cm² et à 300° C est à deux corps, le corps à basse pression étant à double flux. Le réglage de la vitesse et de la puissance se fait par simple laminage de la vapeur. L'article donne une description du régulateur à force centrifuge et de son mode d'action. Au point de vue de la construction il faut signaler qu'à la demande de la Compagnie du Gaz de Lyon, les aubages ont été réalisés en acier inoxydable. Le condensateur est à surface. La pompe de circulation d'eau et celle d'extraction, toutes deux du type centrifuge, sont entrainées, avec la pompe à air, par une turbine à vapeur échappant directement au condenseur. Le réfrigérant d'air est du type à tubes d'eau munis d'ailettes. L'auteur donne dans l'article, sous forme de tableaux et de courbes, les résultats d'essais de consommation du groupe, ainsi que ceux de la turbine de condensation et du réfrigérant d'air. — J. S.

621.317.8 : 621.316.00.42. — Solutions permettant d'éviter les pointes dans les courbes de charge journalière; F. Marguerre. *E. T. Z.*, 13 octobre 1927, t. XLVIII, p. 1473-1476, 4300 mots; R. Werner, 13 octobre 1927, p. 1476-1477, 1800 mots. — M. Marguerre estime nécessaire de présenter certaines remarques sur l'exposé fait par M. Werner à la réunion de Kiel du Verband deutscher Electrotechniker (*E. T. Z.*, 26 mai 1927, t. XLVIII, p. 717-721). Un moyen d'importance primordiale pour obtenir la suppression des pointes est l'adoption de tarifs étudiés dans ce but. D'autre part, les chiffres que l'on a présentés pour définir les charges de capital d'une usine à vapeur sont exagérés. Le problème de la suppression des pointes est d'abord un problème de distribution, et ensuite un problème de production économique. Dans une distribution bien comprise, on cherchera à diminuer la pointe maximum d'environ 15 pour 100, soit à l'aide de tarifs spéciaux, soit par des machines de pointes localisées en divers points du réseau. La méthode que l'auteur recommande, après le docteur Ruths, comme étant la plus économique dans les usines génératrices, consiste dans l'emploi des réservoirs d'eau d'alimentation. Il cite l'installation de l'usine génératrice de Mannheim travaillant à 100 atmosphères. Comparativement avec l'accumulateur Ruths, cette solution a les avantages suivants : 1° elle permet l'emploi de turbines ordinaires; 2° les ailettes des turbines travaillent toujours dans les mêmes conditions thermiques; 3° les pertes sont réduites pour plusieurs raisons, en particulier parce que la chute de température utilisable est plus considérable; 4° les dimensions sont réduites des deux tiers et le prix est réduit corrélativement. Le seul inconvénient signalé réside dans une surcharge admissible plus faible. Traduisant ces avantages en chiffres l'auteur calcule qu'une énergie de pointe, de 400 heures d'utilisation annuelle, revient à 6,5

pfennigs par kilowatt-heure, chiffre très inférieur à celui donné par M. A. Werner. Si on compare ce système à la réserve d'énergie par accumulation hydraulique, ses avantages sont encore plus considérables. — Dans sa réponse à l'article précédent, M. Werner montre que les usines à vapeur reviennent réellement à 300 marks par kilowatt installé, chiffre qu'il avait adopté. Examinant comparativement les charges de capital et d'exploitation dans une usine thermoélectrique et dans une usine hydroélectrique avec accumulation d'eau, il montre que cette dernière est d'autant plus avantageuse que la durée d'utilisation annuelle est plus faible. L'avantage disparait quand cette durée atteint environ 2 000 heures. (Cette conclusion est variable suivant les conditions locales.) D'autre part, le prix d'installation d'un accumulateur hydraulique est plus faible que celui d'une usine de pointe à vapeur. La durée nécessaire à la mise en service lors d'une pointe brusque est de 2 à 3 minutes pour le premier, et d'une demi-heure environ pour la dernière. La faveur de M. R. Werner n'est d'ailleurs pas réservée exclusivement à l'accumulateur hydraulique, mais également aux accumulateurs à vapeur et électriques. — C.-R. M.

621.312.2.00.12. — Sur les facteurs de bobinage de certaines machines. *E. T. Z.*, 10 novembre 1927, t. XLVIII, p. 1661, 900 mots, 3 fig., d'après un article de H. Fritze dans *Archiv für Elektrotechnik*, t. XVIII, p. 199. — Les facteurs de bobinage des enroulements à pas égaux dans les encoches fermées peuvent être représentés par les côtés d'un polygone dont les sommets sont les extrémités de vecteurs issus d'un point commun; le nombre des vecteurs est une fonction du nombre d'encoches par pôles et par phase. L'auteur donne ces diverses formes en coordonnées rectangulaires et polaires. Les facteurs de bobinage sont une fonction périodique de l'ordre de l'harmonique considéré. — En ce qui concerne les enroulements dyssymétriques, on montre en particulier que la période fondamentale des facteurs de bobinage des harmoniques impairs est toujours un sous-multiple de la plus petite période. On peut représenter graphiquement l'ensemble des diverses périodes. L'étude permet de déterminer facilement tous les facteurs de bobinage pour toutes les catégories de machines à courant alternatif. — C.-R. M.

621.312 4.00.12. — Le calcul des installations de refroidissement des génératrices et transformateurs; M. Hottinger. *Bull. A. S. E.*, octobre 1927, t. XVIII, p. 629-636, 4 300 mots, 2 fig. — L'auteur rappelle d'abord les formules qui permettent de prévoir l'élévation de la température des machines électriques et la quantité d'air nécessaire pour leur refroidissement. Ce débit d'air calculé, il est possible de déterminer les sections traversées par cet air et les constantes du ventilateur. Il examine successivement le cas d'une génératrice du type ouvert, celui d'une génératrice du type fermé et enfin, celui d'un transformateur à refroidissement sans ventilateur. — A. C.

665.5 : 621.315.61 : 621.314.2. — Sur une propriété remarquable des huiles pour transformateurs; A. Schwaiger. *E. T. Z.*, 10 novembre 1927, t. XLVIII, p. 1657-1658, 1 700 mots, 1 fig. — On améliore considérablement les propriétés isolantes des huiles de transformateurs quand on élimine au préalable l'eau qu'elles contiennent. On peut ainsi faire passer leur rigidité diélectrique de 30 à 230 kv : cm. La sécurité des appareils n'augmente pas dans le même rapport. M. Schwaiger montre qu'il n'y a pas lieu de chercher à dépasser une rigidité diélectrique de 60 kv : cm. Les expériences qu'il a effectuées avec trois huiles, différentes au point de vue hygrométrique, et avec divers types d'électrodes, lui ont montré que la valeur relative des huiles varie beaucoup avec ce dernier facteur. — C.-R. M.

621.315.00.12. — Le champ magnétique au voisinage d'une ligne à courants alternatifs; L.-J. Collet. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, juin 1927, t. VI, (4e série), p. 604-630, 13 000 mots, 2 fig., 4 tabl; *Annales des P. T. T.*, septembre 1927, t. XVI, p. 808-835, 13 000 mots, 2 fig., 4 tableaux. — L'auteur se propose dans cet article de donner quelques aperçus sur les recherches récentes relatives à la détermination du champ électromagnétique au voisinage d'une ligne électrique. Il commence par montrer comment se pose le problème et par indiquer les relations existant entre les grandeurs du champ électromagnétique et les grandeurs électriques courantes. Puis il indique comment quelques remarques relatives aux équations générales, jointes à la connaissance de certains faits d'expérience et à l'examen des données, permettent de simplifier cette étude, en particulier de traiter indépendamment l'une de l'autre la détermination des effets d'induction électrostatique et d'induction électromagnétique. Il précise l'énoncé du problème analytique fondamental à résoudre pour l'étude de cette deuxième question et signale ensuite la solution nouvellement proposée avec certaines hypothèses simplificatrices. Il rapproche ensuite des indications fournies par l'analyse mathématique les résultats expérimentaux obtenus récemment en Allemagne. De ce rapprochement on tire entre autres la conclusion suivante : contrairement à ce qui était admis jusqu'ici, le coefficient d'induction mutuelle entre deux lignes avec retour par la terre dépend de la fréquence du courant et de la conductivité du sol. Les mesures expérimentales effectuées à Döberitz par la Siemens und Halske Aktien-Gesellschaft ont en outre montré que l'hypothèse d'une conductivité uniforme du sol dans une région donnée ne permet pas de rendre compte exactement des faits. Des essais nouveaux sont donc nécessaires pour examiner si l'adjonction d'un paramètre supplémentaire aux données du problème théorique ne rend pas possible une détermination plus exacte du champ magnétique que crée les courants d'une ligne inductrice. — J. S.

621.315.1.00.12. — Détermination de la flèche d'un conducteur aérien; F. Loppé. *L'Industrie électrique*, 25 juillet 1927, t. XXXVI, p. 319-322, 3 000 mots, 1 fig. — L'auteur développe le calcul de la détermination de la flèche prise par un conducteur aérien soumis à une charge P, à une température T, en assimilant la chaînette à une parabole. En pratique on établit un tableau ou une courbe donnant la flèche en fonction de la température. La flèche de pose varie entre deux limites : celle supérieure correspondant à la flèche lors de surcharge et celle inférieure étant celle pour laquelle la longueur du conducteur après pose est égale à la longueur initiale (longueur à 0°, le conducteur n'étant soumis à aucun effort). L'auteur montre dans un exemple comment on peut déterminer cette flèche de pose et étend ensuite cet exposé au cas où la différence entre la température de pose et celle de surcharge (verglas) est très grande. Dans une deuxième partie il traite le cas où le conducteur aérien est fixé à des points situés à des niveaux différents. — J. S.

621.315.25. — L'action des courants vagabonds sur les canalisations métalliques souterraines; J. Chappuis. *Bulletin de la Société belge des Electriciens*, juin 1927, t. XLI, p. 133-143, 3 500 mots, 6 fig. — L'auteur a étudié expérimentalement les courants vagabonds afin de déterminer comment ils s'établissent et de caractériser la machine qui en est la source. Pour étudier le premier point, l'auteur a suivi au moyen des rayons X la marche d'une électrolyse dans une cuve remplie de terre, de sable ou de sciure de bois comprimée, imbibés du liquide électrolytique, les électrodes étant formées de lames du même métal que le sel de la solution. Ces observations ont montré que, sous l'action du courant, il se produit d'une électrode à l'autre un transport de métal qui accroît la conductibilité du circuit suivi par le courant. Ceci explique qu'au bout d'un certain temps l'intensité de ce courant s'accroît fortement, en même temps que ses effets deviennent plus marqués. L'existence de ce transport métallique explique aussi que lorsqu'on substitue dans une canalisation un tuyau neuf à un tuyau

détérioré par électrolyse, le nouveau est attaqué beaucoup plus rapidement. Pour déterminer la machine dont le circuit est la source des courants vagabonds, l'auteur a utilisé le fait qu'une machine dynamo donne un courant vibré de N périodes par seconde (N étant le produit du nombre de lames du collecteur par le nombre de tours à la seconde) qui produit dans un récepteur téléphonique un son de N vibrations par seconde. Ce son existe dans le bruit de friture que l'on perçoit dans toute dérivation. L'auteur a établi un amplificateur à résonance qui permet d'amplifier et de sélectionner ce son qui est une caractéristique de la machine qui l'émet. Pour mesurer la hauteur N du son perçu dans l'amplificateur il utilise une hétérodyne et la méthode des battements. Cette hétérodyne est étalonnée elle-même au moyen d'un dispositif spécial qui permet de déterminer N par simple lecture de la self-inductance L et de la capacité C de son circuit oscillant. Il peut exister dans un réseau plusieurs machines pour lesquelles les nombres N sont voisins l'un de l'autre sinon égaux. Pour pouvoir les distinguer l'auteur superpose au courant principal une perturbation électrique qu'il introduit, au moyen d'un dispositif constitué à l'aide d'une lampe à trois électrodes dont la pile du circuit de plaque est remplacée par la machine dynamo étudiée. On fait agir par induction dans le circuit de grille des vibrations coupées par une clé de Morse. Cette lampe doit pouvoir supporter entre le filament et la plaque une différence de potentiel supérieure à 550 v (cas d'une ligne de tramways). L'auteur termine en signalant qu'aux courants de conduction peuvent se superposer des courants d'induction. On peut annuler ceux-ci ou le courant primaire par un courant de même nature déphasé de π. — J. S.

621.315.1 : 551.594.2. — Effets des coups de foudre sur les canalisations électriques; A. Matthias. *E. T. Z.*, 13 octobre 1927, t. XLVIII, p. 1477-1480, 3700 mots, 5 fig. — L'auteur étudie l'importance respective des décharges directes et indirectes, et des charges électrostatiques. La durée du phénomène a une grosse importance : les défauts d'isolement et la répartition des charges sur tout le réseau ont pour effet d'atténuer les surtensions d'une façon d'autant plus considérable que cette durée est plus grande. En établissant l'équation du champ électrique et sa dérivée par rapport au temps, on montre que la tension produite dépend également du rapport de la capacité soumise à l'influence du nuage à la capacité totale du réseau, et de la constante de temps du réseau. Cette constante de temps est le rapport de la capacité totale à la perditance totale. Elle se détermine difficilement et varie en général entre 0,01 s et 0,0001 s. Pour étudier l'influence du temps la Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen a étudié expérimentalement les variations du champ électrique et les variations de tension qui en résultent. La formation d'ondes mobiles ne prend naissance que pour les décharges rapides, et dans ce cas la conductance du réseau est à peu près sans influence. — C.-R. M.

621.315.62.00.46. — Sur le vieillissement des isolateurs; G. Cerillo, B. Focaccia, L. Selmo. *L'Elettrotecnica*, 15 septembre 1927, t. XIV, p. 619-625, 8100 mots. — Les auteurs font l'historique de cette question qui n'est pas encore résolue, et passent en revue diverses études publiées à son sujet : Tashikawa et Anzo. (Rapport à la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension, 1923; *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1059-1063). Bennett (Rapport à la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension, 1923; *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. XIV, p. 952-958). Draeger (*E. T. Z.*, 23 septembre 1926, t. XLVII, p. 1097-1101, et *R. G. E.*, 20 novembre 1926, t. XX, p. 169 D). L'exposé est fait d'une façon critique; une abondante bibliographie y est jointe. Les conclusions des auteurs consistent surtout en des desiderata concernant l'étude à venir du vieillissement. — C.-R. M.

621.311.73 : 621.3. — De l'utilisation des contacteurs dans l'industrie; G. Poux. *L'Industrie électrique*, 25 septembre 1927, t. XXXVI, p. 413-419, 3700 mots, 6 fig. — Dans cet article l'auteur après avoir exposé sommairement le principe des contacteurs à bobine shunt et avoir indiqué les propriétés principales de ces appareils donne différents exemples de montage permettant de se rendre compte des possibilités d'utilisation. — J. S.

USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.316.00.41. — L'utilisation des grands réseaux de transmission; J. Maroger. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, mai 1927, t. LXXX, p. 645-668, 10000 mots, 2 fig. — L'article donne la reproduction in extenso d'une communication faite par l'auteur à la séance du 29 avril 1927 de la Société des Ingénieurs civils de France. Une analyse détaillée en a été publiée dans « R. G. E. », 21 mai 1927, t. XXI, p. 810-812, à l'occasion du compte rendu de cette séance. — J. S.

621.316 (493). — Les installations à 50000 v de l'usine génératrice de l'Entre-Sambre et Meuse à Auvelais. *Le Bulletin technique*, janvier-mars et avril-juin 1927, t. VI, p. 412-423 et 428-436, 12000 mots, 14 fig. — L'usine génératrice de l'Entre-Sambre et Meuse créée en 1913 était d'abord située à Velaine-sur-Sambre et distribuait l'énergie à la tension de 3000 v. Elle fut rebâtie et agrandie à Auvelais pour répondre aux nouveaux besoins et produisait directement l'énergie en courant triphasé 11500 v. En 1921 on décida, vu l'extension prise par le réseau de distribution, de porter la tension à 50000 v (tension normalisée en Belgique), et on étudie même aujourd'hui la création d'un réseau à 70000 v. Dans ces articles l'auteur décrit en détail les deux postes de transformation à 50000 v actuellement en service : le poste élévateur de tension de la Sarthe qui est entièrement fermé à cause de la proximité d'une usine de produits chimiques et le poste abaisseur de Malonne du type extérieur. Dans la partie relative au poste de la Sarthe nous signalerons plus particulièrement l'exposé du calcul de la ventilation des cellules de transformateurs. On y trouvera aussi quelques détails sur la construction des transformateurs fournis par les Siemens-Schuckert Werke. Les sorties à 50000 v sont du type à condensateur avec isolant en répelite et chemise extérieure en porcelaine formant réservoir d'huile. On peut signaler aussi le dispositif de calage des enroulements au moyen de 6 vis de pression réunies trois par trois au moyen de roues dentées et de chaînes de Galle. On peut ainsi obtenir un serrage uniforme en agissant sur une des trois vis. D'autre part, ces vis sortent du couvercle, ce qui permet d'effectuer aisément du dehors le serrage des bobines. Ces transformateurs, dont les caractéristiques ainsi que le diagramme de fonctionnement sont donnés dans l'article, sont à conservateur d'huile. L'auteur donne aussi le détail des essais auxquels ont été soumis ces transformateurs suivant les règles du Verband deutscher Elektrotechniker et décrit le procédé de séchage des transformateurs assuré par le vide. A ce propos l'auteur reproche aux appareils centrifuges de produire un malaxage de l'air et de l'huile, et de nécessiter un chauffage pour rendre l'huile plus fluide, chauffage qui peut être nuisible s'il est prolongé (or, dans le cas envisagé l'opération aurait duré 5 à 6 jours). Le poste abaisseur de Malonne est équipé de façon analogue à celui de la Sarthe ; du type extérieur, il est établi, en raison de la configuration du terrain, en trois gradins. L'auteur termine cette description par quelques mots sur les dispositifs de protection. Ils sont au nombre de trois : ligne de terre, bobines d'inductance et parafoudres à cornes et, enfin, mise à la terre du point neutre. Il estime d'ailleurs peu avantageuse la protection du fil de terre; par contre la mise à la terre du neutre serait la plus efficace des protections. La prise de terre du neutre a été réalisée directement sans aucune résistance ni bobine de Petersen. — J. S.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.1.00.413. — Oscillations de vitesse des moteurs à courant continu munis d'un réglage automatique du champ; Karl Rosenberg. *E. T. Z.*, 10 novembre 1927, t. XLVIII, p. 1653-1655, 3200 mots, 4 fig. — L'auteur étudie les oscillations de la vitesse d'un moteur dont la résistance du rhéostat de champ varie automatiquement. Le régulateur centrifuge commande le déplacement d'un contact sur ce rhéostat, en lui imprimant une vitesse proportionnelle à l'écart entre la vitesse instantanée et la vitesse de régime. Si on se place dans une région de la courbe de magnétisme qui permette de représenter le flux inducteur par une fonction linéaire du courant d'excitation, on peut déterminer les positions du commutateur du rhéostat de champ pour lesquelles le flux est une fonction linéaire du déplacement du commutateur. En faisant intervenir les coefficients qui déterminent la variation de la vitesse à vide du moteur en fonction du flux et la caractéristique mécanique de la machine entraînée par ce moteur, on peut écrire l'équation des oscillations de vitesse. Cette équation prend la forme classique de l'équation d'un mouvement oscillant amorti. L'auteur établit les formules donnant toutes les grandeurs caractéristiques de ce mouvement dans les divers cas théoriques possibles. Il donne ensuite une représentation graphique des résultats, sous la forme de réseaux de courbes, qui donnent la période de l'oscillation de vitesse et son amortissement en fonction de deux coefficients caractéristiques. Un graphique spécial donne l'amplitude de l'oscillation et la valeur maximum de l'écart entre l'angle de rotation réel et l'angle de rotation correspondant à la vitesse de régime. Cette méthode a surtout pour objet le calcul des moteurs indépendants de machines à papier à plusieurs sections, auquel elle a déjà été appliquée de façon satisfaisante. — C.-R. M.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.333 (017). — Unification des moteurs de traction; Péridier. *L'Industrie des Voies ferrées et des Transports automobiles*, janvier 1927, t. XXI, p. 23-44, 18000 mots, 7 tabl. — Cet article est la reproduction in extenso du rapport présenté par l'auteur au vingtième Congrès international de l'Union internationale de Tramways, de Chemins de fer d'Intérêt local et de Transports publics automobiles (Barcelone 16-18 octobre 1926) dont une analyse a paru dans « R. G. E. » du 27 novembre 1926, t. XX, p. 802-807. Ce rapport est divisé en trois parties. La première constitue un exposé du problème de l'unification; dans la deuxième l'auteur rappelle les travaux d'unification déjà entrepris soit lors des derniers congrès, particulièrement celui de Milan, dont le texte proposé est donné en annexe, soit dans les différents pays. Cette partie est suivie de tableaux récapitulant les principales dispositions des règlements actuels. Dans la troisième partie, l'auteur examine successivement les divers points du questionnaire adressé aux adhérents de l'Union internationale et en dégage les directives préconisées par les exploitants en matière d'unification. — J. S.

621.335 : 621.434|00.14. — Description et essais d'une nouvelle locomotive Diesel-électrique en service en Tunisie; L. Poullain. *Revue générale des Chemins de fer*, juillet 1927, t. XLVI, p. 36-50, 6500 mots, 11 fig. — Cette locomotive de 250 ch, construite par la Compagnie de Constructions mécaniques, est à voie de 1 m. et à deux boggies de deux essieux. La caisse comporte un compartiment central des machines et un poste de conduite à chaque extrémité. Le moteur Diesel est un moteur Sulzer à 8 cylindres en V à 4 temps, développant 250 ch à 550 t : mn, à injection par pompe multiple à pistons plongeurs. Ce moteur entraîne une génératrice de 145 kw pouvant fournir une tension de 380 à 750 v, dont le courant d'excitation est fourni par une excitatrice de 26 kw 150 v placée au-dessus d'elle et entraînée par courroie. Cette excitatrice alimente aussi le moteur de la pompe à vide du frein et sert aussi à la charge d'une batterie d'accumulateurs au fer et au nickel. Cette batterie sert à alimenter la génératrice et à la faire fonctionner en moteur pour le lancement du moteur Diesel. Les moteurs de traction de 47 kw en régime unihoraire chacun sont au nombre de 4 et alimentés par la génératrice suivant le système Ward-Leonard. Ils peuvent être groupés en série ou en parallèle. Les essais auxquels fut soumise cette locomotive comprenaient des essais de consommation, des essais de vitesse en palier et en rampe, et des essais de régularité d'un mois. La consommation garantie était de 8 g par tonne et par kilomètre pour un combustible de pouvoir calorifique minimum de 10000 calories, avec une variation permise entre 7 et 9 g. La consommation relevée fut de 8,46 g. Les essais de vitesse furent également satisfaisants, les vitesses garanties de 60 km : h en palier, 37 km : h sur rampe de 5 pour 1000, 26 km : h sur rampe de 10 pour 1000, 19 km : h sur rampe de 15 pour 1000 avec une charge de 80 t ayant été généralement dépassées. Enfin, la locomotive a pu remorquer sur rampe de 15 pour 1000 une charge de 124 t sans patinage. Les essais de régularité d'un mois ont été quelque peu moins satisfaisants en ce sens que la locomotive n'a pu assurer son service que grâce à une intervention fréquente du personnel constructeur en dehors des heures de marche (crachements anormaux aux balais des moteurs de traction, insuffisance de la pompe à vide actionnée par moteur électrique pour assurer un déblocage rapide du frein dans les arrêts courts). Mais il est probable que ces mises au point effectuées, cette machine donnera par rapport à la traction à vapeur les mêmes avantages que celle de 120 ch mise en service en 1923. Il faut noter qu'au cours de ces essais de régularité la consommation moyenne de combustible s'est abaissée à 7,2 g par tonne et par kilomètre en raison du rodage des différents organes. Dans ses conclusions l'auteur estime possible dès maintenant la construction de locomotives de 400 à 500 ch pour voie étroite et de 800 à 900 ch pour voie normale. Il propose la double traction pour des puissances supérieures, qui aurait l'avantage de limiter le nombre de types de machines en service sur un réseau. Il attire enfin l'attention des constructeurs sur la nécessité d'arriver à des prix aussi bas que possible pour que, malgré l'amortissement plus élevé pour ces locomotives que pour celles à vapeur, la traction Diesel-électrique laisse par rapport à la traction à vapeur un bénéfice final suffisant. — J. S.

656.256.3 (44.7 8). — Le bloc automatique sur lignes électrifiées de la Compagnie des Chemins de fer du Midi; G. Gilles. *Revue générale des Chemins de fer*, juillet 1927, t. XLVI, p. 3-20, 7200 mots, 11 fig. — La Compagnie des Chemins de fer du Midi a commencé dès 1920 à équiper des sections d'essai avec le bloc automatique. Elle a adopté un bloc à voie normalement fermée dont les principes de fonctionnement sont rappelés par l'auteur. Le bloc automatique comporte deux sortes de circuits électriques bien distincts : les circuits de voie et les circuits de piles. A l'époque de la traction à vapeur, ces deux catégories de circuits étaient alimentées par des piles (piles au sulfate de cuivre, puis piles A D). L'électrification des lignes oblige à modifier les circuits de voie qui ne peuvent plus être alimentés en courant continu, sinon le fonctionnement des relais serait troublé par le courant de traction faisant retour aux sous-stations par les rails. On a donc recours à une alimentation en courant alternatif, et pour maintenir l'indépendance des circuits de voie successifs pour ce courant, on assure la continuité pour le courant de traction par des connexions inductives. Ce système est d'ailleurs analogue au montage par transformation adopté en télégraphie pour la superposition des communications télégraphiques et téléphoniques. L'alimentation des circuits de signalisation est assurée par une ligne à 10000 v qui suit la voie ferrée et sert à distribuer l'énergie électrique, notamment pour l'éclairage des stations. Sur une des phases de cette ligne sont branchés tous les kilomètres en moyenne des transformateurs monophasés 10000/110 v de 1,5 kv-A qui alimentent les circuits de

Société ÉLECTRO-CABLE

Soc. Ame au Capital de 50000000 fr

2, RUE DE PENTHIÈVRE

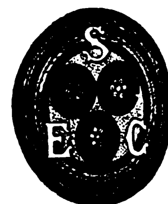
PARIS (8e)

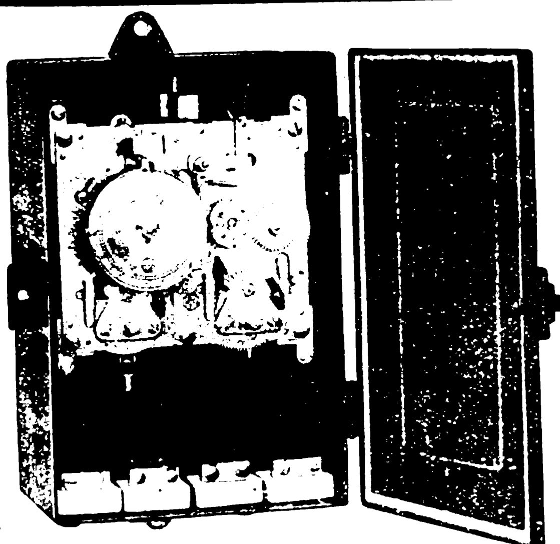
R. C. : Seine, 88 050

CABLES ARMÉS

TOUTES SECTIONS -- TOUTES TENSIONS

TOUS CONDUCTEURS NUS OU ISOLÉS POUR L'ÉLECTRICITÉ





Société Industrielle de Machines et Appareillage Électro-Mécaniques

Soc. à responsabilité limitée, capital 200 000 fr

104, rue Lecourbe — PARIS (15e) :-: Téléphone : Ségur 94-53

Interrupteurs horaires à mouvement d'horlogerie

Allumeurs-Extincteurs - Minuteries

Appareils pour réclame lumineuse

Télérupteurs - Autorupteurs

Combinateurs à moteur

ZIVY & Cie

PARIS (8e)
29 et 31, Rue de Naples
Téléph. : Laborde 16-70
Registre du Commerce : Seine n° 35 81

COMPTEURS TOTALISATEURS pour tours à bobiner

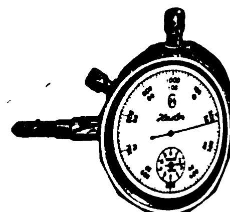
TACHYMÈTRES portatifs et stationnaires

simples et enregistreurs, système « Dr Th. HORN »

Compteurs de tours et Compteurs horaires syst. "Hasler"

Indicateurs et Enregistreurs de vitesse "Tel"

Pieds à coulisse et Micromètres à cadran, Chronographes



Compteur Universel "Hasler"

voie de signalisation. L'auteur donne dans l'article quelques indications sur la constitution des connexions inductives. Quant aux relais à courant alternatif employés dans ces circuits, ils constituent un véritable moteur à champ tournant à course limitée. Le rotor est en cage d'écureuil et le stator comporte deux enroulements : un enroulement local bobiné sur les 4 pôles principaux et alimenté à 110 v et un enroulement de voie bobiné sur 4 pôles auxiliaires et branché sur l'enroulement à fil fin de la connexion inductive. L'auteur indique comment on adapte l'alimentation en courant alternatif aux voies à traction à vapeur passant au voisinage de voies électrifiées. Il montre aussi par un exemple que l'emploi du courant alternatif permet de résoudre tous les problèmes les plus complexes. Les circuits de signaux pourraient être alimentés par des piles, mais pour éviter la sujétion de leur entretien on a réalisé leur alimentation en courant alternatif. Cette alimentation est faite au moyen de transformateurs 110/40 v. Toutefois ce système n'a pas été généralisé, car il reste à étudier les possibilités d'assurer le fonctionnement des signaux en cas de panne de longue durée de l'alimentation en énergie électrique. L'éclairage des signaux du bloc automatique est également assuré électriquement. L'auteur termine cette étude par quelques indications sur l'organisation de l'entretien et une comparaison économique du bloc automatique « Midi » et du bloc manuel. Cette comparaison montre qu'en raison des hauts salaires actuels, le bloc automatique pour lignes électrifiées, bien que d'un coût d'installation relativement élevé (45000 fr environ au kilomètre), est plus avantageux que le bloc manuel, du moins sur les lignes à fort trafic où ce dernier nécessiterait des équipes spéciales pour l'entretien. — J. S.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394.441. — Nouveau système de télégraphie multiplex par courants de fréquences acoustiques ; E. Montoriol. *Annales des P. T. T.*, septembre 1927, t. xvi, p. 796-807, 5200 mots, 2 fig. — L'établissement des câbles souterrains isolés au papier permet de réaliser pratiquement la télégraphie multiplex par courants alternatifs (réalisée pour la première fois par Mercadier et Magunna), que l'instabilité, le déséquilibre et les causes multiples de dérangement des circuits aériens ne permettaient pas d'employer sur ces derniers. L'auteur décrit dans cet article le système de H. Pagès, en fonctionnement depuis le 5 février 1927 sur un circuit pupinisé à deux fils de Paris au Havre. Le poste permet la transmission sur quatre fréquences dans chaque sens. Il comporte quatre oscillateurs générateurs des fréquences utilisées à la transmission, un amplificateur général de transmission et quatre amplificateurs de réception. Ceux-ci sont à deux étages, le premier étant un étage d'amplification sélective, le second constituant un amplificateur détecteur sélectif. Dans les deux cas la sélectivité est obtenue au moyen d'un circuit résonant et d'un transformateur branché de façon telle que son secondaire réagit sur la grille de la lampe amplificatrice. L'auteur donne quelques indications sur la disposition pratique des organes et sur la façon d'effectuer les réglages nécessaires. — J. S.

621.395.5. — La téléphonie à grande distance : G. Valensi. *Annales des P. T. T.*, septembre 1927, t. xvi, p. 836-859, 10000 mots, 7 fig. — Cet article est la reproduction d'une conférence faite par l'auteur à l'École professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes. Il commence par rappeler dans leurs grandes lignes les considérations techniques générales relatives à la propagation d'une onde de courant alternatif sinusoïdal le long d'une ligne de transmission uniforme et infinie. Il indique alors les solutions adoptées pour vaincre l'affaiblissement : krarupisation et pupinisation des lignes, relais utilisant les lampes à trois électrodes. Ces amplificateurs permettent d'ailleurs de compenser aussi dans une certaine mesure la distorsion produite par les câbles. Dans le cas des très grandes distances, deux difficultés nouvelles apparaissent : l'écho électrique et les phénomènes transitoires. Contre l'écho on a créé des suppresseurs d'écho ; pour diminuer les phénomènes transitoires il existe deux méthodes : pupinisation légère des circuits téléphoniques à grande distance employée par le Bell system ou compensation des phases proposée par M. Küpfmüller de la Siemens und Halske Aktien-Gesellschaft. Dans une deuxième partie l'auteur traite de l'organisation de la téléphonie internationale européenne. Il montre comment est né le Comité consultatif international des Communications téléphoniques à grande Distance, comment il est organisé et quelles sont ses méthodes de travail. Ce comité comprend trois organes : 1° l'assemblée plénière qui se réunit une fois par an et qui accepte, rejette ou modifie les rapports présentés par les commissions de rapporteurs spécialisés et dresse la liste des questions nouvelles à mettre à l'étude ; 2° les commissions de rapporteurs chargées d'étudier de façon approfondie les questions qui sont soumises par l'assemblée plénière et de présenter un rapport détaillé avec projet d'avis ; 3° le secrétariat général. Parmi les travaux de ce comité nous citerons l'adoption comme étalon international d'un ensemble d'appareils réalisant une communication à grande distance fictive et désigné sous le nom de système fondamental européen de référence pour la transmission téléphonique. Ce comité a, d'un autre côté, provoqué la création d'une commission mixte internationale pour les expériences relatives à la protection des lignes et comprenant des experts représentant tous les organismes intéressés dans la coexistence des lignes à courant faible et à courant fort. Il a établi également des règles pour l'entretien et la surveillance des lignes et des installations. Enfin il s'occupe aussi du trafic et de l'exploitation des lignes internationales. — J. S.

621.396.662.1. — Comparaison de quelques formes d'armatures de condensateurs de capacité réglable; Karl Frey. *E. T. Z.*, 13 octobre 1927, t. xlviii, p. 1482-1484, 3800 mots, 5 fig., 2 tabl. — L'article étudie une série de plaques pour condensateurs variables, dont les contours sont définis par les équations $r = c_1 \varphi^n$ et $r = c' e^{m\varphi}$ en coordonnées polaires. Dans ces équations r est le rayon vecteur et φ l'angle de ce rayon avec l'axe polaire. Les diverses valeurs attribuées à n sont 0 ; 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 ; celles attribuées à m sont 0,5 et 1. Si on représente par K_φ la capacité correspondant à un angle de recouvrement égal à φ et par K_m celle qui correspond à l'angle maximum, supposé égal à π, on trouve que le rapport $\mu = \frac{K_\varphi}{K_m}$ prend les valeurs respectives

$$\left(\frac{\varphi}{\pi}\right)^{2n+1}, \quad 452 \times 10^{-4}(e^{\varphi} - 1) \quad \text{et} \quad 186 \times 10^{-3}(e^{2\varphi} - 1)$$

quand on adopte les équations

$$r = c_1 \varphi^n, \qquad r = c' e^{\frac{\varphi}{2}} \qquad \text{et} \qquad r = c' e^{\varphi}.$$

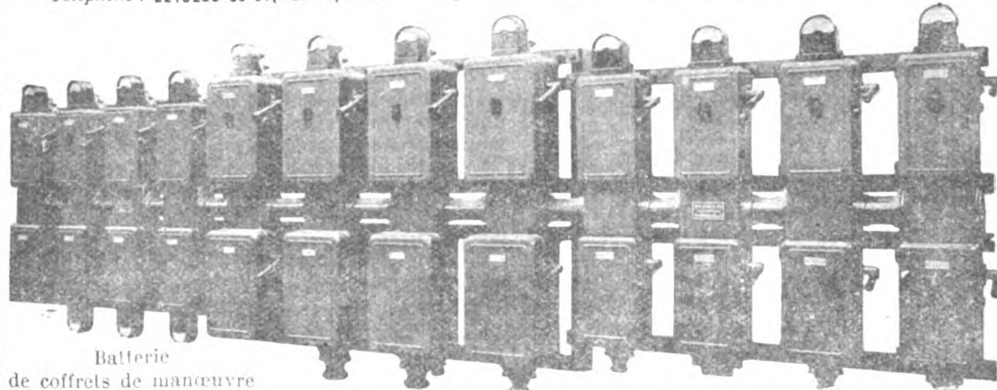
L'article donne les contours correspondant aux diverses équations et un tableau permettant de les tracer facilement. Il donne également un tableau du rapport μ dans les divers cas et pour des angles variant de 30° en 30°. Un réseau de courbes donne μ en fonction de $m = \frac{\varphi}{\pi}$ qu'on peut appeler le recouvrement relatif. Ces diverses données numériques et graphiques permettent d'établir facilement les dimensions d'un condensateur. Prenant la question à un autre point de vue, on trouve que, en taillant une armature de condensateur dans une tôle semi-circulaire, conformément aux valeurs 0,5 et 1 de n et 0,5 de m la capacité est diminuée respectivement de 50 pour 100, de 67 pour 100 et de 70 pour 100. L'auteur montre que ces formes sont celles qui donnent la meilleure sélectivité. — C.-R. M.

CHARLES MAIER & CIE

SCHAFFHOUSE (SUISSE)
Fabrique d'Appareils électriques

BUREAU DE PARIS, 35, rue Boissy-d'Anglas — 9, cité du Retiro — (8e)

Téléphone : ÉLYSEES 60-91, 60-92, 60-93 *Registre du Commerce* : Seine N° B 211661) *Adresse télégraphique* : MAIERÉLEC-PARIS

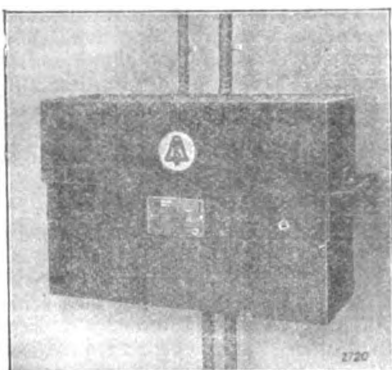


Batterie
de coffrets de manœuvre

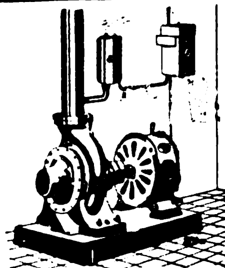
GROS APPAREILLAGE
POUR
USINES ÉLECTRIQUES

Appareillage pour montage en plein air

COFFRETS DE MANŒUVRE
et
BATTERIES BLINDÉS
jusqu'à 1000 ampères et 8 000 volts



APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE
« KLOECKNER »
COLOGNE - BAYENTHAL



Contacteurs électromagnétiques
Relais - Démarreurs automatiques
Disjoncteurs - Appareillage blindé
Équipement électrique d'Engin de Levage
Controllers pour moteurs de traction

Représentants exclusifs en France et Colonies

Société Industrielle de Machines et Appareillage Electro-Mécaniques
Société à responsabilité limitée, capital 200 000 fr
104, rue Lecourbe — PARIS (15e) *Téléphone* : SÉGUR 94-53

CABLES ET FILS ISOLÉS

Joseph JARRIANT, **233, rue de la Croix-Nivert, PARIS (XVe)**
Maison fondée en 1860
Registre du Commerce : Seine N° 6 082
TÉLÉPH. : SÉGUR 17-96 NORD-SUD : PORTE DE VERSAILLES

Spécialité de câbles RONDS et PROFILÉS pour DYNAMOS et MOTEURS

Épuration et régénération intégrale des
HUILES DE TRANSFORMATEURS
par les Séparateurs Centrifuges Perrier

Service Commercial : 40, rue des Petits Champs — Paris (2e). Tel. Central 79-17

621.397. — Les derniers progrès de la téléphotographie d'après le système Telefunken-Karolus-Siemens. *R. G. E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 760, 500 mots. Résumé d'un rapport de Fritz SCHRÖTER présenté au Congrès international de Télégraphie et de Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

621.397.64. — La téléphotographie et le problème de la télévision. *R. G. E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 759-760, 1000 mots. Résumé d'un rapport de Arthur KORN présenté au Congrès international de Télégraphie et de Téléphonie avec et sans fil (Côme 1927).

APPLICATIONS THERMIQUES

621.365 : (661.752 + 669.1). — Les fours électriques de grande puissance pour la fabrication du carbure de calcium et des ferroalliages : Paul BERGEON. *R. G. E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 797-802, 4500 mots, 4 fig. — Après avoir rappelé les avantages que présentent les fours électriques de grande puissance, tant au point de vue économique qu'à celui de la régularité de leur fonctionnement, l'auteur décrit le type de four monophasé créé par M. P. Miguet. Ce nouveau modèle de four de grande puissance comporte une électrode fixe et une seule électrode mobile, disposition qui évite les complications des fours à plusieurs électrodes et qui, grâce à la solution adoptée pour les conducteurs d'alimentation, ne présente pas les inconvénients qui ont motivé, pour de grandes puissances, l'emploi de plusieurs électrodes. Le problème du chargement avec cette nouvelle disposition a nécessité une étude minutieuse et la solution en est donnée dans cet article. Pour terminer, M. Bergeon rappelle les couplages à adopter pour que ces fours monophasés puissent fonctionner sur des distributions en courant triphasé sans que l'équilibre des phases soit rompu ; il préconise le montage Scott pour le cas de deux fours et décrit, à ce propos, l'installation de l'usine de Saint-Julien-de-Maurienne, de la Société électrométallurgique de Montricher, qui comporte deux fours, l'un de 5000 kw et l'autre, de 6000 kw, ce dernier étant muni d'une électrode continue et du chargement mécanique du système de M. Miguet.

621.365.54. — Les fours d'induction à haute fréquence pour alliages spéciaux. *E. T. Z.*, 13 octobre 1927, t. XLVIII, p. 1489-1490, 1650 mots, 3 fig., 4 tabl. — Cette installation, réalisée par la Westinghouse electric and manufacturing Company comprend une solution électrolytique pour l'affinage du fer, une station de production de courant à haute fréquence et le four lui-même. L'affinage électrolytique s'effectue à l'aide d'une solution chimiquement pure de $FeCl^2$, SO^4Fe et $SO^4(NH^4)^2$; les concentrations de ces différents sels sont nettement définies. Les anodes sont en fer doux et les cathodes, en tôle courante. Un tableau donne la spécification numérique de l'installation. Le courant à haute fréquence est produit par un alternateur donnant 4000 A sous 250 à 300 V, à 5000 p : s. Les appareils de contrôle et de manœuvre comprennent un démarreur automatique à relais, les rhéostats de champ du moteur et du générateur, une capacité réglable, des indicateurs de vitesse et de fréquence, deux ampèremètres. L'enroulement statorique est d'un type spécial. Le four possède un enroulement en tubes de cuivre, refroidi à l'eau et entourant l'alliage à traiter. L'air est évacué de l'intérieur avant traitement. On emploie comme isolant thermique le silicate de zirconium. Il existe actuellement deux types de fours, l'un pour des charges de 25 kg et l'autre pour des charges de 100 kg. — C.-R. M.

DIVERS

92. — Le Centenaire de Marcellin Berthelot et le Centenaire d'Augustin Fresnel. *R. G. E.*, 5 novembre 1927, t. XXII, p. 705-706, 900 mots.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.185. — Sur un procédé de durcissement superficiel de l'acier : G. CHARPY. *C. R. Ac. des Sc.*, 14 novembre 1927, t. CLXXXV, p. 990-991, 650 mots. — On sait que le durcissement superficiel de l'acier, ordinairement produit par les opérations successives de cémentation et de trempe, a pu être réalisé récemment par un procédé appelé nitruration, consistant à produire à la surface du métal un composé naturellement dur, l'azoture de fer. Mais on peut obtenir des résultats analogues en provoquant la formation, par action de carburant dans des conditions convenablement déterminées, d'un carbure métallique, et ce sont les résultats d'essais faits dans cette voie qui sont l'objet de la communication de M. Charpy. Celui-ci rappelle qu'il a antérieurement indiqué que de la limaille de fer pur soumise à l'action de corps carbonés tels que l'oxyde de carbone, le cyanogène, les cyanures, etc., à des températures comprises entre 510 et 650° C se transforme intégralement en cémentite Fe_3C, qui présente une dureté considérable et à la présence de laquelle la fonte blanche doit les propriétés mécaniques qui la rendent inattaquable à l'outil. Sur des pièces massives la même transformation se produit en donnant une couche superficielle très dure dont l'épaisseur augmente lentement. Ce mode de durcissement est appelé par l'auteur « carburisation » pour le distinguer de la cémentation, dans laquelle le carbone se dissout dans des proportions graduellement croissantes avec le temps. Cette carburisation se produit dans les mêmes conditions avec les aciers spéciaux ; certains éléments, tels que le nickel, ne paraissent pas intervenir dans la réaction mais ne gênent pas la formation de carbure de fer ; d'autres éléments, notamment le chrome et le manganèse, se carburent eux-mêmes et il se forme alors des carbures mixtes. La formation du carbure de fer ou des carbures mixtes commence à des températures peu supérieures à 500° C, mais avec une vitesse très faible qui augmente rapidement quand la température s'élève ; au-dessus de 600° C on a une vitesse suffisante pour obtenir la transformation sur une épaisseur de quelques centièmes de millimètre en une heure ; toutefois on ne peut dépasser 700° C, car, à partir de cette température, les carbures formés se décomposent et, en pratique, on doit opérer vers 650° C. Or, cette dernière température est celle du revenu qui, pour la plupart des aciers usuels, donne le maximum de résilience ; cependant, pour les aciers extra-doux, on observe parfois à cette température un commencement de cristallisation ; la carburisation s'appliquera donc, de préférence, aux aciers demi-durs, ce qui peut être considéré comme un avantage. En ce qui concerne la nature du corps carburant à employer, on a une grande latitude : avec les aciers ordinaires, comme avec le fer pur, la plupart des céments usuels, les gaz contenant de fortes proportions d'oxyde de carbone, de carbures d'hydrogène, de cyanogène, etc., conviennent ; avec les aciers spéciaux, notamment ceux contenant du chrome ou du manganèse, il faut tenir compte de ce que les céments oxygénés peuvent transformer ces corps en oxyde tout en carburant le fer et il est alors préférable d'employer soit des carbures d'hydrogène, soit des bains salins à base de cyanure ou de ferrocyanure, soit encore du cyanure de potassium fondu. — J. R.

621.315.61 : 668.742. — Des résines synthétiques. *Bulletin de la Société belge des Electriciens*, août 1927, t. XLI, p. 181-189, 3600 mots. Reproduction partielle d'une communication de L. MARLIER au Congrès technique tenu à Gand en 1926. — Dans cette communication, l'auteur expose les travaux du docteur L.-H. Birkeland, de Yonkers (New-York), d'origine belge et ancien élève de l'Université de Gand ; il indique les propriétés des résines synthétiques aujourd'hui utilisées dans l'industrie électrique ; puis il fait ressortir les avantages qui résultent de l'emploi de ces résines, et signale les quelques améliorations à apporter à leurs qualités élastiques. — J. R.

PARIS — SOC. G^le D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant* : J. BLONDIN.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.12/3 : 530.145 : 513.82. — Les équations de l'électromagnétisme et l'équation de M. Schrödinger dans l'univers à cinq dimensions ; F. Gonseth et G. Juvet. *C. R. Ac. des Sc.*, 5 septembre 1927, t. CLXXXV, p. 535-538, 1 100 mots. — Poursuivant leur étude mathématique de l'espace à cinq dimensions les auteurs établissent les équations du champ électrogravifique dans cet espace. — J. R.

537.228.3/4. — Sur la théorie de l'électrostriction ; C. Raveau. *C. R. Ac. des Sc.*, 21 novembre 1927, t. CLXXXV, p. 1121-1124, 1 200 mots. — L'auteur rappelle que dans des publications antérieures (*C. R. Ac. des Sc.*, 1925, t. CLXXXI, p. 283 et *Le Journal de Physique et le Radium*, 1927, t. VIII (6e série), p. 685). M. Rocart donnait une formule thermodynamique généralisant la théorie de MM. Bruhat et Pauthenier (*C. R. Ac. des Sc.*, 1924, t. CLXXIX, p. 1257 et *Le Journal de Physique et le Radium*, 1925, t. VI (6e série), p. 1), permettant le calcul à priori des variations d'indice de réfraction dans l'électrostriction adiabatique et comportant des conséquences relatives à la valeur des retards absolus dans les phénomènes de Kerr et à la théorie de la diffusion de la lumière. Il montre ensuite que cette formule est inexacte et indique la formule exacte qui doit lui être substituée. — J. R.

537.361. — Les phénomènes électrocapillaires et les ions ; W. Kopaczewski et M. Rosnowski. *C. R. Ac. des Sc.*, 22 août 1927, t. CLXXXV, p. 450-453, 1 200 mots. — Dans une note antérieure (*C. R. Ac. des Sc.*, 13 juin 1927, t. CLXXXIV, p. 1443-1445), MM. Kopaczewski et Zukiewicz ont exposé les résultats des recherches qu'ils ont faites pour élucider le rôle des facteurs physiques dans les phénomènes électrocapillaires qui accompagnent l'ascension des colloïdes dans les papiers-filtres. Pour compléter cette étude, MM. Kopaczewski et Rosnowski ont recherché l'influence de la nature des ions sur ces phénomènes, en ajoutant aux colloïdes des dissolutions très étendues de divers sels à cations monovalents (Li, Na, K....), bivalents (Ca, Ba....), trivalents (Al, Fe,...) et tétravalents. Ils ont constaté que les différents ions (anions ou cations) provoquent une augmentation ou une diminution de la pénétration électrocapillaire toujours importante et souvent assez grande pour renverser le sens de cette pénétration ; l'action de certains cations, celle du fer en particulier, est extrêmement intense ; d'une manière générale, les anions agissent surtout sur la pénétration des colloïdes positifs et certains d'entre eux agissent très énergiquement. — J. R.

538.122. — Détermination graphique des champs magnétiques. Comparaison entre les résultats du calcul et les résultats des mesures ; E.-E. Johnson et C.-H. Green. *J. A. I. E. E.*, juin 1927, t. XLVI, p. 583-587, 3000 mots, 11 fig. Discussion, p. 614-620, 5800 mots, 19 fig. — Deux dispositifs ont été utilisés pour faire les mesures. Le premier comprend une petite bobine tournant à grande vitesse que l'on introduit dans le champ magnétique à explorer ; cette bobine est reliée à un collecteur sur lequel reposent deux balais connectés eux-mêmes à un instrument de mesure. Toutes les parties tournantes sont entraînées par un moteur synchrone dont la vitesse est de 3600 t : mn et la puissance, de 0,125 ch. Le tout est logé dans une boîte en métal non magnétique, sauf pour quelques parties qui ont besoin d'être isolées à la bakélite. Sur le manchon moleté dans lequel est enfermée la bobine, on glisse un cercle gradué ; la direction du champ est déterminée par la position des balais qui donne la lecture maximum ou nulle sur l'instrument de mesure. Le second dispositif comprend une bobine traversée par un très faible courant et qui est soumise à l'action du champ magnétique que l'on désire tracer. Le mouvement de la bobine est contrôlé par un ressort, tandis que la direction du champ est indiquée par la direction de l'axe de la bobine qui correspond à une déviation nulle. La bobine et son arbre sont, comme pour le premier appareil, enfermés dans une boîte en métal non magnétique. Deux autres accessoires ont été construits pour déterminer les lignes de force, d'une part, entre les pôles et entre les pôles et l'induit et, d'autre part, dans l'enroulement inducteur d'un alternateur. On trouvera aussi, en appendice, une étude de l'erreur que l'on commet en déplaçant du mercure parcouru par un courant pour y loger l'appareil de mesure. — Les divers orateurs qui ont pris part à la discussion qui a suivi cette communication ont plutôt présenté des tracés de lignes de force que soulevé des objections. Que ce soit la méthode de la limaille, ou celle de C.-M. Laffoon et J. Calvert, ou celle des auteurs ou encore que l'on emploie la méthode de calcul imaginée par Stevenson et Park, tous les résultats sont assez concordants, ce qui justifie bien cette conclusion de M. Th. Lehmann : « Bien que toutes ces études sur le tracé des lignes de force reposent sur l'hypothèse que le fer jouit d'une perméabilité infinie, elles n'en conservent pas moins une haute valeur même dans le cas où les pôles seraient saturés. Tout d'abord, la saturation des pôles semble n'avoir qu'une légère influence sur le flux interpolaire pour un flux d'induit utile donné quand bien même le corps du pôle absorberait 30 pour 100 des ampères-tours. D'autre part, même si on désirait tenir compte de

Abréviations employées pour quelques périodiques : *Annales des P. T. T.*, *Annales des Postes, Telegraphes et Telephones*, Paris. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus des Séances de l'Academie des Sciences*, Paris. — *El. Rev.*, *The electrical Review*, Londres. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *J. I. E. E. of Japan*, *The Journal of the Institute of electrical Engineers of Japan*, Tokyo — *Phil. Mag.*, *The philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *The physical Review*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir la brochure *Manuel de la classification decimale a l'usage des ingenieurs electriciens* dont le compte rendu bibliographique a été publié dans la *R. G. E.*, 8 janvier 1927, t. XXI, p. 42. En vente aux bureaux de la « R. G. E. » (Prix : broché, 9 fr, majoration comprise ; envoi recommandé et emballage, en plus : France, 1,50 fr ; étranger, 3,50 fr.)

cette influence, les diagrammes des lignes de force tracés en supposant la perméabilité du fer infinie pourraient toujours être pris comme base. Je me propose de montrer ultérieurement comment, de ces diagrammes fondés sur l'hypothèse d'une perméabilité infinie, il est possible de déduire rigoureusement la distribution réelle du champ quand le circuit est saturé; par conséquent, tous les travaux ci-dessus ont effectivement un intérêt pratique ». — B. C.

538.221. — Les lois fondamentales de la viscosité magnétique. L'influence du vieillissement et des recuits; CH. LAPP. *Revue de Métallurgie*, septembre 1927, t. XXIV, p. 496-508, 6000 mots, 11 fig., 5 tabl. — La viscosité magnétique, ou le retard à l'aimantation, de noyaux pris en pleine masse soumis à l'action de champs faibles existe à des degrés divers dans tous les corps ferromagnétiques; elle accompagne les variations irréversibles de l'aimantation. Après avoir indiqué les lois générales régissant l'amplitude et la vitesse des variations de la viscosité magnétique, l'auteur expose les résultats d'études expérimentales pour déterminer l'influence du vieillissement et des recuits sur ces variations. Ces études ont montré que les recuits à température élevée améliorent le métal en ce sens que le cycle d'aimantation est réduit. Par contre ils font apparaître la viscosité. On peut cependant la faire disparaître par des recuits prolongés entre 130° et 180°C, mais au détriment des qualités magnétiques. Les températures de recuit comprises entre 300° et 500°C ont un effet inverse. Ces effets de vieillissement thermique peuvent aussi se produire, mais plus lentement, aux températures limites de fonctionnement des machines électriques. Le vieillissement naturel produit des phénomènes un peu différents. Le cycle d'aimantation instantanée semble diminuer et se rapprocher du cycle lent d'aimantation qui s'élargit légèrement. De ce fait on ne peut garantir les qualités magnétiques d'un objet qui doit être abandonné longtemps à lui-même. — J. S.

541.135.7-5. — Sur la façon de se comporter de divers métaux dans l'électrolyse de l'eau par le courant alternatif; A.-P. ROLLET. *C. R. Ac. des Sc.*, 22 août 1927, t. CLXXXV. p. 457-460, 900 mots, 2 fig. — Dans une communication antérieure (*Bull. Soc. Chim. de France*, 1925, t. XXXVII, p. 692), l'auteur a montré, en collaboration avec M. Hackspill, que, dans l'électrolyse avec courant alternatif du système argent-soude-argent, le dégagement gazeux (mélange tonnant de 2 volumes d'hydrogène et de 1 volume d'oxygène) ne se produisait qu'au-dessus d'une densité de courant donnée, dépendant de l'état de la surface du métal, de la température et de la pression. Récemment MM. J.-W. Shipley et Goodeve (*Trans. Am. Electrochem. Soc.*, 1927, t. LI. p. 24) sont arrivés à la même conclusion et ont appelé densité de courant critique cette densité de courant pour laquelle les gaz apparaissent. Dans la note qui nous occupe, l'auteur expose les résultats de ses nouvelles recherches sur ce sujet. Dans ces recherches, effectuées avec un courant sinusoïdal de fréquence 50 p : s. les électrodes sont observées avec un microscope et l'intensité du courant est notée au moment de l'apparition des bulles gazeuses; les électrodes sont parfaitement polies et vernies de façon à ne laisser non protégée que la face antérieure; tant que le poli n'est pas trop altéré par l'électrolyse, les valeurs trouvées pour la densité critique sont sensiblement identiques. Les résultats des mesures ont montré que cette densité de courant ne dépend pas de la valeur de la force électromotrice appliquée: en d'autres termes, quelle que soit cette dernière, il faut opérer à la même densité de courant pour faire apparaître les premières bulles de gaz. En cherchant à diminuer le plus possible la différence de potentiel tout en maintenant le dégagement gazeux (la densité de courant étant supérieure à sa valeur critique), l'auteur a constaté qu'il n'y a plus formation de bulles gazeuses au-dessous d'une certaine valeur efficace de cette différence de potentiel alternative, valeur correspondant à une valeur du maximum sensiblement égale à la différence de potentiel requise en courant continu pour provoquer l'électrolyse. En étudiant l'influence de la concentration, il a observé le fait suivant : pour une surface donnée d'électrode, la densité de courant caractérisant l'apparition des bulles de gaz croît jusqu'à une valeur limite pendant que croît la concentration. — J. R.

SCIENCES DIVERSES

530.145 : 51. — Sur le rôle des ondes continues Ψ en mécanique ondulatoire. Corpuscules et ondes Ψ; Louis DE BROGLIE. *C. R. Ac. des Sc.*, 8 août et 21 novembre 1927, t. CLXXXV, p. 380-382 et 1118-1119, 14000 mots. — Dans un article récent (*Le Journal de Physique et le Radium*, 1927, t. VIII (6e série), p. 225), l'auteur a montré comment on doit relier le mouvement des corpuscules de matière et de rayonnement à la propagation des ondes continues Ψ de la mécanique ondulatoire, mais en excluant le cas où il existe un champ gravifique. Dans la note présentée à la séance du 6 août de l'Académie des Sciences, il étend ses résultats à ce cas en les exprimant à l'aide du calcul tensoriel; dans la seconde note, présentée à la séance du 14 novembre et publiée dans les « Comptes rendus » du 21 novembre, il indique une nouvelle généralisation de sa théorie et conclut par cette remarque : « Suivant cette vue, le champ électromagnétique serait formé de photons; selon les cas ces photons seraient immobiles ou en mouvement et leur énergie se trouverait plus ou moins complètement emmagasinée sous forme de tensions internes ». — J. R.

530.145 : 513.82. — Sur l'équation de M. Schrödinger; F. GONSETH et G. JUVET. *C. R. Ac. des Sc.*, 22 août 1927, t. CLXXXV, p. 448-450, 1200 mots. — On sait que M. Schrödinger, poursuivant des idées énoncées par M. L. de Broglie, a formulé une théorie, appelée la mécanique ondulatoire qui permet de donner une interprétation des conditions quantiques ne supposant pas une discontinuité essentielle dans les phénomènes dynamiques (*Annalen der Physik.*, 1926, t. LXXIX, p. 361-376 et 489-527). Les auteurs sont parvenus à exprimer d'une manière simple les idées de M. Schrödinger, en utilisant la théorie des caractéristiques et des bicaractéristiques des fonctions du second ordre. Ils indiquent, dans la note qui nous occupe les principes de leur étude mathématique qui les a conduits à ce résultat et montrent que si l'on considère un univers einsteinien à quatre dimensions comme la section d'un univers à cinq dimensions (en prenant zéro pour la valeur d'une de ces dimensions), on obtient pour les trajectoires d'un point matériel une équation qui régit une propagation d'ondes qui pourrait être identifiée à celle de M. Schrödinger. Ils en concluent que la fiction d'un univers à cinq dimensions permet de donner une raison profonde à l'équation de M. Schrödinger, fiction qui deviendrait nécessaire si quelque phénomène obligeait les physiciens à croire à la variabilité de la charge. En terminant, ils font remarquer que les équations que M. Schrödinger a proposées pour interpréter les raies spectrales dans un grand nombre de cas, font intervenir un champ électrique, intervention qu'ils ont écartée dans leur étude. — J. R.

532.542/3. — Notes sur diverses formules relatives à l'écoulement de l'eau dans les conduites et les aqueducs de grandes dimensions; HUBIE. *La Houille blanche*, mai-juin 1927, t. XXVI, p. 68-72, 5000 mots, 2 fig., 2 tabl. — L'auteur se propose dans ces notes de comparer entre elles les formules les plus usuelles pour les gros débits, de faire connaître les résultats d'expérience et les formules nouvelles en usage aux Etats-Unis et enfin, de donner un abaque basé sur ces dernières formules et convenant à la fois aux conduites et aux aqueducs. Il examine d'abord le cas des aqueducs à écoulement libre, et montre ainsi que la formule de Bazin généralement employée en France répond parfaitement aux besoins de la pratique courante. Pour le cas des conduites forcées en béton armé il y a discordance entre les résultats fournis par les diverses formules, et les expériences à ce sujet font totalement défaut en France. L'auteur expose

donc les expériences et formules américaines en usage dans ce cas, et montre ainsi que les formules d'Unwin ou de Geslain (employées au service municipal de la Ville de Paris) établies pour le cas de la fonte incrustée conviennent pour le béton armé sans qu'il y ait lieu de tenir compte d'une diminution de la capacité d'écoulement avec le temps. Il expose ensuite les expériences et formules américaines pour les grands aqueducs. Dans ce cas la formule de Williams-Hazen semble la plus intéressante. — J. S.

532.543. — Une loi de l'écoulement en canal découvert; Montagné. *La Houille blanche*, mai-juin 1927, t. xxvi, p. 65-67, 1 309 mots, 5 fig. — Dans cette étude, l'auteur contrôle au moyen de la formule de Bazin relative à l'écoulement en canal découvert en régime uniforme, les chiffres relevés dans des expériences sur des canaux de tirants d'eau relativement faibles. Il montre que dans un canal de largeur indéfinie, de pente et de rugosité données, la résultante V des composantes des vitesses est donnée par la relation $V = K\sqrt{R}$, R désignant le rayon moyen (rapport de la section mouillée à la longueur du périmètre mouillé) de la section. — J. S.

536.41 : 546-72-74. — Prévision de dilatabilité de l'invar en pièces obtenues par transformation à chaud et à froid; J.-F. Saffy. *C. R. Ac. des Sc.*, 21 novembre 1927, t. clxxxv, p. 1 119-1 121, 900 mots. — On sait que certain alliages de fer et de nickel ont un coefficient de dilatation très faible, qui est encore diminué par l'écrouissage ou par la trempe par immersion dans l'eau froide; cette diminution a été mise à profit par M. Ch.-Ed. Guillaume pour obtenir un alliage ayant une dilatabilité pratiquement nulle, alors que ce même alliage à l'état recuit a une dilatabilité supérieure à 1×10^{-6}. Cet alliage, dénommé « invar », a reçu diverses applications industrielles et, en vue de ces applications, M. Guillaume a établi des formules permettant de calculer la dilatabilité d'une tige écrouie par étirage, connaissant la dilatabilité de l'alliage à l'état recuit et le taux de l'écrouissage, caractérisé par le coefficient d'allongement à la filière. Dans le cas de pièces d'invar forgées, dont le travail est ordinairement achevé à la température du rouge sombre, on ne peut évaluer de la même manière le taux de l'écrouissage que leur a fait subir ce travail et cependant il est souvent utile de connaître la diminution de dilatabilité qui en résulte. Dans la note présentée à l'Académie des Sciences, M. Saffy montre que l'on peut calculer la dilatabilité de la pièce connaissant la dilatabilité de l'alliage à l'état recuit et la variation de la dureté, mesurée par la bille de Brinell, qu'elle a subie par l'écrouissage. Comme il est facile de mesurer, par la méthode de Brinell, la dureté d'une pièce forgée en un grand nombre de ses points, la relation donnée par l'auteur permet d'en calculer la dilatabilité moyenne avec une précision généralement suffisante pour les besoins de la pratique. — J. R.

536.587. — Du rôle des appareils régulateurs de la température; F. Jombart. *Revue de Métallurgie*, octobre 1927, t. xxiv, p. 573-590, 8 600 mots, 20 fig., 1 tabl. — L'auteur se propose dans cette étude de donner une idée générale des possibilités actuelles des régulateurs de température. Dans un premier chapitre il examine les diverses sortes d'appareils régulateurs d'après les organes sensibles qu'ils comportent. On trouve ainsi les régulateurs à bilames et ceux à capacité déformable pour les températures jusqu'à 200°C. Jusqu'à 500°C on utilise les dispositifs à dilatation ou les régulateurs à résistances métalliques. Les régulateurs à couple thermoélectrique conviennent à toutes les températures jusqu'à 1 400°C (au delà on utilise des pyromètres optiques). Le galvanomètre pyrométrique faisant partie de tout dispositif thermoélectrique peut être transformé en régulateur de plusieurs façons : soit que l'on place devant l'aiguille construite en conséquence une butée métallique formant contact, soit que l'on provoque des interventions périodiques de l'appareil par l'intermédiaire d'un mécanisme commandé par une source auxiliaire d'énergie qui établit sur l'aiguille un contact électrique franc à fermeture et à rupture brusques. Enfin, au lieu d'intercaler le régulateur directement dans le circuit des relais de commande, on peut faire un montage potentiométrique qui évite l'influence de la résistance de la ligne reliant le four à l'appareil régulateur et qui donne en outre une sensibilité à peu près indépendante de la température. L'auteur traite ensuite de la commande des organes réglant la quantité de chaleur développée dans un four, suivant la nature du four, four électrique, fours à combustibles liquides ou à gaz de ville, fours au coke à soufflage ou à tirage naturel, fours à gaz de gazogène; puis il examine les différents procédés de réglage automatique de température, leurs propriétés et il détermine à quel point ils permettent d'obtenir un réglage puissant, sensible et stable. Ces procédés sont le réglage par tout ou rien, le réglage par deux valeurs fixes et le réglage par deux valeurs réglables, procédés rentrant tous trois dans la catégorie du réglage par encadrement de la température à atteindre avec deux valeurs de chauffage. Les autres procédés sont le réglage progressif entre deux limites fixes ou réglables et enfin le réglage fonction de l'écart agissant à partir d'une valeur de régime. En outre les régulateurs automatiques permettent d'obtenir dans un four un cycle de température déterminé à l'avance, par exemple au moyen d'un mécanisme à came déplaçant en fonction du temps les contacts servant à la commande des relais. L'auteur examine quels sont, dans ce cas, les procédés de réglage applicables. — J. S.

539.62 : 546-72-74. — Influence d'une addition de chrome sur le frottement interne des ferro-nickels réversibles; Pierre Chevenard. *C. R. Ac. des Sc.*, 21 novembre 1927, t. clxxxv, p. 1 130-1 132, 800 mots, 1 fig. — Les ferro-nickels réversibles du groupe de l'invar, dont la transformation magnétique s'accompagne d'importantes anomalies de dilatation et d'élasticité, possèdent également une anomalie de frottement interne. L'auteur a exposé dans une note précédente (*C. R. Ac. des Sc.*, 14 février 1927, t. clxxxiv, p. 378, résumé dans *R. G. E.*, 28 mai 1927, t. xxi, p. 169 D), les caractères de cette dernière anomalie et montré que celle-ci s'apparente étroitement aux deux autres par l'allure de ses variations avec la température et avec la teneur en nickel. Comme les anomalies de dilatation et d'élasticité sont influencées par des additions de métaux capables de former des solutions solides avec les ferro-nickels, il a paru à l'auteur qu'il serait intéressant de rechercher s'il en est de même pour l'anomalie de frottement interne. Dans ce but il a étudié le rôle du chrome en opérant sur des ferro-nickels chromés contenant 5, 10 et 15 pour 100 de chrome. Le diagramme résumant les résultats des mesures présente les mêmes particularités que celles qui ont été antérieurement notées dans les diagrammes de la dilatabilité et du coefficient thermoélastique; en particulier, il montre que le chrome étend le domaine de température où le frottement interne est relativement faible, c'est-à-dire où l'alliage est assimilable à un solide parfaitement élastique. L'auteur ajoute que les Aciéries d'Imphy tirent parti, depuis plusieurs années, de cette propriété dans la fabrication d'alliages destinés à former des ressorts travaillant à cadence rapide et à température élevée; pour la même raison le chrome est choisi pour former la majeure partie des additions de l'« élinvar », additions dont le rôle principal est de réduire l'anomalie thermoélastique du ferro-nickel à 34 pour 100 de nickel au degré voulu pour réaliser l'invariabilité thermique du module d'élasticité. — J. R.

MESURES ET ESSAIS

537.745. — L'oscilloscope; oscillographe cathodique à courbes immobilisées et à axe des temps linéaire; Frederick Bedell et Herbert-J. Reich. *J. A. I. E. E.*, juin 1927,

t. XLVI, p. 563-567, 4 000 mots, 8 fig. — Le nom donné par les auteurs à leur instrument a été choisi pour bien spécifier qu'ils l'ont créé pour l'observation visuelle; mais il est possible aussi de l'utiliser pour des enregistrements par la photographie; toutefois sa caractéristique principale est de pouvoir produire sur l'écran plusieurs courbes simultanément et dans une immobilité parfaite. En effet, si l'on peut faire en sorte qu'une paire de bobines ou de plaques déflectrices soit rapidement et successivement couplée à différents circuits, le faisceau cathodique suivra alternativement chaque impulsion et, en vertu de la persistance des impressions lumineuses, on verra apparaître en même temps sur l'écran plusieurs courbes continues. Les connexions avec les circuits en essai sont assurés par un commutateur multiple que les auteurs ont appelé « distributeur polycyclique »; ordinairement, ce dernier est à quatre directions et il faut toujours avoir la précaution d'insérer une résistance dans chaque circuit à titre de protection en cas de court-circuit. Une des bornes, Y_0, de l'oscilloscope est reliée à la borne Y_0 commune aux quatre circuits; l'autre borne, Y, est reliée à un balai B qui frotte sur une bague; à celle-ci sont connectés électriquement quatre segments étagés qui sont successivement mis en contact avec quatre balais reliés aux deuxièmes bornes Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, des quatre circuits en essai. On peut supprimer la borne commune et alors on utilise un « distributeur polycyclique » double. On a reconnu, dès les premières applications de l'oscillograge cathodique, la nécessité d'avoir un axe des temps linéaire; ce besoin est encore plus impérieux si l'on désire arriver à une interprétation satisfaisante de plusieurs grandeurs observées simultanément; ce but est atteint soit mécaniquement avec un interrupteur synchronisé, soit électriquement avec une soupape synchronisée; c'est cette dernière solution qui a été adoptée par les auteurs. On sait qu'une lampe à néon ou à argon soumise à une tension croissante ne laisse passer aucun courant tant que l'on n'a pas atteint la tension d'allumage; mais une fois le courant amorcé (ce qui correspond à la fermeture de l'interrupteur), il continue à circuler jusqu'à ce que la tension retombe à la tension d'extinction et le courant s'arrête (ce qui correspond à l'ouverture de l'interrupteur). L'écart entre les tensions d'allumage et d'extinction dépend de la fréquence et du type de lampe et on fait varier la fréquence dans de larges limites en faisant varier la résistance et la capacité du circuit, constituées par une résistance en série avec la lampe et des condensateurs en parallèle avec cette même lampe ou avec la résistance. Les auteurs appellent cette lampe, qui se comporte comme une soupape électrique synchronisée, soupape à effluves (corona valve); puis ils indiquent le montage à suivre quand on place la soupape à effluves en série, soit avec une résistance, soit avec une lampe thermoionique qui remplace tout ou partie seulement de cette dernière. En réalité, l'axe des temps n'est pas une ligne droite, mais une courbe en dents de scie dont les dentelures sont si fines que l'on peut pratiquement la considérer comme rectiligne. Il reste une question importante, celle de la synchronisation et de la stabilisation du circuit oscillant, condition indispensable pour que l'oscilloscope donne des courbes stationnaires. Les auteurs ne fournissent sur ce sujet que des indications générales; ainsi la stabilisation peut être réalisée en introduisant simplement dans le circuit oscillant une faible force électromotrice, mais de même fréquence que celle du circuit en essai; ainsi l'approche de la main suffit pour assurer la stabilisation et, par suite, l'immobilisation des courbes; toutefois, ce procédé de fortune, comme tous ceux qui ne permettent pas de corriger l'action de la force électromotrice auxiliaire sur l'oscilloscope, produit de la distorsion; pour éviter cet inconvénient, on introduira cette force électromotrice par conduction et induction et en un point tel du circuit qu'elle soit sans effet sur l'oscilloscope. — Pour avoir la ligne du zéro, on court-circuite la borne Y_0, d'une part, avec les bornes Y_1, Y_2, Y_3 et Y_4 d'autre part. Il est aussi possible d'abaisser ou de relever une courbe par rapport aux autres en insérant une batterie d'accumulateurs ou une source à courant continu quelconque dans le circuit correspondant. — B. C.

621.311.74.00.14. — Essais sur les interrupteurs dans l'huile. *J. A. I. E. E.*, juin 1927, t. XLVI, p. 620-623, 4 500 mots. Discussion à la réunion de New-York du 10 février 1927, d'un mémoire de Sporn et Saint-Clair. — MM. J.-D. Hilliard, J.-B. MacNeill, G.-A. Burnham et Philip Sporn ont pris part à cette discussion. Les auteurs du mémoire ayant conclu de leurs essais que, si un interrupteur fonctionne d'une façon satisfaisante à courant ou à tension réduit, il doit également bien se comporter à pleine puissance, M. J.-D. Hilliard trouve cette généralisation illogique et, même dans de nombreux cas, contredite par les faits. En réalité, un interrupteur est capable de couper une charge supérieure à sa puissance normale de rupture si la tension appliquée est au-dessus de la tension normale; au contraire, il pourra exploser sous l'effet d'une charge inférieure à son pouvoir de rupture s'il est soumis à une tension égale à sa tension nominale; c'est ce que l'expérience a maintes fois prouvé et souvent la destruction de l'appareil a eu lieu dès la première application d'une trop forte tension. L'explication en est simple. Le courant excessif nécessaire aux basses tensions produit un soufflage magnétique intense qui rompt instantanément le circuit; par contre, aux hautes tensions, le courant est trop faible et, par suite, le soufflage insuffisant; l'arc persiste et produit assez de gaz pour provoquer presque instantanément la destruction de la cuve. Les rapports sur les essais d'interrupteurs dans l'huile devraient se borner aux faits observés, sans commentaire susceptible d'induire en erreur et de causer un grave préjudice. Les essais effectués sur les interrupteurs de la General electric Company ont démontré l'exactitude de la formule empirique dont on se sert pour la prédétermination du pouvoir de rupture des interrupteurs. Cette compagnie a doté sa plate-forme d'essais d'une génératrice triphasée capable de supporter d'une façon continue un court-circuit d'une puissance de 500 000 kv-A au moins; on a même prévu des unités complémentaires d'égale puissance et ainsi son laboratoire est équipé pour l'essai des interrupteurs à toute tension et tout courant, ainsi que pour l'observation de l'enregistrement des phénomènes qui se manifestent pendant la rupture. La coupure d'une puissance déterminée, par exemple 100 000 kv-A, ne doit pas nécessairement imposer à l'appareil la même contrainte que celle qu'il subirait en coupant la même puissance, soit au même point du réseau, mais à une autre heure, soit en un autre point du même réseau, soit sur d'autres réseaux; ce qui revient à dire que les effets calorifiques correspondant à une même puissance ne sont pas identiques en tous temps et en tous lieux. Une explication plausible de cette particularité consiste à admettre qu'elle dépend de la grandeur de la tension réamorcée à la fin de chaque alternance de l'arc et de la vitesse de formation de chaque demi-onde de la tension transitoire. On a constaté qu'un même interrupteur fonctionnant avec la même huile, à la même vitesse et sur le même réseau, mais en deux points différents, avait produit un arc trois fois plus long dans un cas que dans l'autre. M. J.-B. MacNeill déduit des renseignements communiqués dans le mémoire qu'aux tensions de 135 000 et 150 000 v. il n'y a pas beaucoup de différence entre un court-circuit à la terre et un court-circuit entre parties du réseau. Cette remarque a un grand intérêt pour les exploitants parce que l'on a longtemps discuté sur l'utilité d'insérer des interrupteurs sur les réseaux dont le neutre est mis à la terre. Sur beaucoup de grands réseaux, on a installé des appareils normalisés à 187 000 v pour assurer un service à 220 000 v. Jusqu'ici cette pratique a pleinement réussi, mais pour la justifier plus complètement, il faut encore réaliser d'autres expériences pour démontrer qu'il n'existe aucune différence entre les deux types de courts-circuits. Dans sa réplique, M. Philip Sporn se rallie aux observations présentées par M. J.-D. Hilliard, mais il trouve un peu prématurées les conclusions

de M. Mac Neill à propos des essais effectués avec un interrupteur construit pour fonctionner à 187000 v et qui a été installé sur une ligne à 220000 v; en réalité, les bornes seules étaient normalisées à 187000 v, tandis que le jeu entre les pièces et la course des contacts étaient calculés pour 220000 v. — B. C.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.314.7. — Redresseurs à vapeur de mercure à cuve en acier; une phase de leur développement aux Etats-Unis d'Amérique; E.-B. Shand. *J. A. I. E. E.*, juin 1927, t. xlvi, p. 597-602, 5000 mots, 5 fig. — Cet article donne un résumé des travaux systématiques entrepris dans les ateliers et laboratoires de la Westinghouse electric and Manufacturing Company de 1908 à 1918 pour le perfectionnement des redresseurs à vapeur de mercure à cuve en acier, de grande puissance et de tension élevée. On est arrivé ainsi à des résultats intéressants au point de vue de l'étanchéité des cuves et des scellements; on sait combien la solution de ce dernier problème a présenté de difficultés; les joints soudés, les joints à l'émail et au vernis, les joints au ciment Khotinski, etc, ont tous été essayés sans donner un degré d'étanchéité suffisant. C'est M. J.-W. Legg qui a trouvé un ciment dont la tension de vapeur correspond à une colonne de mercure de 2,5 mm à la température de 100°C, alors qu'au bout de 10 minutes seulement le ciment Khotinski acquiert une tension de vapeur correspondant à une colonne de 60 mm de mercure. Aussi, en mai 1913, on a pu installer deux redresseurs monophasés sur une locomotive circulant sur une voie d'embranchement de New-York, New-Haven and Hartford Railroad Co; cette locomotive du poids de 72 t remorquait deux voitures de 32 t chacune avec des pointes de courant de 500 à 800 A. Après un parcours de 22000 km, le degré de vide n'avait pas fléchi d'une façon sensible. On a aussi augmenté la puissance des redresseurs pour un poids donné et introduit un grand nombre d'améliorations intéressant le montage et le réglage de ces appareils; tous ces procédés sont décrits dans des brevets dont on trouvera les références en notes de l'article. — B. C.

621.315.22. — Confection des joints de câbles à âmes multiples pour hautes tensions; Thos.-F. Peterson. *J. A. I. E. E.*, juin 1927, t. xlvi, p. 559-563, 3200 mots, 5 fig. — Le principe fondamental qui a guidé l'auteur dans la confection du nouveau joint qu'il propose est le suivant : si des isolants sont disposés en série dans un circuit diélectrique, les contraintes qu'ils subissent individuellement varient en raison inverse de leur constante diélectrique qui est pour l'huile, 2,5; pour le papier imprégné, 3,2 à 4,1; pour la toile huilée, 5. C'est donc dans l'ordre inverse qu'il faut les appliquer sur les conducteurs. On trouvera, dans l'article original, la description du procédé employé pour l'exécution mécanique du joint (soudure des conducteurs, etc.) et surtout deux dessins cotés qui illustrent parfaitement le mode opératoire; puis tous les isolants sous forme de rubans sont successivement appliqués à la main. On arrive ainsi à réaliser de grandes résistances d'isolement et une bonne répartition de la contrainte électrique; aussi les essais en courant alternatif et en courant continu ont donné d'excellents résultats. Des câbles raccordés de cette manière ont pu résister de 10 à 60 heures à des tensions de 120 kv et ce n'est jamais aux joints que se manifestaient les disruptures. — B. C.

USINES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.311.21 2 (73). — L'usine génératrice thermique de Holtwood; construction et fonctionnement en parallèle avec une usine hydroélectrique; F.-A. Allner. *J. A. I. E. E.*, juin 1927, t. xlvi, p. 551-558, 7000 mots, 8 fig. — Les installations dont il s'agit appartiennent à la Pensylvania Water and Power Company qui vend en gros aux services publics l'énergie électrique qu'elle produit; elles comprennent une usine hydroélectrique reliée à une usine à vapeur, édifiées toutes les deux à Holtwood dans l'état de Pensylvanie, sur la rivière Susquehanna et à 16 km environ au nord de la voie ferrée. Desservant les états de Pensylvanie et de Maryland, les lignes à haute tension sont montées sur des pylônes en acier et rayonnent vers Baltimore dans l'état de Maryland, à 64,4 km; Lancaster, à 22,5 km; York, à 37 km et Coatsville, à 48,3 km, ces dernières villes étant toutes situées dans l'Etat de Pensylvanie. L'usine hydroélectrique de Holtwood fonctionne sous une chute moyenne de 15,8 m et utilise le cours d'eau tout entier; sa puissance actuelle est de 111000 kw; celle de l'usine à vapeur est de 20000 kw avec deux unités de 10000 kw. Le débit normal à pleine charge de la première est 850 m^3 : s et peut être porté à 892 m^3 : s dans des conditions exceptionnellement favorables. Il est disponible pendant la moitié environ de l'année, tandis qu'on a enregistré des débits moyens minima journaliers et hebdomadaires de 90,7 et 102 m^3 : s et un débit moyen maximum durant 24 heures de 12740 m^3 : s. Un barrage construit en travers de la rivière a permis de constituer un bassin de 6 km^2 de superficie dans lequel on peut accumuler une réserve d'eau utile de 22700000 m^3. Un débit hebdomadaire de 119 m^3 : s suffit pour fournir cet appoint du vendredi soir au lundi matin. D'une manière générale, pendant les périodes de hautes eaux, on demande à l'usine hydroélectrique de fournir sa puissance maximum; les groupes fonctionnent alors à pleine charge et alimentent seuls le réseau pour autant que la demande de celui-ci ne dépasse pas la puissance hydroélectrique installée. Les installations à vapeur supportent seulement les pointes et les variations horaires de la charge; mais si le débit de la rivière vient à diminuer, les rôles sont renversés. En service normal, la vidange du réservoir n'est poussée qu'autant que l'exigent le déficit journalier du cours d'eau et la demande en énergie des abonnés; mais tous les matins, le plan d'eau est ramené à son niveau maximum, de façon que l'on ait toujours des disponibilités suffisantes pour faire face à des conditions exceptionnelles et notamment à une défaillance temporaire des machines à vapeur. Puis l'auteur fait une description assez complète de l'installation à vapeur et présente un diagramme indiquant la répartition de la charge entre un groupe hydroélectrique de 12000 kw et un groupe à vapeur de 10000 kw travaillant en parallèle sur la ligne de Lancaster à la fréquence de 60 p : s. Le chauffage se fait au charbon pulvérisé; la vapeur est produite dans 3 chaudières verticales du type Babcock et Wilcox ayant chacune une surface de chauffe de 1305,7 m^2 à laquelle il faut ajouter la surface des écrans aquifères placés au fond et à l'arrière du foyer, soit $775 + 72 = 847$ m^2. La vapeur est amenée aux turbines à neuf étages à la pression de 26 kg : cm^2 et à la température de 287,7°C qui pourra être portée à 371,7°C si le besoin s'en fait sentir ultérieurement; les génératrices sont entraînées à la vitesse de 1800 t : mn et fournissent du courant triphasé à la tension de 13200 v et à la fréquence de 60 p : s. Du 1er janvier au 31 décembre 1926, l'usine thermique a produit 60870000 kw-h, dont 4200000 kw-h ont été utilisés pour ses propres besoins. Aux pointes d'une durée d'une heure correspond une puissance de 26600 kw, soit une majoration de 33 pour 100 de la puissance des machines. — B. C.

621.316.26. — Essai, inspection et entretien des sous-stations automates; Chester Lichtenberg. *J. A. I. E. E.*, juin 1927, t. xlvi, p. 603-606, 3500 mots. — Tout d'abord, dans chaque sous-station, il faut mettre bien en évidence un schéma de l'installation et, à la portée de la main, les notices et instructions fournies par le constructeur; les ingénieurs acquerront ainsi rapidement une idée de la marche de la sous-station. Les essais sont de trois sortes : 1° Les essais en usine. Ils consistent à contrôler le fonctionnement de chaque élément séparément et de groupes d'éléments; mais comme il est matériellement impossible de monter à l'usine simultanément les appareils de génération et de transformation, d'une part, et les appareils de

couplage, d'autre part, on les vérifie l'un après l'autre et cette opération exige souvent autant de temps que l'assemblage des appareils eux-mêmes; 2° Les essais de l'installation qui ont lieu aussitôt après le montage, c'est-à-dire une fois que tout l'appareillage a été posé à l'emplacement qu'il occupera normalement en service; ils sont à peu près les mêmes que ceux effectués à l'usine, sauf qu'ils sont plus simples et s'adressent à tous les appareils; 3° Les essais périodiques qui consistent en un contrôle semestriel de l'équipement. Au point de vue du temps exigé par chacune de ces manipulations, l'auteur indique que l'essai à l'usine d'un disjoncteur demandera plusieurs heures; celui d'une installation, une heure et l'essai périodique, quelques minutes seulement. — Comme son nom l'indique, l'inspection est ou une revision rapide à intervalles rapprochés ou une revision détaillée à intervalles plus éloignés de la station et de son équipement. Il convient surtout de s'assurer que les appareils automatiques fonctionnent dans l'ordre voulu et de vérifier avec soin les connexions. — B. C

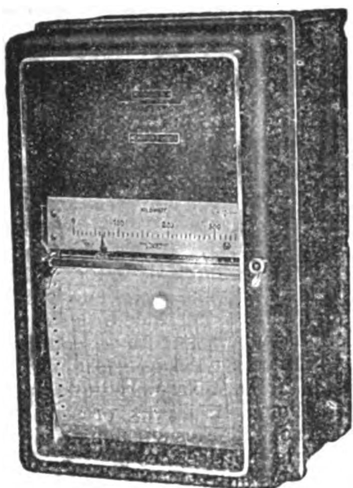
TRACTION ET LOCOMOTION

621.314.7 : 621.331. — Le redresseur à vapeur de mercure comme convertisseur pour les chemins de fer de banlieue, interurbains et de lignes principales. *Revue BBC*, juillet et août 1927, t. XIV, p. 181-186 et 203-214, 16 000 mots, 38 fig. — Dans ces deux articles est achevée l'étude commencée dans le numéro de juillet 1926 et résumée dans « R. G. E. » du 27 août 1927, p. 59 D. Le bon fonctionnement d'une installation de redresseurs nécessite l'entretien d'un vide élevé dans le cylindre. Ce vide est obtenu au moyen d'un groupe de pompes comportant une pompe rotative à vide préliminaire et une pompe à vide élevé, à vapeur de mercure. Le groupe de pompes est, comme le redresseur, placé sur des isolateurs supports; il comporte une circulation d'eau de refroidissement avec avertisseur de manque d'eau et un indicateur thermique de vide à lecture directe basé sur la variation du coefficient de convection des gaz en fonction de la température. La réfrigération du cylindre même du redresseur peut se faire de trois façons différentes: réfrigération directe ou réfrigération indirecte à eau courante ou enfin réfrigération en cycle fermé avec circulation par pompe. Le dernier dispositif auxiliaire est celui d'allumage et d'excitation comportant une anode d'allumage qui, sous l'action d'un solénoïde, descend jusqu'au contact du mercure de la cathode et remonte, aussitôt l'arc auxiliaire allumé, sous l'effet d'un ressort. Deux anodes d'excitation servent à entretenir un arc permanent quel que soit le courant débité. Une explication du fonctionnement complet du dispositif d'allumage est donnée dans l'article à l'aide d'un schéma. La seule perte du redresseur proprement dit est celle correspondant à la chute de tension (19 à 25 v) dans l'arc. On doit, pour avoir le rendement total d'une installation, ajouter les pertes dans le transformateur et celles dues aux appareils auxiliaires. Il est facile de montrer que le rendement est d'autant meilleur que la tension en courant continu est plus élevée. Ce rendement peut ainsi atteindre 99,4 pour 100 pour une tension continue de 4 000 v. Il est en outre pratiquement indépendant de la charge. Quant au facteur de puissance il reste pratiquement compris entre 0,93 et 0,9 pour les couplages usuels. Les transformateurs sont toujours des transformateurs dans l'huile à refroidissement naturel à air. Le secondaire est toujours couplé en étoile avec deux points neutres reliés directement ou par l'intermédiaire d'une bobine d'absorption. Le réglage de la tension se fait généralement par changements de prises auxiliaires sur le primaire, pouvant se faire en service au moyen d'un interrupteur à gradins dans l'huile. Pour un réglage étendu de la tension primaire, on emploie des transformateurs à enroulement compensateur. On utilise dans des cas exceptionnels le couplage simple triangle-étoile ou triangle double hexaphasé. Les redresseurs peuvent marcher en parallèle entre eux (à condition qu'il ait été prévu dans le circuit des anodes de chacun des redresseurs une inductance assez grande) ou avec des convertisseurs rotatifs. On trouvera dans cet article des indications pratiques sur la mise en service et hors service des redresseurs, ainsi que des renseignements sur les installations exécutées ou en cours. — J. S.

621.335 : 621.434 (45). — Locomotive Diesel-électrique de 440 chevaux pour les Strade Ferrate del Mediterraneo (Italie). *Revue BBC*, juillet 1927, t. XIV, p. 175-180, 3 700 mots, 5 fig., dont 1 hors texte. — Cette locomotive construite conjointement par le Tecnomasio italiano Brown Boveri à Milan et la maison Fiat est destinée à des essais comparatifs avec la traction à vapeur sur un réseau présentant des rampes de 60 pour 1 000. C'est une locomotive, type BB à voie de 0,950 m. Une des caractéristiques particulières de ce mode de traction dans le cas présent est que deux moteurs de traction sont montés sur deux essieux de la première voiture qui suit la motrice, ces deux essieux étant couplés par bielles avec les autres. De cette façon le poids adhérent peut être porté à 65 t (dont 47,5 t pour la motrice seule), ce qui permet de remorquer un train de 110 t sur rampe de 60 pour 1 000. La partie mécanique de cette locomotive ne présente aucune disposition spéciale. La caisse comporte un compartiment central des machines et un poste de conduite à chaque extrémité. Le moteur Diesel est un moteur Fiat à deux temps, 6 cylindres de 250 mm × 300 mm. Il peut développer 440 ch à 500 t : mn. Les cylindres sont en acier coulé avec chemise intérieure en fonte spéciale. L'arbre entraîne la pompe de balayage et le compresseur pour l'air d'injection et, par l'intermédiaire d'une roue élastique, un deuxième arbre qui commande la pompe pour le graissage et la réfrigération des pistons et la pompe de combustible. La régulation du moteur se fait automatiquement par un régulateur à force centrifuge agissant sur la pompe de combustible. L'équipement électrique comprend une génératrice accouplée rigidement au moteur Diesel et 4 moteurs de traction à suspension par le nez. Le système adopté pour la transmission de l'énergie entre la génératrice et les moteurs est le système Ward-Leonard. Cette génératrice est à excitatrice séparée sous 120 v; elle comporte en outre un enroulement série indépendant utilisé pour le démarrage du moteur Diesel; la génératrice fonctionnant en moteur série est alors alimentée par une batterie d'accumulateurs qui est elle-même chargée par l'excitatrice. Les moteurs de traction hexapolaires avec pôles de commutation ont une puissance à l'essai unihoraire de 79 kw à 400 v et 680 t : mn et en service continu de 59 kw à 400 v et 810 t : mn. Ils attaquent les essieux par un train d'engrenages à simple réduction au rapport de 1 : 5,33. Les moteurs sont branchés en série ou en parallèle par groupes de 2 ou 3 moteurs. Parmi les organes auxiliaires alimentés par les barres omnibus dont la tension est celle de la batterie, on peut citer : deux moteurs de ventilateurs à axe vertical de 3,3 kw à 110 v, 480 t : mn pour les radiateurs, un moteur de 1,8 kw, 110 v, 2 400 t : mn pour la pompe de circulation de l'eau et un moteur de 4,5 kw, 110 v, 750 t : mn pour le compresseur d'air du système de freinage, ainsi que divers relais ou contacteurs. Dans chaque cabine de conduite est un combinateur avec cylindre principal et cylindre d'inversion de marche, muni du dispositif de sécurité dit de l' « homme mort ». Dans les premiers essais effectués avec cette locomotive la consommation relevée a été de 0,01845 kg de naphte par tonne virtuelle remorquée, soit une dépense en combustible égale à la moitié de celle d'une locomotive à vapeur. — J. S.

MATIERES PREMIERES

669.715.9. — Le lautal, alliage léger à haute résistance. *Revue de l'Aluminium*, juin-juillet-août 1927, t. VI, p. 467, 450 mots. — Une correction mal interprétée a fait imprimer tantal au lieu de lautal dans le titre de la documentation correspondante (*R. G. E.*, 10 décembre 1927, p. 184 D).



TRUB, TAUBER & CIE

ZURICH — 3, rue Ampère

PARIS — 36, B^d de la Bastille

Téléph. : Diderot 14-90 — *Télégr.* : Dyt
Registre du Commerce : Seine n° 20624

FABRIQUE d'INSTRUMENTS de MESURES

électromagnétiques, caloriques, à cadre mobile, dynamométriques, Ferraris et Statiques

INSTRUMENTS DE LABORATOIRE

TRANSFORMATEURS de MESURES jusqu'à 120 000 volts

Enregistreur : diagramme utile 150 mm coordonnées rectilignes | **Réparations Appareils toutes Marques**

Siège social et Usine à TRÉVOUX (Ain)
Registre du Commerce Trévoux (Ain) N° 2896

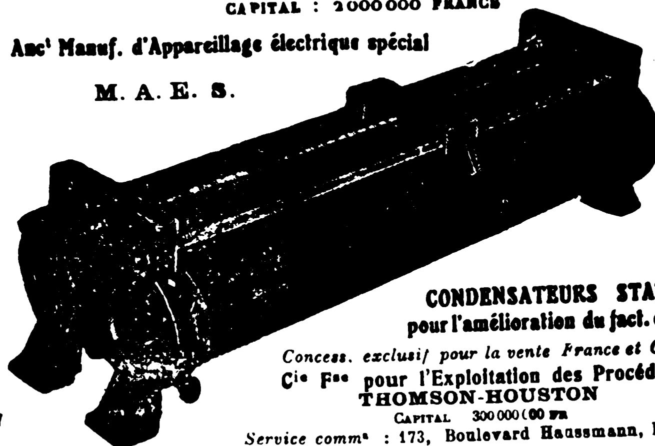
SOCIETE ANONYME DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX

CAPITAL : 2000000 FRANCS

Anc^t Manuf. d'Appareillage électrique spécial

M. A. E. S.

Téléph. : 52 — Adr. télég. : CONDENSATEURS-TRÉVOUX TRÉCONDENS-PARIS



CONDENSATEURS

TÉLÉPHONIQUES
ET TOUS USAGES
SPÉCIALITE de CONDENSATEURS
MICA T. S. F.
Licence exclusive
"DUBILIER"

Bureaux à Paris :
52, rue de Dunkerque (X^e)
Téléph. : Trudaine 68-61

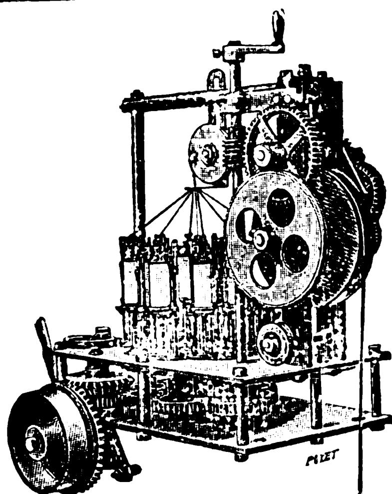
RHÉOSTATS à CURSEURS

toutes intensités, toutes résistances, tous genres de commandes.

CONDENSATEURS STATIQUES
pour l'amélioration du fact. de puiss.

Conces. exclusif pour la vente France et Colonies :
Cie F^se pour l'Exploitation des Procédés
THOMSON-HOUSTON
CAPITAL 300000000 FR
Service comm^al : 173, Boulevard Haussmann, Paris (8e)

Agences en
BELGIQUE
ITALIE
TCHECO-SLOVAQUIE, etc
Concessionnaires à
LONDRES
NEW-HAVEN (Conn.)



TRESSEUSES

L. DEBRON

CONSTRUCTEUR

91, rue du Centre

LA GARENNE-COLOMBES

(Seine)

Registre du Commerce
Seine N° 9743

Téléphone : La Garenne 57

RECHANGES

ACCESSOIRES

FUSEAUX — BOBINES — POMPES
SUPPORTS de BOBINES
CLIQUETS en acier estampé
PORCELAINES — CASSE-FILS
PIGNONS DENTÉS pour tirage
TAMBOURS, etc.

SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

331 (73). — **Enseignements tirés des expériences faites aux Etats-Unis sur l'organisation du travail et de l'industrie**; J.-W. Thomas. *El. Rev.*, 25 novembre 1927, t. ci, p. 895-898, 3 200 mots. — Les Etats-Unis d'Amérique sont de beaucoup le pays le plus riche du monde en ressources naturelles exploitées ou non; abondamment pourvu de presque tous les produits de la terre, sauf du caoutchouc, ce pays ne dépend donc, en quoi que ce soit, d'aucune autre nation au même degré que l'Angleterre; il constitue le plus grand territoire du monde où le commerce est libre et les fabricants ont toujours la faculté d'écouler leurs marchandises sur le marché intérieur. De même, les conditions du travail sont tout à fait différentes de celles qui existent en Angleterre : la demande est toujours au-dessous de l'offre, ce qui tend à faire monter les salaires et à les maintenir élevés. Pour pallier à cette rareté de la main-d'œuvre, les industriels se sont efforcés de développer l'emploi des machines. Toutefois, il y a une compensation au taux élevé des salaires; le pouvoir d'achat des ouvriers a augmenté et il en résulte une consommation élargie qui a complètement changé les idées des employeurs. Leur thèse est maintenant la suivante : le secret de la prospérité est de payer les plus hauts salaires possibles, de produire les marchandises aux prix les plus bas et d'attendre avec confiance leur vente. Cette idée semble avoir été justifiée par les résultats. Puis l'auteur se livre à de longues considérations sur la possibilité d'introduire en Angleterre les méthodes de fabrication en série telles qu'elles sont pratiquées aux Etats-Unis d'Amérique. — B. C.

331.83 : [621 + 669] (44.361) « 1920 : 1926 ». — **Variations comparées du coût de la vie et des salaires dans les industries du métal de la région parisienne.** *R. G. E.*, 8 octobre 1927, t. xxii, p. 557-560, 1 700 mots, 1 fig., 1 tabl.

347.774.5 (001) « 1919 ». — **La réforme de la loi du 6 mai 1919 sur les appellations d'origine**; Fernand-Jacq. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. xxii, p. 653-655, 2 100 mots. — Dans cette étude, l'auteur analyse et critique les nouvelles dispositions modificatives de la loi du 6 mai 1919 sur les appellations d'origine, loi qui, bien que visant surtout les produits naturels, vise aussi certains produits fabriqués, parmi lesquels quelques-uns de ceux obtenus dans l'industrie électrique.

382.5.6 (44) « 1927 ». — **Importations et exportations françaises pendant les six premiers mois de l'année 1927**; Marcel Blondin. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. xxii, p. 645-652, 4 000 mots, 8 tabl.

621.31 : 382.5 : 325 (42). — **Les marchés électriques anglais d'outre-mer.** *El. Rev.*, 11 novembre 1927, t. ci, p. 804-805, 1 700 mots, 5 fig. — La statistique s'étend du 1er juillet 1926 au 30 juin 1927 et englobe presque tous les dominions : Australie, Nouvelle-Zélande, Inde et Afrique du Sud. Outre les chiffres cités dans le texte, l'article contient des graphiques qui donnent, mois par mois, la valeur en livres sterling, des importations de matériel électrique avec les subdivisions suivantes : câbles et fils, machines dynamoélectriques, lampes à filament, matériel télégraphique et téléphonique, autres machines et matériel électriques; de plus, pour l'Inde, on a établi une comparaison entre le commerce allemand, américain et anglais. Il a été importé en Australie pour 7 461 000 livres sterling de matériel électrique contre 6 154 000 livres sterling pendant l'exercice précédent; les augmentations ont porté sur les câbles et les fils, 250 000 livres sterling, et les lampes à filament métalliques, 150 000 livres sterling. Pour les autres pays, l'auteur se contente d'indiquer les résultats du trafic total; il faut donc se reporter aux graphiques pour être renseigné sur la valeur des importations de matériel électrique. — B. C.

FINANCES

621.31 : 347.72.036.1. — **Assemblée générale ordinaire du 2 mai 1927**; Revue générale de l'Electricité. *R. G. E.*, 7 mai 1927, t. xxi, p. 759, 600 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — **Assemblée générale ordinaire du 3 mai 1927**; Compagnie d'Entreprises électromécaniques. *R. G. E.*, 10 septembre 1927, t. xxii, p. 397-398, 400 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — **Assemblée générale ordinaire du 6 mai 1927**; Société de Production et de Distribution d'Energie. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. xxii, p. 520, 300 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — **Assemblée générale ordinaire du 12 mai 1927**; Compagnie continentale Edison. *R. G. E.*, 26 novembre 1927, t. xxii, p. 908, 450 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — **Assemblée générale ordinaire du 12 mai 1927**; Energie électrique du Littoral méditerranéen. *R. G. E.*, 16 juillet 1927, t. xxii, p. 125-126, 2 100 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — **Assemblée générale ordinaire du 14 mai 1927**; Energie électrique du Sud-Ouest. *R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. xxii, p. 471-472, 1 600 mots.

621.33 : 347.72.036.1. — **Assemblée générale ordinaire du 16 mai 1927**; Chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud de Paris. *R. G. E.*, 6 août 1927, t. xxii, p. 247-248, 1 100 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — **Assemblée générale ordinaire du 27 mai 1927**; Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône. *R. G. E.*, 26 novembre 1927, t. xxii, p. 907-908, 1 600 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — **Assemblée générale ordinaire du 27 mai 1927**; Electricité de Strasbourg. *R. G. E.*, 5 novembre 1927, t. xxii, p. 747-748, 2 100 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — **Assemblée générale ordinaire du 28 mai 1927**; Société générale des Forces motrices de la Ville de Grenoble. *R. G. E.*, 24 septembre 1927, t. xxii, p. 471, 400 mots.

621.367 : 347.72.036.1. — **Assemblée générale ordinaire du 30 mai 1927**; Compagnie de Produits chimiques et électrométallurgiques Alais, Froges et Camargue. *R. G. E.*, 15 octobre 1927, t. xxii, p. 599-600, 2 000 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — **Assemblée générale ordinaire du 2 juin 1927**; Compagnie d'Electricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière). *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. xxii, p. 519-520, 1 200 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — **Assemblée générale ordinaire du 14 juin 1927**; Société des Forces motrices de la Vienne. *R. G. E.*, 13-20 août 1927, t. xxii, p. 285-286, 1 600 mots.

621.31 : 347.72.036.1. — **Assemblée générale ordinaire du 17 juin 1927**; Société roubaisienne d'Eclairage par le Gaz et l'Electricité. *R. G. E.*, 10 septembre 1927, t. xxii, p. 398, 700 mots.

SECTION DE LÉGISLATION

347.258 « 1906 » : 621.316 : 351.95. — Le privilège exclusif pour la distribution de la force motrice accordé avant la loi du 15 juin 1906 est licite. Droit actuel du concessionnaire (Arrêt du Conseil d'Etat du 8 avril 1927); Paul Bougault. *R. G. E.*, 26 novembre 1927, t. XXII, p. 909-911, 2800 mots. — En vertu de l'article 8 de la loi du 15 juin 1906, le privilège exclusif ne saurait être accordé par une commune que pour la distribution de l'éclairage sur son territoire. Est-ce une disposition entièrement nouvelle créée par la loi? Est-ce, au contraire, la reproduction d'une interdiction antérieure? Le Conseil d'Etat, qui jusqu'ici n'avait pas eu à se prononcer formellement sur cette question, vient de la trancher définitivement : il a déclaré que la commune, avant la loi du 15 juin 1906, n'étant gênée par aucun texte, pouvait légalement accorder le privilège de la distribution de la force motrice et que l'avant-dernier article de cette même loi ayant maintenu en leur forme et teneur les contrats antérieurs, le concessionnaire ne pouvait se voir supprimer, même d'une façon indirecte, un droit qui lui appartenait.

351.71.078.3 : 621.316 : 347.258 (003.3). — Décret du 26 octobre 1927 portant revision du décret du 17 octobre 1907 sur l'organisation du contrôle des distributions d'énergie électrique. *R. G. E.*, 19 novembre 1927, t. XXII, p. 855-856, 1000 mots.

347.258 : 621.316 : 351.95. — Le point de départ de l'indemnité en raison du maintien par la commune d'un tarif extracontractuel (Arrêt du Conseil d'Etat du 18 mai 1927); Paul Bougault. *R. G. E.*, 19 novembre 1927, t. XXII, p. 853-855, 2700 mots. — De nombreux arrêts ont confirmé la jurisprudence basée par le Conseil d'Etat, pour la première fois dans la décision du 30 mars 1916, sur la théorie de l'extracontractualité. Celui que commente l'auteur dans son article permet de répondre à cette question : « Quand le caractère extracontractuel a été reconnu, quel est le jour qui marque le point de départ de l'indemnité mise à la charge de la commune? ». On pourrait admettre que le concessionnaire est présumé avoir renoncé à réclamer pour toute la durée qui est antérieure à la demande de relèvement du tarif; l'article montre que c'est le contraire qui est exact.

347.262 : 621.316. — Les charges légales de la propriété foncière en faveur des distributeurs d'énergie électrique; Ch. Blaevoet. *R. G. E.*, 8 et 15 octobre 1927, t. XXII, p. 561-568 et 601-608, 15700 mots. — La fixation d'ancrages sur les murs ou toits des propriétés et l'implantation des supports dans des terrains clos pour l'établissement des lignes de distribution ou de transmission d'énergie ont donné lieu, ainsi que les élagages nécessités par l'établissement et l'entretien des conducteurs, à des difficultés de toutes sortes au point de vue de l'existence des droits et obligations, de leur étendue et de leur sanction. De même, la compétence et les pouvoirs du juge en ces matières soulèvent de nombreux litiges. M. Blaevoet essaye de mettre au point toutes ces questions dans l'étude ci-après.

347.262 : 621.316. — Circulaire du 29 juillet 1927 relative au décret du 29 juillet 1927 portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie. *R. G. E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 805-807, 3200 mots.

347.56 : 621.315.1 (004). — Chute d'un fil dépendant d'une concession de distribution d'énergie électrique; Paul Bougault. *R. G. E.*, 5 novembre 1927, t. XXII, p. 749-752, 3700 mots. — L'auteur profite de l'occasion qui lui est donnée par un jugement du tribunal civil du Havre, en date du 11 mars 1927, pour préciser, dans une vue d'ensemble, les difficultés d'ailleurs fréquentes que présente, relativement à un accident survenu dans une exploitation concédée, la question de compétence.

347.771. — La réforme de la législation sur les brevets d'invention; Fernand-Jacq. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 521-528, 7500 mots. — L'auteur examine et critique certaines dispositions du projet de loi voté par la Chambre des Députés, et actuellement soumis au Sénat, en vue d'obtenir de celui-ci le rejet de certaines innovations ultimes regrettables et la reprise du projet initial, plus homogène et fruit d'une minutieuse préparation.

336.2.027.13 : 351.713.078.3. — — Sur l'application du droit de contrôle des agents du fisc. *R. G. E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 807, 240 mots.

336.2.027.13 : 351.713.078.3. — Sur le droit de contrôle des agents du fisc. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 655-656, 350 mots.

336.2.027.13-029.4. — Sur la non-application de la pénalité de 25 pour 100 de majoration des impôts quand les insuffisances de déclaration résultent d'erreurs matérielles. *R. G. E.*, 22 octobre 1927, t. XXII, p. 656, 500 mots.

336.2.027.6. — Sur l'évaluation au point de vue fiscal des stocks de marchandises. *R. G. E.*, 26 novembre 1927, t. XXII, p. 912, 400 mots.

336.2.027.7. — Sur l'impossibilité pour un contribuable exploitant deux entreprises différentes de déduire des bénéfices de l'une les pertes de l'autre. *R. G. E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 807-808, 700 mots.

336.2 : 658.62|027.8. — Sur l'application de la taxe sur le chiffre d'affaires aux frais de transport des marchandises. *R. G. E.*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 528, 150 mots.

336.215.027. — La valeur locative des immeubles industriels et sa déduction du chiffre des bénéfices soumis à l'impôt cédulaire; Paul Bougault. *R. G. E.*, 29 octobre 1927, t. XXII, p. 703-704, 1800 mots. — Différents contrôleurs ou inspecteurs ont élevé des prétentions réellement étranges en matière d'impôt cédulaire, lorsqu'une industrie est exploitée par le propriétaire même des immeubles qui y sont consacrés. D'autre part, n'étant pas documentés sur les textes récents, les contribuables ont fait des observations mal fondées. Une mise au point de la question est donnée dans l'article de M. Bougault.

336.215.2. — Sur l'imposition des bénéfices d'un commerçant passant, en cours d'année civile, du régime forfaitaire au régime normal. *R. G. E.*, 12 novembre 1927, t. XXII, p. 808, 350 mots.

336.215.2.027.5 : 347.72.034. — Sur l'évaluation du bénéfice imposable d'une société ayant racheté les parts de fondateurs sur ses bénéfices ou ayant émis de nouvelles actions avec primes. *R. G. E.*, 26 novembre 1927, t. XXII, p. 911-912, 200 mots.

347.72.034. — Sur l'assimilation aux parts de fondateurs des titres donnant droit éventuellement à une quote-part des bénéfices. *R.G.E.*, 10 septembre 1927, t. XXII, p. 408, 400 mots.

Paris. — Soc. Gle d'Imp. et d'Édit., 17, rue Cassette.

Le Gérant : J. Blondin.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 25, boulevard Malesherbes, Paris (8e). — Téléph. : Elysées 31-82 et 04-17.

Syndicats adhérant à l'Union : Syndicat général de la construction électrique. — Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique. — Chambre syndicale des constructeurs de gros matériel électrique. — Chambre syndicale des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent. — Syndicat professionnel de l'industrie du gaz. — Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France. — Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens. — Syndicat professionnel des fabricants de fils et cables électriques. — Chambre syndicale de la porcelaine électrotechnique. — Syndicat des constructeurs de matériel de chauffage électrique de France. — Union des voies ferrées d'intérêt local de France (Section des tramways). — Syndicat des entrepreneurs de réseaux et de centrales électriques (Production, distribution, traction). — Syndicat professionnel des industries radioélectriques. — Syndicat des constructeurs d'appareillage et de matériel électrique. — Syndicat général des installateurs électriciens français. — Syndicat des constructeurs de véhicules électriques. — Syndicat des constructeurs de pylones en ciment armé. — Syndicat des fabricants de ferrures pour poteaux. — Syndicat du verre électrotechnique.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Cinquième Bulletin de 1927.

Sommaire : Assemblée générale du 4 mai 1927, p. 133 U.

Assemblée générale du 4 mai 1927.

Présidence de M. Legouëz, président.

Sont présents : MM. Legouëz, président ; Cahen, Ulrich, vice-présidents ; Marcel Meyer, trésorier ; Aubert, Buffet, Berne, Bizet, Bonvoisin, du Bousquet, Boutan, Brachet, Brylinski, Callou, Cance, Clin, de Courville, Delamarre, Drouin, Duval, Eschwège, Faucheux, Ferrier, Galey, Girousse, Godinet, Goldschmidt, Grosselin, Imbs, Isselin, Javal, A. Lépine, Malle, Marty, Nelson Uhry, Regnier, Ronzel, Saurel, Sékutowicz, de Traz, de la Ville le Roulx, Zetter.

Excusés : MM. Gabriel Cordier, président d'honneur; Dardel, vice-président ; Krieger, Lépine, Marlio, Masse, Rey, Roche-Grandjean, Schwarberg.

Assiste en outre à la séance M. Tribot Laspière, secrétaire général de l'Union.

Adoption du procès-verbal de la séance du 9 mars 1927. — Lecture est donnée du procès-verbal de la séance du 9 mars 1927, qui est adopté sans observation.

Légion d'honneur. — M. d'Aubenton Carafa, directeur de la Compagnie du Gaz de Lyon a été nommé récemment chevalier de la Légion d'honneur : M. le Président est heureux de le féliciter au nom de ses collègues pour la distinction qu'il vient d'obtenir et qu'il a si bien méritée,

Conférence internationale de 1927. — Les adhésions à la Conférence du mois de juin prochain continuent à arriver en grand nombre : il y a actuellement 135 étrangers et 190 français inscrits.

L'Assemblée générale décide de proposer au bureau de la Conférence, comme rapporteurs généraux : MM. Roth, pour la première section, Duval, pour la deuxième et Parodi, pour la troisième.

La séance d'ouverture aura lieu le jeudi 23 juin à 15 heures précises, à la salle Hoche : M. Tardieu, ministre des Travaux publics, a accepté de présider cette séance.

Transport des poteaux en ciment armé. — Le Groupe 2 dépose sur le Bureau de l'Union un mémoire montrant de quelle façon excessive et illogique sont établis actuellement les tarifs de transport des poteaux en ciment armé.

Le Groupe désirerait que l'Union appuie les démarches qu'il se propose de tenter et demande que son mémoire soit transmis, pour avis préalable, aux Groupes 1 et 3.

Il en est ainsi décidé.

Complément a la brochure n° 131 (règles techniques pour la fourniture des machines électriques). — La sixième Commission a examiné un texte adopté par la Commission électrotechnique internationale à la réunion de New-York en 1926 et concernant :

1° L'échauffement des grosses machines (y compris les turboalternateurs). Ce texte est destiné à compléter l'article 51 de la brochure n° 131 ;

2° La mesure des températures par indicateurs internes de température : ce texte est destiné à remplacer l'article 40 bis de la brochure n° 131 ;

3° La classification des isolants : cette classification est destinée à être introduite dans les définitions de la brochure n° 131 à la suite de l'article 11.

Comme conséquence, la sixième Commission propose de supprimer l'article 56 actuel de la brochure 131, les dispositions que contient cet article étant remplacées par les nouvelles dispositions ci-dessus mentionnées.

L'Assemblée générale approuve les propositions de la sixième Commission et décide d'apporter à la brochure n° 131, à dater de ce jour, les modifications demandées.

Avis a transmettre au Comité électrotechnique français au sujet des machines électriques. — La sixième Commission a étudié, au cours de ses récentes séances, quelques questions pendantes devant la Commission électrotechnique internationale et elle a établi sur la proposition de la Chambre syndicale des Constructeurs de gros Matériel électrique un projet d'avis à adresser au Comité électrotechnique français.

Cet avis concerne les points suivants : tolérances, essais diélectriques, transformateurs.

L'Assemblée générale approuve le projet d'avis qui lui est soumis et décide de l'envoyer sans changement au Comité électrotechnique français.

Avis a transmettre au Comité électrotechnique français en ce qui concerne les moteurs de traction. — La vingt-quatrième Commission qui s'est réunie le 27 avril, sous la présidence de M. Péridier, a arrêté le texte des propositions que l'Union des Syndicats de l'Electricité aurait à transmettre au Comité électrotechnique français pour répondre aux questions posées par la Commission électrotechnique internationale sur les trois points suivants relatifs aux moteurs de traction : essais diélectriques, méthodes de mesures de température, essais de commutation.

L'Assemblée approuve les termes de ces propositions et décide de les transmettre au Comité électrotechnique français.

Plaques « danger de mort ». — L'Assemblée générale approuve le texte d'une lettre à adresser au ministre des Travaux publics au sujet des plaques « danger de mort » : ce texte lui est présenté par la vingt-troisième Commission.

Rapport sur l'exercice 1926. — Lecture est donnée du rapport présenté par le Comité de Direction sur l'exercice 1926 de l'Union.

Rapport sur les comptes de l'exercice 1926. — M. Marcel Meyer, trésorier, donne lecture de son rapport sur le bilan et le compte de profits et pertes de l'Union, arrêtés, l'un et l'autre, au 31 décembre 1926.

Ces documents sont approuvés également à l'unanimité.

Projet de budget pour 1927. — L'Assemblée générale arrête le projet de budget de l'exercice 1927.

Nominations dans les commissions. — Sont nommés membres :

De la *troisième Commission* : M. Painvin, administrateur délégué de la Société d'Electrochimie, d'Electrométallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine, qui représentera la Chambre syndicale des Forces hydrauliques.

De la *quatrième Commission* (Sous-Commission des Lampes). — M. Varangot, comme délégué de la Société française des Electriciens.

De la *huitième Commission* : M. Lange, chargé des études techniques des jurys spéciaux de la marque U.S.E. au Syndicat des Constructeurs d'Appareillage et de Matériel électrique, 92, rue de Courcelles, Paris.

De la *dixième Commission* : M. Lorain, 16, rue du Louvre, à Paris, en remplacement de M. Jules Quantin :

MM. Brisset et René Meyer, à la demande de M. Masse, président du Syndicat des Fabricants d'Isolants pour l'Electricité et d'Objets moulés.

Travaux des Commissions. — *Deuxième Commission* (fils et câbles). — La deuxième Commission s'est réunie le 5 avril sous la présidence de M. Grosselin. Elle a poursuivi l'étude du texte nouveau qui doit remplacer le texte actuel du fascicule 186 (cahier des charges pour la fourniture des conducteurs isolés au caoutchouc).

L'unanimité n'ayant pu être obtenue sur ce texte, le Président propose d'ajourner son approbation.

Quatrième Commission (Normalisations générales). — La Sous-Commission des lampes a adopté le texte de quelques modifications à apporter au cahier des charges n° 84, modifications destinées à mettre cette publication en harmonie avec le cahier des charges n° 169 (lampes à filaments métalliques dans le vide).

La Sous-Commission a adopté également un projet de normalisation des dimensions des lampes à filaments métalliques à atmosphère gazeuse qui lui avait été renvoyé par l'Assemblée générale de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Ces documents vont être soumis à la prochaine réunion plénière de la quatrième Commission.

Cinquième Commission (Essais d'accumulateurs). — La Commission des essais d'accumulateurs s'est réunie le 29 avril, sous la présidence de M. Eschwège.

Elle a pris les décisions suivantes :

1° Les essais d'accumulateurs qui ont été clos le 16 avril dernier après avoir commencé le 3 mai 1926 seront prolongés jusqu'au 31 décembre 1927.

2° Pour participer à cette nouvelle série d'essais les fabricants d'accumulateurs verseront à l'Union une somme de 4000 fr par batterie, avant le 15 mai prochain.

L'Assemblée générale de l'Union des Syndicats de l'Electricité ratifie ces propositions et décide de percevoir dès maintenant la contribution de 4000 fr.

Cinquième Commission (Essais de véhicules électriques). — Le Comité d'Organisation des essais de véhicules électriques s'est réuni le 16 mars pour examiner s'il y a lieu, ainsi que le demande le Syndicat des Véhicules électriques de France, d'incorporer dans le rapport sur les essais le compte rendu des essais d'épuisement supprimé par la décision du Comité du 8 décembre 1926.

Après discussion, le Comité décida de porter la question devant la Commission plénière. Celle-ci dans sa séance du 23 mars a décidé de donner satisfaction à la demande qui lui a été adressée.

Le rapport sur les essais vient de paraître (n° 57).

Sixième Commission (Machines). — La sixième Commission s'est réunie le 10 mars, sous la présidence de M. Boucherot. Elle a approuvé les règles concernant les machines électriques adoptées par la Commission électrotechnique internationale, à New-York, et propose à l'Assemblée générale de les introduire dans les règles françaises actuelles (brochure n° 131) : il vient d'en être ainsi décidé (voir plus haut).

Elle a examiné, d'autre part, quelques questions pendantes devant la Commission électrotechnique internationale et a adopté, après quelques modifications, le projet de réponse que lui avait soumis la Chambre syndicale des Constructeurs de gros Matériel électrique.

L'Assemblée générale, ainsi qu'il est dit ci-dessus, ratifie ce projet et décide de le transmettre au Comité électrotechnique français.

Huitième Commission (Basse tension). — Essais de petits disjoncteurs. — Le Jury des essais de petits disjoncteurs s'est réuni le 12 mars pour fixer les détails de l'organisation des essais. Les frais à prévoir seront de 400 fr environ par appareil.

Les essais commenceront le 1er juin.

Dixième Commission (Isolants synthétiques). — La Commission plénière s'est réunie le 28 mars et a adopté le programme général des recherches à entreprendre.

Elle va se réunir prochainement pour poursuivre ses travaux.

Vingt-troisième Commission (Grandes lignes de transport à très haute tension). — La vingt-troisième Commission s'est réunie le 30 mars sous la présidence de M. Brylinski.

Elle a arrêté tout d'abord le texte d'un projet de réponse qui serait adressé par l'Union des Syndicats de l'Electricité au Ministère des Travaux publics en ce qui concerne les plaques « danger de mort » : c'est ce projet de réponse qui vient d'être adopté par l'Assemblée générale (voir ci-dessus).

Elle a continué l'étude des moyens à employer pour rendre inoffensives les lignes interrompues. L'enquête ouverte par une Sous-Commission n'a donné que peu de résultats. La Commission propose d'organiser des essais contrôlés en invitant, par une large publicité, les constructeurs et exploitants à présenter les dispositifs ou appareils qu'ils auraient pu concevoir ou utiliser.

L'Assemblée générale en décide ainsi.

Vingt-quatrième Commission (Moteurs de traction). — La vingt-quatrième Commission s'est réunie le 27 avril, sous la présidence de M. Péridier, et a arrêté les termes des propositions que l'Union des Syndicats de l'Electricité pourrait envoyer au Comité électrotechnique français en réponse aux questions posées par la Commission électrotechnique internationale sur les trois points suivants relatifs aux moteurs de traction : essais diélectriques, méthodes de mesures des températures, essais de commutation.

Ce sont ces propositions que l'Assemblée générale vient d'approuver (voir ci-dessus).

Moteurs électroagricoles. — Les essais des moteurs électroagricoles entrepris au Laboratoire central d'Electricité viennent d'être terminés et la Commission va se réunir prochainement pour arrêter les termes d'un rapport sur les essais physiques et électriques de moteurs.

Des essais pratiques doivent avoir lieu prochainement : M. Drin, président de la Commission, s'en occupe activement.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée.

Le Secrétaire général, J. TRIBOT-LASPIÈRE.

Le Président, R. LEGOUEZ.

SYNDICAT
DES CONSTRUCTEURS DE MACHINES ÉLECTRIQUES

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

SEPTIÈME BULLETIN DE 1927.

Procès-verbal de la réunion du 17 mai 1927.

La séance est ouverte à 14 h 30, sous la présidence de M. Deramat, président.

Sont représentés les établissements suivants :

Maison Breguet (M. Callou) ; Ateliers de Constructions électriques de Metz (M. Schies) ; Compagnie Electro-Industrielle (M. P. Alexandre) ; Compagnie

Electro-Mécanique (M. Widmer); Société Gramme (M. Deramat); Maison Hillairet (M. Planque); Société des anciens Etablissements Jacquet frères (M. Nissou); Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné (M. Isselin); Ateliers électriques Roche-Grandjean (M. Roche-Grandjean); Anciens Etablissements Sautter-Harlé (MM. Cassegrain et Harlé); Compagnie française Thomson-Houston (M. Lemonon).

M. Zetter, délégué général, assiste à la séance, ainsi que Mlle Grin, secrétaire technique.

Procès-verbal. — Le procès-verbal de la réunion du 15 mars 1927 est lu et adopté.

Correspondance. — Communication de la traduction d'un article paru dans « Electrical World » et transmise par M. Giraudier.

— Lettre de Permisherinath Kaul et Co, Wholesale Exporters Importers and Manufacturer's, Srinagar Kashmir, Inde, informant qu'ils sont désireux d'entrer en relations d'affaires avec des importateurs de moteurs électriques de 220 v triphasés, courant alternatif, 25 p:s, avec prises de courant connexions, de 10 à 100 ch.

— Lettre de la Maison The Denshosha, Import and Export Department Okazakibashi Nishiku, Osaka, Japon, qui désire être mise en relations avec des fabricants de machines électriques.

— Correspondance échangée avec la Compagnie Electro-Industrielle au sujet des droits d'entrée qui frappent en France les huiles de premier remplissage des transformateurs. Le Délégué général donne lecture de la lettre initiale dans laquelle la Compagnie Electro-Industrielle expose une affaire qu'elle n'a pu obtenir à cause d'une différence à son désavantage dans le prix proposé, différence qui venait uniquement du montant des droits qui frappent les huiles de transformateurs. La question a été soumise à la Fédération de la Mécanique qui a indiqué qu'elle allait solliciter du Ministère l'établissement du régime de l'admission temporaire, lequel permettait seul, à son avis, d'éviter le retour de pareils incidents. M. Planque fait remarquer toutefois que les huiles étant frappées non seulement d'un droit d'entrée élevé mais aussi d'un droit de circulation, le régime de l'admission temporaire n'aurait guère pu donner dans ce cas particulier d'avantages à la Compagnie Electro-Industrielle.

— Lettre de la Compagnie Electro-Mécanique demandant des renseignements au sujet du carnet remis par l'Administration de l'octroi de Paris et destiné à la perception des droits sur le fer, le cuivre, le plomb employés dans les installations faites à l'intérieur de Paris.

Après enquête auprès de l'octroi, il lui a été répondu en lui indiquant que la taxation des métaux s'entend aussi bien dans les installations de force motrice que dans celles de lumière; à ce sujet M. Roche-Grandjean, d'accord avec ses collègues fait remarquer que dans les installations de force motrice il ne s'agit toutefois que des pièces propres à devenir immeubles par destination, c'est-à-dire scellées et non des organes fixés à l'aide de vis et de boulons; en ce qui concerne le cuivre, la seule taxation admise est à raison de 0,30 fr par kilogramme de cuivre entrant dans l'installation.

Travaux du Comité technique. — Le Comité technique s'est réuni les 12 et 13 avril derniers. La séance du 12 avril a été consacrée à la normalisation des transformateurs et au cahier des charges des lames de collecteurs. Au sujet de la première question, les membres présents à la réunion, et qui comprenaient à la fois ceux du Comité technique et la majeure partie des constructeurs de transformateurs ont examiné les courbes de pertes à vide et de chutes de tension établies par M. Trautner.

Quant au cahier des charges des lames de collecteurs, M. Cassegrain a donné un compte rendu des essais auxquels il se livre et qui confirment presque entièrement les chiffres indiqués au rapport de M. Lefebvre.

Le 13 avril, les membres du Comité technique et les délégués du Syndicat des Fabricants d'Isolants pour l'Electricité et d'Objets moulés ont examiné ensemble les méthodes d'essais à appliquer aux vernis à base de résines synthétiques. Les quelques objections à la méthode établie par la Compagnie française Thomson-Houston ont été faites par M. Meunier de la Société Progil qui s'est lui-même livré à de nombreux essais, lesquels lui ont permis d'établir des modes opératoires donnant des résultats constants pour les résines. A cette séance il a été donné lecture d'un rapport de M. Cassegrain sur la préparation des plaques, rapport qu'il a établi à la suite des grandes différences de préparation de celles-ci par les différents fabricants dont il a reçu des échantillons.

Le 10 mai le Comité technique s'est également réuni et a repris les questions étudiées dans les séances précédentes.

Sur la demande du Président, M. Cassegrain fait remarquer que la question de normalisation des transformateurs est interrompue actuellement du fait de la décision prise par le nouveau groupement commercial des constructeurs de transformateurs, il ajoute que des essais contradictoires ont lieu actuellement sur les lames de collecteurs et indique que les essais à la bille pourront seuls être concluants et que dans le cas où un cahier des charges de lames de collecteurs viendrait à être rédigé, il serait nécessaire d'indiquer d'une façon très précise les méthodes d'essais qui ont permis de fixer les nombres portés dans ce cahier des charges éventuel.

Admission temporaire en franchise de moteurs électriques. — Le Ministère a informé le Syndicat qu'une société avait fait une demande tendant à obtenir l'autorisation d'importer sous le régime de l'admission temporaire en franchise, de Belgique, des moteurs d'une force de 0,5 à 3 ch destinés à être montés sur des appareils de sa construction en vue de la réexportation. Le

Ministère demandant une réponse urgente, il a été impossible d'attendre la réunion du Syndicat pour établir cette réponse, et après consultation auprès du Président et de M. Legendre, le Ministère a été informé que le Syndicat ne voyait pas d'inconvénient à faire bénéficier de l'admission temporaire en franchise cette société, pour une durée d'un an, en spécifiant que la durée de séjour en France de chaque moteur importé de Belgique devra être fixée à un mois.

— Lettre du Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes indiquant qu'une fabrique de moteurs industriels sollicite l'autorisation d'importer sous le régime de l'admission temporaire en franchise des magnétos venant d'un établissement allemand pour être incorporés à des moteurs à essence de fabrication française destinés à être exportés en Tunisie. Les membres présents indiquent que la question des magnétos n'étant pas de leur ressort, la lettre du Ministère sera transmise à M. Lavalette, président de la Chambre syndicale des Accessoires d'Automobiles, que cette question intéresse particulièrement.

Statistique demandée par le Syndicat général de la Construction électrique. — La statistique, dont il a été question lors de la dernière réunion, a été organisée au Syndicat général de manière à permettre à tous les Syndicats y adhérant d'y répondre d'une façon qui assurera leur anonymat absolu.

Des circulaires ont été envoyées dans ce sens à tous les membres du Syndicat et le Président insiste pour que les adhérents n'ayant pas encore répondu le fassent sans délai, l'intérêt d'une statistique ne pouvant échapper aux membres du Syndicat.

Questions diverses. — L'Union des Industries métallurgiques et minières a adressé au Syndicat le discours prononcé par M. le Président Richemond à la mémoire de M. Robert Pinot, délégué général de l'Union des Industries métallurgiques et minières.

Organisation d'un service de surveillance et d'amélioration des risques en matière d'accidents du travail. — Ce service qui fonctionne actuellement est susceptible de rendre de grands services aux industriels. M. Lacroix, qui en assure la direction, étudie dans les usines l'organisation rationnelle capable de diminuer les risques d'accidents et examine ensuite avec les compagnies d'assurance la diminution de la prime due à la réduction des risques.

Ce service sera amené à prendre une extension de plus en plus considérable surtout en face des charges croissantes qui incomberont aux industriels avec la transformation de la législation du travail dont le projet est actuellement déposé au Parlement.

A ce propos, un résumé de l'étude des Industries métallurgiques et minières sur les modifications de la législation et les commentaires des conclusions du rapport de M. Gros, député, a été adressé à tous les adhérents.

Salon nautique. — Le Salon nautique international organise une deuxième exposition dans laquelle une section sera réservée aux industries électriques. Une circulaire a été adressée à tous les membres du Syndicat pour leur en faire part et leur demander s'ils désirent participer à l'exposition qui se tiendra au Grand-Palais du 28 octobre au 13 novembre 1927.

Enquête de « La Journée industrielle ». — Ce quotidien procède actuellement à une enquête générale dans toutes les industries en leur demandant si la crise qui a suivi les effets de la revalorisation monétaire s'est traduite par un ralentissement des affaires au cours des derniers mois et si celles-ci ont repris leur cours normal; si le chômage a atteint les industries et dans quelle proportion et s'il est en voie d'accroissement quelles sont les régions et les branches particulières de l'industrie qui ont été le plus frappées.

Ce questionnaire a été transmis à tous les présidents des syndicats affiliés au Syndicat général de la Construction électrique, dont les réponses ont été communiquées à « La Journée industrielle ».

Pour sa part le Président a indiqué après avoir consulté la plupart de ses collègues que le ralentissement des affaires dans l'industrie qui les intéresse est de l'ordre de 1 à 2 cinquièmes environ, il indique de plus que le chômage proprement dit est peu important et que le nombre d'heures de travail a dû être réduit de 5 à 10 heures par semaine environ.

Foire de Paris. — L'Administration de la Foire de Paris a adressé une circulaire sur l'organisation générale, la publicité, la réglementation des entrées, ainsi que l'organisation des stands au point de vue eau, gaz, électricité, téléphone.

Communications. — Le groupe 1 de l'Union des Syndicats de l'Electricité a envoyé des circulaires relatives :

1° A une délégation italienne qui doit se rendre à Bucarest en vue d'examiner certaines questions et entre autres celle de l'électrification de la Roumanie ; il pourrait être intéressant que ce fait soit porté à la connaissance des électriciens français.

2° A la publication d'une monographie dans le « Frankfurter Zeitung ».

— L'Union des Industries métallurgiques et minières a adressé des circulaires relatives :

1° A la réévaluation des stocks. Les systèmes de réévaluation adoptés par l'administration qui se sont appliqués tout d'abord à l'industrie textile s'étendront probablement à toutes les industries, notamment à celles des métaux ;

2° A la procédure de constatation des infractions en matière d'hygiène et de sécurité des travailleurs.

Le Ministère du Travail ayant demandé d'étudier la possibilité de supprimer la mise en demeure préalable à la contravention, une réunion a eu lieu à ce sujet à l'Union des Industries métallurgiques et minières à l'issue de laquelle le Ministère a été informé qu'en principe les industriels demandaient le maintien de la mise en demeure préalable à la contravention, que toutefois il y avait lieu d'envisager sans les préciser si

dans quelques cas spéciaux et après étude approfondie cette formalité pouvait être supprimée.

3° A une caisse foncière de crédit pour l'amélioration du logement dans l'industrie.

Cette société se préoccupe de rechercher, d'une part, les besoins actuels en habitation et, d'autre part, les possibilités financières d'emprunt des établissements intéressés.

4° Au service de la main-d'œuvre étrangère. A cette circulaire était joint le texte des nouveaux décrets s'appliquant aux travailleurs étrangers ainsi qu'un extrait de la loi du 26 mars 1927 concernant les modifications qui viennent d'être apportées au régime de la carte d'identité.

L'Union internationale de Radiophonie procède à une enquête au sujet des perturbations apportées aux réceptions radiophoniques.

A la circulaire envoyée par elle et transmise d'ailleurs à tous les membres du Syndicat a été joint un questionnaire établi par la Compagnie française de Radiophonie chargée de l'étude de cette question en ce qui concerne la France.

Le Syndicat général des Installateurs électriciens a adressé la copie d'une lettre de la Confédération générale de la Production française indiquant que le journal l' « Argus » publié à Bucarest désire réunir des monographies sur les principales industries intéressées par le marché roumain, et que de plus il offre aux industriels français la possibilité de faire de la publicité dans ses colonnes suivant un taux très réduit.

Détaxe des transports. — Il est rappelé que le Syndicat général de la Construction électrique met à la disposition de ses adhérents un service spécialisé de renseignements concernant les transports par chemins de fer et de vérification des récépissés d'expédition moyennant une rémunération fixée à 30 pour 100 des détaxes obtenues.

Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension. — Un extrait de la lettre adressée par le Président de l'Union des Syndicats de l'Electricité au sujet de l'organisation financière de la prochaine Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension a été envoyé à tous les membres du Syndicat. Plusieurs réponses sont parvenues au Syndicat, certaines d'entre elles indiquent que les établissements ont envoyé directement leur adhésion.

Comité des Allocations familiales. — Le Comité a informé le Syndicat que son septième Congrès doit se tenir en Belgique du 23 au 26 mai prochain en indiquant le programme des travaux, visites et excursions.

Placement méthodique des apprentis. — Circulaire de la Chambre de Commerce de Paris au sujet de cette question.

« *L'Art ménager* ». — La revue officielle du Salon des Arts ménagers a adressé une circulaire destinée à appeler l'attention des membres du Syndicat sur le numéro spécial qu'elle a fait paraître à l'occasion du Salon.

« *Les Services publics* ». — Ce journal a envoyé plusieurs numéros de sa publication au Syndicat ainsi qu'une lettre par laquelle il fait part des principales firmes annoncières dans ses colonnes.

Septième Commission de l'Union des Syndicats de l'Electricité. — A cette réunion ont été examinés les très intéressants résultats des essais d'interrupteurs dans l'huile.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 16 heures.

Le Délégué général, C. ZETTER. *Le Président,* J. DERAMAT.

SYNDICAT D'INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DIVERSES ET D'INDUSTRIES CONNEXES A LA CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

SEPTIÈME BULLETIN DE 1927.

Procès-verbal de la réunion du 20 mai 1927.

La séance est ouverte à 14 h 30 sous la présidence de M. Roche-Grandjean, vice-président, M. Mildé, président, s'étant excusé.

Sont représentés les établissements suivants :

Société des grands Réseaux électriques ; Compagnie de Locations électriques (M. Davin); Mildé fils et Cie (M. Minvielle) ; Société d'Electricité Mors (M. Bloch-Sée); Ateliers électriques Roche-Grandjean (M. Roche-

Grandjean); Tréfileries et Laminoirs du Havre (M. Lévis); Victor (M. Victor).

Sont excusés :

MM. Cance (Maison Cance et fils et Cie); M. Meyer (Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force).

M. Zetter, délégué général, assiste à la séance, ainsi que Mlle Grin, secrétaire technique.

Procès-verbal. — Le procès-verbal de la réunion du 18 mars est lu et adopté sous réserve d'une légère modification concernant la taxation du cuivre entrant dans les installations électriques à l'entrée dans Paris. Cette taxation devra uniquement être déclarée d'après le poids de cuivre entrant dans l'installation. La déclaration pourra être établie en se basant sur un droit de 0,15 fr par hectowatt installé ou de 0,05 fr par lampe installée, étant entendu que la quantité de cuivre entrant dans l'installation est en moyenne de 500 g par hectowatt.

Nécrologie. — Le Président fait part du décès de Mme Victor, femme de notre dévoué collègue M. Emmanuel Victor. Les membres présents le prient d'accepter leurs sincères condoléances et témoignent de leur sympathie en face du douloureux événement qui le frappe.

Série des Architectes. — A la suite d'une circulaire par laquelle, sur la demande de M. Galey, les membres du Syndicat ont été sollicités de faire part de leurs desiderata en ce qui concerne les additions, suppressions, à faire sur la Série de la Société centrale des Architectes qui doit être revisée prochainement, un certain nombre d'établissements ont donné divers renseignements qui ont aussitôt été transmis à M. Galey. Le Président indique que la Commission de la Série dont il fait partie tient actuellement des réunions en vue de l'élaboration de la nouvelle série et tient rigoureusement compte des desiderata exprimés par les membres de notre Syndicat, et auxquels on espère que la Société centrale des Architectes apportera son approbation.

Projet d'arrêté préfectoral concernant les installations intérieures. — Le Président indique qu'il a été rédigé un projet d'arrêté préfectoral concernant les installations intérieures notamment les colonnes montantes, et qu'il serait intéressant que ce projet soit porté à la connaissance des membres du Syndicat. Il est décidé d'écrire à M. Buffet, ingénieur en chef des Services techniques de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, pour lui demander de bien vouloir faire parvenir quelques exemplaires qui seront distribués aux maisons les plus intéressées à ce travail.

Transport des poteaux en ciment armé. — Le Groupe 2 de l'Union des Syndicats de l'Electricité, a adressé un rapport établi par la Chambre syndicale des Constructeurs de Poteaux en ciment armé, relatif aux transports de ces poteaux. Il est donné lecture des conclusions de ce rapport qui sont approuvées par les membres présents; ceux-ci décident d'adresser leur accord au Groupe 2 de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Assemblée générale du Syndicat des Installateurs électriciens. — Cette Assemblée générale a été fixée au 21 mai. Dans la convocation adressée au Syndicat il est indiqué que le troisième Congrès national des Installateurs électriciens, sous la présidence de M. Cance, succédera à l'Assemblée générale.

Questions diverses. — *Enquête de « La Journée industrielle ».* — Ce quotidien procède actuellement à une enquête concernant la crise qui a suivi les effets de la revalorisation monétaire; en ce qui concerne le Syndicat, il est décidé d'informer « La Journée industrielle » que les adhérents se sont aperçus au cours de ces derniers mois d'un léger fléchissement, lequel est actuellement en voie de disparition, et que, de plus, ils n'ont pas constaté de chômage.

L'Union des Industries métallurgiques et minières a adressé au Syndicat le discours prononcé par M. le Président Richemond à la mémoire de M. Robert Pinot, délégué général de l'Union des Industries métallurgiques et minières.

Organisation d'un service de surveillance et d'amélioration des risques en matière d'accidents du travail. — Ce service qui fonctionne actuellement est susceptible de rendre de grands services aux industriels.

M. Lacroix qui en assure la direction étudie dans les usines l'organisation rationnelle capable de diminuer les risques d'accidents et examine ensuite avec les compagnies d'assurance la diminution de la prime due à la réduction des risques. Ce service sera amené à prendre une extension de plus en plus considérable surtout en face des charges croissantes qui incomberont aux industriels avec la transformation de la législation du travail dont le projet est actuellement déposé au Parlement. A ce propos un résumé de l'étude des Industries métallurgiques et minières sur les modifications de la législation et les commentaires des conclusions du rapport de M. Gros, député, a été adressé à tous les adhérents.

Salon nautique. — Le Salon nautique international organise une deuxième exposition dans laquelle une section sera réservée aux industries électriques. Une circulaire a été adressée à tous les membres du Syndicat pour leur en faire part et leur demander s'ils désirent participer à l'exposition qui se tiendra au Grand-Palais du 28 octobre au 13 novembre 1927.

Foire de Paris. — L'Administration de la Foire de Paris a adressé une circulaire sur l'organisation générale, la publicité, la réglementation des entrées, ainsi que l'organisation des stands au point de vue eau, gaz, électricité, téléphone.

— Le Groupe 1 de l'Union des Syndicats de l'Electricité a envoyé des circulaires relatives :

1° A une Délégation italienne qui doit se rendre à Bucarest en vue d'examiner certaines questions et entre autres celles de l'électrification de la Roumanie ; il pourrait être intéressant que ce fait soit porté à la connaissance des électriciens français ;

2° A la publication d'une monographie dans le « Frankfurter Zeitung ».

— L'Union des Industries métallurgiques et minières a envoyé des circulaires relatives :

1° A la procédure de constatation des infractions en matière d'hygiène de sécurité des travailleurs.

Le Ministère du Travail ayant demandé d'étudier la possibilité de supprimer la mise en demeure préalable à la contravention, une réunion a eu lieu à ce sujet à l'Union des Industries métallurgiques et minières à l'issue de laquelle le Ministère a été informé qu'en principe les industriels demandaient le maintien de la mise en demeure préalable à la contravention, que toutefois il y avait lieu d'envisager sans les préciser si dans quelques cas spéciaux et après étude approfondie cette formalité pouvait être supprimée;

2° A une caisse foncière de crédit pour l'amélioration du logement dans l'industrie.

Cette société se préoccupe de rechercher, d'une part les besoins actuels en habitation, et d'autre part les possibilités financières d'emprunt des établissements intéressés.

3° Au service de la main-d'œuvre étrangère.

A cette circulaire était joint le texte des nouveaux décrets s'appliquant aux travailleurs étrangers ainsi qu'un extrait de la loi du 26 mars 1927 concernant les modifications qui viennent d'être apportées au régime de la carte d'identité.

— L'Union internationale de Radiophonie procède à une enquête au sujet des perturbations apportées aux réceptions radiophoniques. A la circulaire envoyée par elle et transmise d'ailleurs à tous les membres du Syndicat a été joint un questionnaire établi par la Compagnie française de Radiophonie chargée de l'étude de cette question en ce qui concerne la France.

— Le Syndicat général des Installateurs électriciens a adressé la copie d'une lettre de la Confédération générale de la Production française indiquant que le journal l' « Argus » publié à Bucarest désire réunir des monographies sur les principales industries intéressées par le marché roumain et que, de plus, il offre aux industriels français la possibilité de faire de la publicité dans ses colonnes suivant un taux très réduit.

Détaxe des transports. — Il est rappelé que le Syndicat général de la Construction électrique met à la disposition de ses adhérents un service spécialisé de renseignements concernant les transports par chemins de fer et de vérification des récépissés d'expédition moyennant une rémunération fixée à 30 pour 100 des détaxes obtenues.

Conférence internationale des grands Réseaux à haute Tension. — Un extrait de la lettre adressée par le Président de l'Union des Syndicats de l'Electricité au sujet de l'organisation financière de la prochaine Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension a été envoyé à tous les membres du Syndicat. Plusieurs réponses sont parvenues au Syndicat, certaines d'entre elles indiquent que les établissements ont envoyé directement leur adhésion.

Comité des Allocations familiales. — Le Comité a informé le Syndicat que son septième Congrès doit se tenir en Belgique du 23 au 26 mai prochain en indiquant le programme des travaux, visites et excursions.

Placement méthodique des apprentis. — Circulaire de la Chambre de Commerce de Paris au sujet de cette question.

« *L'Art ménager* ». — La revue officielle du Salon des Arts ménagers a adressé une circulaire destinée à appeler l'attention des membres du Syndicat sur le numéro spécial qu'elle a fait paraître à l'occasion du Salon.

« *Les Services publics* ». — Ce journal a envoyé plusieurs numéros de sa publication au Syndicat ainsi qu'une lettre par laquelle il fait part des principales firmes annoncières dans ses colonnes.

Septième Commission de l'Union des Syndicats de l'Electricité. — A cette réunion ont été examinés les très intéressants résultats des essais d'interrupteurs dans l'huile.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 16 h 30.

Le Délégué général,
C. ZETTER.

Le Président,
L. ROCHE-GRANDJEAN.

SYNDICAT DES FABRICANTS D'ISOLANTS POUR L'ÉLECTRICITÉ ET D'OBJETS MOULÉS

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

CINQUIÈME BULLETIN DE 1927.

Procès-verbal de la réunion du 29 avril 1927.

La séance est ouverte à 14 h 30, sous la présidence de M. Masse, vice-président.

Sont représentés les établissements suivants :

Société La Bakélite (M. Etienne); Etablissements Baldon (M. Baldon); Drouet (M. Drouet); Société des Etablissements industriels L. C. H. (M. Leduc) ; Le Matériel isolant (MM. Crochet, Desnos); Meyer; L'Oyonnithe (M. Rolland); La Plastose (M. Vandier); Société chimique de la Drôme (M. Kuhn); Compagnie française Thomson-Houston (MM. Bertin, Masse).

Excusés : MM. Vatez (Société française Gardy); Brisset, Vonderheuden (Société des Etablissements industriels L. C. H.); Pétrier (Le Matériel isolant); Orsero (La Nationale).

M. Zetter, délégué général, assiste à la séance ainsi que Mlle Grin, secrétaire technique.

PROCÈS-VERBAL. — Le procès-verbal du 11 mars est lu et adopté.

ADMISSION AU SYNDICAT. — Demande d'admission de la Société anonyme La Plastose qui sera représentée par M. Vandier. Les membres présents approuvent à l'unanimité cette admission et sont heureux d'accueillir parmi eux M. Vandier qui assiste d'ailleurs à cette réunion.

Les parrains de la Société anonyme La Plastose sont MM. Baldon et Masse.

DÉMISSION. — M. Paul Meyer, directeur de la Compagnie générale d'Electricité, vice-président du Syndicat, obligé de résigner ses fonctions pour raison de santé a envoyé en conséquence sa démission au Syndicat.

Les membres présents sont unanimes à déplorer cette démission par laquelle ils perdent un des membres les plus dévoués et les plus attachés au Syndicat, qui avait pris la plus grande part à sa formation et en avait assuré le succès. En l'absence de M. Pétrier, président, il est décidé que la lettre de M. Paul Meyer lui sera communiquée.

QUESTIONS DOUANIÈRES. — Le Président rappelle qu'à la suite de la décision prise lors de la dernière réunion, une lettre a été adressée par M. Masse à M. Hecker, président de la Commission des Douanes du Syndicat général de la Construction électrique qui résumait tous les desiderata faits par les membres du Syndicat au sujet du nouveau régime douanier.

Après discussion, les membres présents sont d'avis d'écrire à M. Hecker pour le prier de demander que les pièces moulées à base de résines synthétiques ou autres soient assimilées à la caséine durcie en plaques polies pour laquelle la protection de 14,50 fr paraît suffisante.

EXAMEN DE L'ÉTUDE DU CAHIER DES CHARGES ÉTABLI PAR LA DIRECTION DE L'EXPLOITATION TÉLÉPHONIQUE, ÉTUDE ENTREPRISE PAR LA SOUS-COMMISSION. — M. Masse informe qu'après la réunion de l'Union des Syndicats de l'Electricité le cahier des charges établi par la Direction de l'Exploitation téléphonique et concernant les pièces moulées entrant dans la fabrication des postes, type B. C. I. 1924, a été définitivement adopté.

EXAMEN DU PROJET DE PROGRAMME RÉDUIT D'ESSAIS ÉTABLI PAR M. TEXIER. — Cette étude a fait l'objet d'une discussion lors de la réunion de l'Union des Syndicats de l'Electricité tenue en date du 29 avril. Au cours de cette réunion les douze essais indiqués par M. Texier ont été approuvés en présence des représentants du Laboratoire central d'Electricité et du Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers qui ont fait apporter quelques modifications au mode opératoire réglant ainsi d'une manière définitive la technique des essais.

ETUDE DU CAHIER DES CHARGES DES LAQUES SYNTHÉTIQUES. — Cette question a été traitée à la réunion du 13 avril 1927 du Comité technique à laquelle ont assisté un certain nombre de délégués du Syndicat des Fabricants d'Isolants pour l'Electricité et d'Objets moulés. Au cours de cette réunion il a été donné lecture des méthodes d'essais à appliquer au vernis à base de résines synthétiques et établies par la Compagnie française Thomson-Houston.

Il en a été de même du mode opératoire que M. Meu-

nier, de la Société Progil, a adopté après s'être livré à de nombreux essais.

M. Cassegrain, à la suite des essais qu'il a faits sur les plaques que lui ont fournies divers fabricants, a rédigé un mode opératoire pour la préparation des plaques dont il est également donné lecture.

En résumé, tous les membres présents sont d'accord avec les méthodes établies par la Compagnie française Thomson-Houston, sauf en ce qui concerne la détermination de la teneur en phénol libre des vernis considérés et pour laquelle les essais prévus pourront être faits suivant les indications que M. Meunier enverra au Syndicat, lequel les transmettra aux établissements.

Enquête de « La Journée industrielle ». — Ce quotidien procède actuellement à une enquête générale dans toutes les industries en leur demandant : 1° Si la crise qui a suivi les effets de la revalorisation monétaire s'est traduite par un ralentissement des affaires au cours de ces derniers mois, et si celles-ci ont repris leur cours normal; 2° si le chômage a atteint les industries et dans quelle proportion et s'il est en voie d'accroissement; 3° quelles sont les régions et les branches particulières de l'industrie qui ont été le plus frappées.

Ce questionnaire a été transmis à tous les présidents des syndicats affiliés au Syndicat général de la Construction électrique.

Il est donné lecture de la lettre que M. Pétrier a envoyée à ce sujet et dans laquelle il indique que le ralentissement de production et de vente qui s'est manifesté à la suite de la revalorisation monétaire est une réduction sur les chiffres pratiqués aux mois d'août et septembre dernier et que ceux-ci étaient de beaucoup supérieurs à la moyenne. Il ajoute qu'en fait la situation actuelle correspond à peu près à la moyenne précédente des mois correspondants de l'année.

Cet avis est d'une façon générale celui de tous les membres du Syndicat.

Taxe d'apprentissage. — Les barèmes élaborés par la Commission spéciale constituée à cet effet et présidée par M. Mildé ont été présentés ainsi que les coefficients correspondant à la Direction de l'Enseignement technique lors de l'entrevue qui a eu lieu le 7 avril entre la délégation du Syndicat général de la Construction électrique et M. Luc, sous-directeur de l'Enseignement technique.

Les propositions du Syndicat général pour la détermination des barèmes en vue de l'application de la taxe telles qu'elles ont été exposées aux représentants de l'Administration ont reçu dans l'ensemble bon accueil et il y a lieu de penser qu'elles seront adoptées.

Secours a donner en cas d'accidents. — Une circulaire a été envoyée pour proposer aux adhérents des affiches dont l'apposition a été rendue obligatoire par le décret du 23 janvier 1927 et qui ont trait aux secours à donner aux victimes d'accidents électriques. Il existe deux séries d'affiches, l'une pour l'intérieur, l'autre pour l'extérieur des usines.

Salon nautique. — Le Salon nautique international organise une deuxième exposition dans laquelle une section sera réservée aux industries électriques. Une circulaire a été adressée à tous les membres du Syndicat pour leur en faire part et leur demander s'ils désirent participer à l'exposition. Quelques adhérents ont manifesté le désir d'y prendre part et des renseignements complets relatifs à l'organisation du Salon leur ont été adressés à cet effet.

Détaxe des transports. — Il est rappelé que le Syndicat général de la Construction électrique met à la disposition de ses adhérents un service spécialisé de renseignements concernant les transports par chemins de fer et de vérifications des récépissés d'expédition moyennant une rémunération fixée à 30 pour 100 des détaxes obtenues.

Le Syndicat général des Installateurs électriciens a adressé la copie d'une lettre de la Confédération générale de la Production française indiquant que le journal l' « Argus », publié à Bucarest, désire réunir des monographies sur les principales industries intéressées par le marché roumain et que de plus il offre aux industriels français la possibilité de faire de la publicité dans ses colonnes suivant un taux très réduit.

Le Groupe 1 de l'Union des Syndicats de l'Électricité a informé qu'une délégation italienne devait se rendre à Bucarest en vue d'examiner certaines questions et entre autre celle de l'électrification de la Roumanie et qu'il pourrait être intéressant que ce fait soit porté à la connaissance des électriciens français.

Suppression de la mise en demeure préalable a la contravention. — Le Ministère du Travail a mis à l'étude cette question et dans la réunion que l'Union des Industries métallurgiques et minières a tenue à ce sujet le 31 mars dernier, il a été décidé d'écrire au ministre pour l'informer que les industriels demanderont en principe le maintien de la mise en demeure préalable à la contravention, que dans certains cas spéciaux sur lesquels aucun doute ne subsiste on pourrait peut-être envisager, après examen approfondi, la suppression de cette formalité; dans cette lettre on fait remarquer que si la mise en demeure préalable à la contravention était supprimée la bonne collaboration qui a existé jusqu'à présent entre patrons et inspecteurs du travail disparaîtrait inévitablement.

L'Union des Industries métallurgiques et minières a adressé plusieurs circulaires parues d'ailleurs dans son bulletin et relatives :

1° *Au service de la main-d'œuvre étrangère.* — A cette circulaire était joint le texte des nouveaux décrets s'appliquant aux travailleurs étrangers ainsi qu'un extrait de la loi du 26 mars 1927 concernant les modi-

fications qui viennent d'être apportées au régime de la carte d'identité.

2° *A l'emploi des mutilés.* — A ce sujet le ministre du Travail a adressé une lettre par laquelle il demande qu'en cas de chômage les mutilés soient les derniers à être renvoyés.

3° *Aux rémunérations des administrateurs délégués.* — Il est décidé qu'à partir de la date de la mise en application de l'article 79 de la loi du 13 juillet 1925 les rémunérations diverses perçues par les administrateurs-délégués en raison de leurs fonctions spéciales sont passibles de l'impôt cédulaire sur les traitements et salaires et non de l'impôt sur les valeurs immobilières.

« Les Arts ménagers. » — La revue officielle du Salon des Arts ménagers a adressé une circulaire destinée à appeler l'attention des membres du Syndicat sur le numéro spécial qu'elle à fait paraître à l'occasion du Salon.

« Les Services publics ». — Ce journal a envoyé plusieurs numéros de sa publication ainsi qu'une lettre par laquelle il fait part des principales firmes annoncières dans ses colonnes.

« Fil et sans fil ». — Ce journal a envoyé plusieurs numéros de sa publication au Syndicat.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 16 heures 15.

Le Délégué général,
C. Zetter.

Le Président,
R. Masse.

SYNDICAT DES CONSTRUCTEURS D'APPAREILLAGE ET DE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 48-25 et 48-26.

Sixième Bulletin de 1927.

Sommaire : Compte rendu de l'Assemblée générale du 19 mai 1927, p. 143 U.

Compte rendu de l'Assemblée générale du 19 mai 1927.

Présidence de M. Bonvoisin, président.

A cette réunion, étaient représentées les maisons suivantes :

Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné, Ateliers électriques Roche-Grandjean, Ateliers de Spécialités électriques et mécaniques, Brandt et Fouilleret, Brenot frères, Bresson et Cie, Busson, Beugnot, Compagnie électromécanique, Compagnie générale d'Electricité, Comptoir général de l'Electricité, Electro-Câble, Fleury, Société Gardy, Gérard-Mang, Grammont, L'Industrielle électrique, Constructions électriques de Jeumont, Labinal, Lesire, Lutra, Le Matériel isolant, Maure, Mitton, Mattry et Meunier, Monnier et Desjardin, Pétrier-Tissot et Raybaud, Poulain, Prudence, Société F. A. B. A. E., Société industrielle des Téléphones, Etablissements industriels Soulé, Compagnie Thomson-Houston, Vanherzeeke et Fournier, Weil, Compagnie Weissmann.

Excusées, les maisons : Berline-Varet et Cie, Cholin-Ferry et Paul, Clin et Cie, Dreyfus et Spira, L'Electro-Matériel, Haberer et Cie, Heymann et Liéby, Leroy, Société S. E. F. E. L., Société française de Matériel électrique.

Procès-verbal. — Le procès-verbal de la dernière réunion n'ayant fait l'objet d'aucune observation est adopté.

Nouvelles adhésions. — Sur proposition du Comité, l'Assemblée ratifie à l'unanimité l'adhésion au Syndicat des deux maisons suivantes :

M. A. Roullet, 19, rue Saint-Sébastien à Paris (XIe).

MM. Desbleds et Cie (Perfect-Elect), 74, route de Gonesse, à Stains (Seine).

Concours des petits disjoncteurs. — M. le Président rappelle que les essais de disjoncteurs pour tableaux de contrôle commenceront au Laboratoire central d'Electricité à partir du 1er juin. Les constructeurs ayant présenté des modèles auront la faculté d'assister aux essais de leurs propres appareils.

Cette série spéciale d'essais, instituée à titre d'encouragement, ne modifie en rien le caractère permanent des épreuves auxquelles peuvent se soumettre les constructeurs ayant réalisé des appareils répondant aux prescriptions de la publication n° 60 de l'Union des Syndicats de l'Electricité, mais alors, le coût des essais devra être fixé dans chaque cas particulier.

A la demande de M. Brandt, le Syndicat envisagera la possibilité d'organiser une conférence, à l'issue des

essais, en vue d'indiquer les résultats et, en même temps, les directives techniques que le jury pourrait juger utiles de faire connaître.

Projet d'arrêté préfectoral. — Le Conseil de direction a pris connaissance du projet d'arrêté préfectoral concernant le règlement sur les installations électriques à l'intérieur des immeubles à Paris. Ce document est, au secrétariat à la disposition des membres du syndicat désireux de le consulter.

Tarif douanier. — M. Desnos met ses collègues au courant du résultat de ses entretiens avec la Commission des Douanes de la Chambre des Députés.

Les points principaux sur lesquels le Syndicat désirait une rectification ont été accordés, en particulier la discrimination, dans l'article 1407, des appareils automatiques et des appareils non automatiques. D'autre part, des droits spécifiques ont été fixés pour les pièces détachées d'appareillage d'un poids inférieur à 1 kg (article 1423 du projet).

M. Desnos attire l'attention de ses collègues sur les critiques que provoque le projet de loi douanière, dont le Parlement est actuellement saisi. Il y a lieu de prévoir que la nouvelle tarification fera l'objet de discussions très serrées au cours des négociations avec l'Allemagne. Nul n'ignore que les conséquences de ces négociations influeront pendant de longues années sur le sort de l'industrie électrique.

Marque de qualité U. S. E. — M. le Président donne connaissance des décisions prises par le jury général au cours de sa réunion du 4 mai 1927. La marque de qualité a été accordée :

Au modèle de douille à baïonnette n° 1955 des Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné.

Aux modèles de griffes à cercle n°s 22279 et 42281 de la même société.

Au modèle de rosace de plafond n° 580 de la Société Legrand et Cie, à Limoges.

Aux modèles de patères à raccord n° 1133 de la Société Pétrier, Tissot et Raybaud, à Lyon ; aux modèles n°s 108 et 109 de la Société Legrand et Cie.

Aux modèles de raccords n°s 1096 et 1098 de la Société Pétrier, Tissot et Raybaud.

Aux modèles de raccords dominos n°s 202 et 203 de la maison Maure, à Orléans.

Aux modèles d'appareils de dérivation, 5 ampères n°s 15 et 16 de la Société Taillardat et Cie à Paris ; et au modèle 10 ampères, n° 17, de la même société.

Au modèle de lampe à main « baladeuse » n° 59 de la maison Weil, à Strasbourg.

Aux modèles de prises de courant, 5 ampères, n° 32000/2131 bis, de la Compagnie générale d'Electricité, et au modèle 1224 des Etablissements industriels Soulé.

Au modèle d'interrupteur tumbler, 5 ampères, 250 volts, n° 32186 de la Compagnie générale d'Electricité.

Aux coupe-circuits de branchement 30 ampères (utilisés sur les secteurs de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité) construits par la Société Bresson et Cie.

Aux coupe-circuits de branchement 125 ampères, 250 ampères et 500 ampères construits par la Société F. A. B. A. E.

Au coupe-circuit de branchement 125 ampères de la Société l'Electrique,

Au coupe-circuit de branchement 500 ampères de la Société Bresson et Cie.

Aux distributeurs à plots, 30 ampères de la Société L'Electrique.

Aux distributeurs 125 ampères de la Société F. A. B. A. E.

Aux distributeurs 500 ampères de la maison Poulain.

Octroi de la banlieue parisienne. — En fin de séance, M. Benquet demande la parole pour signaler les difficultés que rencontrent les livreurs dans l'accomplissement des déclarations d'octroi, lorsqu'ils traversent successivement plusieurs localités de la banlieue parisienne.

Le secrétaire est chargé d'obtenir de l'Administration de l'Octroi des indications sur les moyens pratiques à employer pour remplir ces formalités, et de savoir si l'Administration a l'intention de reprendre son projet de création d'un passe-debout intercommunal.

Le Secrétaire général,
J. Rougier.

Le Président,
L. Bonvoisin.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 25, boulevard Malesherbes, Paris (8e). — Téléph. : Elysées 31-82 et 04-17.

Syndicats adhérant à l'Union : Syndicat général de la construction électrique. — Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique. — Chambre syndicale des constructeurs de gros matériel électrique. — Chambre syndicale des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent. — Syndicat professionnel de l'industrie du gaz. — Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France. — Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens. — Syndicat professionnel des fabricants de fils et cables électriques. — Chambre syndicale de la porcelaine électrotechnique. — Syndicat des constructeurs de matériel de chauffage électrique de France. — Union des voies ferrées d'intérêt local de France (Section des tramways). — Syndicat des entrepreneurs de réseaux et de centrales électriques (Production, distribution, traction). — Syndicat professionnel des industries radioélectriques. — Syndicat des constructeurs d'appareillage et de matériel électrique. — Syndicat général des installateurs électriciens français. — Syndicat des constructeurs de véhicules électriques. — Syndicat des constructeurs de pylones en ciment armé. — Syndicat des fabricants de ferrures pour poteaux. — Syndicat du verre électrotechnique.

SYNDICAT DES CONSTRUCTEURS DE MACHINES ÉLECTRIQUES

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

Huitième Bulletin de 1927.

Sommaire : Procès-verbal de la réunion du 21 juin 1927, p. 145 U.

Procès-verbal de la réunion du 21 juin 1927.

La séance est ouverte à 14 h 30, sous la présidence de M. Callou, vice-président, M. Deramat, président. s'étant excusé.

Sont représentés les établissements suivants :

Maison Breguet (M. Callou); Compagnie Electro-Industrielle (M. P. Alexandre); Compagnie Electro-Mécanique (M. Widmer); Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont (M. Puig); Maison Legendre frères (M. Legendre); Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné (M. Baqué); Ateliers de Constructions électriques de Metz (M. Lefebvre); Le Moteur électrique (M. Causse); Constructions électriques de Nancy (M. Van Weerden); Petits Moteurs électriques P. M. E. (M. Thibier); Etablissements Ragonot (M. Ragonot); Ateliers électriques Roche-Grandjean (M. Roche-Grandjean).

Excusé : M. Bader.

M. Zetter, délégué général, assiste à la séance, ainsi que Mlle Grin, secrétaire technique.

Procès-verbal. — Le procès-verbal de la réunion du 17 mai 1927 est lu et adopté.

Correspondance. — Le Président donne lecture d'une lettre envoyée par un adhérent au sujet des frais supplémentaires accordés par la Commission supérieure des Dommages de guerre pour perte de modèles se trouvant en pays envahis.

Question douanière. — Le Président fait remarquer qu'il est probable que le tarif ne sera pas voté avant la fin de la session parlementaire ce qui menace de créer une situation fausse vis-à-vis des Allemands, l'accord provisoire avec eux expirant le 30 juin.

Conditionnement des transformateurs statiques d'électricité a bains d'huile. — Le Délégué général indique que les pourparlers qui ont été entrepris avec les Compagnies de Chemins de fer viennent d'aboutir à une instruction très complète qui doit d'ailleurs être publiée à la « Revue générale de l'Electricité ». Un tirage à part sera fait de cette publication, qui pourra être vendue au prix coûtant aux établissements qui le désireraient.

Travaux du Comité technique. — Le Président donne lecture du procès-verbal de la dernière réunion du Comité technique où M. Cassegrain a rendu compte des essais qu'il a faits sur les échantillons de cuivres pour lames de collecteurs que lui avaient adressés les Ateliers d'Orléans et a fait connaître que ses essais ne lui donnant pas les résultats indiqués par ceux-ci il les avait envoyés au Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers.

A cette réunion ont été également communiquées les définitions proposées par les membres du Comité pour les machines munies des dispositifs propres à assurer la sécurité contre les accidents.

Toutes ces propositions ont été transmises par

M. Cassegrain à la chambre syndicale des Constructeurs de gros Matériel électrique.

La question de densité de courant des câbles sous caoutchouc a été également examinée à cette réunion ainsi que celle du cahier des charges des laques synthétiques.

QUESTIONS DIVERSES. — *Organisation de la statistique demandée par le Syndicat général de la Construction électrique.* — Le Président rappelle la circulaire qui a été adressée le 3 juin aux membres du Syndicat pour les prier de bien vouloir lui envoyer les renseignements concernant la statistique demandée par le Syndicat général de la Construction électrique et qui ne peut être établie qu'à l'aide d'une documentation complète.

Taxe d'apprentissage. — Le Président informe que l'Administration a adopté pour l'industrie électrique les coefficients de dégrèvement suivants :

Orientation professionnelle et ouvriers qualifiés, 50 pour 100 ;

Formation des cadres moyens, 10 pour 100 ;

Formation des cadres supérieurs, 25 pour 100 ;

Enseignement ménager, 15 pour 100 ;

De plus, pour obtenir l'exonération totale du seul chef d'orientation professionnelle et formation d'ouvriers qualifiés et cadres moyens, l'assujetti devra prouver que ses dépenses ont été supérieures de 1,65 au moins au montant de la taxe brute d'apprentissage ; il devra en outre justifier avoir organisé l'apprentissage méthodique et complet.

Enquête de « La Journée industrielle ». — Lors de la dernière réunion, les membres du Syndicat avaient été informés que « La Journée industrielle » procédait à une enquête au sujet de la crise qui a suivi la revalorisation monétaire.

A la suite des renseignements donnés, ce journal a fait paraître un article reproduisant les impressions des différents syndicats affiliés au Syndicat général de la Construction électrique et entre autres celle du Syndicat des Constructeurs de Machines électriques. Cet article a été inséré également dans la « Revue générale de l'Electricité » du 4 juin 1927.

— Le groupe 1 de l'Union des Syndicats de l'Electricité a adressé une documentation relative à la protection des machines électriques, procédé dont M. Ritter Gonron est concessionnaire pour la France. Cette documentation peut être consultée aux bureaux du Syndicat, 92, rue de Courcelles Paris (8e).

Annuaire Unis-France. — L'Union nationale intersyndicale des Marques collectives a adressé son annuaire 1927 au Syndicat.

Arrêté préfectoral concernant les installations intérieures. — M. Roche-Grandjean informe ses collègues que cette question a été soulevée lors de la réunion du Syndicat d'Industries électriques diverses et d'Industries connexes à la Construction électrique, où les membres présents se sont élevés contre l'article 87 de ce projet suivant lequel les installations alimentées en courant alternatif ne doivent pas fonctionner avec un facteur de puissance moyen mensuel inférieur à 0,80, ce qui paraît presque impossible à réaliser.

M. Cassegrain, qui assistait à la réunion de la huitième Commission de l'Electricité où cette question avait été présentée par M. Buffet, a rédigé une lettre à l'adresse de M. Mildé dans laquelle il résume les observations à faire sur ce paragraphe. M. Mildé doit s'entretenir de la question avec M. Buffet ; d'autre part, M. Callou s'offre à se mettre en rapport avec M. Boutteville, inspecteur général à la Direction des Travaux de Paris, au sujet de cette question. De plus, il serait intéressant d'entretenir de la question les délégués du Syndicat à la Commission supérieure de Contrôle d'Electricité de l'Hôtel de Ville.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 16 heures.

Le Délégué général,
C. ZETTER.

Le Président,
L. CALLOU.

SYNDICAT DES FABRICANTS FRANÇAIS DE LAMPES ÉLECTRIQUES

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

QUATRIÈME BULLETIN DE 1927.

SOMMAIRE : Procès-verbal de la Réunion du Comité de Direction du 30 mars 1927, p. 146 U.

Procès-verbal de la réunion du Comité de Direction du 30 mars 1927.

La séance est ouverte à 14 h 45, sous la présidence de M. Saurel, président.

Sont représentés les établissements suivants :

Maison Delaporte (M. Delaporte) ; Société Lacarrière (MM. Barrollier et L. Lacarrière) ; Compagnie des Lampes (MM. Saurel, Larnaude, Varangot) ; Etablissements Leo Lévy et A. Monnier (M. Monnier) ; Etablissements Visseaux (M. Brille) ; Compagnie française des Perles électriques Weissmann (Weissmann).

Assistaient également à la séance :

Société Algor (M. Terriet) ; Société d'Eclairage et

d'Applications électriques (M. Le Bidois); Etablissements E.-C. et Alexandre Grammont (M. Fournier); Société Hewittic (M. Leblanc); Société La Française (M. Gaudin); Société française des Lampes Luxor (M. Floret); Société des Lampes Thoria (M. Oster).

M. Zetter, délégué général, assiste à la séance, ainsi que Mlle Grin, secrétaire technique.

Procès-verbal. — Le procès-verbal de la réunion du 25 février est adopté.

Correspondance. — Lettre de l'Office national du Commerce extérieur demandant l'adresse de la Société générale des Lampes électromécaniques. Cette société n'existe plus actuellement.

— Lettre de M. Haen, indiquant que M. Murh, rue La Fontaine, à Saint-Hippolyte (Haut-Rhin), serait désireux de recevoir des offres de lampes électriques.

— Lettre de MM. Permisherinath Kaul and Cº, Wholesale Exporters, Importers and Manufacturers, Srinagar Kashmir (Indes) indiquant qu'ils seraient désireux d'importer des ampoules électriques Swan d'une intensité lumineuse de 16, 32 et 50 bougies. Ils seraient intéressés par des ampoules rondes et des ampoules longues et demandent qu'il leur soit fait des offres pour 50 000 lampes de chacune des catégories précitées, pour lesquelles ils espèrent recevoir des échantillons.

— Lettre de The Denshosha, Import and Export Department, Okazakibashi Nishiku, Osaka (Japon) demandant des noms et adresses de fabricants de lampes. La liste leur sera envoyée.

— Lettre des Ateliers Air et Feu demandant la liste des adhérents du Syndicat qui leur sera envoyée.

— Le groupe I de l'Union des Syndicats de l'Electricité a adressé au Syndicat général de la Construction électrique plusieurs documents relatifs :

1° Au Salon nautique qui doit se tenir à Paris du 28 octobre au 13 novembre 1927. La section 7 du Salon qui comporte l'équipement électrique étant susceptible d'intéresser les membres du Syndicat, une circulaire leur sera envoyée à cet effet.

2° A la Confédération générale de la Production française et concernant une offre de publicité dans l'« Argus » à Bucarest, ainsi que la publication gratuite d'une monographie.

3° A une lettre qui lui a été envoyée par le Ministère des Affaires étrangères, et qui concerne l'arrivée à Bucarest d'une délégation italienne d'ingénieurs et entrepreneurs d'installations d'électricité.

La délégation italienne devant étudier de concert avec les autorités roumaines la question d'électrification de la Roumanie, il est possible que cette question intéresse des électriciens français susceptibles de s'occuper des questions d'électrification.

— Circulaire relative au chômage. Celle-ci ainsi que la note l'accompagnant sera adressée à tous les membres du Syndicat.

Normalisation des lampes a atmosphère gazeuse. — Le Président donne connaissance de la lettre qui a été écrite au Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité pour lui faire part des cotes adoptées par les membres du Syndicat des Fabricants français de lampes électriques et le prier d'en informer les adhérents de l'Union.

Questions diverses. — L'Union des Industries métallurgiques et minières a adressé au Syndicat diverses notes relatives :

1° *Au service de surveillance et d'amélioration des risques en matière d'accidents du travail.* — La note concernant cette question était accompagnée du commentaire des conclusions du rapport de M. Gros, député. Devant l'augmentation des charges des industriels qui résulteront certainement de la modification de la législation du travail, le Délégué général rappelle l'intérêt du service de surveillance et d'amélioration des risques qui vient d'être créé au Syndicat général et dont il a été parlé à la dernière réunion. Ce service est entré en relations avec l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail et le Président, d'accord avec ses collègues, estime que cette collaboration donnera certainement d'excellents résultats.

Revenant sur le point de vue qu'il avait soulevé à la dernière séance, le Président rappelle combien l'éclairage rationnel des ateliers est susceptible de diminuer les risques d'accidents, et informe que l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail s'est déclarée disposée à ajouter à ses sections existantes, qui s'occupent de la prévention et de la surveillance des risques de diverses natures, une nouvelle section qui s'occupera de répandre les méthodes d'éclairage rationnel dans les usines.

La Société pour le Perfectionnement de l'Eclairage a promis de mettre gracieusement à la disposition de cette section son personnel d'ingénieurs éclairagistes qui formeront, au début tout au moins, le service technique de cette nouvelle section.

2° *Aux rémunérations des administrateurs délégués.* — A la suite de l'article 4 de la loi du 19 décembre 1926, le Ministère des Finances a décidé que les allocations de toutes natures perçues par les administrateurs délégués en raison de leurs fonctions, seront, à partir de la date de la mise en application de l'article 79 de la loi du 13 juillet 1925, passibles de l'impôt cédulaire sur les traitements et salaires, et non de l'impôt sur les valeurs mobilières.

3° *Au service de la main-d'œuvre étrangère.* — La note indique la modification qui vient d'être apportée au régime de la carte d'identité.

4° *A l'emploi des mutilés.* — Cette note fait part d'une lettre du Ministre du Travail qui indique qu'en cas de chômage les mutilés et pensionnés de guerre doivent être renvoyés les derniers.

Taxe d'apprentissage. — Une commission présidée par M. Mildé a été formée pour examiner les coefficients de dégrèvement à demander pour la taxe d'apprentis-

sage. Ces coefficients devront être différents suivant l'importance du nombre d'apprentis formés par les établissements appartenant au Syndicat général de la Construction électrique, ils seront proposés à la direction de l'Enseignement technique dans une prochaine entrevue que l'Administration doit fixer à nos délégués.

« Les services publics ». — Plusieurs numéros de cette publication ont été adressés au Syndicat.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 15 h 15.

Le Délégué général,
C. Zetter

Le Président,
M. Saurel.

CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS DE COMPTEURS, APPAREILS ET TRANSFORMATEURS DE MESURES ET DES INDUSTRIES CONNEXES

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Teléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

Sixième Bulletin de 1927.

Procès-verbal de la réunion du 9 mai 1927.

La séance est ouverte à 14 h 30, sous la présidence de M. Da, vice-président.

Sont représentés les établissements suivants :

Brion, Leroux, Jeanno et Cie (M. Leroux); Ateliers J. Carpentier (MM. Carpentier et Vassilière-Arlhac); Maison Chauvin et Arnoux (M. Arnoux); Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz (MM. Delalande et Iliovici); Compagnie continentale des Compteurs (M. Cornuault); Da et Dutilh (M. Da); Darras (M. A. Darras); Guerpillon et Sigogne (M. Guerpillon); Société Le Transformateur (M. Picault); Grégory (M. Grégory).

M. Zetter, délégué général, assiste à la séance, ainsi que Mlle Grin, secrétaire technique.

Procès-verbal. — Le procès-verbal de la réunion du 11 avril 1927 est lu et adopté.

Correspondance. — Lettre de M. Chateau remerciant les membres du Syndicat des marques de sympathie qui lui ont été adressées à l'occasion du deuil qui vient de le frapper.

— Lettre de la Société anonyme Siemens-France accusant réception de la brochure n° 87 et indiquant qu'elle fera parvenir sous peu au Syndicat le fascicule de normalisation des appareils de mesure établi par le Verband deutscher Elektrotechniker.

— Lettre de l'Union des Syndicats de l'Electricité communiquant une demande de la Maison Grodek au sujet de la fourniture de certains appareils de mesure; il est décidé qu'une circulaire sera envoyée à tous les membres du Syndicat pour leur transmettre cette demande et que la Maison Grodek sera informée de cette décision. D'autre part, la proposition de la maison Grodek paraitra dans la « Revue générale de l'Electricité ».

Admission a la marque Unis-France. — La maison André Walter, fabricant d'appareils d'électricité médicale a demandé son admission à la marque Unis-France; le Délégué général s'est livré à une enquête sur les fabrications de cette maison qui sont bien françaises. De plus, le matériel construit par cette firme se rapprochant de celui des Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon, le Délégué général a également fait une enquête auprès de ces derniers qui ont confirmé la qualité française de son matériel.

D'après ces avis, les membres présents consultés se déclarent d'accord sur l'admission de la maison Walter à l'usage de la marque Unis-France.

Normalisation des transformateurs de mesure. — A la suite des circulaires envoyées à tous les membres de la Chambre syndicale auxquels avait été transmis également le projet de normalisation des transformateurs de mesure établi par MM. Picault et Iliovici, certains adhérents ont fait quelques observations sur ce rapport, qui ont été transmises aux intéressés. Après examen il a été décidé que les petites modifications qu'elles entraînent seront communiquées à tous les adhérents.

De plus, le projet de normalisation des transformateurs de mesure mis au point définitivement sera adressé à l'Union des Syndicats de l'Electricité en lui indiquant qu'il serait utile que la brochure n° 87 soit scindée en deux parties, la première pourrait porter comme titre : « Normalisation des appareils de mesure et des shunts », l'autre, « Normalisation des Transformateurs de mesure ».

Statistique demandée par le Syndicat général de la Construction électrique. — Le Président rappelle qu'une circulaire a été adressée à tous les adhérents du Syndicat pour leur demander de fournir au Syndicat sous une forme rigoureusement anonyme les renseignements

nécessaires à l'établissement d'une statistique générale dont la nécessité au point de vue défense douanière et négociations avec l'étranger a été approuvée à la réunion précédente.

Le Président insiste auprès de ses collègues pour que ceux qui n'auraient pas encore envoyé leur circulaire munie des renseignements demandés le fassent le plus rapidement possible.

Questions diverses. — *Enquête de « La Journée industrielle ».* — Ce quotidien procède actuellement à une enquête concernant la crise qui a suivi les effets de la revalorisation monétaire. Le Président consulté sur ce point a indiqué dans sa réponse que le ralentissement sans précédent qui s'était produit au cours des derniers mois s'est heureusement fort atténué, et il spécifie de plus que le chômage a pu être réduit au minimum.

— Le Groupe 1 de l'Union des Syndicats de l'Electricité nous a communiqué une *lettre de la « Frankfurter Zeitung »* de Francfort-sur-le-Mein indiquant qu'elle a l'intention de traiter dans le prochain numéro de son bulletin économique la question de l'électricité.

— L'Union des Industries métallurgiques et minières a adressé au Syndicat plusieurs circulaires relatives :

1° *A la constatation des infractions en matière d'hygiène et sécurité des travailleurs.* — L'Union qui avait reçu à ce sujet un questionnaire du ministre du Travail a adressé au Syndicat copie de sa réponse. La principale question posée qui était la suppression de la mise en demeure préalable à la contravention a été particulièrement étudiée et il est décidé d'informer le ministre qu'en principe les industriels désirent voir le maintien de la mise en demeure préalable à la contravention, mais cependant il paraît y avoir certains cas spéciaux, qui, après examen approfondi, pourraient peut-être donner lieu à la suppression de la mise en demeure.

A cette réunion le Délégué général rappelle qu'il avait été signalé qu'au cas où la mise en demeure préalable à la contravention serait supprimée, la bonne collaboration qui existait jusqu'à présent entre patrons et inspecteurs du travail disparaîtrait inévitablement;

2° *A la Caisse foncière de crédit pour l'amélioration du logement dans l'industrie.* — Cette société se préoccupe de connaitre la situation actuelle du logement dans l'industrie en vue de fonder ses appels éventuels aux crédits sur des données aussi précises que possible.

Le Comité central des Allocations familiales fait part au Syndicat de son septième Congrès qui aura lieu en Belgique du 23 au 26 mai prochain, et donne quelques renseignements concernant l'horaire détaillé du Congrès, la liste des hôtels et un bulletin d'admission.

Enquête de l'Union internationale de Radiophonie. — Le Délégué général rappelle que l'Union internationale de Radiophonie procède actuellement à une enquête concernant les perturbations portées aux réceptions radiophoniques. Une circulaire a d'ailleurs été envoyée à ce sujet à tous les adhérents.

Foire de Paris. — Circulaire de la Foire de Paris concernant l'organisation générale de la Foire.

« *L'Art ménager* ». — La revue officielle du Salon des Arts ménagers a adressé une circulaire destinée à appeler l'attention des membres du Syndicat sur le numéro spécial qu'elle a fait paraître à l'occasion du Salon.

« *L'Usine* ». — Circulaire du journal « l'Usine » informant qu'elle fera paraitre un numéro spécial relatif à la Foire de Paris.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 15 h 45.

Le Délégué général, C. Zetter.

Le Président, M. Da.

SYNDICAT DES FABRICANTS FRANÇAIS D'ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES, DE PILES ET DE CHARBONS POUR L'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris, (8e). — Téléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

Huitième Bulletin de 1927.

Procès-verbal de la réunion du 8 juin 1927.

La séance est ouverte à 14 h 30, sous la présidence de M. de la Ville le Roulx, président.

Sont représentés les établissements suivants :

Société des Accumulateurs électriques (M. Trachtenberg) ; Société de l'Accumulateur Fulmen (M. Jobit) ; Société des Accumulateurs Heinz et Cie (M. Heinz) ; Société des Accumulateurs Monoplaque (M. Brière) ; Société L'Accumulateur Slem (M. Caillard) ; Société pour le Travail électrique des Métaux (MM. de la Ville le Roulx et Silz).

M. Zetter, délégué général, assiste à la séance, ainsi que Mlle Grin, secrétaire technique.

Procès-verbal. — Le procès-verbal de la réunion du 4 mai 1927 est lu et adopté.

Admission au Syndicat. — La Société des Accumulateurs fixes et de Traction a demandé son admission au Syndicat, où elle serait représentée par M. André Vintenon, directeur commercial. La demande de cette société est appuyée par M. de la Ville le Roulx et M. Silz.

Cette admission est approuvée à l'unanimité et les membres présents sont heureux d'accueillir parmi eux ce nouveau collègue.

Assurances sociales. — Le Président informe ses collègues que la question des assurances sociales est actuellement en discussion devant le Sénat. Il indique que la délibération devant aboutir assez rapidement, il paraît intéressant aux industriels de créer eux-mêmes des caisses d'assurances-maladie qui vraisemblablement seront comprises dans la nouvelle loi.

Correspondance. — Lettre à l'Union des Syndicats de l'Electricité donnant la liste des délégués désignés par le Syndicat à la dixième Commission de l'Union.

M. Zetter qui assistait d'ailleurs à la dernière réunion de l'Union informe que cette liste y a été homologuée.

— Lettre de M. D.-V. Valicha, Karachi (Inde), informant de son désir d'entrer en relations avec des fabricants de batteries et de matériel pour appareils de projection et demandant la liste des fabricants. Il est décidé de lui proposer le nouvel annuaire du Syndicat moyennant le coût de cet annuaire.

— Lettre de M. Gasquet informant que la Compagnie du Gaz de Lyon se chargera de faire la rédaction d'un texte d'ensemble sur la manifestation de la Traction électrique à la dernière Foire de Lyon.

Questions diverses. — *Statistique demandée par le Syndicat général de la Construction électrique.* — Le Président rappelle la circulaire qui a été adressée récemment pour réclamer aux membres du Syndicat les renseignements qui leur ont été demandés dans le but d'établir une statistique générale.

Enquête de « La Journée industrielle ». — Lors de la dernière réunion les membres du Syndicat avaient été informés que « La Journée industrielle » procédait à une enquête au sujet de la crise qui a suivi les effets de la revalorisation monétaire.

A la suite des renseignements qui lui ont été donnés ce quotidien a fait paraître un article qui reproduit les impressions des différents syndicats affiliés au Syndicat général de la Construction électrique et entre autres celles de notre Syndicat. Cet article a d'ailleurs été inséré également dans la « Revue générale de l'Electricité » du 4 juin 1927.

Réévaluation des stocks. — A la suite d'une circulaire par laquelle les membres du Syndicat ont été priés de donner leur avis sur cette question certains établissements ont envoyé le résultat de leurs observations dont il est donné lecture.

Après discussion il est décidé, devant l'importance et l'intérêt que présente la question de la porter devant le Syndicat général.

Transformation de la marque AP-EL. — Lors de l'Assemblée générale de l'Union des Syndicats de l'Electricité du 8 juin 1927 la question de transformation de la marque AP-EL en marque mixte AP-EL U.S.E. a été discutée.

Le Président indique qu'il y aurait lieu de demander qu'un membre du Syndicat soit délégué au Comité mixte qui examinera le matériel présenté à l'usage de la marque AP-EL U. S. E. et se charge de faire les démarches dans ce but.

Taxe d'apprentissage. — Le Délégué général informe que l'Administration a adopté pour l'industrie électrique les coefficients maxima de dégrèvement suivants :

1° Orientation professionnelle et ouvriers qualifiés, 50 pour 100 ; formation des cadres moyens, 10 pour 100 ; formation des cadres supérieurs, 25 pour 100 ; enseignement ménager, 15 pour 100.

2° Il indique de plus que pour obtenir l'exonération totale du chef d'orientation professionnelle et formation d'ouvriers qualifiés et cadre moyen, l'assujetti devra prouver que ses dépenses ont été supérieures de 1,6 au moins au montant de la taxe brute d'apprentissage ; il devra en outre justifier avoir organisé l'apprentissage méthodique et complet.

Le Délégué du Syndicat général au Comité départemental de la Seine est M. Mildé, président de la Commission d'Apprentissage, auquel ont été adjoints MM. Meyer et Westercampf.

Rapport sur les essais contrôlés des véhicules électriques à accumulateurs. — Ce rapport est parvenu au Syndicat et a été envoyé à tous les membres du Syndicat qui en avaient fait la demande.

Assemblée générale de l'Union des Industries métallurgiques et minières. — L'Union a adressé le texte du discours prononcé par M. le Président Richemond à l'Assemblée générale du 18 mai 1927 à la mémoire de M. Robert Pinot, délégué général de l'Union.

Annuaire Unis-France. — L'Union nationale intersyndicale des Marques collectives a adressé son annuaire au Syndicat.

Le Président fait remarquer que la notice qui avait été rédigée par les soins de M. Zetter n'a pu être publiée cette année car cet annuaire qui est destiné entre autres au public des grands hôtels ne peut contenir des articles purement syndicaux mais doit présenter des articles sur l'historique des industries.

A cet effet M. Heinz et M. Zetter sont priés de bien vouloir se documenter pour pouvoir réunir les notes agrémentées de photographies et de gravures concernant le début des industries des accumulateurs, piles et charbons qui pourront être publiées par l'annuaire Unis-France 1928.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour la séance est levée.

Le Délégué général,
C. Zetter.

Le Président,
P. de la Ville le Roulx.

SYNDICAT DES CONSTRUCTEURS D'APPAREILLAGE ET DE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 48-25 et 48-26.

SEPTIÈME BULLETIN DE 1927.

Compte rendu de l'Assemblée générale du 21 juillet 1927.

Présidence de M. Bonvoisin, président.

A cette réunion, étaient représentées les maisons suivantes :

Ateliers Roche-Grandjean, Ateliers de Spécialités électriques et mécaniques, Bresson, Bouchery et Cie, Busson, Câblerie phocéenne, Clin et Cie, Codalec, Comptoir général de l'Electricité, Derache et Lepers, Etablissements Desmet, Dreyfus et Spira, Durand, Electra-Unic, Etablissements Fleury, Société française Gardy, Gérard-Mang, Grimmeisen et Cie, L'Industrielle électrique, Etablissements Labinal, Madec, Le Matériel isolant, Maure, Mitton, Matry et Meunier, Monnier et Desjardin, Pétrier-Tissot et Raybaud, Picard, Roullet, Société d'Etudes et de Fabrications de Spécialités électriques, Société F. A. B. A. E., Compagnie Thomson-Houston, Vanherzeeke et Fournier.

Excusés : MM. Régnier et Delamarre, vice-présidents.

Les maisons suivantes : Appareillage électrique de la Seine, Bernard, Brenot frères, L'Eclairage général, l'Electrique, l'Electro-Matériel, Haberer et Cie, Heymann et Liéby, Leroy, Société française de Matériel électrique, Weil.

Au début de la séance, M. le Président souhaite la bienvenue à MM. Madec et Roullet, qui assistent pour la première fois à une réunion du Syndicat.

PROCÈS-VERBAL. — Le procès-verbal de la dernière assemblée, n'ayant fait l'objet d'aucune observation, est adopté.

NÉGOCIATIONS FRANCO-ALLEMANDES. — Les accords provisoires qui réglaient les relations économiques entre la France et l'Allemagne sont venus à expiration le 30 juin dernier. Il en résulte que l'échange des marchandises est de nouveau soumis, de part et d'autre, aux droits du tarif maximum.

Devant l'impossibilité matérielle de conclure une nouvelle convention commerciale avant le départ en vacances des membres du Parlement, les délégations française et allemande se sont bornées à reprendre contact et elles étudient actuellement les bases d'un nouvel accord.

M. Desnos continue à recueillir une documentation aussi abondante que possible afin de s'assurer, dans les droits de douane réclamés, une protection suffisante de la main-d'œuvre incorporée dans les fabrications électriques. Il affirme à nouveau que le Syndicat continuera à être tenu au courant des travaux en cours, grâce à la Fédération de la Mécanique dont la collaboration avec la Délégation française reste toujours active et vigilante.

MARQUE DE QUALITÉ U. S. E. — Le Secrétaire général donne connaissance des décisions prises par le Jury général, au cours de sa séance du 12 juillet. La marque a été accordée :

Aux modèles de douille baïonnette à clef, nos 22204 et 22206 fabriqués par la Compagnie générale d'Electricité; aux modèles 80, 80 bis, 82, 82 bis, de M. Poulain, 8 et 10, rue de la Chine à Paris; au modèle n° 156 des Etablissements industriels Soulé.

Au modèle de socle de prise de courant n° 2132 de la Compagnie générale d'Electricité.

Au modèle d'interrupteur-tumbler n° 1218/1219 de l'Appareillage électro-industriel Pétrier, Tissot et Raybaud.

Au modèle d'inverseur n° 50002 de la Compagnie générale d'Electricité.

Au modèle de coupe-circuit de branchement, bi et multipolaire, 30 A (utilisé par la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité), construit par M. Poulain.

TRANSFORMATION DE LA MARQUE AP-EL. — La Société AP-EL, constituée il y a plusieurs années en vue de développer la vente des appareils électriques à usage domestique, a exprimé son intention de se rapprocher de l'Union des Syndicats de l'Electricité et de transformer sa *Marque de contrôle* en *Marque de qualité*.

Au cours des différentes réunions, auxquelles il a assisté, M. le Président a été appelé à faire connaître son point de vue. Il a montré combien il serait dangereux de créer plusieurs marques de qualité sans assurer, entre elles, la plus parfaite liaison. La Marque U. S. E. doit être unique en France et rester

une marque nationale. Si donc la Société AP-EL tient à adjoindre à son monogramme les lettres U. S. E., il est naturel qu'elle se place sous le contrôle exclusif et immédiat de l'Union des Syndicats de l'Electricité, dont elle recherche l'appui et l'autorité.

Cette opinion est entièrement partagée par les membres de l'Assemblée.

CERTIFICATS DU LABORATOIRE CENTRAL D'ELECTRICITÉ. — Le jury, chargé d'examiner le petit appareillage, a eu son attention attirée par des certificats délivrés par le Laboratoire central d'Electricité à des constructeurs qui en usent pour leur publicité.

Or, les essais relatés dans ces certificats n'ont pas été effectués suivant les prescriptions édictées par l'Union des Syndicats de l'Electricité mais ils se rapportent à un programme limité et fixé par le demandeur lui-même. La publicité donnée à de tels certificats peut avoir de déplorables conséquences, puisqu'elle tend à faire croire au public qu'elle porte sur des appareils conformes aux réglementations en vigueur, alors qu'ils ne satisfont qu'à des essais incomplets.

En présence de cette situation, l'Union des Syndicats de l'Electricité est intervenu auprès du Laboratoire central d'Electricité et il a été convenu que, dans tous les cas où le programme des essais exécutés par le Laboratoire est conforme aux règles de l'Union des Syndicats de l'Electricité, il en sera fait mention sur les certificats.

Dans le cas contraire, lorsque le Laboratoire le jugera possible, il sera fait mention que les essais sont exécutés conformément à un programme dressé par l'intéressé.

CONCOURS DES MEILLEURS OUVRIERS DE FRANCE. — M. le Président indique que le nombre d'ouvriers inscrits comme candidats au concours pour l'industrie électrique est d'environ 25. Il rappelle aux membres du Syndicat que l'Exposition nationale aura lieu du 24 décembre 1927 au 8 janvier 1928 inclus, et que l'Exposition départementale aura lieu du 26 novembre au 4 décembre 1927.

FOIRE DE PARIS. — M. le Président annonce qu'il a reçu de M. Brandt, président du Groupe de l'Electricité à la Foire de Paris, un chèque de 1 500 fr, à titre de subvention au Syndicat.

L'assemblée adresse à M. Brandt ses bien sincères remerciements.

TAXE MUNICIPALE SUR L'ÉLECTRICITÉ. — Le Conseil d'Etat a adopté le 13 juillet le projet de décret approuvant la délibération du Conseil municipal de Paris du 30 juin 1927, portant création d'une taxe municipale sur l'électricité.

Il y a lieu de remarquer que cette taxe, due par les usagers, était fixée à 25 pour 100 dans le projet initial, mais elle a été ramenée à 15 pour 100. On peut également constater son caractère temporaire, puisqu'elle ne doit jouer que du 1[er] juillet 192, au 31 décembre 1930.

LOI SUR LES ASSURANCES SOCIALES. — Le Sénat vient de voter récemment l'ensemble de la loi sur les assurances sociales. Cette nouvelle institution devra, d'après les prévisions, disposer de ressources s'élevant de 4,5 à 5 milliards de francs. On a voulu, du premier coup, assurer tous les risques : maladie, vieillesse, invalidité, etc..., et c'est environ 10 pour 100 du montant total des salaires payés en France qui devront être prélevés. Il est hors de doute que ces versements constitueront une lourde charge, soit pour les ouvriers, soit pour les patrons. Quel que soit celui qui versera, même si une part provient des ressources de l'Etat, ce sera une somme importante qui viendra s'incorporer aux prix de revient et aux prix de vente.

CONCOURS D'AFFICHES DE L'UNIS-FRANCE. — Le Comité supérieur de l'Unis-France a décidé d'utiliser une partie de ses fonds disponibles à créer un concours d'affiches entre les usagers de la marque Unis-France. Ce concours est doté de 10 000 fr. de prix à répartir par le jury entre les concurrents, ainsi que des médailles de la Chambre de Commerce de Paris.

Des renseignements complémentaires pourront être fournis par le secrétaire du Syndicat aux intéressés.

CORRESPONDANCE. — La Société pour le Développement des Véhicules électriques a demandé au Syndicat de bien vouloir collaborer à une campagne active qu'elle va entreprendre pour la diffusion des petits chariots et des petits tracteurs à accumulateurs, ainsi qu'à l'étude de certaines questions relatives aux postes de charge et à l'appareillage des chariots et des postes.

Le Comité de Direction déléguera quatre de ses membres aux réunions prévues pour le mois d'octobre.

QUESTIONS DIVERSES. — Par arrêté du 7 juin 1927, M. Bonvoisin a été nommé inspecteur départemental de l'Enseignement technique, par le Sous-Secrétariat d'Etat de l'Enseignement technique.

Le Syndicat adresse ses vives félicitations à son Président pour la nomination dont il a été l'objet.

Le Secrétaire général, J. ROUGIER.

Le Président, L. BONVOISIN.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 25, boulevard Malesherbes, Paris (8e). — Téléph. : Elysées 31-82 et 04-17.

Syndicats adhérant à l'Union : Syndicat général de la construction électrique. — Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique. — Chambre syndicale des constructeurs de gros matériel électrique. — Chambre syndicale des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent. — Syndicat professionnel de l'industrie du gaz. — Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France. — Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens. — Syndicat professionnel des fabricants de fils et cables électriques. — Chambre syndicale de la porcelaine électrotechnique. — Syndicat des constructeurs de matériel de chauffage électrique de France. — Union des voies ferrées d'intérêt local de France (Section des tramways). — Syndicat des entrepreneurs de réseaux et de centrales électriques (Production, distribution, traction). — Syndicat professionnel des industries radioélectriques. — Syndicat des constructeurs d'appareillage et de matériel électrique. — Syndicat général des installateurs électriciens français. — Syndicat des constructeurs de véhicules électriques. — Syndicat des constructeurs de pylones en ciment armé. — Syndicat des fabricants de ferrures pour poteaux. — Syndicat du verre électrotechnique.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 26, rue de la Baume, Paris (8e). — Téléphone : Elysée 90-80.

Huitième Bulletin de 1927.

Extrait du procès-verbal de la réunion de la Commission technique du 19 avril 1927.

Présents : MM. Brylinski, délégué général; Marty, secrétaire; Drouin, Farlet, Girard, Hainne, Méty, Munier, Paré, Péridier, Pierron, Polack, Rabinovici, Rieunier, A. Schlumberger, Villiers.

Absents excusés : MM. Tainturier, président de la Commission; Bizet et Eschwège.

En l'absence de M. Tainturier la séance est présidée par M. le Délégué général.

Emploi du fil d'acier. — M. Polack, rapporteur. — M. Polack donne lecture de son rapport sur l'emploi des conducteurs en acier dans les distributions d'énergie. Ce rapport est adopté par la Commission.

M. le Président remercie M. Polack d'avoir rédigé cet intéressant rapport qui sera transmis à la Société française des Electriciens.

Essais sur les isolants moulés. — M. le Président donne lecture à la Commission de la lettre du 14 avril 1927 par laquelle l'Union des Syndicats de l'Electricité transmet au Syndicat un programme d'essais sur les matériaux moulés à base de résines synthétiques.

La Commission technique n'a pas d'observations à présenter sur ce programme d'essais.

Sélectivités des relais de protection des réseaux. — M. le Président donne connaissance à la Commission de la lettre du 6 avril 1927 par laquelle M. Péridier, président de la quatrième section de la Société française des Electriciens, informe le Syndicat que cette section a décidé, dans sa réunion du 4 avril dernier, de mettre à l'étude la question de la sélectivité des relais de protection des réseaux. Elle a pensé que le Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique était particulièrement désigné pour établir au point de vue des exploitants d'usines de production et des réseaux de distribution, un exposé des résultats actuellement obtenus. La quatrième Section a décidé de retenir ce sujet pour l'inscrire au programme de la prochaine Semaine de Discussions de la Société française des Electriciens.

M. le Président a demandé à l'Union d'Electricité de désigner un de ses ingénieurs pour présenter à la quatrième Section l'exposé des dispositions qui avaient été

adoptées par cette société. Il demande aux membres de la Commission de vouloir bien participer également à cette étude.

M. Drouin veut bien se charger de faire étudier la question pour la Compagnie générale d'Électricité et MM. Villiers et Hainne acceptent de présenter des notes à ce sujet pour l'Ouest-Lumière et pour le Sud-Lumière. Il sera également demandé à l'Energie électrique du Littoral méditerranéen, à l'Energie électrique du Sud-Ouest et à la Société d'Electricité de Paris de fournir à la Commission les renseignements qu'elles pourraient posséder sur cette question.

Établissement de règles relatives aux échelles de distance à prévoir entre les éléments d'installations à moyenne, haute et très haute tensions. — M. le Président donne lecture à la Commission de la lettre du 15 avril 1927, par laquelle M. Péridier informe le Syndicat que la quatrième Section de la Société française des Electriciens a mis à l'ordre du jour de sa prochaine séance une communication de M. Hayet concernant l'établissement de règles relatives aux échelles de distance variables avec la tension à prévoir entre les éléments d'installations à moyenne, haute et très haute tensions portés à des polarités différentes et exprime le désir que des membres de la Commission technique assistent à la discussion qui doit s'ouvrir sur cette question à la réunion du lundi 25 courant.

MM. Girard et Paré acceptent d'assister à la prochaine réunion de la quatrième Section où cette question sera discutée.

Perturbations apportées aux réceptions radiophoniques. — M. le Président donne lecture à la Commission de la lettre du 11 avril 1927 par laquelle l'Union des Syndicats de l'Electricité transmet un questionnaire de la Commission juridique de l'Union internationale de Radiophonie concernant les interférences d'origine électrique et demande au Syndicat de lui faire parvenir son avis pour le début du mois de mai.

L'avis de la Commission sera transmis à l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Protection des lignes téléphoniques contre l'induction. — M. le Président dépose sur le bureau de la Commission un dossier contenant le compte rendu détaillé de la session de la Commission mixte internationale pour les expériences relatives à la protection des lignes téléphoniques, tenue à Berne du 7 au 12 février 1927.

Injection des poteaux. — M. Drouin, rapporteur. — M. Drouin donne connaissance à la Commission de son rapport sur la conservation des poteaux en bois. Il signale que ce rapport se confond avec celui sur la métallisation des poteaux que la Commission technique avait confié à M. Médan et pour lequel ce dernier avait réuni des documents qui ont été utilisés dans le rapport actuellement présenté.

M. le Président remercie M. Drouin du très intéressant rapport qu'il a bien voulu rédiger et qui doit faire l'objet d'un article pour la « Revue générale de l'Électricité » (1)

Amélioration du facteur de puissance. — M. Rabinovici donne connaissance à la Commission de la note sur l'amélioration du facteur de puissance du réseau de la Compagnie d'Électricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière).

M. le Président remercie M. Rabinovici du très intéressant rapport qu'il a rédigé et qui est reproduit ci-après :

Note sur l'amélioration du facteur de puissance du réseau de la Compagnie d'Electricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière).

I. **Amélioration à l'usine génératrice.** — L'Ouest-Lumière ne possède pas d'usine génératrice. Son réseau est alimenté par l'usine de Gennevilliers de l'Union d'Electricité.

Le courant est livré dans trois sous-stations de transformation 60 000/10 000 v.

Dans l'une de ces sous-stations qui alimente un réseau à mauvais facteur de puissance (0,6 environ), l'Union d'Electricité a fait installer deux compensateurs synchrones de 7 000 kv-a branchés sur les barres générales à 10 000 v avant le point de livraison.

L'amélioration apportée par ces deux compensateurs n'intéresse donc pas le réseau de l'Ouest-Lumière, mais bien celui de l'Union d'Electricité.

Nous pouvons néanmoins donner les précisions suivantes sur ces compensateurs.

Constructeur, Compagnie Electro-Mécanique.

Caractéristiques, 7 000 kv-a. — 392 a. — 10 500 v. — 1 000 t : mn.

Marche à pleine charge :

Puissance active absorbée, 350 à 400 kw ;

Puissance réactive fournie, 6 800 à 7 200 kv-a ;

Intensité du courant, 390 à 395 a ;

Cos φ, 0,05 ;

Influence sur la tension, portée de 10 250 à 10 600 v environ

Date de mise en service, février 1925.

Un des deux compensateurs synchrones marche tous les jours de semaine de 7 h à 17 h environ.

Le tableau I donne un exemple de résultat obtenu (débit du mardi 22 mars de 14 à 15 h).

Tableau I. — *Exemple de résultat obtenu dans l'amélioration du facteur de puissance au moyen d'un compensateur synchrone.*

Énergie mise en jeu	Énergie active	Énergie réactive	cos φ
Energie fournie de 14 à 15 h par les transformateurs 60 000/10 000 volts	10 500 kw-h	8 200	0,79 AR
Energie fournie par le compensateur........	— 300	+ 4 200	0,07 AV
Energie absorbée par le réseau............	10 300	12 400	0,64 AR

(1) F. Drouin et P. Médan ; Note sur la conservation des poteaux en bois. *Revue générale de l'Électricité*, 1er octobre 1927, t. XXII, p. 507-513.

II. **Amélioration en divers points du réseau**. — En ce qui concerne son réseau proprement dit, l'Ouest-Lumière agit par ses propres moyens dans certains centres, notamment dans quelques-unes de ses sous-stations de traction, où les commutatrices sont surexcitées. L'amélioration ainsi obtenue est peu importante et n'intéresse que les câbles qui alimentent ces sous-stations.

L'action la plus importante est celle qui est menée auprès de nos abonnés à haute tension pour obtenir qu'ils améliorent eux-mêmes leurs installations.

Cette action s'exerce de deux manières :

a) Par l'application de tarifs spéciaux tenant compte de l'énergie réactive consommée.

b) Par la propagande, les études et conseils pour ceux de nos abonnés dont le facteur de puissance est particulièrement mauvais afin de les aider à obtenir une amélioration.

1. Tarifs spéciaux. — La tarification qui tient compte de l'énergie réactive n'est appliquée qu'aux abonnés auxquels l'énergie est vendue en haute tension.

Deux formules sont appliquées à cet effet :

1° *Formule du cahier des charges des communes de la Seine*. — Cette formule est la suivante :

« Le prix du kilowatt-heure résultant du prix de base et des majorations ou diminutions tenant compte des variations économiques suppose que le cos φ des installations de l'abonné est égal ou supérieur à 0,80.

» Dans le cas où le cos φ serait inférieur à 0,80 pour un mois déterminé, ces prix seraient majorés de :

0,3 pour 100 du cos φ compris entre 0,80 et 0,70 ;

0,6 pour 100 du cos φ compris entre 0,70 et 0,60 ;

0,9 pour 100 du cos φ au-dessous de 0,60 la taxe par kilovolt-ampère restant inchangée. »

2° *Formule de l'énergie complexe*. — Cette formule est la suivante :

« On ajoute aux indications du compteur d'énergie active deux dixièmes des indications correspondantes du compteur d'énergie réactive. »

Cette formule est appliquée aux abonnés qui ont un facteur de puissance satisfaisant. Les prix de base qui leur sont faits sont diminués de 0,03 fr et le coefficient appliqué en fonction de la variation de l'index économique est diminué de 0,0002 fr.

La tarification qui tient compte de l'énergie réactive est appliquée à tous nos abonnés à haute tension à l'expiration de leur contrat en cours.

Le nombre de nos abonnés auxquels il est appliqué une des deux formules ci-dessus indiquées représente actuellement 89 pour 100 du nombre total de nos abonnés à haute tension.

2. Propagande, études, conseils. — Les abonnés à haute tension dont l'installation fonctionne avec un mauvais facteur de puissance reçoivent une lettre circulaire dont nous donnons le texte en annexe.

Cette lettre, que l'abonné réponde ou non, est suivie d'une visite faite par l'ingénieur de notre service commercial spécialement chargé de suivre la question de l'amélioration du facteur de puissance des installations de nos abonnés.

Nos démarches aboutissent toujours, c'est-à-dire que nous obtenons de l'abonné l'autorisation d'étudier son installation et d'y faire toutes les mesures voulues.

C'est notre service du contrôle qui est chargé de ces études. Deux ingénieurs aidés d'agents techniques procèdent à un examen détaillé et minutieux de l'installation tant au point de vue mécanique qu'au point de vue électrique.

Ce personnel est pourvu d'appareils indicateurs et enregistreurs en nombre suffisant pour mener de front l'étude de 5 à 6 installations.

L'étude d'une installation dure ; suivant les cas, de 10 à 30 jours et quelquefois davantage.

Chaque étude fait l'objet d'un rapport dans lequel la question est examinée du double point de vue technique et économique (voir un modèle de rapport en annexe).

Un extrait de ce rapport est envoyé à l'abonné. L'envoi est suivi d'une nouvelle visite de notre ingénieur du service commercial qui donne verbalement les précisions complémentaires presque toujours nécessaires et qui tâche de décider l'abonné à mettre en application les moyens d'amélioration préconisés par le rapport qui lui a été soumis.

Pour vous donner une idée des résultats ainsi obtenus, nous ne pouvons mieux faire que de vous communiquer un extrait du rapport annuel de notre ingénieur, chef du service du contrôle concernant cette question.

III. **Résultats d'exploitation**. — Extraits du rapport annuel de notre Service du Contrôle pour l'année 1925 et relatifs à l'amélioration du facteur de puissance.

1. Études de laboratoire. — Nous avons fait des essais sur :

a) Un moteur asynchrone synchronisé de 5 ch de la Compagnie générale électrique de Nancy ;

b) Un moteur asynchrone compensé de 4,5 ch des Etablissements Matabon à Lyon ;

c) Un moteur asynchrone compensé de 3 ch, des Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné.

d) Huit condensateurs à basse tension 220 v de la Société des Etablissements Varret et Collot.

e) Six condensateurs à 3000 v de la Maison Roullet.

Les résultats des essais sur les moteurs sont consignés dans des rapports spéciaux. Ces résultats sont, pour les deux premiers types, très satisfaisants et nous permettent de conclure que l'on possède dès maintenant des moteurs asynchrones synchronisés ou compensés de faible puissance permettant de résoudre le problème de l'amélioration du cos φ des installations à basse tension.

Les essais de laboratoire vont être complétés par des essais pratiques en atelier qui nous renseigneront sur la robustesse de la construction et aussi sur les dépenses d'entretien qu'entraine la présence d'un collecteur à faible tension (18 v). Les deux premiers moteurs ont été confiés à la Compagnie de Lumière et Traction qui les a mis en service.

Les condensateurs à 3000 v Roullet n'ont pas tenu la tension et ont été mis hors service dès le début des essais. M. Roullet ne nous a pas envoyé de nouveaux appareils comme il nous l'avait promis.

Les condensateurs Varret et Collot, après avoir été essayés au laboratoire, ont été mis en service dans une installation d'ascenseurs à Neuilly, dans la seconde quinzaine du mois d'août. On a eu quelques fusions des fusibles généraux de certains éléments, mais depuis que ces fusibles ont été renforcés il n'y a plus eu aucun incident. Les appareils sont toujours en service. Les condensateurs sont montés directement aux bornes du moteur et sont par conséquent mis en et hors circuit en même temps par le moteur, c'est-à-dire à chaque fonctionnement de l'ascenseur. Les ascensions sont en général de 45 par jour environ ; on a atteint certains jours le nombre de 65 ascensions. Les résultats de

cinq mois de fonctionnement avec de nombreuses mises sous tension et coupures (7 500 environ) prouvent que les percements par surtension au moment de la fermeture ou de l'ouverture du circuit ne sont pas à craindre et qu'on peut avoir recours aux batteries de condensateurs statiques de faible capacité pour résoudre le problème de l'amélioration du facteur de puissance des installations à basse tension chaque fois que la solution par substitution de moteurs n'est pas réalisable.

2. ÉTUDE DE CERTAINES INSTALLATIONS PARTICULIÈRES D'ABONNÉS. — Les études des installations en vue de la recherche des moyens d'amélioration du facteur de puissance à appliquer ou à conseiller dans chaque cas particulier se rapportent à deux catégories d'installations :

1° Installations à haute et à moyenne tensions ;

2° Installations à basse tension.

1° *Installations à haute et à moyenne tensions.* — *a*) Etat des études. — Le nombre des études terminées s'élève à 45 et leur objet est indiqué sur le tableau.

TABLEAU II. — *Objet des études terminées et nombre d'installations sur lesquelles elles portent.*

DÉSIGNATION	POSTES ALIMENTÉS SOUS 10 000 V	POSTES ALIMENTÉS SOUS 3000 V
Comptage sur la haute tension	26	11
Comptage sur la basse tension....................	5	3
Total............	31	14

D'autre part, les études en cours sont actuellement au nombre de deux.

b) Facteur de puissance des installations étudiées.

TABLEAU III. — *Tableau se rapportant à 27 installations dont on connait le facteur de puissance mensuel des trois derniers mois de l'année 1924.*

VALEURS DU FACTEUR DE PUISSANCE (moyenne des 3 derniers mois)	NOMBRE D'INSTALLATIONS — Année 1924.	NOMBRE D'INSTALLATIONS — Année 1925.
$0{,}2 \leq \cos\varphi < 0{,}3$	4 soit 14,8 pour 100	2 soit 7,4 pour 100
$0{,}3 \leq \cos\varphi < 0{,}4$	4 id 14,8 id	3 id 11,1 id
$0{,}4 \leq \cos\varphi < 0{,}5$	7 id 26 id	9 id 33,4 id
$0{,}5 \leq \cos\varphi < 0{,}6$	6 id 22,2 id	6 id 22,2 id
$0{,}6 \leq \cos\varphi < 0{,}7$	6 id 22,2 id	5 id 18,5 id
$0{,}7 \leq \cos\varphi < 0{,}8$	0	2 id 7,4 id
	27	27

Le nombre d'installations dont le facteur de puissance mensuel moyen (comparaison des moyennes des trois derniers mois des années 1924 et 1925) s'est élevé est de 19.

Le nombre d'installations dont le facteur de puissance mensuel moyen (comparaison des moyennes des trois derniers mois des années 1924 et 1925) a légèrement baissé, est de 8.

TABLEAU IV. — *Tableau se rapportant au nombre total des installations étudiées.*

VALEURS DU FACTEUR DE PUISSANCE	NOMBRE TOTAL DES INSTALLATIONS
$0{,}2 \leq \cos\varphi < 0{,}3$	2 soit 4,8 pour 100
$0{,}3 \leq \cos\varphi < 0{,}4$	4 id 9,5 id
$0{,}4 \leq \cos\varphi < 0{,}5$	17 id 40,5 id
$0{,}5 \leq \cos\varphi < 0{,}6$	8 id 19 id
$0{,}6 \leq \cos\varphi < 0{,}7$	8 id 19 id
$0{,}7 \leq \cos\varphi < 0{,}8$	3 id 7,2 id
	42

N. B. — Cos φ non déterminé dans trois installations.

TABLEAU V. — *Tableau résumé des tableaux III et IV.*

VALEURS DU FACTEUR DE PUISSANCE (moyenne des 3 derniers mois)	NOMBRE D'INSTALLATIONS — Année 1924.	NOMBRE D'INSTALLATIONS — Année 1925.
$\cos\varphi \leq 0{,}6$	21 soit 78 pour 100	31 soit 74 pour 100
$\cos\varphi > 0{,}6$	6 id 22 id	11 id 26 id
	27	42

c) Moyens d'amélioration préconisés. — Ces moyens sont groupés dans le tableau suivant :

TABLEAU VI. — *Moyens d'amélioration préconisés et nombre des installations dans lesquelles ils ont été appliqués.*

MOYENS D'AMÉLIORATION PRÉCONISÉS	NOMBRE D'INSTALLATIONS
Réajustement de moteurs (1)................	30
Emploi de moteurs asynchrones synchronisés ou compensés..................	29
Emploi de batteries de condensateurs statiques à basse tension..................	16
Remplacement de transformateurs par des transformateurs moins puissants ou à pertes réduites..................	10
Suppression de transformateurs..............	4
Coupure du transformateur pendant les heures d'arrêt et alimentation du circuit éclairage par un branchement à basse tension........	9
Emploi de moteurs ou compensateurs synchrones..................	7
Emploi d'une commutatrice et de moteurs à courant continu..................	1
Améliorations mécaniques (2)..................	3
Divers (3)..................	4

(1) Permutation des moteurs d'une même installation, lorsque la répartition des charges sur ces moteurs peut être faite plus judicieusement — remplacement de moteurs trop puissants par d'autres mieux appropriés à la puissance demandée — remplacement de plusieurs moteurs à commande individuelle par un moteur plus puissant — suppression de moteurs.

(2) Emploi de roulement à billes, modification de transmissions et de poulies.

(3) Meilleure répartition des lampes sur les 3 phases, remplacement de disjoncteurs, réglage convenable de la tension.

d) Observations. — Les tableaux qui précèdent permettent de constater une certaine amélioration du facteur de puissance des installations étudiées.

Ainsi, pour les 27 installations dont on a pu comparer les facteurs de puissance de 1924 et de 1925, on trouve en 1924 30 pour 100 des installations avec $\cos\varphi < 0{,}4$ tandis qu'en 1925 il n'y en a plus que 18 pour 100 ; de même, alors qu'en 1924 aucune installation n'avait un $\cos\varphi$ supérieur à 0,7, on en trouve 7 pour 100 en 1925.

2° *Installations à basse tension.* — Les résultats suivants se rapportent à des études faites à Boulogne-sur-Seine au cours de l'année 1925, études d'installations de force motrice à basse tension.

a) Nombre d'installations étudiées. — Le nombre des installations étudiées s'élève à 155.

b) Genre d'industrie. — Le tableau VII indique les divers genres d'industrie et le nombre d'installations qui s'y rapportent.

Tableau VII. — *Nombre d'installations correspondant à divers genres d'industries.*

GENRE D'INDUSTRIE	NOMBRE D'INSTALLATIONS CORRESPONDANTES
Menuiserie	23
Blanchisserie	28
Mécanique	25
Tannerie	5
Teinturerie	3
Réparations d'automobiles	5
Garages d'automobiles	4
Carrosserie	6
Scierie	3
Construction d'appareils électriques	6
Développement de films	2
Industries diverses	45
	155

c) Facteur de puissance. — Le tableau VIII se rapporte à 153 installations réparties suivant les valeurs du facteur de puissance.

d) Remarques. — *Remarque 1.* — Les moteurs qui se trouvent dans les installations étudiées sont de toutes provenances (Maison Legendre, Société Alioth, Compagnie Electro-Mécanique, Maison Eclancher, Etablissements Grammont, Compagnie Thomson-Houston, Labour, Société l'Eclairage électrique, etc.) et de toutes puissances (surtout de 0,5 à 6 ch, de 5 et de 10 ch, quelques-uns de 7, 8, 15 et 20 ch).

Généralement, ils sont de bonne qualité, mais mal utilisés, leur puissance étant beaucoup plus grande que la puissance moyenne qu'ils ont à fournir effectivement.

Remarque 2. — On peut compter que 21 installations soit 13,7 pour 100, avaient un facteur de puissance satisfaisant ou tout au moins assez satisfaisant, ne nécessitant pas d'amélioration ($\cos\varphi$ de 0,72 à 0,95). On peut noter que sur ces 21 installations :

19 installations, pour lesquelles $\cos\varphi$ varie de 0,72 à 0,83, sont munies de moteur ayant un bon facteur de puissance et fonctionnant généralement dans de bonnes conditions de charge;

2 installations ont un bon facteur de puissance (0,82 et 0,95) grâce surtout à la présence d'appareils de chauffage. Ceci est particulièrement sensible pour l'Atelier de Constructions électriques, rue du Château, qui a une puissance installée de 15 kw et pour lequel la consommation de deux résistances pour chauffage de cuve atteint 30 pour 100 de la consommation totale ($\cos\varphi = 0{,}95$).

Tableau VIII — *Valeurs du facteur de puissance des installations étudiées.*

VALEURS DU FACTEUR DE PUISSANCE (1)	NOMBRE D'INSTALLATIONS	VALEURS en pour 100
$0{,}2 \leqq \cos\varphi < 0{,}3$	8	5,3
$0{,}3 \leqq \cos\varphi < 0{,}4$	34	22,2
$0{,}4 \leqq \cos\varphi < 0{,}5$	30	19,6
$0{,}5 \leqq \cos\varphi < 0{,}6$	38	24,8
$0{,}6 \leqq \cos\varphi < 0{,}7$	16	10,45
$0{,}7 \leqq \cos\varphi < 0{,}8$	22	14,45
$0{,}8 \leqq \cos\varphi < 0{,}9$	4	2,6
$0{,}9 \leqq \cos\varphi < 1$	1	0,6
	153	

(1) Ce facteur de puissance est le facteur de puissance moyen de l'installation relevé au cours des essais.

- $\cos\varphi < 0{,}6$	110	72
$0{,}6 \leqq \cos\varphi < 0{,}8$	38	24,8
$0{,}8 \leqq \cos\varphi < 1$	5	3,2
	153	

Remarque 3. — Aucune conclusion ne peut être tirée du point de vue « genre d'industrie », ainsi qu'il ressort de l'examen du tableau IX suivant :

Tableau IX. — *Nombre d'installations pour trois catégories d'utilisation, dont le facteur de puissance est donné par les valeurs portées dans la première colonne.*

NOMBRE D'INSTALLATIONS DONT LE FACTEUR DE PUISSANCE MOYEN EST TEL QUE	MENUISERIE	BLANCHISSERIE	MÉCANIQUE
$0{,}2 = \cos\varphi < 0{,}3$		2 soit 7,4 pour 100	
$0{,}3 = \cos\varphi < 0{,}4$	10 soit 43,5 pour 100	1 id 3,7 id	9 soit 37,5 pour 100
$0{,}4 = \cos\varphi < 0{,}5$	6 id 26 id	2 id 7,4 id	2 id 8,4 id
$0{,}5 = \cos\varphi < 0{,}6$	5 id 21,7 id	9 id 33,3 id	5 id 20,8 id
$0{,}6 = \cos\varphi < 0{,}7$	2 id 8,8 id	4 id 14,8 id	3 id 12,5 id
$0{,}7 = \cos\varphi < 0{,}8$		9 id 33,3 id	5 id 20,8 id
	23	27	24

Remarque 4. — L'utilisation annuelle des installations étudiées est donnée par le tableau suivant, cette quantité étant donnée par le rapport de la consommation d'énergie active annuelle à la puissance installée :

TABLEAU X. — *Utilisation annuelle des installations étudiées.*

UTILISATION ANNUELLE	NOMBRE D'INSTALLATIONS CORRESPONDANTES
de 0 à 500 heures	81 soit 52,8 pour 100
de 500 à 1 000 id	38 id 24,8 id
de 1 000 à 1 500 id	19 id 12,4 id
de 1 500 à 2 000 id	10 id 6,6 id
de 2 000 à 3 000 id	5 id 3,4 id
	153

e) Moyens d'amélioration préconisés. — Ces moyens sont groupés dans le tableau suivant :

TABLEAU XI. — *Moyens d'amélioration préconisés et nombre d'installations dans lesquelles ils ont été appliqués.*

MOYENS D'AMÉLIORATION PRÉCONISÉS	NOMBRE D'INSTALLATIONS CORRESPONDANTES
Réajustement de moteurs (1)	67
Améliorations mécaniques (2)	5
Emploi d'un moteur plus puissant remplaçant des moteurs à commande individuelle	2
Emploi de batteries de condensateurs statiques	97
Emploi de moteurs asynchrones synchronisés ou compensés	19
Revision de moteurs mal bobinés	4
Revision du montage de moteurs mal branchés	1
Divers	3

(1) Remplacement de moteurs trop puissants par des moteurs mieux appropriés à la puissance moyenne qu'ils ont à fournir — remplacement des moteurs défectueux par des moteurs meilleurs au point de vue du cos φ e de la consommation d'énergie réactive — échange de moteurs entre eux en vue d'une meilleure répartition des charges et d'une meilleure utilisation desdits moteurs.

(2) Transmissions permettant la suppression de moteurs.

f) Améliorations réalisées. — Parmi les installations étudiées au cours de l'année 1925, 25 d'entre elles, pour lesquelles les moyens d'amélioration préconisés ont été partiellement réalisés, furent l'objet de nombreux essais dont les résultats sont consignés dans le tableau XII ci-dessous :

TABLEAU XII. — *Résultats d'essais montrant l'amélioration du facteur de puissance pour un certain nombre d'installations.*

VALEURS DU FACTEUR DE PUISSANCE		NOMBRE D'INSTALLATIONS	
Premiers essais.	Nouveaux essais.	Premiers essais.	Nouveaux essais.
	0,3	1 } 16	1 } 5
0,3	0,4	8 }	3 }
0,4	0,5	7 }	1 }
0,5	0,6	9 } 9	5 } 20
0,6	0,7		7 }
0,7	0,8		7 }
0,8	0,9		1 }
		25	25

Dans tous les cas, il y a eu amélioration plus ou moins sensible du facteur de puissance. Les modifications réalisées ont porté surtout sur le remplacement, la suppression, le rebobinage de moteurs ou l'emploi de condensateurs statiques. A noter aussi que, pour quelques installations, l'amélioration du facteur de puissance est due en partie à une augmentation de la production.

Onze de ces installations ont un facteur de puissance satisfaisant. Pour les autres, on a préconisé comme moyen pour parfaire l'amélioration, l'emploi de condensateurs statiques.

g) Observations. — Il semble que l'on n'obtiendra pas de résultats sérieux au point de vue amélioration du facteur de puissance dans les installations à basse tension, les abonnés de cette catégorie n'ayant pas, la plupart du temps, un intérêt immédiat à engager les dépenses que demanderait le remplacement de leurs moteurs ou l'adjonction de dispositifs appropriés.

IV. Résultats d'exploitation extraits du rapport annuel de notre Service de Contrôle pour l'année 1926 et relatifs à l'amélioration du facteur de puissance. — 1. ÉTUDES DE LABORATOIRE. — Nous n'avons pas étudié cette année de nouveau dispositif en laboratoire.

Des essais pratiques ont été faits sur le moteur asynchrone compensé des Établissements Malabon et sur le moteur asynchrone synchronisé de la Compagnie générale électrique de Nancy qui ont été étudiés l'année dernière en laboratoire. Les résultats ont été très satisfaisants pour le premier et moins bons pour le second (échauffement anormal).

Les condensateurs à basse tension Varret et Collot mis en service en août 1925 dans une installation d'ascenseurs à Neuilly fonctionnent toujours normalement. Il n'y a eu aucun incident en 1926.

2. ÉTUDES DE CERTAINES INSTALLATIONS D'ABONNÉS. — Aucune installation à basse tension n'a été étudiée en 1926 en raison des résultats insignifiants obtenus en 1925.

Nous avons continué l'étude des installations à haute et à moyenne tensions, installations pour lesquelles des résultats certains ont été obtenus aussi bien en 1925 qu'en 1926, comme on le verra plus loin.

1° *Installations nouvelles étudiées au cours de l'année 1926.* — *a*) État de ces études. — Le nombre des études terminées s'élève à 26 et leur objet est indiqué sur le tableau XIII.

TABLEAU XIII. — *Objet des études terminées et nombre d'installations sur lesquelles elles portent.*

DÉSIGNATION	POSTES ALIMENTÉS SOUS 10 000 V	POSTES ALIMENTÉS SOUS 3 000 V
Comptage sur la haute tension	13	11
Comptage sur la basse tension	1	1
Total	14	12

D'autre part les études en cours sont actuellement au nombre de quatre.

b) Facteur de puissance, avant amélioration, des installations étudiées. — Le tableau XIV se rapporte à 26 installations réparties suivant les valeurs du facteur de puissance.

Ce tableau montre que sur 15 installations, soit 58 pour 100, le facteur de puissance a été trouvé inférieur à 0,6 et que sur dix installations, soit 38,5 pour 100, le facteur de puissance a été trouvé au moins égal à 0,6.

TABLEAU XIV. — *Valeur du facteur de puissance des installations étudiées, avant amélioration.*

VALEURS DU FACTEUR DE PUISSANCE (moyenne des 3 derniers mois de 1925)	NOMBRE D'INSTALLATIONS
$0,2 \leqq \cos \varphi < 0,3$	3 soit 11,5 pour 100
$0,3 \leqq \cos \varphi < 0,4$	2 id 7,5 id
$0,4 \leqq \cos \varphi < 0,5$	6 id 23 id
$0,5 \leqq \cos \varphi < 0,6$	4 id 15 id
$0,6 \leqq \cos \varphi < 0,7$	7 id 27 id
$0,7 \leqq \cos \varphi < 0,8$	2 id 7,5 id
voisin de 1............	1 id 4 id
très variable............	1 id 4 id
	26

c) Moyens d'amélioration préconisés. — Ces moyens sont groupés dans le tableau XV suivant :

TABLEAU XV. — *Moyens d'amélioration préconisés et nombre d'installations dans lesquelles ils ont été appliqués.*

MOYENS D'AMÉLIORATION PRÉCONISÉS (1)	NOMBRE D'INSTALLATIONS
Rajustement de moteurs..................	10
Emploi de moteurs asynchrones synchronisés ou compensés..................	14
Emploi de batteries de condensateurs statiques à basse tension..................	11
Emploi de compensateurs synchrones ou asynchrones synchronisés..................	10
Emploi de branchements à basse tension...	4
Suppression de transformateur..................	1
Emploi d'un transformateur spécial de faible puissance pour le travail de nuit........	1
Remplacement du transformateur..........	2
Divers : croisement des phases de l'alimentation — emploi d'un volant............	2

(1) Dans plusieurs cas, on a proposé plusieurs solutions en préconisant toutefois la plus simple et la plus économique.

d) Amélioration réalisée. — Pour quelques-unes de ces installations une amélioration partielle a déjà été réalisée (sept installations), est en cours de réalisation ou est prévue (4 installations). L'amélioration partielle est faite souvent en cours d'étude, sur notre demande, lorsqu'il s'agit de remaniement d'installation ou de rajustement de moteurs.

e) Remarque. — Au 1er janvier 1927, le nombre des études prévues est de 16.

2° *Installations étudiées avant le 1er janvier 1926.* — Ces installations au nombre de 45 comprennent : 31 postes alimentés sous 10 000 v et 14 postes alimentés sous 3000 v. Soit, au total, 45 postes.

a) Résultats obtenus. — Les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux suivants XVI et XVII.

Sur les 42 installations indiquées dans le tableau, il y en a eu 27 dont on connait le facteur de puissance mensuel

TABLEAU XVI. — *Valeurs comparées du facteur de puissance relativement à 42 installations pour les années 1925 et 1926.*

FACTEUR DE PUISSANCE (Facteur de puissance moyen des 3 derniers mois de l'année)	NOMBRE D'INSTALLATIONS	
	1925	1926
$\cos \varphi < 0,3$	2	3
$0,3 \leqq \cos \varphi < 0,4$	4	5
$0,4 \leqq \cos \varphi < 0,5$	17	11
$0,5 \leqq \cos \varphi < 0,6$	8	10
$0,6 \leqq \cos \varphi < 0,7$	8	9
$0,7 \leqq \cos \varphi < 0,8$	3	3
$\cos \varphi > 0,8$	0	1
	42	42

moyen des trois derniers mois de 1924. Les valeurs en sont portées au tableau XVII.

TABLEAU XVII. — *Valeurs comparées du facteur de puissance relativement à 27 installations pour les années 1924, 1925 et 1926.*

FACTEUR DE PUISSANCE (Facteur de puissance moyen des 3 derniers mois de l'année)	NOMBRE D'INSTALLATIONS		
	1924	1925	1926
$\cos \varphi < 0,3$	4	2	2
$0,3 \leqq \cos \varphi < 0,4$	4	3	2
$0,4 \leqq \cos \varphi < 0,5$	7	9	6
$0,5 \leqq \cos \varphi < 0,6$	6	6	7
$0,6 \leqq \cos \varphi < 0,7$	6	5	8
$0,7 \leqq \cos \varphi < 0,8$	0	2	1
$\cos \varphi > 0,8$	0	0	1
	27	27	27

Le nombre d'installations dont le facteur de puissance mensuel moyen (comparaison des moyennes des trois derniers mois des années 1925 à 1926) s'est élevé a été de 21.

Le nombre d'installations dont le facteur de puissance mensuel moyen a légèrement baissé a été de 14. Pour 5 de ces installations la diminution est due à la marche réduite desdites installations, conséquence de la crise économique actuelle.

Le nombre d'installations dont le facteur de puissance n'a pas varié a été de 4.

Les installations dont le facteur de puissance est très variable ou pour lesquelles le courant a été coupé a été de 3.

b) Nouveaux essais effectués en 1926. — Dans cinq des installations précédemment indiquées, de nouveaux essais ont été effectués au cours de l'année 1926 sur la demande des abonnés mêmes qui tenaient à se rendre compte du résultat obtenu ou désiraient obtenir de nouvelles précisions.

c) Observations. — Il y a lieu de noter que : 2 installations ont été transformées tout récemment en vue de l'amélioration du cos φ et que 7 installations sont en voie de transformation. Enfin, 6 installations doivent être transformées ultérieurement.

3. ENQUÊTE SUR DES INSTALLATIONS AMÉLIORÉES. — Une enquête a été faite dans le courant des mois de novembre et décembre 1926 dans un certain nombre d'installations qui nous ont été signalées comme ayant été pourvues de dispositifs d'amélioration du facteur de puissance.

cinq mois de fonctionnement avec de nombreuses mises sous tension et coupures (7 500 environ) prouvent que les percements par surtension au moment de la fermeture ou de l'ouverture du circuit ne sont pas à craindre et qu'on peut avoir recours aux batteries de condensateurs statiques de faible capacité pour résoudre le problème de l'amélioration du facteur de puissance des installations à basse tension chaque fois que la solution par substitution de moteurs n'est pas réalisable.

2. Étude de certaines installations particulières d'abonnés. — Les études des installations en vue de la recherche des moyens d'amélioration du facteur de puissance à appliquer ou à conseiller dans chaque cas particulier se rapportent à deux catégories d'installations :

1° Installations à haute et à moyenne tensions ;

2° Installations à basse tension.

1° *Installations à haute et à moyenne tensions.* — *a*) État des études. — Le nombre des études terminées s'élève à 45 et leur objet est indiqué sur le tableau.

Tableau II. — *Objet des études terminées et nombre d'installations sur lesquelles elles portent.*

Désignation	Postes alimentés sous 10 000 V	Postes alimentés sous 3 000 V
Comptage sur la haute tension	26	11
Comptage sur la basse tension....................	5	3
Total	31	14

D'autre part, les études en cours sont actuellement au nombre de deux.

b) Facteur de puissance des installations étudiées.

Tableau III. — *Tableau se rapportant à 27 installations dont on connaît le facteur de puissance mensuel des trois derniers mois de l'année 1924.*

Valeurs du facteur de puissance (moyenne des 3 derniers mois)	Nombre d'installations — Année 1924.	Année 1925.
$0,2 \leqq \cos\varphi < 0,3$	4 soit 14,8 pour 100	2 soit 7,4 pour 100
$0,3 \leqq \cos\varphi < 0,4$	4 id 14,8 id	3 id 11,1 id
$0,4 \leqq \cos\varphi < 0,5$	7 id 26 id	9 id 33,4 id
$0,5 \leqq \cos\varphi < 0,6$	6 id 22,2 id	6 id 22,2 id
$0,6 \leqq \cos\varphi < 0,7$	6 id 22,2 id	5 id 18,5 id
$0,7 \leqq \cos\varphi < 0,8$	0	2 id 7,4 id
	27	27

Le nombre d'installations dont le facteur de puissance mensuel moyen (comparaison des moyennes des trois derniers mois des années 1924 et 1925) s'est élevé est de 19.

Le nombre d'installations dont le facteur de puissance mensuel moyen (comparaison des moyennes des trois derniers mois des années 1924 et 1925) a légèrement baissé, est de 8.

Tableau IV. — *Tableau se rapportant au nombre total des installations étudiées.*

Valeurs du facteur de puissance	Nombre total des installations
$0,2 \leqq \cos\varphi < 0,3$	2 soit 4,8 pour 100
$0,3 \leqq \cos\varphi < 0,4$	4 id 9,5 id
$0,4 \leqq \cos\varphi < 0,5$	17 id 40,5 id
$0,5 \leqq \cos\varphi < 0,6$	8 id 19 id
$0,6 \leqq \cos\varphi < 0,7$	8 id 19 id
$0,7 \leqq \cos\varphi < 0,8$	3 id 7,2 id
	42

N. B. — Cos φ non déterminé dans trois installations.

Tableau V. — *Tableau résumé des tableaux III et IV.*

Valeurs du facteur de puissance (moyenne des 3 derniers mois)	Nombre d'installations — Année 1924.	Année 1925.
$\cos\varphi \leqq 0,6$	21 soit 78 pour 100	31 soit 74 pour 100
$\cos\varphi > 0,6$	6 id 22 id	11 id 26 id
	27	42

c) Moyens d'amélioration préconisés. — Ces moyens sont groupés dans le tableau suivant :

Tableau VI. — *Moyens d'amélioration préconisés et nombre des installations dans lesquelles ils ont été appliqués.*

Moyens d'amélioration préconisés	Nombre d'installations
Réajustement de moteurs (1)................	30
Emploi de moteurs asynchrones synchronisés ou compensés..................	29
Emploi de batteries de condensateurs statiques à basse tension	16
Remplacement de transformateurs par des transformateurs moins puissants ou à pertes réduites	10
Suppression de transformateurs..............	4
Coupure du transformateur pendant les heures d'arrêt et alimentation du circuit éclairage par un branchement à basse tension........	9
Emploi de moteurs ou compensateurs synchrones..................	7
Emploi d'une commutatrice et de moteurs à courant continu	1
Améliorations mécaniques (2)..................	3
Divers (3)..................	4

(1) Permutation des moteurs d'une même installation, lorsque la répartition des charges sur ces moteurs peut être faite plus judicieusement — remplacement de moteurs trop puissants par d'autres mieux appropriés à la puissance demandée — remplacement de plusieurs moteurs à commande individuelle par un moteur plus puissant — suppression de moteurs,

(2) Emploi de roulement à billes, modification de transmissions et de poulies

(3) Meilleure répartition des lampes sur les 3 phases, remplacement de disjoncteurs, réglage convenable de la tension

d) Observations. — Les tableaux qui précèdent permettent de constater une certaine amélioration du facteur de puissance des installations étudiées.

Ainsi, pour les 27 installations dont on a pu comparer les facteurs de puissance de 1924 et de 1925, on trouve en 1924 30 pour 100 des installations avec cos φ < 0,4 tandis qu'en 1925 il n'y en a plus que 18 pour 100; de même, alors qu'en 1924 aucune installation n'avait un cos φ supérieur à 0,7, on en trouve 7 pour 100 en 1925.

2° *Installations à basse tension.* — Les résultats suivants se rapportent à des études faites à Boulogne-sur-Seine au cours de l'année 1925, études d'installations de force motrice à basse tension.

a) Nombre d'installations étudiées. — Le nombre des installations étudiées s'élève à 155.

b) Genre d'industrie. — Le tableau VII indique les divers genres d'industrie et le nombre d'installations qui s'y rapportent.

TABLEAU VII. — *Nombre d'installations correspondant à divers genres d'industries.*

GENRE D'INDUSTRIE	NOMBRE D'INSTALLATIONS CORRESPONDANTES
Menuiserie	23
Blanchisserie	28
Mécanique	25
Tannerie	5
Teinturerie	3
Réparations d'automobiles	5
Garages d'automobiles	4
Carrosserie	6
Scierie	3
Construction d'appareils électriques	6
Développement de films	2
Industries diverses	45
	155

c) Facteur de puissance. — Le tableau VIII se rapporte à 153 installations réparties suivant les valeurs du facteur de puissance.

d) Remarques. — *Remarque 1.* — Les moteurs qui se trouvent dans les installations étudiées sont de toutes provenances (Maison Legendre, Société Alioth, Compagnie Electro-Mécanique, Maison Eclancher, Etablissements Grammont, Compagnie Thomson-Houston, Labour, Société l'Eclairage électrique, etc.) et de toutes puissances (surtout de 0,5 à 6 ch, de 5 et de 10 ch, quelques-uns de 7, 8, 15 et 20 ch).

Généralement, ils sont de bonne qualité, mais mal utilisés, leur puissance étant beaucoup plus grande que la puissance moyenne qu'ils ont à fournir effectivement.

Remarque 2. — On peut compter que 21 installations soit 13,7 pour 100, avaient un facteur de puissance satisfaisant ou tout au moins assez satisfaisant, ne nécessitant pas d'amélioration (cos φ de 0,72 à 0,95). On peut noter que sur ces 21 installations :

19 installations, pour lesquelles cos φ varie de 0,72 à 0,83, sont munies de moteur ayant un bon facteur de puissance et fonctionnant généralement dans de bonnes conditions de charge;

2 installations ont un bon facteur de puissance (0,82 et 0,95) grâce surtout à la présence d'appareils de chauffage. Ceci est particulièrement sensible pour l'Atelier de Constructions électriques, rue du Château, qui a une puissance installée de 15 kw et pour lequel la consommation de deux résistances pour chauffage de cuve atteint 30 pour 100 de la consommation totale (cos φ = 0,95).

TABLEAU VIII — *Valeurs du facteur de puissance des installations étudiées.*

VALEURS DU FACTEUR DE PUISSANCE (1)	NOMBRE D'INSTALLATIONS	VALEURS en pour 100
0,2 ≤ cos φ < 0,3	8	5,3
0,3 ≤ cos φ < 0,4	34	22,2
0,4 ≤ cos φ < 0,5	30	19,6
0,5 ≤ cos φ < 0,6	38	24,8
0,6 ≤ cos φ < 0,7	16	10,45
0,7 ≤ cos φ < 0,8	22	14,45
0,8 ≤ cos φ < 0,9	4	2,6
0,9 ≤ cos φ < 1	1	0,6
	153	

(1) Ce facteur de puissance est le facteur de puissance moyen de l'installation relevé au cours des essais.

cos φ < 0,6	110	72
0,6 ≤ cos φ < 0,8	38	24,8
0,8 ≤ cos φ < 1	5	3,2
	153	

Remarque 3. — Aucune conclusion ne peut être tirée du point de vue « genre d'industrie », ainsi qu'il ressort de l'examen du tableau IX suivant :

TABLEAU IX. — *Nombre d'installations pour trois catégories d'utilisation, dont le facteur de puissance est donné par les valeurs portées dans la première colonne.*

NOMBRE D'INSTALLATIONS DONT LE FACTEUR DE PUISSANCE MOYEN EST TEL QUE	MENUISERIE	BLANCHISSERIE	MÉCANIQUE
0,2 = cos φ < 0,3		2 soit 7,4 pour 100	
0,3 = cos φ < 0,4	10 soit 43,5 pour 100	1 id 3,7 id	9 soit 37,5 pour 100
0,4 = cos φ < 0,5	6 id 26 id	2 id 7,4 id	2 id 8,4 id
0,5 = cos φ < 0,6	5 id 21,7 id	9 id 33,3 id	5 id 20,8 id
0,6 = cos φ < 0,7	2 id 8,8 id	4 id 14,8 id	3 id 12,5 id
0,7 = cos φ < 0,8		9 id 33,3 id	5 id 20,8 id
	23	27	24

Remarque 4. — L'utilisation annuelle des installations étudiées est donnée par le tableau suivant, cette quantité étant donnée par le rapport de la consommation d'énergie active annuelle à la puissance installée :

Tableau X. — *Utilisation annuelle des installations étudiées.*

UTILISATION ANNUELLE	NOMBRE D'INSTALLATIONS CORRESPONDANTES
de 0 à 500 heures	81 soit 52,8 pour 100
de 500 à 1 000 id	38 id 24,8 id
de 1 000 à 1 500 id	19 id 12,4 id
de 1 500 à 2 000 id	10 id 6,6 id
de 2 000 à 3 000 id	5 id 3,4 id
	153

e) Moyens d'amélioration préconisés. — Ces moyens sont groupés dans le tableau suivant :

Tableau XI. — *Moyens d'amélioration préconisés et nombre d'installations dans lesquelles ils ont été appliqués.*

MOYENS D'AMÉLIORATION PRÉCONISÉS	NOMBRE D'INSTALLATIONS CORRESPONDANTES
Réajustement de moteurs (1)	67
Améliorations mécaniques (2)	5
Emploi d'un moteur plus puissant remplaçant des moteurs à commande individuelle	2
Emploi de batteries de condensateurs statiques	97
Emploi de moteurs asynchrones synchronisés ou compensés	19
Revision de moteurs mal bobinés	4
Revision du montage de moteurs mal branchés	1
Divers	3

(1) Remplacement de moteurs trop puissants par des moteurs mieux appropriés à la puissance moyenne qu'ils ont à fournir — remplacement des moteurs défectueux par des moteurs meilleurs au point de vue du cos φ e de la consommation d'énergie réactive — échange de moteurs entre eux en vue d'une meilleure répartition des charges et d'une meilleure utilisation desdits moteurs.

(2) Transmissions permettant la suppression de moteurs.

f) Améliorations réalisées. — Parmi les installations étudiées au cours de l'année 1925, 25 d'entre elles, pour lesquelles les moyens d'amélioration préconisés ont été partiellement réalisés, furent l'objet de nombreux essais dont les résultats sont consignés dans le tableau XII ci-dessous :

Tableau XII. — *Résultats d'essais montrant l'amélioration du facteur de puissance pour un certain nombre d'installations.*

VALEURS DU FACTEUR DE PUISSANCE — Premiers essais.	VALEURS DU FACTEUR DE PUISSANCE — Nouveaux essais.	NOMBRE D'INSTALLATIONS — Premiers essais.		NOMBRE D'INSTALLATIONS — Nouveaux essais.	
	0.3	1		1	
0.3	0.4	8	16	3	5
0.4	0.5	7		1	
0.5	0.6	9		5	
0.6	0.7		9	7	20
0.7	0.8			7	
0.8	0.9			1	
		25		25	

Dans tous les cas, il y a eu amélioration plus ou moins sensible du facteur de puissance. Les modifications réalisées ont porté surtout sur le remplacement, la suppression, le rebobinage de moteurs ou l'emploi de condensateurs statiques. A noter aussi que, pour quelques installations, l'amélioration du facteur de puissance est due en partie à une augmentation de la production.

Onze de ces installations ont un facteur de puissance satisfaisant. Pour les autres, on a préconisé comme moyen pour parfaire l'amélioration, l'emploi de condensateurs statiques.

g) Observations. — Il semble que l'on n'obtiendra pas de résultats sérieux au point de vue amélioration du facteur de puissance dans les installations à basse tension, les abonnés de cette catégorie n'ayant pas, la plupart du temps, un intérêt immédiat à engager les dépenses que demanderait le remplacement de leurs moteurs ou l'adjonction de dispositifs appropriés.

IV. Résultats d'exploitation extraits du rapport annuel de notre Service de Contrôle pour l'année 1926 et relatifs à l'amélioration du facteur de puissance. — 1. Etudes de laboratoire. — Nous n'avons pas étudié cette année de nouveau dispositif en laboratoire.

Des essais pratiques ont été faits sur le moteur asynchrone compensé des Etablissements Matabon et sur le moteur asynchrone synchronisé de la Compagnie générale électrique de Nancy qui ont été étudiés l'année dernière en laboratoire. Les résultats ont été très satisfaisants pour le premier et moins bons pour le second (échauffement anormal).

Les condensateurs à basse tension Varret et Collot mis en service en août 1925 dans une installation d'ascenseurs à Neuilly fonctionnent toujours normalement. Il n'y a eu aucun incident en 1926.

2. Etudes de certaines installations d'abonnés. — Aucune installation à basse tension n'a été étudiée en 1926 en raison des résultats insignifiants obtenus en 1925.

Nous avons continué l'étude des installations à haute et à moyenne tensions, installations pour lesquelles des résultats certains ont été obtenus aussi bien en 1925 qu'en 1926, comme on le verra plus loin.

1° *Installations nouvelles étudiées au cours de l'année 1926.* — *a*) Etat de ces études. — Le nombre des études terminées s'élève à 26 et leur objet est indiqué sur le tableau XIII.

Tableau XIII. — *Objet des études terminées et nombre d'installations sur lesquelles elles portent.*

DÉSIGNATION	POSTES ALIMENTÉS SOUS 10 000 V	POSTES ALIMENTÉS SOUS 3 000 V
Comptage sur la haute tension	13	11
Comptage sur la basse tension	1	1
Total	14	12

D'autre part les études en cours sont actuellement au nombre de quatre.

b) Facteur de puissance, avant amélioration, des installations étudiées. — Le tableau XIV se rapporte à 26 installations réparties suivant les valeurs du facteur de puissance.

Ce tableau montre que sur 15 installations, soit 58 pour 100, le facteur de puissance a été trouvé inférieur à 0,6 et que sur dix installations, soit 38,5 pour 100, le facteur de puissance a été trouvé au moins égal à 0,6.

TABLEAU XIV. — *Valeur du facteur de puissance des installations étudiées, avant amélioration.*

VALEURS DU FACTEUR DE PUISSANCE (moyenne des 3 derniers mois de 1925)	NOMBRE D'INSTALLATIONS
$0,2 \leqq \cos\varphi < 0,3$	3 soit 11,5 pour 100
$0,3 \leqq \cos\varphi < 0,4$	2 id 7,5 id
$0,4 \leqq \cos\varphi < 0,5$	6 id 23 id
$0,5 \leqq \cos\varphi < 0,6$	4 id 15 id
$0,6 \leqq \cos\varphi < 0,7$	7 id 27 id
$0,7 \leqq \cos\varphi < 0,8$	2 id 7,5 id
voisin de 1.............	1 id 4 id
très variable...........	1 id 4 id
	26

c) Moyens d'amélioration préconisés. — Ces moyens sont groupés dans le tableau XV suivant :

TABLEAU XV. — *Moyens d'amélioration préconisés et nombre d'installations dans lesquelles ils ont été appliqués.*

MOYENS D'AMÉLIORATION PRÉCONISÉS (1)	NOMBRE D'INSTALLATIONS
Rajustement de moteurs..................	10
Emploi de moteurs asynchrones synchronisés ou compensés..........................	14
Emploi de batteries de condensateurs statiques à basse tension................	11
Emploi de compensateurs synchrones ou asynchrones synchronisés..............	10
Emploi de branchements à basse tension...	4
Suppression de transformateur...........	1
Emploi d'un transformateur spécial de faible puissance pour le travail de nuit........	1
Remplacement du transformateur..........	2
Divers : croisement des phases de l'alimentation — emploi d'un volant............	2

(1) Dans plusieurs cas, on a proposé plusieurs solutions en préconisant toutefois la plus simple et la plus économique.

d) Amélioration réalisée. — Pour quelques-unes de ces installations une amélioration partielle a déjà été réalisée (sept installations), est en cours de réalisation ou est prévue (4 installations). L'amélioration partielle est faite souvent en cours d'étude, sur notre demande, lorsqu'il s'agit de remaniement d'installation ou de rajustement de moteurs.

e) Remarque. — Au 1er janvier 1927, le nombre des études prévues est de 16.

2° *Installations étudiées avant le 1er janvier 1926.* — Ces installations au nombre de 45 comprennent : 31 postes alimentés sous 10 000 v et 14 postes alimentés sous 3000 v. Soit, au total, 45 postes.

a) Résultats obtenus. — Les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux suivants XVI et XVII.

Sur les 42 installations indiquées dans le tableau, il y en a eu 27 dont on connait le facteur de puissance mensuel

TABLEAU XVI. — *Valeurs comparées du facteur de puissance relativement à 42 installations pour les années 1925 et 1926.*

FACTEUR DE PUISSANCE (Facteur de puissance moyen des 3 derniers mois de l'année)	NOMBRE D'INSTALLATIONS 1925	1926
$\cos\varphi < 0,3$	2	3
$0,3 \leqq \cos\varphi < 0,4$	4	5
$0,4 \leqq \cos\varphi < 0,5$	17	11
$0,5 \leqq \cos\varphi < 0,6$	8	10
$0,6 \leqq \cos\varphi < 0,7$	8	9
$0,7 \leqq \cos\varphi < 0,8$	3	3
$\cos\varphi > 0,8$	0	1
	42	42

moyen des trois derniers mois de 1924. Les valeurs en sont portées au tableau XVII.

TABLEAU XVII. — *Valeurs comparées du facteur de puissance relativement à 27 installations pour les années 1924, 1925 et 1926.*

FACTEUR DE PUISSANCE (Facteur de puissance moyen des 3 derniers mois de l'année)	NOMBRE D'INSTALLATIONS 1924	1925	1926
$\cos\varphi < 0,3$	4	2	2
$0,3 \leqq \cos\varphi < 0,4$	4	3	2
$0,4 \leqq \cos\varphi < 0,5$	7	9	6
$0,5 \leqq \cos\varphi < 0,6$	6	6	7
$0,6 \leqq \cos\varphi < 0,7$	6	5	8
$0,7 \leqq \cos\varphi < 0,8$	0	2	1
$\cos\varphi > 0,8$	0	0	1
	27	27	27

Le nombre d'installations dont le facteur de puissance mensuel moyen (comparaison des moyennes des trois derniers mois des années 1925 à 1926) s'est élevé a été de 21.

Le nombre d'installations dont le facteur de puissance mensuel moyen a légèrement baissé a été de 14. Pour 5 de ces installations la diminution est due à la marche réduite desdites installations, conséquence de la crise économique actuelle.

Le nombre d'installations dont le facteur de puissance n'a pas varié a été de 4.

Les installations dont le facteur de puissance est très variable ou pour lesquelles le courant a été coupé a été de 3.

b) Nouveaux essais effectués en 1926. — Dans cinq des installations précédemment indiquées, de nouveaux essais ont été effectués au cours de l'année 1926 sur la demande des abonnés mêmes qui tenaient à se rendre compte du résultat obtenu ou désiraient obtenir de nouvelles précisions.

c) Observations. — Il y a lieu de noter que : 2 installations ont été transformées tout récemment en vue de l'amélioration du cos φ et que 7 installations sont en voie de transformation. Enfin, 6 installations doivent être transformées ultérieurement.

3. ENQUÊTE SUR DES INSTALLATIONS AMÉLIORÉES. — Une enquête a été faite dans le courant des mois de novembre et décembre 1926 dans un certain nombre d'installations qui nous ont été signalées comme ayant été pourvues de dispositifs d'amélioration du facteur de puissance.

Cette enquête nous a permis de rassembler un certain nombre de renseignements que nous résumons ci-dessous :

1° *Origine de l'amélioration.* — Sur les 66 installations qui ont fait l'objet de l'enquête, il y a eu :

19 installations (soit 29 pour 100 du nombre des installations visitées) qui ont été prévues dès le début pour fonctionner avec un bon facteur de puissance.

28 installations (soit 42 pour 100) dont le facteur de puissance a été amélioré sans intervention de l'Ouest-Lumière.

19 installations (soit 29 pour 100) dont le facteur de puissance a été ou va être amélioré à la suite des études faites par l'Ouest-Lumière.

2° *Résultats obtenus.* — Le tableau XVIII met en évidence les résultats obtenus dans l'amélioration du facteur de puissance dans diverses conditions.

TABLEAU XVIII. — *Valeurs comparées du facteur de puissance avant et après amélioration relativement à 66 installations.*

DÉSIGNATION	VALEUR DU FACTEUR DE PUISSANCE								
	≤ 0,4	> 0,4 ≤ 0,5	> 0,5 ≤ 0,6	> 0,6 ≤ 0,7	> 0,7 ≤ 0,8	> 0,8 ≤ 0,9	> 0,9 et ≤ 1	Totaux.	
Installations dont on a pu suivre les variations du facteur de puissance avant et après amélioration. — cos φ avant amélioration.......	4	8	8	3				23	
Installations dont on a pu suivre les variations du facteur de puissance avant et après amélioration. — cos φ après amélioration.... ..		1	2	1	4	4	11	23	23
Installations dont on connaît seulement le facteur de puissance après amélioration....					5	4	2	11	11
Installations ayant après amélioration un facteur de puissance satisfaisant					9	8	13	30	
Installations ayant fonctionné dès le début avec un facteur de puissance satisfaisant..						5	14	19	19
Installations en cours d'amélioration	2	1	4	6				13	13
Nombre total d'installations au 1er janvier 1927.	2	2	6	7	9	13	27		66

3° *Dispositifs employés.* — Le tableau XIX indique la nature des dispositifs employés et le nombre d'abonnés utilisant chacun d'eux.

TABLEAU XIX. — *Nature des dispositifs employés sur le réseau de l'Ouest-Lumière pour l'amélioration du facteur de puissance.*

DISPOSITIFS EMPLOYÉS	NOMBRE D'ABONNÉS
Condensateurs statiques à basse tension.. ..	3
Condensateurs statiques à haute tension.....	1
Condensateurs statiques à basse tension plus moteurs synchrones.......................	1
Moteurs synchrones........................	5
Moteur synchrone plus compensateur synchrone..................................	1
Compensateurs synchrones...	6
Compensateur synchrone plus compensateur de phase..............................	1
Moteur synchrone plus commutatrice........	1
Commutatrices	17
Commutatrice plus étuves électriques...... ..	1
Commutatrice plus moteurs asynchrones synchronisés.............................. .	1
Moteurs asynchrones synchronisés...........	6
Compensateurs asynchrones synchronisés....	4
Moteurs à collecteur...	2
Synchronisation, système Bonsel............	2
Étuves électriques........................	1
Dispositifs divers (1).....................	13
	66

(1) Remplacement et appropriation de moteurs, remplacement de transformateurs, remaniements de transmissions, adjonction d'un branchement à basse tension pour l'éclairage de nuit, etc.).

4° *Provenance des dispositifs.* — *a*) Condensateurs statiques à basse tension. — Condensateur de 2400 μF de la Société des Condensateurs de Trévoux (Compagnie Thomson-Houston).

Condensateur de 1320 μF des Etablissements Varret et Collot.

b) Condensateurs statiques à haute tension. — Un ensemble comprenant un transformateur 200/3000 V avec condensateur à 3000 V de 10 kV-A, provenant de la Société des Condensateurs industriels (Lilamant).

c) Compensateurs synchrones. — 1 compensateur de 235 kV-A de la Société Westinghouse;

3 compensateurs donnant ensemble 324 kV-A de la Compagnie Electro-Mécanique;

1 compensateur de 125 kV-A de la Compagnie Thomson-Houston;

3 compensateurs donnant ensemble 635 kV-A de la Société alsacienne de Constructions mécaniques.

d) Moteurs synchrones. — 1 moteur de 375 ch de la Compagnie Electro-Mécanique;

5 moteurs (ensemble 723 ch) de la Compagnie Thomson-Houston;

6 moteurs (ensemble 600 ch) de la Société alsacienne de Constructions mécaniques;

1 moteur de 85 ch des Ateliers de Construction électrique de Lyon et du Dauphiné;

1 moteur de 28 ch de la Maison G. Heiser.

e) Compensateurs asynchrones synchronisés. — 7 compensateurs (ensemble 1 000 kV-A) de la Compagnie générale électrique de Nancy.

f) Moteurs asynchrones synchronisés. — 12 moteurs (ensemble 230 ch) de la Maison Eclancher.

g) Moteurs asynchrones compensés. — 2 moteurs (ensemble 55 ch) des Forges et Ateliers de Jeumont;

1 moteur de 40 ch des Etablissements Matabon à Lyon.

h) Moteurs asynchrones à collecteur. — 1 moteur de 7 ch des Ateliers de Construction électrique de Saint-Ouen;

1 moteur de 10 ch des Forges et Ateliers de Jeumont.

i) Compensateurs de phase. — 1 compensateur pour moteur de 250 ch de la Société alsacienne de Constructions mécaniques;

3 compensateurs (moteur de 100 et 160 ch) système Bonzel (Bohin fils).

j) Commutatrices. — 9 commutatrices (ensemble 1910 kw) de la Société Westinghouse;

5 commutatrices (ensemble 670 kw) de la Compagnie Thomson-Houston;

6 commutatrices (ensemble 970 kw) de la Société alsacienne de Constructions mécaniques;

4 commutatrices (ensemble 330 kw) des Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné;

2 commutatrices (ensemble 90 kw) Schneider et Cie;

4 commutatrices (ensemble 900 kw) des Forges et Ateliers de Jeumont.

5° *Valeur des divers dispositifs au double point de vue technique et économique.* — *a*) Condensateurs statiques à basse tension. — Ces appareils ont donné lieu au début à quelques mécomptes résultant de leur fabrication défectueuse ou de l'insuffisance de la ventilation des salles où ils se trouvaient.

Il semble que l'on puisse adopter les condensateurs actuels en toute confiance, la pratique en ayant sanctionné la valeur.

Au point de vue de l'abonné, les principaux avantages en sont les suivants : consommation et encombrement réduits, aucun entretien, aucune surveillance particulière. L'inconvénient réside dans le prix d'achat élevé nécessitant une première mise de fonds importante, mais les pertes de ces appareils étant faibles, l'amortissement peut cependant être assez rapide et l'économie annuelle réalisée après amortissement est généralement plus importante qu'avec tout autre dispositif. Autre inconvénient, réglage souvent impossible (sauf par fractionnement des batteries et mise en service d'un nombre variable d'éléments).

b) Condensateurs statiques à moyenne tension. — Un seul cas sur le réseau : condensateur à 3000 v, de 10 kv-A alimenté par un transformateur-élévateur 200/3000 v branché sur la basse tension du transformateur de puissance.

Ce dispositif n'a donné lieu à aucun mécompte.

Il y aurait intérêt à répandre ce dispositif dont l'installation est facile, la consommation réduite (1,5 pour 100 de la puissance nominale pour le condensateur seul) et le prix de revient moins élevé que celui des condensateurs à basse tension.

Un essai de raccordement direct sur le réseau à 3000 v devrait être tenté.

c) Compensateurs synchrones ou asynchrones synchronisés. — Moteurs synchrones. — Les abonnés (installations de grande puissance) qui utilisent ces machines en sont satisfaits. Aucun mécompte; aucune difficulté particulière en ce qui concerne le démarrage et l'accrochage. En raison de leur coût élevé, de leurs pertes importantes et de la nécessité d'avoir une main-d'œuvre éduquée, ces machines ne sont intéressantes que pour des installations importantes. Leur emploi se développe sur le réseau de l'Ouest-Lumière.

d) Moteurs asynchrones synchronisés ou compensés. — Ces machines sont particulièrement intéressantes pour les installations de faible et de moyenne puissance et le nombre de ces moteurs en service sur notre réseau augmente rapidement.

Le moteur Eclancher donne généralement satisfaction aux abonnés qui font toutefois quelques réserves au point de vue de la présentation et de la construction de ce moteur (construction un peu grossière, échauffement exagéré, collecteur trop petit, trop grande densité de courant aux balais). La pratique n'a pas encore sanctionné la valeur de ce moteur.

Il y a intérêt à propager le plus possible l'emploi des moteurs asynchrones synchronisés ou compensés dans les installations de faible et de moyenne puissance.

e) Commutatrices. — Aucun mécompte n'est survenu. Le fonctionnement est sûr. L'excitation en est généralement réglée une fois pour toutes par l'électricien de l'installation et n'est jamais modifiée, de sorte que les machines sont sousexcitées ou réglées pour cos $\varphi = 1$. Dans certains cas, la puissance utile qu'elles ont à fournir étant inférieure à leur puissance nominale, elles pourraient être surexcitées, ce qui améliorerait le facteur de puissance du reste de l'installation dans le cas où il y a des moteurs asynchrones en plus des commutatrices.

f) Branchements à basse tension sur poste de quartier et échanges de moteurs. — L'emploi des branchements à basse tension est à recommander chaque fois que cela est possible.

La plupart des abonnés ne se rendent pas compte de l'intérêt qu'ils ont à adopter pour chaque travail un moteur de puissance convenable et s'opposent généralement à des échanges de moteurs. Il n'en est pas de même toutefois dans les grandes usines où un ingénieur compétent s'occupe de cette question.

6° *Economie réalisée par l'Ouest-Lumière du fait de l'amélioration du facteur de puissance des installations visitées.* — Un calcul approché montre que, pour les installations améliorées qui ne disposent pas de commutatrices, l'économie mensuelle totale et probable d'énergie réactive est de 750 000 unités.

Le tableau XX donne les consommations mensuelles de l'Ouest-Lumière :

TABLEAU XX. — *Consommations mensuelles sur le réseau de l'Ouest-Lumière pour les mois de janvier et d'août 1926.*

	JANVIER 1926	AOÛT 1926
Consommation en kilowatts-heures..........	17 372 100	13 099 941
Consommation en unités d'énergie réactive......	13 403 872	13 380 350
Facteur de puissance.....	0,79 (maximum de l'année)	0,70 (minimum de l'année)

On voit que l'économie précédemment indiquée est de l'ordre de 5,5 pour 100 de l'énergie réactive mensuelle absorbée par l'Ouest-Lumière.

Il est difficile de déterminer la consommation d'énergie réactive supplémentaire qui correspondrait au cas où les installations possédant une commutatrice fonctionneraient avec des moteurs asynchrones ordinaires. Nous estimons que cette consommation serait de l'ordre de 600 000 à 900 000 unités par mois.

Au total, l'économie mensuelle réalisée serait donc de 1 350 000 à 1 600 000 unités. Soit 10 pour 100 de la consommation mensuelle.

4. OBSERVATIONS. — Nous nous sommes souvent heurtés, lorsque nous avons commencé nos études, à l'indifférence et à la méfiance même de nos abonnés. Après deux années d'efforts, nous avons pu constater que les industriels commencent de plus en plus à se rendre compte de l'importance

de cette question du facteur de puissance et de l'intérêt que présente pour eux l'amélioration de leur installation à ce point de vue. Ils suivent avec intérêt nos essais et s'inspirent souvent de nos conseils.

L'enquête que nous avons faite et dont nous avons exposé les résultats montre que parallèlement aux efforts de l'Ouest-Lumière, il y a les efforts très efficaces de certains installateurs, de certains ingénieurs-conseils et surtout de certains constructeurs de moteurs spéciaux.

Nous pouvons espérer que dans deux ou trois ans une très sérieuse amélioration sera obtenue sur notre réseau.

Pour ce qui est des dispositifs d'amélioration, il y a lieu de distinguer les moyennes et les petites installations et les installations importantes.

Pour les premières, la solution la plus simple consiste généralement dans le rajustement des moteurs, dans l'emploi de condensateurs statiques ou dans l'emploi de moteurs asynchrones synchronisés ou compensés.

Pour les dernières, l'abonné préfère généralement adopter un dispositif améliorant l'ensemble de l'installation, ce qui lui permet de ne rien changer à la répartition de ses moteurs et de ses transmissions. Le dispositif le plus employé est le compensateur synchrone.

ANNEXE I

Texte de la lettre circulaire adressée aux abonnés dont l'installation présente un facteur de puissance défectueux.

Ainsi que nous l'avons indiqué dans la note précédente, les abonnés à haute tension dont l'installation fonctionne avec un mauvais facteur de puissance reçoivent une lettre circulaire dont nous reproduisons ci-dessous le texte :

Messieurs,

Nous avons l'honneur d'attirer votre attention sur les conséquences fâcheuses du mauvais facteur de puissance de vos installations électriques.

Les relevés mensuels de vos compteurs nous indiquent en effet depuis un certain temps un facteur de puissance, cos φ, très faible.

Nous croyons utile de vous faire remarquer combien cet état de chose devient onéreux en grevant considérablement le prix de revient de l'énergie.

En effet, le transport de l'énergie sous un faible facteur de puissance impose une immobilisation plus importante de matériel qu'il ne serait normalement nécessaire et le rendement est moins bon.

C'est pour cette raison que nos tarifs de vente de l'énergie tiennent compte de la valeur du facteur de puissance des installations de l'abonné.

En un mot, un abonné qui a un mauvais facteur de puissance grève la production et la transmission de l'énergie, d'une charge supplémentaire qu'il est nécessairement obligé de couvrir. Cette charge est une perte matérielle sans profit pour personne.

Nous avons pensé que beaucoup de nos clients n'avaient pas attaché jusqu'à ce jour assez d'importance à cette question, qui, pourtant, touche de très près leur intérêt.

Afin de mieux éclairer ces clients sur la question et les conseiller, le cas échéant, sur les moyens propres à remédier à la situation, nous avons adjoint à nos services de Puteaux, un ingénieur, chargé spécialement de cette question.

Cet ingénieur pourra se rendre sur rendez-vous à votre usine. Après examen de votre outillage électrique et étude complète de votre installation, il pourra vous indiquer à titre absolument gratuit, les modifications ou adjonctions qu'il serait utile d'y apporter.

Les sommes que vous auriez éventuellement à engager pour réaliser l'amélioration de vos installations à ce point de vue seraient, nous n'en doutons pas, rapidement amorties par l'économie qui, en peu de temps, après cet amortissement, deviendrait effective.

A titre d'indication les sommes qui vous ont été facturées pour l'énergie réactive enregistrée pendant les mois de septembre, octobre et novembre se montent à :

Nous vous engageons donc vivement à nous permettre de collaborer avec vous pour l'étude de cette question dont l'importance augmente de jour en jour, avec le développement des applications de l'électricité.

Veuillez agréer, Messieurs, nos sincères salutations.

ANNEXE II

Compte rendu des essais effectués en vue de l'amélioration du facteur de puissance.

I. **Installation à haute tension.** — Courant triphasé à 10 000 v.

L'installation, qui peut être alimentée soit par le câble 60, soit par le câble 150, comprend deux groupes de transformateurs :

1er groupe : 2 transformateurs de 400 kv-a, soit au total 800 kv-a ;

Groupe de comptage de 40 a, 10 600 v, soit environ 750 kv-a.

2e groupe : 1 transformateur de 400 kv-a ;

1 transformateur de 25 kv-a (éclairage de nuit);

Au total : 425 kv-a;

Groupe de comptage de 20 a, 10 600 v, soit environ 375 kv-a.

Puissance totale (transformateur) : 1 225 kv-a.

II. **Installation à basse tension.** — Les quatre transformateurs précédents alimentent un jeu de barres qui peut distribuer l'énergie électrique à six circuits :

Circuit A. — 13 moteurs, 366 ch.

Circuit B. — 15 moteurs, 273 ch.

Circuit C. — 6 moteurs, 157 ch.

Circuit D. — 8 moteurs, 80 ch.

Circuit E. — 1 commutatrice, 120 kw.

Puissance totale installée (force motrice) : 42 moteurs + 1 commutatrice, soit 770 kw.

Circuit F. — Eclairage : environ 120 kw.

Puissance totale installée (force motrice et lumière) : environ 900 kw.

III. **Groupe générateur Diesel.** — Alimente un jeu de barres qui peut distribuer l'énergie aux six circuits précédents à basse tension ; des inverseurs permettent d'alimenter chaque circuit soit par le secteur, soit par le groupe Diesel.

IV. **Marche de l'usine.** — Deux cas sont à considérer.

1. Premier cas. — *Toute l'usine est alimentée par le secteur* (cas général). — Sont en service (jours ouvrables) :

Le groupe de 40 a de 6 h 30 à 23 heures ; 1 ou 2 transformateurs suivant la puissance demandée :

Le groupe de 20 A de 6 h 30 à 17 h 30; 1 transformateur de 400 kv-A ;

Le groupe de 20 A de 23 heures à 6 h 30; 1 transformateur de 25 kv-A (éclairage de nuit).

2. SECOND CAS. — *L'usine est alimentée partie par le secteur, partie par le groupe Diesel.* — Sont en service :

Le groupe de 40 A de 6 h 30 à 23 heures ;
Le groupe de 20 A de 23 heures à 6 h 30;
Le groupe Diesel de 6 h 30 à 17 h 30.

V. **Résultats des essais.** — 1. INDICATION DES COMPTEURS. — Nous avons consigné dans le tableau I les relevés des compteurs d'énergie active et d'énergie réactive. Les

TABLEAU I. — *Indication des compteurs.*

OBSERVATIONS	DATE	GROUPE	ÉNERGIE ACTIVE kw-h	ÉNERGIE RÉACTIVE unités	tg φ	cos φ
Toute l'usine alimentée par le secteur.	du 26 nov. 1926 au 30 nov. 1926	20 A	2 420	2 340	0,96	0,72
		40 A	2 510	2 632	1,04	0,69
		Ensemble	4 930	4 972	1	0,70
	du 30 nov. 1926 au 1er déc. 1926	20 A	2 350	2 232	0,95	0,72
		40 A	2 530	2 608	1,03	0,69
		Ensemble	4 880	4 840	0,99	0,71
	du 26 nov. 1926 au 1er déc. 1926	Ensemble	9 810	9 792	1	0,70
Usine alimentée par le secteur et par le groupe Diesel.	du 23 déc. 1926 au 24 déc. 1926	40 A	2 945	2 288	0,78	0.79
	du 24 déc. 1926 au 27 déc. 1926	id	2 710	2 020	0,75	0.80
	du 27 déc. 1926 au 28 déc. 1926	id	2 900	3 032	1,04	0.69
	du 28 déc. 1926 au 29 déc. 1926	id	3 155	2 496	0,79	0.78
	du 29 déc. 1926 au 30 déc. 1926	id	3 070	3 468	0,87	0.75
	du 30 déc. 1926 au 31 déc. 1926	id	3 280	2 436	0,74	0.80

cos φ soulignés se rapportent à des journées pendant lesquelles la commutatrice a été surexcitée (excitation maximum) sur notre demande.

Pour l'ensemble des deux postes, la consommation mensuelle a varié de 69 930 (minimum, juillet 1926) à 96 700 kw-h (maximum, novembre 1926); le facteur de puissance minimum a été de 0,56 (juillet) et le facteur de puissance maximum de 0,68 (janvier 1926).

2. ESSAIS AVEC APPAREILS ENREGISTREURS. — Le tableau II concerne les résultats d'essais obtenus avec appareils enregistreurs relativement à l'installation à haute tension. Le

TABLEAU II. — *Essais avec appareils enregistreurs (installation à haute tension).*

NUMÉRO DES DIAGRAMMES	DATE	OBSERVATIONS	GROUPE	PUISSANCE RÉELLE kw	PUISSANCE APPARENTE kv-A	cos φ
I	du 26 au 29 novembre 1926	moyenne	20 A	215	310	0,69
			40 A	200	290	0,69
			Ensemble	415	600	0,69
II	du 29 au 30 novembre 1926	moyenne	20 A	230	310	0,74
			40 A	230	310	0,74
			Ensemble	460	620	0,74
		maximum	20 A	260	335	0,77
			40 A	260	335	0,77
			Ensemble	510	670	0,77
		de 17 h 30 à 23 h.	40 A	36	73	0,49
III	du 30 nov. au 1er déc. 1926	moyenne	20 A	230	310	0,74
			40 A	215	290	0,74
			Ensemble	445	600	0,74

tableau III est relatif à ces mêmes essais mais exécutés sur les circuits à basse tension.

3. ESSAIS INSTANTANÉS. — La répartition des moteurs dans les différents circuits est la suivante :

Circuit A. 5 moteurs de 30 ch
1 id 80 ch } compresseurs
1 id 70 ch }
2 id 7 ch
1 id 1 ch

TABLEAU III. — *Essais avec appareils enregistreurs (circuits à basse tension).*

NUMÉRO DES DIAGRAMMES	CIRCUIT	DATE	OBSERVATIONS	PUISSANCE RÉELLE kw	PUISSANCE APPARENTE kv-A	cos φ
IV	A	du 7 au 8 décembre 1926	moyenne	130	165	0,79
V	B	du 6 au 7 décembre 1926	id	126	153	0,82
IV	C	du 8 au 9 décembre 1926	id	76	90	0,84
VI	D	du 9 au 10 décembre 1926	id	31	45	0,69

Circuit A. — 1 moteur de 3 ch
1 id 1 ch

Circuit B. — 8 moteurs de 30 ch
1 id 10 ch
3 id 5 ch
1 id 7 ch
2 id 0,5 ch

Circuit C. — 5 moteurs de 30 ch
1 id 7 ch

Circuit D. — 1 moteur de 35 ch
1 id 15 ch

Circuit D. — 1 moteur de 10 ch
1 id 5 ch
2 id 3,5 ch
1 id 3 ch
1 id 2 ch

Les moteurs de 30 ch sont de même origine (Schneider et Cie) et de mêmes caractéristiques. Ils sont interchangeables et commandent des transmissions. On s'est borné à faire des essais instantanés sur deux de ces moteurs : un de ceux qui sont le plus faiblement chargés et un de ceux qui sont moyennement chargés. Les résultats de ces essais figurent sur le tableau IV.

TABLEAU IV. — *Résultats des essais instantanés exécutés sur les moteurs.*

CARACTÉRISTIQUES DES MOTEURS	AFFECTATION	OBSERVATIONS	PUISSANCE RÉELLE watts	PUISSANCE APPARENTE V-A	cos φ
Schneider n° 5 491 30 ch (charge moyenne)	section Warner	à vide sans transmission........		8 200	
		charge normale.................	16 000	19 000	0,84
Schneider n° 5 495 30 ch (faible charge)	section essieux	à vide sans transmission........		8 400	
		à vide avec transmission......	4 200	8 700	0,48
		charge normale..............	13 800	16 700	0,84
Schneider n° 5 596 35 ch	section Potter	à vide sans transmission........		8 700	
		à vide avec transmission........	9 000	12 800	0,70
		forte charge....................	2 400	27 600	0,87
80 ch	compresseur (secours)	à vide sans transmission........		55 600	
		à vide avec transmission........	13 200	56 600	0,23
		moyenne........................	57 600	76 500	0,75
		maximum........................	62 500	83 000	0,75
70 ch	(compresseur)	à vide sans transmission........		24 200	
		à vide avec transmission........	34 800	42 300	0,82
		moyenne........................	45 000	54 500	0,83

Ces moteurs fonctionnent avec un facteur de puissance satisfaisant.

L'abonné envisage l'emploi éventuel de quelques moteurs supplémentaires de 30 ch (Schneider et Cie).

4. ESSAI DE LA COMMUTATRICE. — 1° *Caractéristiques.* — Commutatrice Hillairet, 230 v, 525 A (continu) 120 kw. 1 000 t : mn n° 11 079, alimentation par transformateur spécial, 190/140 v, 560/750 A, n° 11 078, démarrage par moteur asynchrone ordinaire.

2° *Résultats des essais.* — Ces résultats consignés dans le tableau V portent sur l'ensemble de la commutatrice et du transformateur d'alimentation.

3° *Observations.* — 1° La charge normale correspond à une puissance utile de 65 à 80 kw, de sorte qu'avant les essais la commutatrice fonctionnait avec un facteur de puissance compris entre 1 et 0,99 (déphasage en arrière) et absorbait de 0 à 5 unités environ d'énergie réactive ;

2° La puissance nominale de la commutatrice étant de 120 kw on peut surexciter cette machine de façon à lui faire fournir au reste de l'installation, sans gêner en rien le fonctionnement des moteurs qu'elle alimente, 50 unités de puissance réactive. L'économie d'énergie réactive ainsi réalisée serait de 800 unités environ par jour (16 heures de fonctionnement).

Ceci a été mis en évidence au cours des essais, la commu-

TABLEAU V. — *Résultats des essais de la commutatrice de 120 kilowatts.*

OBSERVATIONS	COURANT PRIMAIRE ampères	PUISSANCE RÉELLE watts	PUISSANCE APPARENTE v-A	cos φ	sin φ	PUISSANCE RÉACTIVE unités (1)
Excitation normale adoptée avant les essais.	75	21 300	26 200	0,81 AR	0,58	+ 15 200
	98	31 800	34 100	0,93 AR	0,36	+ 12 300
	143	50 400	51 500	0,98 AR	0,20	+ 10 300
	180	61 000	62 700	0,99 AR	0,12	+ 7 500
	244	85 000	85 000	1	0	0
Excitation minimum.	200	16 800	69 000	0,24 AR	0,97	+ 67 000
Excitation maximum.	164	32 400	58 500	0,55 AV	0,83	— 48 000
	236	65 000	82 000	0,79 AV	0,61	— 50 000
	280	83 000	97 500	0,85 AV	0,525	— 51 000
	288	85 600	100 000	0,856 AV	0,515	— 51 500
	296	88 700	103 000	0,86 AV	0,51	— 52 500

(1) Le signe (+) correspond au cas où l'énergie réactive est absorbée par la commutatrice.
Le signe (—) correspond au cas où l'énergie réactive est fournie par la commutatrice au reste de l'installation.

tatrice ayant été surexcitée (excitation maximum) du 23 au 27, du 28 au 29 et du 30 au 31 décembre 1926. De la comparaison des consommations du 23 au 24 et du 27 au 28, il ressort qu'à puissance réelle égale, le gain d'énergie magnétisante est bien de 3 032 — 2 230, soit environ 800 unités;

3° Pendant la période du 23 au 31 décembre 1926, l'usine a été alimentée, pendant les heures de travail, de la façon suivante :

De 6 h 30 à 17 h 30 au moyen du groupe Diesel et du groupe de 40 A ;

De 17 h 30 à 23 heures au moyen du groupe de 40 A.

Les indications des compteurs montrent que le simple fait de surexciter la commutatrice a suffi pour améliorer le facteur de puissance moyen du groupe de 40 A fournissant sa puissance normale habituelle de 0,69 à 0,78 ou 0,8, et a permis de réaliser une économie de 75 fr environ par jour.

En particulier, de 17 h 30 à 23 heures, le facteur de puissance moyen habituel est d'environ 0,5; en surexcitant la commutatrice, le facteur de puissance devient voisin de 1.

5. ECLAIRAGE. — Les circuits d'éclairage (circuit total à quatre fils) peuvent être alimentés soit par le groupe Diesel soit par le jeu de barres des transformateurs. De 21 heures à 6 h 30, ils sont alimentés par le transformateur spécial de 25 kv-A.

Maximum (diagramme n° VII).

phase jaune 125 v, 300 A — soit 37,5 kw,
phase rouge id 280 A — soit 35 id
phase noire id 340 A — soit 44 id
Total............ 116,5 kw.

VI. **Interprétation des essais**. — Deux cas de fonctionnement sont à considérer.

1. CAS NORMAL. — *Toute l'usine est alimentée par le secteur.* — Pour amener le facteur de puissance à la valeur 0,8 et annuler ainsi la majoration, il faudrait économiser environ 60 000 unités d'énergie réactive par mois d'été et 40 000 unités par mois d'hiver.

En surexcitant la commutatrice de façon à lui faire fournir environ 50 unités de puissance réactive (16 heures de fonctionnement par jour) on économiserait environ 20 000 unités d'énergie réactive par mois.

Pour annuler complètement la majoration dans les conditions actuelles de fonctionnement, il y aurait lieu d'employer un compensateur synchrone de 180 kv-A. Toutefois, pour tenir compte, d'une part, du fait que la commutatrice peut avoir à fournir dans certains cas une puissance utile supérieure à 80 kw (appareils de manutention) et qu'il faudrait alors diminuer un peu son excitation pour éviter un échauffement exagéré et, d'autre part, de l'augmentation éventuelle du nombre des moteurs de 30 ch en service, il serait bon de prévoir l'emploi d'un compensateur synchrone de 200 kv-A, fonctionnant 9 heures par jour en été et environ 100 heures par mois en hiver.

Prix de revient de ce compensateur : 30 000 à 33 000 fr.

Perte : 14 kw, soit environ 28 000 w-h par an.

L'économie annuelle réalisée par l'emploi simultané de ces deux moyens serait de 22 000 fr environ et par suite l'amortissement se ferait en un an et demi environ en tenant compte de l'intérêt à 10 pour 100 du capital engagé.

1° *Remarque.* — Ces calculs ont été faits en se basant sur les consommations de l'année 1926 et en comptant le kilowatt-heure à 0,50 fr. Avec la nouvelle augmentation du prix de l'énergie électrique, le bénéfice réalisé annuellement serait plus important et par suite la durée d'amortissement plus courte.

En résumé la solution préconisée consiste à surexciter la commutatrice et à employer un compensateur synchrone ou asynchrone synchronisé de 200 kv-A.

2° *Remarque.* — Si l'on ne voulait rien changer au fonctionnement actuel de la commutatrice, il faudrait employer un compensateur synchrone de 260 kv-A, prix de revient : 33 000 à 36 000 fr ; perte : 17 kw. Economie annuelle : environ 19 000 fr. Amortissement en plus de deux ans.

2. CAS PARTICULIER (exceptionnel). — L'usine est alimentée simultanément par le secteur et par le groupe Diesel. Il suffit de surexciter la commutatrice (excitation maximum) pour amener le facteur de puissance à une valeur voisine de 0,8

CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS DE COMPTEURS, APPAREILS ET TRANSFORMATEURS DE MESURES ET DES INDUSTRIES CONNEXES

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Teléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

SEPTIÈME BULLETIN DE 1927.

SOMMAIRE : Procès-verbal de la réunion du 11 juillet 1927, p. 166 U.

Procès-verbal de la réunion du 11 juillet 1927.

La séance est ouverte à 14 h 30, sous la présidence de M. Arnoux, vice-président.

Sont représentés les établissements suivants :

Maison Chauvin et Arnoux (M. Arnoux); Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz (M. Delalande); Compagnie de Construction électrique (M. David); Darras (M. Darras); Société Le Transformateur (M. Picault).

M. Zetter, délégué général, assiste à la séance, ainsi que Mlle Grin, secrétaire technique.

PROCÈS-VERBAL. — Le procès-verbal de la réunion du 9 mai 1927 est lu et adopté.

CORRESPONDANCE. — Lettre de l'Union des Syndicats de l'Électricité indiquant qu'elle a chargé sa commission compétente d'étudier la normalisation des transformateurs de mesures que lui a communiquée le Syndicat le 18 mai dernier. Cette commission se réunira vraisemblablement au mois d'octobre.

— Lettre de l'Office national du Commerce extérieur faisant part d'une adjudication pour la fourniture de compteurs électriques à Montévidéo ; les constructeurs de compteurs ont été informés de cette communication.

— Circulaire adressée à tous les membres du Syndicat pour les informer d'une demande de matériel d'une maison polonaise. Un grand nombre de réponses indiquant que les établissements adressaient leurs propositions à la Société polonaise visée est parvenu au Syndicat.

— Circulaire adressée par le Ministère des Affaires étrangères à M. Charles Laurent au sujet d'un projet de loi concernant la réalisation de l'électrification générale du Grand-Duché de Luxembourg.

— Lettre de la Société française des Electriciens au sujet des efforts considérables qu'elle fait actuellement en étroite collaboration avec la Société pour favoriser le Haut-Enseignement de l'Electrotechnique en France pour réunir le complément des ressources indispensables à l'achèvement de la nouvelle Ecole supérieure d'Electricité et pour lequel elle demande le concours des industriels français. Les membres du Syndicat informent qu'ils ont reçu cette lettre et qu'ils y répondront individuellement.

QUESTION DOUANIÈRE. — Le Délégué général indique que la Commission des Douanes s'est réunie le 24 juin et le 1er juillet 1927, et qu'un certain nombre de membres du Syndicat assistaient à ces réunions.

QUESTIONS DIVERSES. — *Statistique.* — Des circulaires répétées ont été envoyées à tous les membres de la Chambre syndicale pour leur demander les renseignements nécessaires à l'établissement d'une statistique dont l'intérêt évident a été constaté lors des réunions précédentes.

Taxe d'apprentissage. — Le Président informe que l'Administration a adopté pour l'industrie électrique les coefficients de dégrèvement suivants :

Orientation professionnelle et ouvriers qualifiés, 50 pour 100.

Formation des cadres moyens, 10 pour 100.

Formation des cadres supérieurs, 25 pour 100.

Enseignement ménager, 15 pour 100.

De plus, pour obtenir l'exonération totale du seul chef d'orientation professionnelle et formation d'ouvriers qualifiés et cadres moyens, l'assujetti devra prouver que ses dépenses ont été supérieures de 1,65 au moins au montant de la taxe brute d'apprentissage ; il devra en outre justifier avoir organisé l'apprentissage méthodique et complet.

Apprentissage. — L'Union des Industries métallurgiques et minières a informé le Syndicat qu'elle se proposait d'organiser des séances d'étude et de propagande qui auront lieu en novembre prochain au siège de l'Union dans le but d'étudier les améliorations essentielles et facilement réalisables qui permettront à l'apprentissage dans les industries électriques d'accomplir de nouveaux progrès.

Un questionnaire était joint à la note dont les principales parties concernaient :

a) L'organisation de l'apprentissage ;

b) Les moyens d'action pour le développement de l'apprentissage ;

c) Les écoles pratiques du commerce et de l'industrie.

Ce questionnaire sera transmis à la maison Carpentier qui envoie des apprentis au cours de perfectionnement organisé par le Syndicat général de la Construction électrique et à laquelle on demandera de bien vouloir désigner un délégué pour assister aux séances d'étude.

Allocations aux réservistes. — L'Union des Industries métallurgiques et minières adresse une circulaire relative aux allocations accordées par l'Etat aux familles des réservistes, soutiens indispensables.

Enquête de « La Journée industrielle ». — Lors de la dernière réunion, les membres du Syndicat avaient été informés que « La Journée industrielle » procédait à une enquête au sujet de la crise qui a suivi la revalorisation monétaire.

A la suite des renseignements donnés, ce journal a fait paraître un article reproduisant les impressions des différents syndicats affiliés au Syndicat général de la Construction électrique et entre autres celle de la Chambre syndicale des Constructeurs de Compteurs, Appareils et Transformateurs de Mesures et des Industries connexes.

Cet article a été inséré également dans la « Revue générale de l'Electricité », du 4 juin 1927, t. XXI, p. 181 B-182 B.

Protection des machines électriques contre l'incendie. — Le Groupe I de l'Union des Syndicats de l'Electricité a adressé une documentation relative à la protection des machines électriques contre l'incendie. Cette documentation est à la disposition des adhérents qui désireraient la consulter au siège de la Chambre syndicale, 92, rue de Courcelles, Paris (8e).

Annuaire Unis-France. — L'Union nationale intersyndicale des Marques collectives a envoyé son annuaire 1927 au Syndicat et a adressé une circulaire relative à son règlement et concernant également un concours organisé par la marque.

Assemblée générale de l'Union des Industries métallurgiques et minières. — L'Union a adressé le texte du discours prononcé par M. le Président Richemond à la mémoire de M. Robert Pinot, délégué général de l'Union.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 15 h 45.

Le Délégué général, C. ZETTER

Le Président, A. ARNOUX.

SYNDICAT DES CONSTRUCTEURS D'APPAREILLAGE ET DE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 48-25 et 48-26.

HUITIÈME BULLETIN DE 1927.

SOMMAIRE : Compte rendu de l'Assemblée générale du 22 septembre 1927, p. 167 U.

Compte rendu de l'Assemblée générale du 22 septembre 1927.

Présidence de M. Bonvoisin, président.

A cette réunion, étaient représentées les maisons suivantes :

Ateliers électriques Roche-Grandjean, Ateliers de Spécialités électriques et mécaniques, Bernard, Brenot frères, Bresson et Cie, Clin et Cie, Compagnie générale d'Electricité, Comptoir général de l'Electricité, Domaine, Electra-Unic, Electro-Câble, Gérard-Mang, Grimmeisen et Cie, Labinal, Leroy, Lutra, Maure, Monnier et Desjardin, Pétrier-Tissot et Raybaud, Pival, Poulain, Salomon, Société F. A. B. A. E., Société industrielle des Téléphones, Etablissements Soulé, Compagnie Thomson-Houston, Vitrite moderne, Weil.

Excusées, les maisons : Cholin-Ferry et Paul, Dreyfus et Spira, Haberer et Cie, Société S. E. F. E. L., Vanlerzeeke et Fournier, Viault,

PROCÈS-VERBAL. — Le procès-verbal de la dernière réunion n'ayant fait l'objet d'aucune observation est adopté.

DISTINCTIONS HONORIFIQUES. — M. le Président fait part de la récente promotion au grade de commandeur de la Légion d'honneur de M. Brylinski, délégué général du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, ainsi que des nominations au grade de chevalier de MM. Lévy, directeur général de la Compagnie Est-Lumière et Poitrinal, directeur technique de la Société Electro-Câble.

Aux nouveaux promus et nommés, le Syndicat adresse ses vives félicitations.

HAUTE TENSION. — Le « Journal officiel » du 23 juillet dernier a publié le texte de l'arrêté ministériel déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique. Les

constructeurs d'appareillage à haute tension, que cet arrêté intéresse particulièrement, recevront sous peu un exemplaire du texte intégral. Ils auront, entre temps, la faculté de consulter le document au secrétariat du Syndicat.

Nouveau tarif douanier et accords franco-allemands. — Le 17 août 1927 a été signée à Paris une convention commerciale franco-allemande dont l'entrée en vigueur a eu lieu le 6 septembre, pour une période de seize mois. Un premier décret, daté du 26 août, détermine le nouveau régime applicable aux importations d'origine allemande. Un deuxième décret, daté du 30 août, apporte des modifications au tarif douanier français, en particulier, pour les positions intéressant les industries mécaniques et électriques.

Au cours de la séance, M. Desnos, invité par M. le Président à refaire l'historique des négociations qui ont abouti à la signature de cette convention, rappelle à ses collègues que le Ministère du Commerce avait chargé ses experts habituels de se mettre en relations avec les experts de la délégation allemande pour essayer de déblayer le terrain de la discussion et d'arriver à des préliminaires d'accords.

C'est ainsi que le Syndicat a été appelé à donner son avis. MM. Bonvoisin et Desnos ont été à maintes reprises convoqués devant les experts allemands, afin de fournir toutes justifications des valeurs spécifiques qu'ils demandaient à prendre comme base pour la fixation des droits.

On constate tout d'abord dans la nomenclature que l'article 524 bis B (relatif au matériel d'appareillage) reçoit une nouvelle désignation et s'intitule désormais « Appareils pour la coupure, le réglage, la protection, la distribution du courant électrique ».

Il y a lieu de noter ici que la discrimination demandée par le Syndicat entre les appareils automatiques et les appareils non automatiques a été entièrement adoptée.

En tenant compte de la valeur actuelle des appareils repris à l'article 524 bis B, on voit que les droits prévus dans cet article, au tarif minimum, offrent à peu de chose près la protection appliquée avant 1914.

Par contre, l'article 536 (relatif aux pièces détachées), dont l'importance est considérable, ne contient pas dans la dénomination donnée au paragraphe 4 les précisions que le Syndicat avait cependant formellement sollicitées, c'est-à-dire que ces pièces seraient « complètement isolées, non assemblées, et ne pourraient constituer un ensemble ou une partie constitutive d'appareil complet » ; cette omission est regrettable.

Ce sera par conséquent le rôle de nos experts en douane de ne considérer comme pièces détachées que celles qui ne comporteront pas d'assemblage de pièces entre elles. Ils auront à exercer une vigilance soutenue pour que la fraude ne puisse s'exercer.

En outre, l'article 536 prévoit un droit spécifique pour les pièces détachées d'un poids supérieur à 200 kilogrammes, et un droit de 22 pour 100 ad valorem pour les pièces d'un poids inférieur à 200 kilogrammes. Il est à craindre que cette différence de régime entraîne des erreurs d'interprétation et donne naissance à de fréquentes contestations en douane. C'est pourquoi le Syndicat a dès maintenant entrepris des démarches en vue d'obtenir le remplacement des droits ad valorem par des droits spécifiques pour l'ensemble de l'article 536.

En terminant ses explications, M. Desnos attire l'attention de ses collègues sur le fait que les remaniements du tarif douanier français n'affecteront pas seulement les importations d'Allemagne, mais aussi les transactions avec l'Angleterre, la Belgique, la Hollande, la Suisse, l'Italie, en un mot avec tous les pays qui bénéficient du tarif minimum.

Protêts et dénonciation des protêts. — Le Secrétaire général rend compte à l'Assemblée d'une constatation qu'il a eu l'occasion de faire au sujet de l'application des articles 165 et 168 du Code de Commerce. Il croit utile de rappeler que, lorsqu'un fournisseur est tiers-porteur d'un effet de commerce, il doit, en cas de non-paiement, non seulement faire protester le tiré le lendemain de l'échéance, mais aussi faire dénoncer le protêt à l'endosseur, le défaut de diligence pouvant entraîner irrévocablement la perte du recours contre l'endosseur.

Développement du matériel électrique agricole. — M. le Président donne connaissance d'un plan d'action établi par le Comité national de la Modernisation des Campagnes, ayant pour but de développer l'emploi du matériel électrique agricole. Des articles documentaires paraîtront dans un grand nombre de journaux régionaux et une large publicité sera réservée aux constructeurs qui participeront à cette propagande. Le Secrétaire donnera tous les renseignements nécessaires aux personnes intéressées par cette question.

Congrès franco-sarrois. — Le Syndicat a été informé par la Chambre de Commerce franco-sarroise qu'elle organiserait un congrès économique à Sarrebruck les 11 et 12 octobre prochain, dans le but de mieux faire connaître les possibilités que la Sarre présente à l'industrie française.

M. Bonvoisin se propose de représenter l'industrie française de l'appareillage électrique à ce congrès et prie ceux de ses collègues qui désireraient l'accompagner de se faire connaître dans le plus bref délai.

Le Secrétaire général,
J. Rougier.

Le Président,
L. Bonvoisin.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 25, boulevard Malesherbes, Paris (8e). — Téléph. : Elysées 31-82 et 04-17.

Syndicats adhérant à l'Union : Syndicat général de la construction électrique. — Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique. — Chambre syndicale des constructeurs de gros matériel électrique. — Chambre syndicale des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent. — Syndicat professionnel de l'industrie du gaz. — Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France. — Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens. — Syndicat professionnel des fabricants de fils et cables électriques. — Chambre syndicale de la porcelaine électrotechnique. — Syndicat des constructeurs de matériel de chauffage électrique de France. — Union des voies ferrées d'intérêt local de France (Section des tramways). — Syndicat des entrepreneurs de réseaux et de centrales électriques (Production, distribution, traction). — Syndicat professionnel des industries radioélectriques. — Syndicat des constructeurs d'appareillage et de matériel électrique. — Syndicat général des installateurs électriciens français. — Syndicat des constructeurs de véhicules électriques. — Syndicat des constructeurs de pylones en ciment armé. — Syndicat des fabricants de ferrures pour poteaux. — Syndicat du verre électrotechnique.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 26, rue de la Baume, Paris (8e). — Téléphone : Elysée 90-80.

Neuvième Bulletin de 1927.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 5 juillet 1927.

Présents : MM. F. Meyer, Eschwège, présidents d'honneur ; H. Cahen, président ; Boutan, Imbs, Ulrich, vice-présidents ; Marty, secrétaire ; Aubert, Boulle, Bourrellis, Creuzet, Devun, Ellissen, Girousse, Godinet, Javal, Moulun, Nivard, Paré, Piaton, Pontzen, Sabatie-Garat, Sellié, Tainturier, Thierry, Ticier, de la Ville le Roulx.

Absents excusés : MM. Brylinski, délégué général ; Berne, Decoux, Duvaux, Hellé, Lebon, Legouëz, Malle.

M. le Président présente à la Chambre syndicale les excuses de M. Brylinski qui a dû se rendre à Milan pour assister à une réunion de la Commission électrotechnique internationale.

Nécrologie. — M. Frénoy. — M. le Président a le regret de faire part à la Chambre syndicale du décès de Me Frénoy, avocat au Conseil d'Etat et à la Cour de Cassation. Il rappelle que Me Frénoy a prêté son concours au Syndicat dès la fondation de celui-ci en 1896 en qualité de président du Comité du Contentieux, constitué dès cette époque. Depuis lors, Me Frénoy n'a jamais cessé de présider le Comité consultatif et de lui apporter le concours le plus éclairé.

En outre, à titre personnel, Me Frénoy a bien souvent défendu les intérêts des membres du Syndicat devant le Conseil d'Etat et la Cour de Cassation et il a notamment contribué à faire rendre par le Conseil d'Etat plusieurs arrêts importants en matière de charges extracontractuelles.

La Chambre syndicale s'associe à l'hommage rendu à la mémoire de Me Frénoy et aux sympathies qui ont été exprimées à sa famille et, notamment, à ses gendres, M. Rieunier, membre de la Commission technique, et Me Gaudin, membre du Comité consultatif.

Retraite de M. de la Brosse. — M. le Président informe la Chambre syndicale que M. l'Inspecteur général de la Brosse, atteint par la limite d'âge, prend sa retraite et se trouve ainsi contraint d'abandonner la présidence du Comité d'Electricité et de la Commission des Distributions d'Energie. Il rappelle le rôle considé-

CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS DE COMPTEURS, APPAREILS ET TRANSFORMATEURS DE MESURES ET DES INDUSTRIES CONNEXES

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Teléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

SEPTIÈME BULLETIN DE 1927.

Procès-verbal de la réunion du 11 juillet 1927.

La séance est ouverte à 14 h 30, sous la présidence de M. Arnoux, vice-président.

Sont représentés les établissements suivants :

Maison Chauvin et Arnoux (M. Arnoux); Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz (M. Delalande) ; Compagnie de Construction électrique (M. David); Darras (M. Darras); Société Le Transformateur (M. Picault).

M. Zetter, délégué général, assiste à la séance, ainsi que Mlle Grin, secrétaire technique.

PROCÈS-VERBAL. — Le procès-verbal de la réunion du 9 mai 1927 est lu et adopté.

CORRESPONDANCE. — Lettre de l'Union des Syndicats de l'Électricité indiquant qu'elle a chargé sa commission compétente d'étudier la normalisation des transformateurs de mesures que lui a communiquée le Syndicat le 18 mai dernier. Cette commission se réunira vraisemblablement au mois d'octobre.

— Lettre de l'Office national du Commerce extérieur faisant part d'une adjudication pour la fourniture de compteurs électriques à Montévidéo ; les constructeurs de compteurs ont été informés de cette communication.

— Circulaire adressée à tous les membres du Syndicat pour les informer d'une demande de matériel d'une maison polonaise. Un grand nombre de réponses indiquant que les établissements adressaient leurs propositions à la Société polonaise visée est parvenu au Syndicat.

— Circulaire adressée par le Ministère des Affaires étrangères à M. Charles Laurent au sujet d'un projet de loi concernant la réalisation de l'électrification générale du Grand-Duché de Luxembourg.

— Lettre de la Société française des Electriciens au sujet des efforts considérables qu'elle fait actuellement en étroite collaboration avec la Société pour favoriser le Haut-Enseignement de l'Electrotechnique en France pour réunir le complément des ressources indispensables à l'achèvement de la nouvelle École supérieure d'Électricité et pour lequel elle demande le concours des industriels français. Les membres du Syndicat informent qu'ils ont reçu cette lettre et qu'ils y répondront individuellement.

QUESTION DOUANIÈRE. — Le Délégué général indique que la Commission des Douanes s'est réunie le 24 juin et le 1er juillet 1927, et qu'un certain nombre de membres du Syndicat assistaient à ces réunions.

QUESTIONS DIVERSES. — *Statistique.* — Des circulaires répétées ont été envoyées à tous les membres de la Chambre syndicale pour leur demander les renseignements nécessaires à l'établissement d'une statistique dont l'intérêt évident a été constaté lors des réunions précédentes.

Taxe d'apprentissage. — Le Président informe que l'Administration a adopté pour l'industrie électrique les coefficients de dégrèvement suivants :

Orientation professionnelle et ouvriers qualifiés, 50 pour 100.

Formation des cadres moyens, 10 pour 100.

Formation des cadres supérieurs, 25 pour 100.

Enseignement ménager, 15 pour 100.

De plus, pour obtenir l'exonération totale du seul chef d'orientation professionnelle et formation d'ouvriers qualifiés et cadres moyens, l'assujetti devra prouver que ses dépenses ont été supérieures de 1,6 au moins au montant de la taxe brute d'apprentissage ; il devra en outre justifier avoir organisé l'apprentissage méthodique et complet.

Apprentissage. — L'Union des Industries métallurgiques et minières a informé le Syndicat qu'elle se proposait d'organiser des séances d'étude et de propagande qui auront lieu en novembre prochain au siège de l'Union dans le but d'étudier les améliorations essentielles et facilement réalisables qui permettront à l'apprentissage dans les industries électriques d'accomplir de nouveaux progrès.

Un questionnaire était joint à la note dont les principales parties concernaient :

a) L'organisation de l'apprentissage ;

b) Les moyens d'action pour le développement de l'apprentissage ;

c) Les écoles pratiques du commerce et de l'industrie.

Ce questionnaire sera transmis à la maison Carpentier qui envoie des apprentis au cours de perfectionnement organisé par le Syndicat général de la Construction électrique et à laquelle on demandera de bien vouloir désigner un délégué pour assister aux séances d'étude.

Allocations aux réservistes. — L'Union des Industries métallurgiques et minières adresse une circulaire relative aux allocations accordées par l'État aux familles des réservistes, soutiens indispensables.

Enquête de « La Journée industrielle ». — Lors de la dernière réunion, les membres du Syndicat avaient été informés que « La Journée industrielle » procédait à une enquête au sujet de la crise qui a suivi la revalorisation monétaire.

A la suite des renseignements donnés, ce journal a fait paraître un article reproduisant les impressions des différents syndicats affiliés au Syndicat général de la Construction électrique et entre autres celle de la Chambre syndicale des Constructeurs de Compteurs, Appareils et Transformateurs de Mesures et des Industries connexes.

Cet article a été inséré également dans la « Revue générale de l'Electricité », du 4 juin 1927, t. XXI, p. 181 B-182 B.

Protection des machines électriques contre l'incendie. — Le Groupe I de l'Union des Syndicats de l'Electricité a adressé une documentation relative à la protection des machines électriques contre l'incendie. Cette documentation est à la disposition des adhérents qui désireraient la consulter au siège de la Chambre syndicale, 92, rue de Courcelles, Paris (8e).

Annuaire Unis-France. — L'Union nationale intersyndicale des Marques collectives a envoyé son annuaire 1927 au Syndicat et a adressé une circulaire relative à son règlement et concernant également un concours organisé par la marque.

Assemblée générale de l'Union des Industries métallurgiques et minières. — L'Union a adressé le texte du discours prononcé par M. le Président Richemond à la mémoire de M. Robert Pinot, délégué général de l'Union.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 15 h 45.

Le Délégué général,
C. Zetter

Le Président,
A. Arnoux.

SYNDICAT DES CONSTRUCTEURS D'APPAREILLAGE ET DE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 48-25 et 48-26.

Huitième Bulletin de 1927.

Sommaire : Compte rendu de l'Assemblée générale du 22 septembre 1927, p. 167 U.

Compte rendu de l'Assemblée générale du 22 septembre 1927.

Présidence de M. Bonvoisin, président.

A cette réunion, étaient représentées les maisons suivantes :

Ateliers électriques Roche-Grandjean, Ateliers de Spécialités électriques et mécaniques, Bernard, Brenot frères, Bresson et Cie, Clin et Cie, Compagnie générale d'Electricité, Comptoir général de l'Electricité, Domaine, Electra-Unic, Electro-Câble, Gérard-Mang, Grimmeisen et Cie, Labinal, Leroy, Lutra, Maure, Monnier et Desjardin, Pétrier-Tissot et Raybaud, Pival, Poulain, Salomon, Société F. A. B. A. E., Société industrielle des Téléphones, Etablissements Soulé, Compagnie Thomson-Houston, Vitrite moderne, Weil.

Excusées, les maisons : Cholin-Ferry et Paul, Dreyfus et Spira, Haberer et Cie, Société S. E. F. E. L., Vanherzeeke et Fournier, Viault,

Procès-verbal. — Le procès-verbal de la dernière réunion n'ayant fait l'objet d'aucune observation est adopté.

Distinctions honorifiques. — M. le Président fait part de la récente promotion au grade de commandeur de la Légion d'honneur de M. Brylinski, délégué général du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, ainsi que des nominations au grade de chevalier de MM. Lévy, directeur général de la Compagnie Est-Lumière et Poitrinal, directeur technique de la Société Electro-Câble.

Aux nouveaux promus et nommés, le Syndicat adresse ses vives félicitations.

Haute tension. — Le « Journal officiel » du 23 juillet dernier a publié le texte de l'arrêté ministériel déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique. Les

constructeurs d'appareillage à haute tension, que cet arrêté intéresse particulièrement, recevront sous peu un exemplaire du texte intégral. Ils auront, entre temps, la faculté de consulter le document au secrétariat du Syndicat.

Nouveau tarif douanier et accords franco-allemands. — Le 17 août 1927 a été signée à Paris une convention commerciale franco-allemande dont l'entrée en vigueur a eu lieu le 6 septembre, pour une période de seize mois. Un premier décret, daté du 26 août, détermine le nouveau régime applicable aux importations d'origine allemande. Un deuxième décret, daté du 30 août, apporte des modifications au tarif douanier français, en particulier, pour les positions intéressant les industries mécaniques et électriques.

Au cours de la séance, M. Desnos, invité par M. le Président à refaire l'historique des négociations qui ont abouti à la signature de cette convention, rappelle à ses collègues que le Ministère du Commerce avait chargé ses experts habituels de se mettre en relations avec les experts de la délégation allemande pour essayer de déblayer le terrain de la discussion et d'arriver à des préliminaires d'accords.

C'est ainsi que le Syndicat a été appelé à donner son avis. MM. Bonvoisin et Desnos ont été à maintes reprises convoqués devant les experts allemands, afin de fournir toutes justifications des valeurs spécifiques qu'ils demandaient à prendre comme base pour la fixation des droits.

On constate tout d'abord dans la nomenclature que l'article 524 bis B (relatif au matériel d'appareillage) reçoit une nouvelle désignation et s'intitule désormais « Appareils pour la coupure, le réglage, la protection, la distribution du courant électrique ».

Il y a lieu de noter ici que la discrimination demandée par le Syndicat entre les appareils automatiques et les appareils non automatiques a été entièrement adoptée.

En tenant compte de la valeur actuelle des appareils repris à l'article 524 bis B, on voit que les droits prévus dans cet article, au tarif minimum, offrent à peu de chose près la protection appliquée avant 1914.

Par contre, l'article 536 (relatif aux pièces détachées), dont l'importance est considérable, ne contient pas dans la dénomination donnée au paragraphe 4 les précisions que le Syndicat avait cependant formellement sollicitées, c'est-à-dire que ces pièces seraient « complètement isolées, non assemblées, et ne pourraient constituer un ensemble ou une partie constitutive d'appareil complet » ; cette omission est regrettable.

Ce sera par conséquent le rôle de nos experts en douane de ne considérer comme pièces détachées que celles qui ne comporteront pas d'assemblage de pièces entre elles. Ils auront à exercer une vigilance soutenue pour que la fraude ne puisse s'exercer.

En outre, l'article 536 prévoit un droit spécifique pour les pièces détachées d'un poids supérieur à 200 kilogrammes, et un droit de 22 pour 100 ad valorem pour les pièces d'un poids inférieur à 200 kilogrammes. Il est à craindre que cette différence de régime entraine des erreurs d'interprétation et donne naissance à de fréquentes contestations en douane. C'est pourquoi le Syndicat a dès maintenant entrepris des démarches en vue d'obtenir le remplacement des droits ad valorem par des droits spécifiques pour l'ensemble de l'article 536.

En terminant ses explications, M. Desnos attire l'attention de ses collègues sur le fait que les remaniements du tarif douanier français n'affecteront pas seulement les importations d'Allemagne, mais aussi les transactions avec l'Angleterre, la Belgique, la Hollande, la Suisse, l'Italie, en un mot avec tous les pays qui bénéficient du tarif minimum.

Protêts et dénonciation des protêts. — Le Secrétaire général rend compte à l'Assemblée d'une constatation qu'il a eu l'occasion de faire au sujet de l'application des articles 165 et 168 du Code de Commerce. Il croit utile de rappeler que, lorsqu'un fournisseur est tiers-porteur d'un effet de commerce, il doit, en cas de non-paiement, non seulement faire protester le tiré le lendemain de l'échéance, mais aussi faire dénoncer le protêt à l'endosseur, le défaut de diligence pouvant entrainer irrévocablement la perte du recours contre l'endosseur.

Développement du matériel électrique agricole. — M. le Président donne connaissance d'un plan d'action établi par le Comité national de la Modernisation des Campagnes, ayant pour but de développer l'emploi du matériel électrique agricole. Des articles documentaires paraîtront dans un grand nombre de journaux régionaux et une large publicité sera réservée aux constructeurs qui participeront à cette propagande. Le Secrétaire donnera tous les renseignements nécessaires aux personnes intéressées par cette question.

Congrès franco-sarrois. — Le Syndicat a été informé par la Chambre de Commerce franco-sarroise qu'elle organiserait un congrès économique à Sarrebruck les 11 et 12 octobre prochain, dans le but de mieux faire connaître les possibilités que la Sarre présente à l'industrie française.

M. Bonvoisin se propose de représenter l'industrie française de l'appareillage électrique à ce congrès et prie ceux de ses collègues qui désireraient l'accompagner de se faire connaître dans le plus bref délai.

Le Secrétaire général,
J. Rougier.

Le Président,
L. Bonvoisin.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 25, boulevard Malesherbes, Paris (8e). — Téléph. : Elysées 31-82 et 04-17.

Syndicats adhérant à l'Union : Syndicat général de la construction électrique. — Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique. — Chambre syndicale des constructeurs de gros matériel électrique. — Chambre syndicale des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent. — Syndicat professionnel de l'industrie du gaz. — Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France. — Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens. — Syndicat professionnel des fabricants de fils et cables électriques. — Chambre syndicale de la porcelaine électrotechnique. — Syndicat des constructeurs de matériel de chauffage électrique de France. — Union des voies ferrées d'intérêt local de France (Section des tramways). — Syndicat des entrepreneurs de réseaux et de centrales électriques (Production, distribution, traction). — Syndicat professionnel des industries radioélectriques. — Syndicat des constructeurs d'appareillage et de matériel électrique. — Syndicat général des installateurs électriciens français. — Syndicat des constructeurs de véhicules électriques. — Syndicat des constructeurs de pylones en ciment armé. — Syndicat des fabricants de ferrures pour poteaux. — Syndicat du verre électrotechnique.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 26, rue de la Baume, Paris (8e). — Téléphone : Elysée 90-80.

Neuvième Bulletin de 1927.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 5 juillet 1927.

Présents : MM. F. Meyer, Eschwège, présidents d'honneur; H. Cahen, président; Boutan, Imbs, Ulrich, vice-présidents ; Marty, secrétaire ; Aubert, Boulle, Bourrellis, Creuzet, Devun, Ellissen, Girousse, Godinet, Javal, Moulun, Nivard, Paré, Piaton, Pontzen, Sabatie-Garat, Sellié, Tainturier, Thierry, Ticier, de la Ville le Roulx.

Absents excusés : MM. Brylinski, délégué général; Berne, Decoux, Duvaux, Hellé, Lebon, Legouëz, Malle.

M. le Président présente à la Chambre syndicale les excuses de M. Brylinski qui a dû se rendre à Milan pour assister à une réunion de la Commission électrotechnique internationale.

Nécrologie. — M. Frénoy. — M. le Président a le regret de faire part à la Chambre syndicale du décès de Me Frénoy, avocat au Conseil d'Etat et à la Cour de Cassation. Il rappelle que Me Frénoy a prêté son concours au Syndicat dès la fondation de celui-ci en 1896 en qualité de président du Comité du Contentieux, constitué dès cette époque. Depuis lors, Me Frénoy n'a jamais cessé de présider le Comité consultatif et de lui apporter le concours le plus éclairé.

En outre, à titre personnel, Me Frénoy a bien souvent défendu les intérêts des membres du Syndicat devant le Conseil d'Etat et la Cour de Cassation et il a notamment contribué à faire rendre par le Conseil d'Etat plusieurs arrêts importants en matière de charges extracontractuelles.

La Chambre syndicale s'associe à l'hommage rendu à la mémoire de Me Frénoy et aux sympathies qui ont été exprimées à sa famille et, notamment, à ses gendres, M. Rieunier, membre de la Commission technique, et Me Gaudin, membre du Comité consultatif.

Retraite de M. de la Brosse. — M. le Président informe la Chambre syndicale que M. l'Inspecteur général de la Brosse, atteint par la limite d'âge, prend sa retraite et se trouve ainsi contraint d'abandonner la présidence du Comité d'Electricité et de la Commission des Distributions d'Energie. Il rappelle le rôle considé-

rable que M. de la Brosse a joué dans l'aménagement et l'utilisation de nos forces hydrauliques et, comme conséquence, sur toute l'industrie des distributions d'énergie électrique. Il tient à cette occasion à assurer que le Syndicat n'oubliera pas les efforts constants faits dans ce but par ce haut fonctionnaire pendant toute sa carrière.

Il est certain d'être l'interprète de ses collègues en écrivant à M. de la Brosse pour lui faire part des regrets de la Chambre syndicale et pour l'assurer de la haute considération qu'elle a pour son œuvre et pour sa personnalité.

La Chambre syndicale s'associe aux sentiments exprimés par M. le Président.

Situation financière. — M. le Président rend compte de la situation financière.

Liste des nouveaux adhérents. — M. le Président fait part à la Chambre syndicale des propositions d'admissions.

Nomination du bureau. — M. le Président expose à la Chambre syndicale qu'à la suite de l'Assemblée générale ordinaire du Syndicat qui a eu lieu le samedi 2 juillet, la Chambre syndicale doit compléter son bureau.

Le mandat de deux vice-présidents, MM. Boutan et Rolland d'Estape, vient à expiration, ce mandat ayant été exercé pendant six années, ils ne sont plus immédiatement rééligibles. M. le Président leur exprime ses regrets de les voir quitter la vice-présidence et propose pour les remplacer : MM. Robert Ellissen et Georges Vautier qui se recommandent aux suffrages des membres de la Chambre syndicale, non seulement par leur autorité personnelle et par l'importance des affaires qu'ils dirigent, mais qui de plus sont l'un président, l'autre premier vice-président du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz.

M. Ellissen et M. Georges Vautier sont nommés par acclamation vice-présidents du Syndicat.

Sur la proposition de M. le Président, M. Fontaine est renommé trésorier du Syndicat pour un an.

Comité consultatif. — M. le Président indique à la Chambre syndicale que le décès de Me Frénoy l'a amené à examiner l'organisation du Comité consultatif qui n'a pas été modifiée depuis la fondation du Syndicat. Ce Comité a rendu les plus précieux services et il est indispensable d'assurer le maintien de son fonctionnement, mais son organisation ne paraît plus répondre dans tous ses détails aux besoins actuels.

D'accord avec M. Brylinski, M. le Président a estimé qu'il paraissait nécessaire, en raison de l'évolution qui s'est produite depuis un certain nombre d'années dans la situation économique générale et qui a pour résultat de poser pour les industriels de nombreuses questions d'ordre pratique sur un plan tout différent de celui sur lequel elles se posaient dans la période antérieure, que le Comité consultatif fût présidé par le Président du Syndicat.

Il propose aux membres de la Chambre syndicale de nommer un rapporteur général du Comité qui serait considéré comme son représentant permanent auprès de la Chambre syndicale et de lui demander de répondre, comme le faisait précédemment M. le président Frénoy, aux questions d'ordre juridique et contentieux qui viennent à être posées par des membres du Syndicat, mais qui ne paraissent pas nécessiter une discussion orale au cours d'une réunion de tous les membres du Comité.

En raison des longs et précieux services que Me Sirey a toujours rendus et continue à rendre au Syndicat avec un profond dévouement, M. le Président propose à la Chambre syndicale de le désigner comme rapporteur général du Comité consultatif.

La Chambre syndicale décide à l'unanimité que le Comité consultatif sera désormais présidé par le Président du Syndicat et désigne comme rapporteur général de ce Comité, Me Charles Sirey.

Assemblées générales de l'Union de Centrales suisses d'Electricité et de l'Association suisse des Electriciens. — M. le Président indique à la Chambre syndicale que M. Brylinski a assisté aux assemblées générales de l'Union de Centrales suisses d'Electricité et de l'Association suisse des Electriciens. Il a passé trois jours en Suisse et y a reçu un accueil extrêmement cordial.

Congrès. — M. le Président rend compte à la Chambre syndicale du Congrès du Syndicat qui a eu lieu le samedi 2 juillet et au cours duquel ont été discutés quatre rapports intéressants.

Situation des charbons. — M. le Président donne la parole à M. Nobel.

M. Nobel expose à la Chambre syndicale que les prévisions de baisse dans les cours des charbons ne se sont pas réalisées. Les houillères du Nord et du Pas-de-Calais ont fait seulement un abaissement de 6 fr sur les grains lavés et les houillères du Bassin de Saint-Etienne un très léger abaissement.

En ce qui concerne les contrats qui doivent remplacer les contrats anglais et allemands supprimés par la nécessité de l'obtention de licences d'importation, les mines françaises ont accepté de fournir les charbons aux prix des charbons étrangers avec une majoration de 5 pour 100.

Les propositions de l'Office des Charbons pour l'homologation des prix du troisième trimestre 1927 seront examinées par la Section permanente de la Commission des Distributions d'Energie électrique dans la séance du 19 juillet 1927.

M. le Président remercie M. Nobel de sa communication.

Fourniture du courant aux forains. — A la demande de M. le Président, M. Javal, président de la Commis-

sion des Questions d'Exploitation administrative et commerciale, donne connaissance de la note sur la fourniture du courant aux forains qu'il a rédigée à la suite de l'examen de cette question par la Commission des Questions d'Exploitation administrative et commerciale.

La Chambre syndicale approuve les termes de cette note qui sera communiquée à titre d'information aux membres du Syndicat que la question intéresserait.

Durée des concessions de distribution aux services publics. — M. le Président informe la Chambre syndicale qu'une demande de concession de distribution aux services publics d'une durée supérieure à cinquante ans, formulée par la Société des Forces motrices du Vercors, est actuellement soumise au Conseil d'Etat.

Proposition de loi Mollard. — M. le Président donne lecture à la Chambre syndicale de la lettre qu'il a adressée à M. Mollard à la suite de la dernière séance.

La Chambre syndicale approuve les termes de cette lettre.

Proposition de loi sur le droit de grève. — M. le Président donne lecture à la Chambre syndicale du rapport qu'il a déposé sur la proposition de loi présentée par M. Victor Jean édictant que la suspension collective du travail, par l'exercice du droit de grève, ne résilie pas le contrat de travail.

Le rapport général de M. Fontaneilles sur cette question sera examiné jeudi prochain dans une réunion de la Commission du Conseil supérieur des Travaux publics chargée de l'étude de cette proposition de loi.

Assurances sociales. — M. le Président indique à la Chambre syndicale que la discussion de ce projet de loi se poursuit actuellement devant le Sénat.

Projet de loi sur les fumées industrielles. — M. Ellissen informe la Chambre syndicale que le Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz a renvoyé au Comité central des Cokes la question de la nomination des techniciens gaziers devant faire partie de la Commission intersyndicale chargée d'étudier la question des fumées industrielles dans les villes.

M. le Président signale à la Chambre syndicale que la Commission du Commerce de la Chambre des Députés a modifié le texte de la proposition de loi interdisant les fumées industrielles de manière à prévoir l'intervention préalable du Conseil départemental d'Hygiène et à permettre pour les sanctions éventuelles l'application de l'article 463 relatif aux circonstances atténuantes.

Projet de loi autorisant, déclarant d'utilité publique et concédant a la Société des Forces motrices du Haut-Rhin les travaux d'aménagement de la chute de Kembs (Haut-Rhin) sur le Rhin. — M. le Président signale à la Chambre syndicale que sur le rapport favorable de M. Peytral, la Commission sénatoriale des Finances a approuvé le projet de loi relatif aux travaux d'aménagement de la chute de Kembs sur le Rhin.

Ecole supérieure d'Electricité. — M. le Président donne lecture à la Chambre syndicale de la lettre du 1er juillet 1927 par laquelle la Société française des Electriciens expose qu'elle fait en ce moment un effort considérable, en étroite collaboration avec la Société pour favoriser le Développement du Haut-Enseignement de l'Electrotechnique en France, en vue de réunir le complément de ressources indispensables à l'achèvement de la nouvelle Ecole supérieure d'Electricité.

La Société française des Electriciens demande à la Chambre syndicale de vouloir bien appuyer ses démarches auprès des sociétés adhérentes en vue de les décider, soit à prendre part à l'augmentation de capital de la Société pour favoriser le Développement du Haut-Enseignement de l'Electrotechnique en France, soit à lui apporter des subventions.

M. le Président demande aux membres de la Chambre syndicale de vouloir bien répondre à l'appel de la Société française des Electriciens.

Commission technique. — M. Tainturier rend compte de la réunion de la Commission technique du 21 juin 1927.

Commission des Questions d'Exploitation administrative et commerciale. — M. Javal rend compte de la réunion de la Commission des Questions d'Exploitation administrative et commerciale du 17 juin 1927.

La Commission a examiné au cours de cette réunion la question de la fourniture de courant aux forains et l'énumération des services ou établissements publics auxquels doit être appliquée la réduction sur les tarifs maxima prévue par l'article 12 du cahier des charges type.

Conférence des concessionnaires de services publics. — M. le Président rend compte de la séance du 4 juillet 1927 de la Conférence des concessionnaires de services publics.

Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — M. le Président communique à la Chambre syndicale la circulaire n° 6 du 15 juin 1927 de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique.

Fourniture de matériel et montage d'installations électriques en Bulgarie et aux Indes anglaises. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale des lettres des 9 et 29 juin de l'Office national du Commerce extérieur relatives à l'adjudication pour la fourniture et le montage de l'installation d'un réseau électrique qui aura lieu à la Municipalité de Philippopoli (Bulgarie) le 19 juillet 1927.

Par lettre du 23 juin, le même office informe le Syndicat de la mise en adjudication, à Londres, le 7 juillet 1927, pour le compte du Gouvernement indien, de la fourniture et de l'installation de l'Usine d'énergie électrique de Fyzabad des Services du Génie militaire, Simba, Indes.

Circulaires envoyées aux membres actifs depuis la dernière séance. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale des circulaires envoyées aux membres actifs depuis la dernière séance :

Circulaires n°s 61 et 68. — Concessions de distribution d'énergie électrique.

Circulaire n° 62. — Droits d'enregistrement.

Circulaire n° 63. — Droits de timbre.

Circulaire n° 64. — Valeurs mobilières.

Circulaire n° 65. — Régies municipales.

Circulaire n° 66. — Recensement des électriciens. Génie.

Circulaire n° 67. — Redevances d'occupation du domaine public.

Syndicat professionnel de l'industrie du gaz. — M. le Président communique à la Chambre syndicale les circulaires reçues de ce Syndicat depuis la dernière séance.

Groupement des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique d'Alsace et de Lorraine. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale des circulaires reçues de ce Groupement depuis la dernière séance.

Bibliographie. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale les brochures de l'Institut national roumain pour l'étude de l'aménagement et de l'utilisation des sources d'énergie sur :

« Puissances réactives et fictives ».

« Considérations sur l'autoexcitation des alternateurs branchés aux lignes à haute tension ».

Documents officiels. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale les documents officiels et parlementaires parus depuis la dernière séance. Cette liste sera publiée dans la « Revue générale de l'Electricité ».

Extrait du procès-verbal de la réunion de la Commission technique du 19 juillet 1927.

Présents : MM. Brillouin, Daguerre, Drouin, Farlet, Lucien Martin, Masson, Maurer, Mety, Paré, Pierron, Polack, Rabinovici, A. Schlumberger, Marty, secrétaire.

Absents excusés : MM. Tainturier, président; Brylinski, délégué général; Bizet, Rieunier, Sekutowicz, Troquet.

En l'absence de M. Tainturier, président, la séance est présidée par M. Paré.

Distinctions honorifiques. — M. le Président a le plaisir de faire part à la Commission de la nomination au grade de chevalier de la Légion d'honneur de M. Lévy, directeur de l'Est-Lumière, et prie M. Pierron de bien vouloir lui transmettre les plus vives félicitations des membres de la Commission.

Précautions contre les effets de la foudre. — M. le Président communique à la Commission la lettre de M. Girard, du 1er juillet 1927, qui accepte d'établir un rapport sur cette question.

Courant admissible dans les conducteurs isolés au caoutchouc. — M. le Président demande que cette question soit ajournée afin d'avoir quelques réponses et quelques bases d'appréciation.

Dispositif pour la mesure a distance des grandeurs électriques. — M. le Président donne connaissance aux membres de la Commission de la lettre du 11 juin 1927 de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz transmettant une notice relative à un appareil transmetteur téléwattmétrique.

M. Rabinovici signale qu'il a vu cet appareil qui parait très intéressant, il fonctionne très bien et il est très simple. Il est surtout très intéressant pour un directeur d'usine qui voudrait voir ce qui se passe à son tableau ou dans son usine sans se déranger. L'application de cet appareil n'est pas très courante, il peut surtout servir dans une centrale pour quelqu'un qui est chargé de suivre la marche d'une ou de plusieurs usines génératrices qui sont reliées ensemble.

Appareil pour la pratique de la respiration artificielle. — M. le Président communique aux membres de la Commission une lettre de l'Energie électrique du Littoral méditerranéen, du 28 juin 1927, qui demande des renseignements sur l'appareil R. A. P. du docteur Panis.

M. Rabinovici indique que le numéro du 1er mars 1926 de « Recherches et Inventions » donne des renseignements très intéressants sur l'application de diverses méthodes.

Consignes en cas d'incendie. — M. le Président donne connaissance aux membres de la Commission de la lettre du 30 juin 1927 de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité qui transmet les prescriptions qu'elle a établies concernant les mesures à prendre en cas d'incendie. Ces documents seront envoyés aux membres de la Commission.

Normalisation des lampes. — La Commission adopte les modifications apportées par la sous-commission de l'Union des Syndicats de l'Electricité au cahier des charges pour la fourniture des lampes à incandescence à filament métallique dans un milieu gazeux.

Tension d'essai des isolateurs de ligne. — M. le Président communique à la Commission la lettre du 18 juin

1927 de l'Union des Syndicats de l'Electricité qui transmet la formule adoptée par la 14e Commission pour la tension d'essai des isolateurs de ligne et qui demande au Syndicat les observations que cette formule lui suggère.

Après échange de vues, la Commission décide d'adopter cette formule.

Remise de la tension sur une ligne. — M. le Président demande à M. Polack, qui accepte, de vouloir bien rédiger un rapport sur cette question. Une circulaire a été envoyée aux membres actifs du Syndicat et les réponses seront transmises à M. Polack.

Propagande dans les écoles au sujet de l'électricité et de ses dangers. — M. le Secrétaire présente aux membres de la Commission un appareil employé par les Hollandais dans les écoles primaires et ayant pour but de donner aux enfants de premières notions élémentaires sur le courant électrique. Ces notions sont ensuite complétées par des explications concernant les dangers de l'électricité.

Bibliographie. — M. le Président dépose sur le bureau de la Commission un article paru dans le « Bulletin quotidien » de la Société d'Etudes et d'Informations économiques sur les « Navires-citernes à propulsion électrique ».

Liste des nouveaux adhérents.

Membre actif :

Le Réseau rural, 22, rue de Douai, Paris, présenté par les Houillères de Ronchamp et les Forces motrices du Haut-Rhin.

Membres adhérents :

MM. Alavoine (Maurice-Francis-René), ingénieur, 2, rue Saint-Germer, Beauvais (Oise), présenté par MM. Girousse et Polack.

Bernadac (Marcel-Louis), directeur de l'Electricité rurale du Sud-Ouest, ingénieur I. E. G., licencié ès sciences, 2, rue des Remparts, Bordeaux, présenté par MM. H. Cahen et E. Brylinski.

Halle (Claude-Louis-Paul), secrétaire général de la Compagnie d'Electricité de l'Afrique du Nord, 94, rue de la Victoire, Paris, présenté par MM. H. Cahen et E. Brylinski.

Lajour (Emile), administrateur-délégué de la société « Le Réseau rural », 22, rue de Douai, Paris, présenté par les Houillères de Ronchamp et les Forces motrices du Haut-Rhin.

Verboud (Jacques), ingénieur I. E. G. à la Société anonyme des Etablissements Rabut, 3, rue Gevrey, Vesoul (Haute-Saône), présenté par MM. Rabut et E. Brylinski.

SYNDICAT GÉNÉRAL DE LA CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE

Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

Huitième Bulletin de 1927.

Sommaire : Conseil de direction. Réunion du 19 mai 1927. Procès-verbal, p. 173 U.

Conseil de Direction.
Réunion du 19 mai 1927.
Procès-verbal.

La séance est ouverte à 16 h 15 sous la présidence de M. Charles Laurent.

Sont présents : MM. Jean Rey, L. Callou, L. Dardel, P. Eschwège, W. Grunberg, R. Hecker, M. Koch, A. Lévis, M. Meyer, E. Minvielle, E. Schwarberg, J. de Soucy, P. de la Ville le Roulx, G. Weissmann, C. Zetter, délégué général.

Excusés : MM. E. Bader, J. Brandt, M. Da, L. Lacarrière, A. Louppe, F. Pétrier.

M. Dorvault, secrétaire administratif, assiste à la séance.

Procès-verbal. — Le procès-verbal de la réunion du 14 avril est adopté.

Nécrologie. — Le Président fait part du décès de M. Robert Larnaude, ingénieur civil des Mines, décédé le 19 avril, et dont les obsèques ont été célébrées le 23.

Il adresse à M. André Larnaude son père, le dévoué collaborateur du Syndicat, et à sa famille, l'expression de ses vives condoléances.

Le Délégué général signale la notice nécrologique très documentée consacrée avec émotion par M. Jean Rey au souvenir de M. Sciama et à son action industrielle et syndicale, et publiée par la « Revue générale de l'Electricité » du 14 mai 1927.

COMMUNICATIONS ADMINISTRATIVES. — M. Paul Meyer, obligé pour sa santé, de quitter la direction générale de la Manufacture d'Isolants et Objets moulés, a, de ce fait, adressé sa démission de vice-président et membre du Syndicat des Fabricants d'Isolants et, par voie de conséquence, celle de vice-président suppléant au Conseil de Direction du Syndicat général de la Construction électrique.

M. Paul Meyer reste toutefois à la disposition du Syndicat pour exercer, jusqu'à l'assemblée générale de 1928, ses fonctions de commissaire aux comptes.

Le Président exprime ses regrets du départ de M. Paul Meyer qu'il remercie, d'autre part, de vouloir bien conserver provisoirement ses fonctions de commissaire aux comptes.

UNIS-FRANCE. — Par décision de la Chambre syndicale des Constructeurs de Compteurs, Appareils et Transformateurs de mesures et des Industries connexes, M. André Walter, 11, rue du Laos, à Paris (15e), a été admis à l'usage de la marque « Unis-France » pour ses appareils d'« Electricité et Electricité médicale », et inscrit sous le numéro 128 au registre du Syndicat général.

TRÉSORERIE. — Le Délégué général fait part de la correspondance suivante :

— Lettre de l'Ecole Bréguet demandant au Syndicat l'attribution de médailles pour ses élèves de la promotion de l'année courante.

Suivant la tradition établie depuis plusieurs années, une médaille d'argent et deux médailles de bronze seront données à cette école.

SERVICES ANNEXES DU SYNDICAT. — *Assurances.* — Le Délégué général fait connaître que le service de surveillance des risques en matière d'accidents du travail a dès à présent recueilli un certain nombre d'adhésions et notre conseil, M. Lacroix, d'accord avec le Syndicat, est en pourparlers sur le même sujet avec un nombre important d'établissements.

De même en ce qui concerne le service des assurances de responsabilité civile, les souscriptions de polices continuent d'être faites par l'intermédiaire du Syndicat.

Affiches. — Il rappelle que le Syndicat tient à la disposition de ses adhérents les affiches obligatoires reproduisant le décret du Ministère des Travaux publics du 23 janvier 1927, relatif aux secours à donner aux victimes d'accidents électriques.

QUESTIONS DOUANIÈRES. — Sur l'invitation du Président, M. Hecker donne des renseignements sur l'état de la discussion du tarif devant la Commission des Douanes de la Chambre où les représentants des diverses industries ont été appelés à exposer leurs vues.

CONFÉRENCE ÉCONOMIQUE DE GENÈVE. — Il donne, d'autre part, ses impressions sur les débats de la Conférence internationale de Genève auxquels il a participé comme expert près de la délégation française.

STATISTIQUE. — Le Délégué général indique qu'en ce qui concerne l'enquête en cours pour la constitution des statistiques de la construction électrique, la formule préconisée lors de la dernière réunion en vue d'assurer l'anonymat absolu des renseignements donnés a provoqué un certain nombre de réponses nouvelles.

Malgré cela, sur l'ensemble des établissements ressortissant aux divers syndicats affiliés, un certain nombre de réponses n'ont pas encore été reçues.

FOIRE DE PARIS. — Les nombreuses adhésions de principe reçues par le Groupe de l'Electricité pour la Foire 1927 laissaient prévoir la nécessité d'augmenter, si possible, la surface occupée en 1926.

Le Comité de Direction de la Foire de Paris a bien voulu laisser les sept premiers halls à la disposition du Groupe, soit une surface totale de 10 000 m², alors que le Groupe n'occupait en 1926 que 8 000 m².

Les très nombreuses demandes d'emplacement reçues ont permis de couvrir cette surface dès le mois de février et, depuis cette date, les inscriptions n'ont pu être prises qu'à titre provisoire, en cas de désistements.

Malgré toutes les nouvelles démarches entreprises, il n'a plus été possible au Groupe de l'Electricité de s'étendre davantage et, cette année, plus de 60 maisons n'ont pu trouver place à la Foire de 1927.

Le nombre d'exposants qui était de 385 en 1926 est, cette année, de 450. Les emplacements à l'air libre sont restés à peu de chose près les mêmes que l'année dernière, la situation actuelle du Groupe de l'Electricité ne lui permettant pas de s'étendre de ce côté.

Une décoration très intense est réalisée par un grand nombre d'exposants et le Groupe a pu faire édifier, d'accord avec le Comité, une façade décorative située face à la porte d'entrée de la Foire de Paris. Cette façade comprend un portique avec le mot « Electricité » disposé en grandes lettres au-dessus des halls. Deux portes d'entrée nouvelles ont été aménagées et sont surmontées de panneaux avec inscriptions « Applications industrielles de l'Electricicité » et « Applications domestiques de l'Electricité ». Entre ces deux portes, un troisième panneau « T. S. F. » est disposé.

L'ensemble très visible attirera certainement l'attention des visiteurs et contribuera à mettre encore en valeur l'importance du Groupe de l'Electricité.

Le Président, constatant ce succès croissant, en félicite M. Brandt, président du Groupe, pour l'impulsion qu'il a su lui donner.

RÉGIME D'OCTROI DES HUILES DE DÉCOLLETAGE. — Suivant la décision prise lors de la dernière réunion du Conseil, une lettre a été adressée à la Fédération de la Mécanique pour lui demander de saisir le Syndicat des Décolleteurs de la question du régime d'octroi des

huiles de décolletage, afin d'étudier s'il serait techniquement possible de déterminer un forfait qui pourrait servir de base à des pourparlers avec l'Administration de l'Octroi, et suivant lequel il pourrait être admis que le décolletage de tant de kilogrammes de cuivre, ou de fer, ou de tout autre métal, exige l'emploi de tant de kilogrammes d'huile.

Cette question est actuellement à l'étude au Syndicat qui en a été saisi.

PROCÉDURE DE CONSTATATION DES INFRACTIONS EN MATIÈRE D'HYGIÈNE OU DE SÉCURITÉ DES TRAVAILLEURS. — Les divers syndicats ont eu à examiner un questionnaire du ministre du Travail en vue de déterminer s'il conviendrait de supprimer ou de limiter la procédure de mise en demeure préalable à l'application de contraventions en matière d'hygiène et de sécurité du travail.

L'Union des Industries métallurgiques et minières réunissant les diverses réponses données, a adressé une réponse collective au Ministère, exposant :

a) Que la formalité de la mise en demeure préalable doit être maintenue comme règle générale.

b) Que les exceptions à cette procédure générale doivent faire l'objet de dispositions législatives particulières ne pouvant s'appliquer qu'à des cas d'espèce bien précisés.

TRAVAUX DES COMMISSIONS. — La *Commission de l'Enseignement technique et de l'Apprentissage* s'est réunie le 6 mai.

Il a été décidé que la date des épreuves du certificat d'aptitude professionnelle serait reportée au dernier trimestre de l'année afin de répondre aux exigences du règlement qui prévoit l'achèvement préalable des trois années d'apprentissage.

Elle a approuvé une dépense pour les récompenses aux élèves de première année.

Elle a décidé la participation, en juillet prochain, à un concours-exposition des œuvres d'éducation professionnelle du département de la Seine où figureront des travaux d'apprentis choisis par M. Jully.

Elle a également décidé le principe de la participation au concours annexe à l'Exposition nationale du Travail pour les meilleurs ouvriers de France, qui ne comportera qu'un nombre limité d'élèves ayant obtenu en 1927 le certificat d'aptitude professionnelle avec une note au moins égale à 17 sur 20.

CORRESPONDANCE. — Le Délégué général fait part de la correspondance suivante :

— Lettre du Groupe I de l'Union des Syndicats de l'Electricité sollicitant les observations des syndicats membres du Groupe au sujet des perturbations apportées aux réceptions radiophoniques, en vue de répondre à une enquête de l'Union internationale de Radiophonie de Genève.

Un questionnaire a été adressé à ce sujet et les réponses obtenues ont été transmises au Groupe.

— Compte rendu de l'Assemblée générale ordinaire du 15 février 1927 de l'Union des Industries métallurgiques et minières, avec le texte du discours prononcé à l'Assemblée générale du 18 mai 1926 par M. Richemond à la mémoire de M. Robert Pinot.

— Envoi, par la Maison Mildé, d'une brochure « Institutions de Prévoyance et d'Enseignement » résumant les œuvres sociales réalisées par ces établissements.

— Annuaire 1927 de la Fédération de la Mécanique.

— Répertoire général de la grande Industrie française 1926-1927.

— « Des différents modes de rémunération du travail », enquête de la Chambre syndicale des Industries métallurgiques du Rhône, avec graphiques. (Prix : 7,50 fr l'exemplaire franco).

— Lettres de « l'Usine » et de l' « Art ménager » relatives à la publicité spéciale à l'occasion de la Foire de Paris.

— Lettre de l'Agence commerciale franco-yougoslave relative à la 7ᵉ Foire internationale d'Echantillons de Ljubljana, du 2 au 11 juillet 1927.

— Note et graphique du Groupe des Industries métallurgiques, mécaniques et connexes de la Région parisienne indiquant les variations comparées des salaires et du coût de la vie dans les industries du métal de la région parisienne pour la période 1920 à 1927.

(Le même graphique a été inséré en annexe au dernier numéro de la Revue mensuelle de l'Union des Industries métallurgiques et minières.)

QUESTIONS DIVERSES. — *Enquête de « La Journée industrielle » sur la situation économique.* — Les Présidents des divers syndicats affiliés ont été saisis d'une enquête de « la Journée industrielle » sur la situation économique résultant de la revalorisation monétaire.

Les réponses recueillies indiquent que, d'une manière générale, la crise est actuellement en décroissance dans les industries où elle s'était fait sentir, certaines d'entre elles ne l'ayant du reste pour ainsi dire pas subie.

Pouvoir pour assemblée. — Le Conseil délègue tous pouvoirs à M. Zetter, délégué général, à l'effet de représenter ou faire représenter le Syndicat général de la Construction électrique comme actionnaire à l'Assemblée générale ordinaire de la Société pour favoriser le Développement du Haut-Enseignement de l'Electrotechnique en France, convoquée pour le 14 juin 1927.

En conséquence, signer tous registres de présence, prendre part à tous votes sur toutes les questions à l'ordre du jour de ladite Assemblée et sur toutes les questions accessoires, et généralement faire le nécessaire (Le présent pouvoir conservant tous ses effets pour tout autre jour suivant auquel cette Assemblée serait fixée par suite de remise, insuffisance du nombre des actions représentées, ou toute autre cause).

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 17 h 30.

Le Délégué général,
C. ZETTER.

Le Président,
Ch. LAURENT.

SYNDICAT DES CONSTRUCTEURS DE MACHINES ÉLECTRIQUES

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

NEUVIÈME BULLETIN DE 1927.

Procès-verbal de la réunion du 18 juillet 1927.

La séance est ouverte à 15 heures, sous la présidence de M. Deramat, président.

Sont présents les membres suivants :

Maison Breguet (M. Callou); Anciens Etablissements Brissonneau et Lotz (M. Bader); Société Gramme (M. Deramat); Anciens Etablissements Sautter-Harlé (M. Cassegrain); Compagnie française Thomson-Houston (M. Lemonon).

M. Zetter, délégué général, assiste à la séance, ainsi que Mlle Grin, secrétaire technique.

PROCÈS-VERBAL. — Le procès-verbal de la réunion du 21 juin est adopté.

— Lettre de la Société pour le Développement des Véhicules électriques faisant part de la campagne qu'elle va entreprendre pour la diffusion des petits chariots et petits tracteurs à accumulateurs et demandant de lui faire connaître le nom des constructeurs de machines susceptibles d'être intéressés par cette question et désireux de participer aux réunions qu'elle compte faire.

Après consultation des membres présents, M. Bader accepte de représenter le Syndicat à ces réunions.

— Circulaire adressée à tous les membres du Syndicat pour donner copie d'une lettre envoyée à M. Charles Laurent par la Direction des Affaires politiques et commerciales du Ministère des Affaires étrangères au sujet d'un projet de loi concernant l'électrification du Grand-Duché de Luxembourg.

— Lettre de la Société française des Electriciens demandant le concours des industriels pour réunir le complément des ressources indispensables à l'achèvement de la nouvelle Ecole supérieure d'Electricité.

Il est décidé de répondre à la Société française des Electriciens que la plupart des membres du Syndicat ont reçu cette lettre et qu'ils y répondront individuellement suivant leurs possibilités.

PROJET D'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL CONCERNANT LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES A L'INTÉRIEUR DES IMMEUBLES. — M. Cassegrain informe ses collègues des objections d'ordre technique qu'il a été amené à faire à ce projet qu'il a examiné en sa qualité de membre de la huitième Commission de l'Union des Syndicats de l'Electricité à laquelle il avait été présenté.

Il s'est élevé notamment contre l'article 87 ainsi conçu : « Les installations alimentées en courant alternatif ne doivent pas fonctionner avec un facteur de puissance moyen mensuel inférieur à 0,80 » condition qui pratiquement est presque impossible à réaliser. Des démarches faites auprès des autorités compétentes ont abouti à l'adjonction probable des mots « en principe » à ce paragraphe, ce qui permettra certaines dérogations.

De plus, il a été admis qu'on n'exigerait en aucun cas des moteurs, des facteurs de puissance supérieure à ceux définis par les règlements de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

D'autre part, M. Schwarberg a été saisi de la question en tant que membre de la Commission du Conseil supérieur de Contrôle de l'Electricité à l'Hôtel de Ville de Paris. Après avoir eu une entrevue à ce sujet avec MM. Cassegrain, Roche-Grandjean et Zetter, il a bien voulu se charger de la rédaction d'une lettre au Président de la Commission du Conseil supérieur de Contrôle de l'Electricité.

QUESTION DOUANIÈRE. — La Commission des Douanes du Syndicat général de la Construction électrique s'est réunie les 24 juin et 1er juillet. Un certain nombre des membres du Syndicat assistaient à ces réunions et ont donné leur accord sur les modifications qui ont été proposées.

Les pourparlers continuent actuellement pour l'établissement définitif du tarif.

TRAVAUX DU COMITÉ TECHNIQUE. — M. Cassegrain expose à ses collègues les questions qui ont été examinées à la dernière réunion du Comité technique. La plus importante d'entre elles en dehors de celle de l'arrêté préfectoral concernant les installations électriques à l'intérieur des immeubles et dont il a été parlé plus haut est celle du cahier des charges des lames de collecteurs.

Après des expériences faites par différents membres du Comité auxquelles sont venues s'ajouter celles dont M. Cassegrain a chargé le Laboratoire du Conservatoire national des Arts et Métiers, des chiffres défi-

nitifs ont été adoptés en ce qui concerne le diamètre des empreintes dans les essais à la bille de Brinell.

La question qui sera maintenant examinée est celle de la dimension des lames. A ce propos M. Cassegrain a prié les membres du Comité de bien vouloir lui adresser la liste des profils utilisés par eux de manière à examiner la possibilité d'en diminuer le nombre.

Questions diverses. — Circulaire de l'Union des Industries métallurgiques et minières relative à l'apprentissage et concernant des séances d'études et de propagande qui auraient lieu en novembre prochain au siège de l'Union, en vue de déterminer les améliorations essentielles et facilement réalisables qui permettraient à l'apprentissage, dans les industries électriques, de marquer de nouveaux progrès; cette circulaire était accompagnée d'un questionnaire à l'usage des établissements industriels et relatifs :

a) A l'organisation de l'apprentissage;

b) Aux moyens d'action pour le développement de l'apprentissage;

c) Aux écoles pratiques de commerce et d'industrie.

Il y a lieu de nommer des délégués pour assister à ces réunions. Après échange de vues il est décidé de désigner MM. Callou, Westercamp, Widmer.

MM. Callou et Widmer, présents à la séance, acceptent cette fonction.

L'Union a également adressé une circulaire relative aux allocations que l'Etat accorde aux familles des réservistes, soutiens indispensables.

Circulaire de rappel concernant la demande de renseignements nécessaires à l'établissement de la statistique.

L'Union nationale intersyndicale des Marques collectives a envoyé une circulaire concernant d'une part la réglementation de l'admission de la marque Unis-France et, d'autre part, le concours d'affiches organisé par cette dernière.

Le Comité permanent des Foires à l'Etranger a informé le Syndical de la Foire de Luxembourg qui doit se tenir du 13 au 24 août 1927.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 16 heures.

Le Délégué général, C. Zetter.

Le Président, J. Deramat.

SYNDICAT DES FABRICANTS FRANÇAIS DE LAMPES ÉLECTRIQUES

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

Cinquième Bulletin de 1927.

Procès-verbal de la réunion du 7 juillet 1927.

La séance est ouverte à 11 heures sous la présidence de M. Saurel, président.

Sont représentés les établissements suivants :

Delaporte (M. Delaporte) ; La Française (M. Gaudin) ; Etablissements industriels Grammont (M. Fournier); Société Lacarrière (M. Lacarrière); Compagnie des Lampes (M. Saurel) ; Leo Lévy et Monnier (M. Monnier) ; Visseaux (M. Brille) ; Société des Lampes Thoria (M. Oster).

Sont excusés :

MM. Leblanc (de la Société Hewittic); Varangot (de la Compagnie des Lampes); Weissmann (des Perles électriques Weissmann).

M. Zetter, délégué général, assiste à la séance, ainsi que Mlle Grin, secrétaire technique.

Procès-verbal. — Le procès-verbal de la réunion du 30 mars est adopté.

Correspondance. — Lettre de l'Office national du Commerce extérieur relative à la Maison Guimaraes et Noves, 40, rue Bernardino-Costa 1°, à Lisbonne, qui désire entrer en relations avec des maisons fournissant des articles d'électricité et de T. S. F., et notamment des lampes électriques.

— Lettre de la Chambre de Commerce internationale transmettant une demande de M. Spitzberg, 3, rue du Mont-Dore, à Paris, concernant la représentation des ampoules électriques pour lampes de poche et pour cycles, dans tous les pays d'Europe.

— Lettre de la Casa Americana, Apartado, Postal C., à Caracas, demandant à être mise en communication avec des fabricants français d'articles concernant la lumière électrique.

— Lettre de M. D.-V. Valicha, Nicol Road, à Karachi (Inde), désirant entrer en relations avec des fabricants de lampes électriques.

— Lettre de la Société Unitas, vià E. de Amicis, 9, à Fiume, désirant nouer des relations d'affaires avec

des maisons françaises s'occupant de la fabrication d'articles d'éclairage.

La liste des adhérents lui sera envoyée.

— Lettre de M. Martin Schroder, 18, Zippelhaus, à Hambourg (Allemagne) informant qu'il est acheteur de filaments de charbon pour fabrication de lampes électriques, et demandant des adresses de maisons s'occupant de cette fabrication. Ces adresses lui ont été envoyées.

— Le Groupe I de l'Union des Syndicats de l'Electricité a envoyé :

1° Une lettre de la « Frankfurter Zeitung » indiquant son intention de traiter l'électricité dans un de leurs bulletins et demandant au Syndicat d'insérer dans ce numéro des annonces monographiques;

2° Une documentation concernant la protection des machines électriques contre l'incendie.

— Le Président indique qu'à la réunion du Comité supérieur de l'Unis-France à laquelle notre Délégué général représentait le Syndicat des Fabricants français de Lampes électriques, la question la plus intéressante qui a été traitée est celle d'un concours organisé par l'Union nationale intersyndicale des Marques collectives, pour fin décembre, d'affiches concernant la marque Unis-France.

Il donne connaissance d'une circulaire relative à un nouveau projet de loi au sujet de l'électrification du Grand-Duché de Luxembourg.

Il fait part d'une lettre de MM. Leglaive Frères, attirant l'attention des adhérents sur la location d'un local commercial.

— Lettre de la Société française des Electriciens demandant aux industriels de faire l'effort nécessaire pour réunir le complément des ressources indispensables à l'achèvement de la nouvelle Ecole supérieure d'Electricité. Le Président indique que cette demande a été reçue individuellement par les membres du Syndicat et que certains d'entre eux y ont répondu favorablement. Ce renseignement sera communiqué à la Société française des Electriciens.

Question douanière. — Le Président donne connaissance des modifications qui ont été apportées au projet de la Commission des Douanes de la Chambre des Députés concernant les droits de douane sur les articles intéressant les industries des membres du Syndicat.

A ce sujet, M. Delaporte signale que les lampes à filament métallique sont divisées en plusieurs catégories dont l'une comprend les lampes pesant de 5 à 15 g. et l'autre, les lampes pesant 15 g ou plus. Il indique qu'il y a là une lacune pour les lampes de 15 à 16 g dont il n'est pas fait mention, qu'il y aurait intérêt à ce que les catégories comprennent les lampes de 5 à 16 g, puis celles de 16 g ou plus.

Le Président demande au Délégué général de bien vouloir faire le nécessaire pour demander cette rectification.

Le Délégué général indique que la Commission des Douanes du Syndicat général de la Construction électrique s'est réunie les 24 juin et 1er juillet, et qu'un certain nombre des membres du Syndicat assistaient à ces séances.

Fabrication des lampes destinées aux véhicules électriques. — Le Président informe que le Syndicat des Constructeurs de Véhicules électriques de France a adressé au Syndicat le texte d'une circulaire envoyée d'ailleurs par ses soins à la plupart des constructeurs de lampes électriques pour leur demander de mettre en fabrication des lampes fonctionnant sous une tension de 40 v et spécialement destinées aux véhicules électriques.

M. Monnier, qui a déjà étudié la question, fait quelques observations au sujet de la circulaire envoyée et indique notamment que les quatre catégories de lampes indiquées par le Syndicat des Constructeurs de Véhicules électriques pourraient sans inconvénient être ramenées à deux.

Il est décidé qu'une commission composée de MM. Monnier, Delaporte, Varangot, les deux premiers devant communiquer par lettre leurs observations au Président, étudiera la question de manière à présenter une réponse ayant un caractère syndical.

Normalisation des lampes en atmosphère gazeuse. — A la suite d'une communication faite par le Syndicat à l'Union des Syndicats de l'Electricité, du tableau comportant les dimensions normalisées des lampes à incandescence à filament métallique dans un milieu gazeux, l'Union a informé qu'elle l'avait adopté sans aucune modification et qu'elle demandait l'autorisation de l'intercaler dans une nouvelle édition du cahier des charges n° 84 pour la fourniture des lampes à incandescence à filament métallique dans un milieu gazeux, qu'elle allait faire publier.

L'accord du Syndicat lui a été adressé.

Questions diverses. — *Statistique demandée par le Syndicat général de la Construction électrique.* — Le Président rappelle l'intérêt que présente la statistique qui a été demandée par le Syndicat général, intérêt qui ne peut évidemment pas échapper à l'attention des membres du Syndicat. Il est décidé qu'une nouvelle circulaire sera envoyée à ce sujet pour demander que tous les membres intéressés adressent, non pas des réponses anonymes, mais nominatives, qui seront envoyées personnellement à M. Zetter, lequel fournira au Syndicat l'indication du chiffre global concernant, tant le nombre d'ouvriers que la production et les capitaux investis.

Il est entendu que les chiffres qui serviront de base aux indications à fournir seront ceux de fin décembre 1926.

Annuaire Unis-France. — L'Union nationale intersyndicale des Marques collectives a envoyé son annuaire 1927 au Syndicat.

Le Président indique que cet annuaire comportant

de nombreuses notices sur les origines des industries, il paraît intéressant pour le Syndicat d'en préparer une sur les origines des lampes électriques, destinée à figurer dans un prochain annuaire Unis-France.

A cet effet, il y aura lieu de rechercher une documentation complète accompagnée si possible de gravures ou de photographies.

Le Président demande au Délégué général de bien vouloir rédiger une petite note à cet effet et de la lui transmettre.

Enquête de « La Journée industrielle ». — Lors de la dernière réunion, les membres du Syndicat avaient été informés que « La Journée industrielle » procédait à une enquête au sujet de la crise qui a suivi la revalorisation monétaire.

A la suite des renseignements donnés, ce journal a fait paraître un article reproduisant les impressions des différents syndicats affiliés au Syndicat général de la Construction électrique, et entre autres celle du Syndicat des Fabricants français de Lampes électriques.

Cet article a été également inséré dans la « Revue générale de l'Electricité » du 4 juin 1927.

Documents adressés par le Comité français de l'Eclairage et du chauffage. — Ce comité a adressé toute une série de documents fort intéressants, notamment des brochures éditées par la Société pour le Perfectionnement de l'Eclairage et relatives à l'éclairage rationnel.

Taxe d'apprentissage. — Le Président donne connaissance des coefficients de détaxe qui ont été adoptés par l'administration et transmis aux Comités départementaux, et indique que les délégués du Syndicat général de la Construction électrique au Comité départemental de la Seine sont MM. Mildé, président de la Commission d'Apprentissage, Marcel Meyer et Westercamp, qui ont particulièrement étudié la question.

L'Union des Industries métallurgiques et minières a envoyé au Syndicat :

1° Une circulaire relative à des séances d'études et de propagande qui auront lieu en novembre prochain au siège de l'Union en vue de déterminer les améliorations essentielles et facilement réalisables qui permettraient à l'apprentissage dans les industries électriques de marquer de nouveaux progrès.

Cette circulaire était accompagnée d'un questionnaire à l'usage des établissements industriels, relatif :

a) A l'organisation de l'apprentissage;

b) Aux moyens d'action pour le développement de l'apprentissage;

c) Aux écoles pratiques de commerce et d'industrie.

Les membres présents décident à l'unanimité de déléguer M. Zetter à ces réunions.

2° Une série de circulaires concernant les allocations accordées par l'Etat aux familles des réservistes, soutiens indispensables, et indiquant le montant de ces allocations.

3° Une note concernant la caisse foncière de crédit pour l'amélioration du logement dans l'industrie.

Cette organisation est désireuse de connaître, d'une part les besoins actuels en habitation, d'autre part les possibilités financières d'emprunt des établissements intéressés.

Assemblée générale de l'Union des Industries métallurgiques et minières. — L'Union a envoyé le texte du discours prononcé par M. le président Richemond à la mémoire de M. Robert Pinot, délégué général de l'Union.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 12 heures.

Le Délégué général,
C. ZETTER.

Le Président,
M. SAUREL.

CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS DE COMPTEURS, APPAREILS ET TRANSFORMATEURS DE MESURES ET DES INDUSTRIES CONNEXES

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

HUITIÈME BULLETIN DE 1927.

SOMMAIRE : Procès-verbal de la réunion du 10 octobre 1927, p. 179 U.

Procès-verbal de la réunion du 10 octobre 1927.

La séance est ouverte à 14 h 30, sous la présidence de M. Da, vice-président.

Sont représentés les établissements suivants :

Chauvin et Arnoux (M. Arnoux); Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz (M. Delalande); Compagnie de Construction électrique (M. David); Compagnie continentale pour la Fabrication des Compteurs (M. Brulin); Da et Dutilh (M. Da); Darras (M. Darras).

M. Zetter, délégué général, assiste à la séance, ainsi que Mlle Grin, secrétaire technique.

PROCÈS-VERBAL. — Le procès-verbal de la réunion du 11 juillet 1927 est adopté.

Correspondance. — Circulaire relative à l'Exposition des Poids et Mesures : cette exposition a eu lieu du 1er au 4 octobre à l'Institut d'Optique et les adhérents en ont été avisés à temps par circulaire.

— Lettre de la Chambre de Commerce de Paris faisant part de son changement d'adresse.

— Le Comité français des Expositions a informé la Chambre syndicale du Salon des Sciences et des Arts qui doit se tenir au Grand-Palais du 2 au 23 décembre 1927. Il est décidé d'adresser au Président du Comité, la liste des adhérents en le priant de leur envoyer individuellement les renseignements concernant ce Salon.

— L'Administration de l'Exposition de Barcelone qui doit avoir lieu en avril 1929 a adressé un fascicule de propagande à la Chambre syndicale.

— Lettre de l'Office national du Commerce extérieur relative à l'installation prochaine de grands réseaux électriques de distribution en Irlande. La réalisation de ce projet pourra amener un débouché éventuel à toutes les branches de l'industrie électrique.

— Lettre de la Maison Alié, à Choisy-le-Roi, informant qu'elle est très bien placée pour faciliter à nos adhérents l'introduction des produits de leur fabrication en Espagne et pays de langue espagnole.

Tarif des douanes. — Accord commercial franco-allemand. — Une circulaire donnant des extraits de tout ce qui concerne l'industrie électrique au point de vue du nouveau tarif des douanes et de l'accord franco-allemand a été adressée à tous les établissements du Syndicat général de la Construction électrique.

Les membres présents examinent la partie se rapportant aux articles de leur fabrication et n'y font pas d'objection.

Questions diverses. — *Assurances sociales.* — L'Union des Industries métallurgiques et minières a adressé le texte du projet de loi sur les assurances sociales tel qu'il a été voté par le Sénat.

Marché italien de l'industrie électrique. — L'Office national du Commerce extérieur a communiqué une note très intéressante relative à cette question. Cette note informe qu'il y aurait des débouchés intéressants en Italie pour l'industrie française, entre autres pour les compteurs, laquelle exporte actuellement très peu dans ce pays.

Nomination de délégués aux séances d'études et de perfectionnement organisées par l'Union des Industries métallurgiques et minières. — M. Carpentier, sollicité, a bien voulu accepter ces fonctions.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 15 h 30.

Le Délégué général, C. Zetter.

Le Président, M. Da.

SYNDICAT DES FABRICANTS FRANÇAIS D'ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES, DE PILES ET DE CHARBONS POUR L'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris, (8e). — Téléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

Neuvième Bulletin de 1927.

Procès-verbal de la réunion du 7 juillet 1927.

La séance est ouverte à 14 h 30, sous la présidence de M. de la Ville le Roulx, président.

Sont représentés les établissements suivants :

Société des Accumulateurs électriques (M. Trachtenberg) ; Société de l'Accumulateur Fulmen; Société des Accumulateurs Heinz et Cie (M. Heinz) ; Société des Accumulateurs Monoplaque (M. Brière) ; Société pour le Travail électrique des Métaux (MM. de la Ville le Roulx ; Accumulateur Tudor (M. Maureau) ; Société pour le Développement des Véhicules électriques (M. Gasquet) ; Société des Accumulateurs fixes et de Traction (M. Vintenon).

Excusés : (M. Caillard) ; (Accumulateur Slem).

M. Zetter, délégué général, assiste à la séance, ainsi que Mlle Grin, secrétaire technique.

Le Président exprime à M. Vintenon qui représente la Société des Accumulateurs fixes et de Traction la satisfaction que tous éprouvent de la voir faire partie du Syndicat et de s'être fait représenter par lui. Sa compétence ainsi que l'importance des intérêts qu'il

représente seront une aide précieuse pour les travaux auxquels il pourra ainsi participer.

Procès-verbal. — Le procès-verbal de la réunion du 8 juin 1927 est lu et adopté.

Correspondance. — Lettre de la Société des Accumulateurs fixes et de Traction remerciant le Syndicat pour son admission et les souhaits de bienvenue qui lui ont été adressés.

— Circulaire relative à un projet de loi au sujet de la réalisation de l'électrification du Grand-Duché de Luxembourg.

— Lettre de la Société française des Electriciens au sujet des efforts considérables qu'elle fait actuellement en étroite collaboration avec la Société pour favoriser le Haut-Enseignement de l'Electrotechnique en France pour réunir le complément des ressources indispensables à l'achèvement de la nouvelle École supérieure d'Électricité et pour lequel elle demande le concours des industriels français.

Le Président donne lecture de cette lettre et insiste vivement auprès de ses collègues auxquels une circulaire sera d'ailleurs adressée pour qu'ils répondent favorablement à la demande de la Société française des Electriciens.

Apprentissage. — L'Union des Industries métallurgiques et minières a informé le Syndicat qu'elle se proposait d'organiser des séances d'étude et de propagande qui aurait lieu en novembre prochain au siège de l'Union dans le but d'étudier les améliorations essentielles et facilement réalisables qui permettront à l'apprentissage dans les industries électriques d'accomplir de nouveaux progrès.

Un questionnaire était joint à la note dont les principales parties concernaient :

a) L'organisation de l'apprentissage ;

b) Les moyens d'action pour le développement de l'apprentissage ;

c) Les écoles pratiques du commerce et de l'industrie.

Le Président indique que parmi les industries dont l'Union donne la liste comme formant des ouvriers qualifiés l'industrie des accumulateurs ne figure pas et en conséquence il n'y a pas lieu de désigner de délégués.

Proposition de loi relative au contrat de travail en cas de grève. — Le Président donne connaissance d'une proposition de loi déposée sur le bureau de la Chambre par M. Jean, député du Vaucluse « édictant que la suspension collective du travail par l'exercice du droit de grève ne résilie pas le contrat de travail ».

Le Président et ses collègues s'élèvent vivement contre ce projet de loi dont les conséquences seraient fatales pour l'Industrie qui se trouverait en face d'une organisation ouvrière n'ayant rien à redouter d'une grève puisqu'il lui serait impossible d'assurer le travail par l'embauchage d'un autre personnel, et décident de saisir de la question le Syndicat général en le priant de prendre en mains la défense des intérêts de tous.

Communication de M. Gasquet. — M. Gasquet expose que la Société pour le Développement des Véhicules électriques se propose de faire une propagande active en faveur de la traction par véhicules électriques.

Cette propagande sera faite spécialement devant des industriels susceptibles d'employer des chariots et tracteurs et comprendra :

1° Des conférences accompagnées généralement de projections de films cinématographiques.

2° Une série de tracts destinés à être joints à la correspondance envoyée aux abonnés des réseaux de distribution électrique ainsi qu'un bulletin industriel intitulé : « Le Véhicule électrique » dont le service gratuit pourra être fait à la totalité des abonnés en haute tension ainsi qu'à une certaine partie des abonnés en basse tension.

3° Des visites à ceux qui paraîtront le plus susceptibles d'acquérir des véhicules électriques.

Enfin il pense organiser vers la fin de l'année deux « Journées des chariots électriques » dont le programme très complet devra faire ressortir le grand avantage de ce mode de locomotion.

Pour réaliser cet important programme la Société pour le Développement des Véhicules électriques demande le concours des fabricants d'accumulateurs pour rédiger, d'une part, des articles relatifs aux accumulateurs pour traction électrique dans la publication « Le Véhicule électrique », d'autre part, pour les « Journées » au cours desquelles une matinée sera consacrée aux explications données par des spécialistes sur les différents types d'accumulateurs utilisés dans la traction.

Les membres du Syndicat, qui ont pris un grand intérêt à l'exposé si clair et si complet de M. Gasquet, décident de prêter de la manière la plus large leur concours à l'œuvre entreprise par la Société pour le Développement des Véhicules électriques.

A cet effet une commission, composée des représentants des établissements Tudor, Dinin, Fulmen, Société des Accumulateurs fixes et de Traction, Travail électrique des Métaux, est nommée pour étudier avec M. Gasquet les modalités de leur collaboration.

Questions diverses. — *Circulaire de l'Union des Industries métallurgiques et minières* concernant les allocations que l'Etat accorde aux familles des réservistes, soutiens indispensables.

— Documentation accordée par le Groupe I de l'Union de l'Electricité concernant la protection des machines électriques contre l'incendie. Cette documentation est à la disposition des adhérents qui pourront la consulter au siège du Syndicat, 92, rue de Courcelles.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée.

Le Délégué général, C. Zetter.

Le Président, P. de la Ville le Roulx.

SYNDICAT DES FABRICANTS D'ISOLANTS POUR L'ÉLECTRICITÉ ET D'OBJETS MOULÉS

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

SIXIÈME BULLETIN DE 1927.

Procès-verbal de la réunion du 28 juin 1927.

La séance est ouverte à 14 h 30, sous la présidence de M. Pétrier, président.

Sont représentés les établissements suivants :

Société La Bakélite (M. Etienne) ; Etablissements Baldon (M. Baldon) ; Drouet (M. Drouet) ; Manufacture d'Isolants et d'Objets moulés (M. Saillard) ; Le Matériel isolant (MM. Pétrier et Desnos).

M. Zetter, délégué général, assiste à la séance ainsi que Mlle Grin, secrétaire technique.

PROCÈS-VERBAL. — Le procès-verbal de la réunion du 29 avril 1927 est lu et adopté.

ADMISSION AU SYNDICAT. — Le Président indique que M. Marc Saillard a été désigné par la Manufacture d'Isolants et Objets moulés de la Compagnie générale d'Electricité pour remplacer M. Paul Meyer auprès du Syndicat.

A cet effet, le Président lui adresse tous ses compliments de bienvenue et lui fait part de son espérance de le voir continuer près du Syndicat la collaboration si dévouée et si éclairée de son prédécesseur.

D'autre part, il renouvelle les regrets que lui cause, ainsi qu'à tous ses collègues, le départ de M. Paul Meyer qui, à l'unanimité, et par acclamation, est nommé membre d'honneur du Syndicat, ce qui lui permettra de ne pas interrompre l'aide qu'il a toujours apportée aux travaux du Syndicat.

Il est décidé que la nomination d'un vice-président le remplaçant sera portée à l'ordre du jour de la prochaine réunion.

TRAVAUX DU COMITÉ TECHNIQUE CONCERNANT LE CAHIER DES CHARGES DES ISOLANTS SYNTHÉTIQUES. — Les membres présents prennent connaissance de l'extrait du procès-verbal de la dernière réunion du Comité technique du Syndicat des Constructeurs de Machines électriques concernant le cahier des charges des laques synthétiques.

Il a été décidé que les bobines imprégnées antérieurement par quelques constructeurs et transmises pour imprégnation seront envoyées au fur et à mesure de leur arrivée à M. Cassegrain qui a bien voulu se charger de tous les essais de percement.

ESSAIS D'ISOLANTS MOULÉS. — Comme suite à la dernière réunion où a été examiné le programme réduit d'essais, établi par M. Texier, la rédaction d'une note à l'Union des Syndicats de l'Electricité devant servir de titre à ce programme avait été décidée.

A cet effet, M. Masse a rédigé un projet qui a été approuvé par MM. Baldon et Etienne.

Le Président et ses collègues demandent que M. Masse soit remercié pour l'obligeant concours qu'il ne cesse d'apporter au Syndicat.

QUESTIONS DIVERSES. — *Organisation de la statistique demandée par le Syndicat général de la Construction électrique.* — Le Délégué général rappelle la circulaire qui a été adressée le 3 juin à tous les membres du Syndicat pour leur demander de renvoyer d'urgence les feuilles qui ont été adressées avec les renseignements qui permettront l'établissement de la statistique qui a été décidée et dont l'intérêt ne peut évidemment pas échapper aux membres du Syndicat. Le Président demande qu'il soit envoyé une nouvelle circulaire de rappel.

Taxe d'apprentissage. — Le Président donne connaissance des coefficients de détaxe qui ont été adoptés par l'Administration et transmis aux comités départementaux.

1° Orientation professionnelle et formation d'ouvriers qualifiés : 50 pour 100;

Formation de cadres moyens : 10 pour 100;

Formation de cadres supérieurs : 25 pour 100;

Enseignement ménager : 15 pour 100.

2° Budget normal. Pour pouvoir obtenir l'exonération totale du chef d'orientation professionnelle et formation d'ouvriers qualifiés et cadres moyens, l'assujetti devra prouver que ses dépenses ont été supérieures de 1,65 au moins au montant de la taxe brute d'apprentissage. Il devra en outre justifier avoir organisé l'apprentissage méthodique et complet.

Les délégués de notre Syndicat du Comité départemental de la Seine sont M. Mildé, président de la Commission d'Apprentissage, M. Marcel Meyer et M. Westercamp qui ont particulièrement étudié la question.

Enquête de « La Journée industrielle ». — Lors de la dernière réunion, les membres du Syndicat avaient été informés que « La Journée industrielle » procédait

à une enquête au sujet de la crise qui a suivi la revalorisation monétaire.

A la suite des renseignements donnés, ce journal a fait paraître un article reproduisant les impressions des différents syndicats affiliés au Syndicat général de la Construction électrique et entre autres celles du Syndicat des Fabricants d'Isolants pour l'Electricité et d'Objets moulés. Cet article a été inséré également dans la « Revue générale de l'Electricité » du 4 juin 1927.

L'Union des Industries métallurgiques et minières a envoyé au Syndicat :

1° Une circulaire relative à des séances d'étude et de propagande qui auront lieu en novembre prochain au siège de l'Union en vue de déterminer les améliorations essentielles et facilement réalisables qui permettraient à l'apprentissage dans les industries électriques de marquer de nouveaux progrès.

Cette circulaire était accompagnée d'un questionnaire à l'usage des établissements industriels, relatif :

a) A l'organisation de l'apprentissage;

b) Aux moyens d'action pour le développement de l'apprentissage;

c) Aux écoles pratiques de commerce et d'industrie.

Les membres présents décident à l'unanimité de déléguer M. Zetter à ces réunions.

2° Une série de circulaires concernant les allocations accordées par l'Etat aux familles des réservistes, soutiens indispensables.

Le Président demande qu'il soit envoyé une circulaire à ce sujet indiquant le montant des allocations.

3° Une note concernant la caisse foncière de crédit pour l'amélioration du logement dans l'industrie. Cette organisation est désireuse de connaitre, d'une part, les besoins actuels en habitation, d'autre part, les possibilités financières d'emprunt des établissements intéressés.

Assemblée générale des Industries métallurgiques et minières. — L'Union a envoyé le texte du discours prononcé par M. le Président Richemond à la mémoire de M. Robert Pinot, délégué général de l'Union.

Annuaire Unis-France. — L'Union nationale intersyndicale des Marques collectives a adressé son annuaire au Syndicat.

La Société française des Electriciens a informé le Syndicat qu'elle publiait les conférences faites par M. Whitehead sur « La théorie diélectrique et l'isolation ». La brochure est mise en souscription au prix de 20 fr.

Le Président, d'accord avec ses collègues, décide de souscrire pour un exemplaire au nom du Syndicat.

Celui-ci sera successivement examiné par MM. Baldon, Etienne, Drouet, et il en sera rendu compte en séance.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 16 h 30.

Le Délégué général, C. ZETTER.

Le Président, E. PÉTRIER.

SYNDICAT DES CONSTRUCTEURS D'APPAREILLAGE ET DE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 48-25 et 48-26.

NEUVIÈME BULLETIN DE 1927.

Compte rendu de l'Assemblée générale du 20 octobre 1927.

Présidence de M. Bonvoisin, président.

A cette réunion, étaient représentées les maisons suivantes :

Ateliers électriques Roche-Grandjean, Ateliers de Spécialités électriques et mécaniques, Bernard, Beugnot, Bouchery et Cie, Brenot frères, Busson, Bresson et Cie, Clin et Cie, Compagnie générale d'Electricité, Desmet, Fleury, Société Gardy, Labinal, La Guéronde, Le Matériel isolant, Maure, Mitton-Matry et Meunier, Monnier et Desjardin, Paz et Silva, Pétrier-Tissot et Raybaud, Poulain, Salomon, Saint-Chamond-Granat, Société F. A. B. A. E., Société française de Matériel électrique, Etablissements industriels Soulé Vanherzeeke et Fournier, Viault, Weil.

Excusées, les maisons : Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné, Comptoir général de l'Electricité, Haberer et Cie, Heymann et Liéby, Leroy.

PROCÈS-VERBAL. — Le procès-verbal de la dernière réunion n'ayant fait l'objet d'aucune observation est adopté.

Mariage. — M. le Président annonce le mariage de Mlle Floret, fille du Président du Conseil d'Administration de la Société des Lampes Luxor avec M. de Tramasure. Le Syndicat adresse ses félicitations à M. Floret.

Congrès franco-sarrois. — M. Bonvoisin rend compte à ses collègues du voyage qu'il a fait à Sarrebruck à l'occasion du Congrès franco-sarrois en compagnie de MM. Weil, de Strasbourg, et Dreyfus, de Colmar.

Il donne d'intéressants détails sur l'installation des usines qu'il a visitées, en particulier les aciéries Dingler-Karcher, la cokerie et l'usine à gaz de Heinitz, les usines métallurgiques de Saint-Ingbert, les hauts fourneaux de Dilling, l'usine électrique de Fenne. Il a pu partout constater un progrès énorme dans l'industrie mécanique sarroise. Par contre, il a reconnu qu'il y avait très peu de débouchés dans cette région pour le matériel électrique français.

Concours des petits disjoncteurs. — Ce concours est terminé depuis le 26 septembre. Les essais ont lieu sur sept modèles de disjoncteurs; six appareils ont été primés. Seuls, quelques perfectionnements d'ordre secondaire devront être apportés par leurs auteurs.

Ces essais ont prouvé que les conditions imposées par l'Union des Syndicats de l'Electricité, bien que très sévères, étaient parfaitement réalisables. Le programme du concours va être transformé en cahier des charges de l'Union des Syndicats de l'Electricité et les appareils, mis au point, pourront alors venir devant le jury de la Marque de Qualité. Dès maintenant, il est possible d'affirmer que le problème est définitivement résolu.

Au cours de ces essais, le jury a constaté que des efforts remarquables ont été réalisés par les concurrents dont certains ne sont nullement spécialisés dans ce genre de construction.

Série des Architectes de 1928. — M. le Président informe les membres du Syndicat que la Société centrale des Architectes consacrera dans la série de 1928 une rubrique spéciale pour le matériel d'appareillage revêtu de la Marque de Qualité U. S. E. Chaque article comportera un prix de série étudié suivant la moyenne obtenue dans les prix de vente des différents fabricants.

Tarif douanier. — M. le Président signale l'intéressante initiative prise par les constructeurs alsaciens d'appareillage électrique qui ont établi, à l'usage des bureaux-frontières, un recueil des principaux articles constituant le gros et le petit appareillage, avec leur classification respective au point de vue de la nouvelle nomenclature douanière.

Les auteurs de ce projet ont demandé au Syndicat de collaborer à leur étude, dont l'utilité ne peut échapper à personne, en raison des fausses interprétations qui ont déjà été données de la nomenclature.

Les constructeurs d'appareillage sont instamment priés de communiquer au Syndicat leurs doléances ou leurs suggestions, et de lui remettre toute documentation descriptive et illustrée susceptible de mener à bien un travail aussi important.

Assurances sociales. — Le Secrétaire général donne lecture d'un rapport exposant dans ses grandes lignes la loi sur les Assurances sociales telle que le Sénat l'a votée au mois de juillet dernier. Il est probable que les bases essentielles ne seront pas modifiées par la Chambre des Députés appelée à en délibérer de nouveau.

Parmi les dispositions importantes de la loi, il y a lieu de signaler que les ressources des assurances seront constituées par le versement de cotisations, calculées à raison de 10 pour 100 des salaires, dues par moitié par l'employeur et par le salarié.

Les assujettis aux assurances sociales sont les salariés des deux sexes, dont la rémunération totale annuelle ne dépasse pas 18000 fr. Les risques garantis sont la maladie, la maternité, le décès, l'invalidité et la vieillesse.

Le service des assurances sera effectué par des caisses départementales et par des caisses primaires, ces dernières étant, pour le plus grand nombre, dans la conception de la loi, l'émanation directe des sociétés de secours mutuels antérieurement constituées. Dans les entreprises industrielles où ces sociétés n'existent pas encore, il est possible d'affilier le personnel à des institutions mutualistes groupant le personnel de plusieurs usines appartenant à la même profession. D'ailleurs, l'Union des Industries métallurgiques et minières, qui a suivi de près la discussion du projet de loi, sera en mesure de faciliter au Syndicat l'application du régime des assurances sociales.

Arbitrages. — M. le Président donne connaissance d'une lettre par laquelle M. le Président du Tribunal de Commerce de la Seine — répondant à une suggestion de M. Bonvoisin lui-même — se déclare d'accord pour lui communiquer à l'avenir les conclusions des jugements rendus à la suite des rapports dressés par les arbitres du Syndicat.

Expositions. — M. le Président rappelle que le Salon nautique et le Salon de T. S. F. auront lieu simultanément au Grand-Palais du 28 octobre au 13 novembre et que le Salon du Foyer se tiendra au Parc des Expositions du 28 octobre au 20 novembre.

Dîner corporatif. — Le dîner annuel des membres du Syndicat aura lieu en décembre prochain, à une date qui sera précisée ultérieurement. M. le Président annonce qu'au cours de cette soirée M. Haardt, de la mission automobile Centre-Afrique, fera une causerie sur son voyage transsaharien.

Le Secrétaire général, J. Rougier.

Le Président, L. Bonvoisin.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 25, boulevard Malesherbes, Paris (8e). — Téléph. : Elysées 31-80 et 04-17.

Syndicats adhérant à l'Union : SYNDICAT GÉNÉRAL DE LA CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE. — SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS DE GROS MATÉRIEL ÉLECTRIQUE. — CHAMBRE SYNDICALE DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT. — SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ. — SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE. — CHAMBRE SYNDICALE DES ENTREPRENEURS ET CONSTRUCTEURS ÉLECTRICIENS. — SYNDICAT PROFESSIONNEL DES FABRICANTS DE FILS ET CABLES ÉLECTRIQUES. — CHAMBRE SYNDICALE DE LA PORCELAINE ÉLECTROTECHNIQUE. — SYNDICAT DES CONSTRUCTEURS DE MATÉRIEL DE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE DE FRANCE. — UNION DES VOIES FERRÉES D'INTÉRÊT LOCAL DE FRANCE (SECTION DES TRAMWAYS). — SYNDICAT DES ENTREPRENEURS DE RÉSEAUX ET DE CENTRALES ÉLECTRIQUES (PRODUCTION, DISTRIBUTION, TRACTION). — SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES RADIOÉLECTRIQUES. — SYNDICAT DES CONSTRUCTEURS D'APPAREILLAGE ET DE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE. — SYNDICAT GÉNÉRAL DES INSTALLATEURS ÉLECTRICIENS FRANÇAIS. — SYNDICAT DES CONSTRUCTEURS DE VÉHICULES ÉLECTRIQUES. — SYNDICAT DES CONSTRUCTEURS DE PYLONES EN CIMENT ARMÉ. — SYNDICAT DES FABRICANTS DE FERRURES POUR POTEAUX. — SYNDICAT DU VERRE ÉLECTROTECHNIQUE.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SIXIÈME BULLETIN DE 1927.

Assemblée générale du 8 juin 1927.

Présidence de M. Legouëz, président.

Sont présents : MM. Legouëz, président ; Caben, Ulrich, vice-présidents ; Marcel Meyer, trésorier; Arbelot, Buffet, Bizet, Boutan, Brachet, Brylinski, Callou, Cellerier, Clin, Devun, Drouin, Duval, Ellissen, Eschwège, Ferrier, Foulcher, Girousse, Goldschmidt, Grosselin, Haussadis, Hecker, Imbs, X., représentant M. Isselin, Grelley représentant M. Iung, Javal, Lépine, Malle, Marty, F. Meyer, Paré, Péridier, Jean Rey, Roche-Grandjean, de Traz, Vautier, Victor, de la Ville le Roulx, Zetter, Nivard.

Excusés : MM. Gabriel Cordier, Charles Laurent, présidents d'honneur; Dardel, vice-président; Bonvoisin, Brudo, Cance, Cotté, Delamarre, Faucheux, Galey, Ronzel, Schwarberg, Sékutowicz, Sexer, Siegler, Thierry.

Assiste en outre à la séance M. Tribot-Laspière, secrétaire général de l'Union.

ADOPTION DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 4 MAI 1927. — Lecture est donnée du procès-verbal de la séance du 4 mai 1927, qui est adopté sans observation.

BIENVENUE A M. CREUZET. — M. le Président souhaite la bienvenue à M. Creuzet, nouveau délégué suppléant du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique qui assiste à l'Assemblée générale pour la première fois.

CONSEIL NATIONAL ÉCONOMIQUE. — Par lettre du 30 mai dernier, M. le Secrétaire général du Conseil national économique a demandé à l'Union des Syndicats de l'Electricité, de proposer à M. le Président du Conseil quelques personnalités pour faire partie du Conseil national économique.

L'assemblée prie son bureau de s'entendre pour ces désignations.

COMMISSION CONSULTATIVE DE L'ENERGIE ÉLECTRIQUE. — Cette commission a été créée pour étudier les questions relatives à la mobilisation des industries électriques. Elle a pour objet de donner des avis sur les questions relevant de la Direction des Forces hydrauliques et intéressant plusieurs départements ministériels.

M. le Président fait connaître à ses collègues que, aux termes de l'instruction du 27 mars 1925, le Président de l'Union des Syndicats de l'Electricité est appelé à y siéger comme membre et qu'il vient de recevoir une lettre de M. le ministre des Travaux publics du 4 juin dernier qui le prie de prendre note de cette désignation.

COULEURS DES FILS DE MARQUE POUR CONDUCTEURS ISOLÉS AU CAOUTCHOUC. — Le Centraal Normalisatie Bureau vient

d'adresser à l'Union une lettre relative aux couleurs des fils de marque pour conducteurs isolés au caoutchouc.

L'Assemblée générale renvoie les questions posées à la deuxième Commission, ainsi qu'au Syndicat des Fils et Câbles.

Le résultat de l'étude de la commission sera transmis en même temps qu'au Centraal Normalisatie Bureau, au Comité électrotechnique français.

Normalisation des transformateurs de mesure. — La Chambre syndicale des Constructeurs de Compteurs vient d'adresser à l'Union un projet de normalisation des transformateurs de mesure en demandant qu'à la suite de ce travail l'Union décide de scinder en deux parties sa brochure n° 87; l'une des parties pourrait porter comme titre « Normalisation des transformateurs de mesure », l'autre « Normalisation des appareils de mesure et des shunts ».

L'Assemblée générale renvoie l'étude de la question à la quatrième Commission.

Conférence internationale des grands Réseaux électriques a haute Tension. — M. Legouëz annonce à ses collègues que devant partir aux Etats-Unis le 22 juin, il ne pourra pas présider la prochaine session de la Conférence internationale. Il ajoute qu'il a demandé à M. Henri Cahen de bien vouloir le représenter et recevoir à sa place les délégués étrangers.

M. Cahen se fait l'interprète des membres de l'Assemblée générale pour exprimer à M. Legouëz les regrets que cause à tous son absence à la Conférence.

Nominations dans les commissions. — M. Lebaupin est nommé, sur sa demande, membre des commissions n°s 3, 13, 18.

MM. Bousquet, Heinz, M. Rey et Silz sont nommés membres de la 10e Commission à titre de délégués du Syndicat des Fabricants français d'Accumulateurs électriques, de Piles et de Charbons pour l'Electricité.

Travaux des commissions. — *Deuxième Commission* (Fils et câbles). — La deuxième Commission s'est réunie le 27 mai sous la présidence de M. Legouëz. Elle a décidé de faire étudier par une sous-commission de techniciens les essais qui pourraient être introduits dans le cahier des charges des conducteurs isolés au caoutchouc (n° 186) pour permettre d'éviter de spécifier dans ce cahier des charges un mode de fabrication.

Quatrième Commission (Normalisations générales). *Sous-Commission des Huiles.* — La sous-commission chargée de l'étude des huiles pour transformateurs s'est réunie le 5 mai sous la présidence de M. Girault.

Elle a pris connaissance du rapport de M. Weiss sur les travaux actuellement en cours à l'Ecole nationale supérieure du Pétrole et des Combustibles liquides, à Strasbourg, travaux qui semblent maintenant orientés dans une très bonne voie.

Au point de vue international, la commission a demandé à M. Weiss de transmettre au Comité électrotechnique français un rapport d'ensemble sur les travaux exécutés en France depuis la réunion de New-York.

Septième Commission (Appareillage électrique). — La septième Commission s'est réunie le 11 mai, sous la présidence de M. Marcel Meyer. M. Jouaust a rendu compte des conditions dans lesquelles s'étaient effectués, à Saint-Ouen, les essais d'interrupteurs dans l'huile et a fait approuver par la commission le plan du rapport qu'il rédigera.

M. le Président remercie particulièrement M. Jouaust qui a dirigé les essais, la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité et M. Pécheur dont le concours a été extrêmement précieux, et M. Lefèvre de la Société alsacienne de Constructions mécaniques qui s'est occupé du montage et de l'entretien de l'installation.

Il a ensuite donné quelques indications sur l'état des recettes et des dépenses afférentes à ces essais. Il a été décidé, pour aider à l'équilibre de ce budget, de revendre dans les meilleures conditions possibles le matériel utilisé qui ne semble pas pouvoir être employé une autre fois.

Quatorzième Commission (Porcelaines et verres électrotechniques). — *Essais d'isolateurs.* — La quatorzième Commission s'est réunie le 25 mai pour procéder à l'examen de différentes formules destinées à déterminer en fonction de la tension de service E de la ligne la tension à employer pour les essais d'isolateurs.

La formule suivante est retenue :

$2E + 20\,000$ v (pour les isolateurs destinés aux lignes d'une tension inférieure à 60 000 v).

$1,5E + 50\,000$ v (au-dessus de 60 000 v).

Pour les essais sous pluie la tension utilisée sera les 2/3 de la tension employée pour les essais à sec.

Commission d'Unification des Moteurs agricoles portatifs. — La commission s'est réunie le 12 mai, sous la présidence de M. Drin. M. Delamarre a présenté un rapport sur l'examen physique des dispositifs électriques utilisés par le constructeur dans les moteurs qu'ils ont présentés aux essais. M. Lemenand a donné communication du résultat des essais effectués au Laboratoire central d'Electricité.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée.

Le Secrétaire général,
J. Tribot-Laspière.

Le Président,
R. Legouëz.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 26, rue de la Baume, Paris (8e). — Téléphone : Elysée 90-80.

DIXIÈME BULLETIN DE 1927.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 4 octobre 1927.

Présents : MM. Eschwège, président d'honneur; H. Cahen, président; Ellissen, Imbs, Vautier, vice-présidents; Brylinski, délégué général ; Marty, secrétaire ; Aubert, Bourrellis, Boutan, du Bousquet, Brachet, Creuzet, Desanges, Devun, Dreyfus, Girousse, Godinet, Javal, de Lachomette, Lebon, Malle, Maroger, Meunier, Moulun, Roy, G. Schlumberger, Sellié, Siegler, Tainturier, Thierry, Watel-Dehaynin.

Absents excusés : M. F. Meyer, Bizet, présidents d'honneur ; Ulrich, vice-président ; Berne, Bouchayer, Courau, Decoux, Duvaux, Hellé, Lépine, Paré, Petsche, Piaton, Pontzen, de la Ville le Roulx.

DISTINCTIONS HONORIFIQUES. — M. le Président a le plaisir de faire part à la Chambre syndicale de la promotion au grade d'officier de la Légion d'honneur de M. Jacques Jourdain, administrateur délégué de l'Energie électrique de Meuse et Marne, et de la nomination au grade de chevalier de M. Lambert Lévy, directeur général de l'Est-Lumière et de M. Rougé, président de la Société générale d'Energie électrique de Châtel-Guyon.

Il adresse à ces collègues les félicitations de la Chambre syndicale et rappelle que M. Lambert Lévy participe depuis longtemps aux travaux des commissions du Syndicat.

M. le Président est heureux également d'annoncer à la Chambre syndicale la promotion au grade d'officier de la Légion d'honneur de M. Grosselin, délégué général de la Société française des Electriciens et lui adresse ses sincères félicitations.

M. le Président prononce ensuite l'allocution suivante :

MES CHERS COLLÈGUES,

» Si la présidence du Syndicat impose quelques charges, elle procure aussi de très grandes satisfactions. Aucune ne pouvait m'être plus agréable que de renouveler en votre nom à tous à notre ami Brylinski toutes nos félicitations et lui exprimer toute la joie que nous a causée son élévation à la dignité de commandeur de la Légion d'honneur.

» Je suis sûr d'être l'interprète de tous nos collègues, présents et absents — car nos trop nombreux collègues absents ont tenu à manifester dans leur lettre leurs regrets particuliers de ne pouvoir s'associer à notre manifestation d'aujourd'hui — en t'assurant, mon cher ami, en cette circonstance de tous nos sentiments de très haute estime et de vive affection qu'ils te portent tous. Ces sentiments ne sont d'ailleurs que l'expression de l'immense gratitude que nous te devons.

» Je ne veux pas retracer aujourd'hui ta vie d'ingénieur et de savant, mais je voudrais simplement résumer en quelques mots ta carrière syndicale.

» Dès 1905, nos collègues d'alors t'appréciaient assez hautement pour te nommer, très jeune, président du Syndicat.

» Après la guerre, lorsque notre dévoué ami Fontaine a voulu se reposer, nous avons pensé que notre organisation syndicale devait prendre une vitalité, une cohésion et une activité encore plus grandes, afin de répondre aux difficultés financières et économiques qui s'annonçaient; nous nous sommes retournés vers toi, nous t'avons demandé de ne pas te contenter d'être président d'honneur, de rentrer dans la bataille et de devenir notre délégué général, c'est-à-dire l'homme d'action du Syndicat.

» Tu as accepté, tu as pris tes fonctions le 29 septembre 1919, c'est-à-dire il y a à peu près exactement huit ans jour pour jour.

» Pendant ces huit années, il n'y a pas eu un jour où tu n'aies été sur la brèche ; avec quelle ardeur, avec quelle foi, avec quelle ténacité tu as défendu nos intérêts partout où ils ont été en jeu, nous le savons tous !

» Aucun règlement, aucun décret, aucun acte concernant notre industrie n'a été étudié et promulgué sans que tu ne sois intervenu à toutes les étapes de la discussion avec ta grande autorité et ton inlassable

activité. Personne mieux que toi ne peut se mouvoir dans le dédale des actes administratifs qui concernent notre industrie.

» Aussi, dans les commissions et dans les comités du Ministère des Travaux publics où s'élaborent réellement la vie et le statut de notre industrie, tes interventions sont toujours hautement appréciées et ton autorité y est énorme et indiscutable.

» Je ne veux pas te rappeler tous les résultats que tu y as obtenus, tous les services que tu nous as rendus. Mais comment ne pas invoquer le plus grand, celui par lequel tu as pour ainsi dire sauvé notre industrie au lendemain de la guerre, alors que la plupart de nos sociétés étaient en véritable péril.

» Pendant de longs mois tu as soutenu une lutte héroïque pour obtenir que nos tarifs varient suivant les variations économiques elles-mêmes et soient fonction d'un index tout à la fois souple et de conception normale.

» Aboutir à la création d'un pareil index peut paraître facile aujourd'hui ; il est entré dans les mœurs. Mais tous ceux qui ont participé à ces luttes savent quels obstacles considérables il a fallu vaincre pour aboutir à la création et à l'adoption de ces tarifs appelés si justement « Tarifs Brylinski » qui ont eu, qui ont encore des répercussions considérables au point de vue économique, financier et social, dépassant même de beaucoup le cadre de notre industrie.

» Rien que pour un pareil service nous devrions tous t'être profondément reconnaissants.

» Ton activité s'est étendue bien plus loin : Commissaire général de l'Exposition de Physique et de T.S.F., Président du Comité électrotechnique français, Délégué général de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, tu portes vaillamment à l'étranger le drapeau des producteurs et distributeurs français d'énergie électrique.

» Aussi, mon cher ami, tous nos collègues unanimement ont désiré te manifester autrement que par des paroles qui s'envolent leurs sentiments d'amitié et de reconnaissance et ils ont décidé de t'offrir un souvenir, qui soit la preuve de la grande reconnaissance et des profonds sentiments d'amitié qu'ils éprouvent tous pour toi. J'espérais pouvoir te remettre aujourd'hui en présence de tous ce bronze du souvenir, puisque c'est un bronze que tu désires, malheureusement tu as été absent tout le mois de septembre en Italie, tu viens seulement de rentrer et nous n'avons pas eu le temps de le choisir. Mais nous l'achèterons ensemble pour être sûr qu'il te plaise ainsi qu'à madame Brylinski. Représentons-nous aujourd'hui son image. J'espère qu'il te rappellera plus tard la très cordiale collaboration de tous les membres de la Chambre syndicale et les sentiments très profonds qu'ils te portent.

» Au nom de tous nos collègues et en mon nom personnel, je te renouvelle, mon cher ami, toutes nos plus vives félicitations. J'y ajoute mes vœux pour que ta collaboration syndicale dure le plus longtemps possible. » (Applaudissements.)

M. Brylinski exprime ses remerciements dans les termes suivants :

« Mon cher Président,
» Mes chers Collègues,

» Je suis profondément ému par les paroles beaucoup trop élogieuses pour moi qui viennent d'être prononcées et par la si cordiale manifestation de sympathie que vous venez de faire en ma faveur. C'est, je le sens bien, beaucoup moins ma personne que l'industrie même de la production et de la distribution de l'énergie électrique que le Gouvernement a voulu honorer en cette circonstance, c'est-à-dire vous tous, car les beaux résultats qui ont été obtenus au point de vue général sont fondés sur le travail si ordonné, si méthodique et si confiant qui se fait en commun au sein de cette Chambre syndicale.

» Je vous remercie de tout cœur des sentiments de véritable et sincère amitié que vous m'avez manifestés déjà individuellement et que vous renouvelez si chaleureusement aujourd'hui ainsi que du magnifique objet d'art que vous m'offrez si généreusement et qui sera pour moi un vivant souvenir de nos longues années de confiante collaboration.

» Je te remercie tout spécialement, mon cher Président, de tout ce que tu as fait pour moi en cette circonstance, et de la confiance constante que tu veux bien me témoigner dans notre collaboration, vieille déjà de sept années, et que tu sais me rendre si agréable.

» A tous de tout cœur, merci encore ». (Applaudissements.)

Comité consultatif. — M. le Président donne lecture à la Chambre syndicale de la lettre du 9 juillet 1927 par laquelle Me Sirey remercie la Chambre syndicale de sa désignation comme rapporteur général du Comité consultatif et de la lettre du 25 juillet 1927 par laquelle Me Guyard informe le Syndicat de sa nomination comme agréé par le Tribunal de Commerce de la Seine en remplacement de Me Taupin et demande à la Chambre syndicale de vouloir bien lui permettre de prendre la place de Me Taupin comme membre du Comité consultatif.

Sur la proposition de M. le Président, la Chambre syndicale nomme M. Guyard membre du Comité consultatif en remplacement de Me Taupin.

Comité d'Electricité. — M. le Président donne lecture à la Chambre syndicale de la lettre par laquelle M. de la Brosse remercie la Chambre syndicale des regrets que M. le Président lui a exprimés de le voir quitter la présidence du Comité d'Electricité.

Direction des Distributions d'Energie électrique. — M. le Président informe la Chambre syndicale que, par décret du 1er octobre 1927, M. Grimpret a été nommé directeur de la Voirie routière, des Forces hydrauliques et des Distributions d'Energie électrique eu

remplacement de M. Magnier, nommé directeur honoraire.

SITUATION FINANCIÈRE. — M. le Délégué général rend compte de la situation financière.

LISTE DES NOUVEAUX ADHÉRENTS. — M. le Président fait part à la Chambre syndicale des propositions d'admissions.

SITUATION DES CHARBONS. — M. le Président donne la parole à M. Nobel.

M. Nobel indique que le fait principal à signaler est le maintien du régime des licences qui avait semblé devoir disparaître assez rapidement. Ces licences sont, d'ailleurs, accordées assez libéralement par le Ministère aux stations centrales s'alimentant en temps normal de charbons d'importation.

M. Nobel informe la Chambre syndicale que les charbons polonais de Silésie arrivent maintenant dans les ports français à des conditions inférieures à celles auxquelles on était parvenu avec les charbons de la Ruhr. Les charbons de Silésie sont de bonne qualité, mais ils subissent une manutention supplémentaire dans le port de Dantzig et ils contiennent un peu de poussier.

Les charbonnages de Silésie offrent des grains à 19 shillings 6 pence « c.i.f. » Rouen.

Les charbonnages français ont fait une baisse officielle extrêmement faible, 2 fr sur les fines brutes, 5 fr sur les fines lavées, 10 fr sur les grains lavés, mais la plupart des mines consentent aux sociétés qui leur prennent du combustible en remplacement des charbons britanniques certaines réductions.

Le stock des mines françaises continue à croître en raison d'une diminution de la consommation.

Les taux des frets fluviaux sont toujours extrêmement élevés.

M. le Président remercie M. Nobel de sa communication.

COMITÉS D'ÉTUDES DE LA CONFÉRENCE INTERNATIONALE DES GRANDS RÉSEAUX ÉLECTRIQUES A HAUTE TENSION. — M. le Délégué général donne connaissance à la Chambre syndicale de la lettre du 2 août 1927 par laquelle l'Union des Syndicats de l'Electricité informe le Syndicat de la création de sept comités d'études de la Conférence internationale des grands Réseaux et lui demande de désigner des délégués pour collaborer aux travaux de ces comités.

Ces comités d'études ont les objets suivants :

Huiles pour transformateurs; matières isolantes; marques de qualité; câbles à haute tension; interrupteurs dans l'huile; amélioration du facteur de puissance; marche en parallèle des centrales.

La Chambre syndicale exprime l'avis qu'il est désirable que le Syndicat ne reste pas à l'écart des travaux de ces comités et demande à M. le Délégué général d'inviter les principales sociétés adhérentes à désigner quelques membres du Syndicat qui seraient spécialement compétents dans une ou plusieurs des questions ci-dessus et qui voudraient bien collaborer aux travaux de ces comités.

M. le Délégué général rappelle que la question des statistiques internationales sera également étudiée par un comité d'études de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension, mais, dans ce dernier comité, c'est l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique qui sera représentée par deux délégués.

CONGRÈS DE 1929. — M. le Délégué général donne lecture à la Chambre syndicale de la lettre du 9 août 1927 par laquelle le Conseil d'organisation de l'Exposition de Barcelone informe le Syndicat que l'Exposition internationale qui se tiendra à Barcelone en 1929 attachera un intérêt tout particulier aux manifestations des progrès des industries électriques et demande si le Syndicat ne serait pas disposé à envisager la tenue de son Congrès dans cette ville en 1929.

La Chambre syndicale apprécie très vivement l'aimable proposition du Conseil d'organisation de l'Exposition de Barcelone, mais elle se trouve dans l'impossibilité d'y donner une suite favorable en raison du fait que les Congrès du Syndicat, qui sont des congrès essentiellement nationaux, ne peuvent être tenus sur un territoire étranger.

CONGRÈS DE 1928 DE L'UNION INTERNATIONALE DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ENERGIE ÉLECTRIQUE. — M. le Délégué général donne lecture à la Chambre syndicale de la lettre du 3 octobre 1927 par laquelle l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique transmet au Syndicat la liste des questions portées à l'ordre du jour de son deuxième congrès qui aura lieu au cours de l'été de 1928.

M. Brylinski a été désigné comme rapporteur général pour la question de la coexistence des lignes d'énergie et des lignes de télécommunication et M. Imbs comme rapporteur général des travaux de la Commission des Lampes.

L'Union internationale demande à la France de désigner un rapporteur général pour la question du dépoussiérage des fumées de centrales et pour la question des applications de l'électricité à l'agriculture dans les différents pays.

La Chambre syndicale désigne M. Arrighi de Casanova comme rapporteur général de la première question et M. Bitouzet comme rapporteur général de la deuxième question.

M. le Président rappelle que l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique a été créée sous l'inspiration de la France et, particulièrement, de M. Eschwège. Le premier Congrès de l'Union s'est réuni à Rome en 1926 et tous les congressistes ont gardé le souvenir de la somptuosité et de la cordialité avec lesquelles ils ont été reçus par les collègues italiens. C'est donc à notre Syndicat qu'il impor-

tera de prendre l'initiative des réceptions et du voyage qui pourraient être organisés à l'occasion du Congrès de l'Union.

M. le Président demande, en conséquence, à M. le Délégué général de préparer, pour l'une des prochaines séances de la Chambre syndicale, un programme des réceptions à Paris et d'un voyage pour la visite des principales installations électriques de France, et d'établir en même temps l'état probable des dépenses qui résulteront de l'exécution de ce programme.

Taxe sur le chiffre d'affaires a l'importation. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale de deux arrêts de la Cour de Cassation du 5 juillet 1927 qui ont décidé que l'impôt établi par l'article 72 de la loi du 25 juin 1920 sur les objets et marchandises importés de l'étranger en France était dû sur l'énergie électrique importée et que l'exemption de la taxe sur le chiffre d'affaires prévue à l'article 69, 3°, de la même loi au profit des concessionnaires de services publics tenus d'appliquer à leur clientèle des tarifs fixés ou homologués par l'autorité compétente ne pouvait être étendue à la taxe à l'importation. Le texte de ces arrêts a été communiqué aux membres actifs du Syndicat par la circulaire n° 74 du 1er août 1927.

Statut du personnel. — M. le Président informe la Chambre syndicale que la Chambre des Députés a adopté sans discussion, dans sa séance du 12 juillet 1927, le projet de loi ayant pour objet l'insertion de clauses relatives au statut du personnel dans les cahiers des charges des concessions de gaz et d'électricité.

Suppression des fumées industrielles. — M. le Président fait part à la Chambre syndicale de l'adoption par la Chambre des Députés, le 13 juillet 1927, de la proposition de loi tendant à la suppression des fumées industrielles.

Remise de la tension sur une ligne. — M. le Délégué général donne connaissance à la Chambre syndicale des réponses reçues des associations de producteurs et de distributeurs d'énergie électrique d'Allemagne, de Belgique, d'Espagne, de Grande-Bretagne, des Pays-Bas et de la Suisse sur les procédés employés pour la remise de la tension en cas de déclenchement d'un disjoncteur à haute tension. Il résulte de ces réponses que le procédé employé généralement consiste à essayer de remettre la tension après un intervalle très court.

Commission électrotechnique internationale. — M. le Délégué général rend compte de la session de la Commission électrotechnique internationale qui s'est tenue en Italie en septembre 1927 et qui a été suivie d'un très beau voyage offert par les électriciens italiens.

Au cours de cette session ont été discutées diverses questions de normalisation, notamment les questions relatives à la tension d'essai des isolateurs, à la liste des tensions normales et à la réglementation des lignes.

Une demande avait été adressée à la Commission électrotechnique internationale pour l'inviter à se charger de la coordination de tous les travaux des associations internationales. Dans une réunion tenue le 7 septembre à Bellagio, il a été décidé de créer un comité d'entente qui se réunirait de temps à autre et qui aurait pour but de tenter d'établir une certaine coordination entre les travaux des diverses associations internationales en évitant le plus possible les doubles emplois. Les associations internationales intéressées seront invitées à désigner deux membres à ce comité d'entente.

Propagande en faveur des véhicules électriques. — M. le Président donne lecture à la Chambre syndicale de la lettre du 21 septembre 1927 par laquelle la Société pour le Développement des Véhicules électriques communique au Syndicat un programme de propagande en faveur des véhicules électriques.

La Chambre syndicale décide que ce programme sera porté à la connaissance des membres actifs du Syndicat.

Statistiques de tension et tarification de l'énergie électrique. — M. le Délégué général donne lecture à la Chambre syndicale des documents adressés par la Société Phœbus à la Commission des Lampes de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique concernant les statistiques de tension relatives aux divers pays. Cette société exprime le désir d'obtenir, en ce qui concerne la France, la répartition des différentes tensions en pour cent des kilowatts-heures distribués.

M. le Délégué général donne également connaissance à la Chambre syndicale d'une notice sur les tarifs pour le courant d'éclairage en vigueur aux Pays-Bas que la Commission des Lampes de l'Union internationale a transmise au Syndicat en lui exprimant le désir de recevoir une notice identique en ce qui concerne la France.

La Chambre syndicale décide que ces différents renseignements seront demandés aux membres actifs du Syndicat.

Ecole supérieure d'Electricité. — M. le Président donne lecture à la Chambre syndicale de la lettre du 1er juillet 1927 par laquelle la Société française des Electriciens expose qu'elle fait en ce moment, en étroite collaboration avec la Société pour favoriser le Développement du Haut-Enseignement de l'Electrotechnique en France, un effort considérable pour réunir le complément de ressources indispensables à l'achèvement de la nouvelle École supérieure d'Electricité. Elle demande au Syndicat de vouloir bien appuyer ses démarches auprès des sociétés adhérentes pour les décider soit à prendre part à l'augmentation de capital de la Société pour favoriser le Développement du Haut-Enseignement de l'Electrotechnique en France, soit à lui apporter des subventions.

M. le Délégué général précise que la construction de l'Ecole supérieure d'Electricité est terminée, que les ressources demandées actuellement ont pour but de doter cette Ecole des appareils nécessaires à son fonctionnement et qu'il serait désirable que l'acquisition de ces appareils pût être faite le plus rapidement possible.

PROTECTION DES CABLES TÉLÉPHONIQUES CONTRE LA CORROSION DUE A L'ÉLECTROLYSE OU AUX ACTIONS CHIMIQUES. — M. le Délégué général communique à la Chambre syndicale un projet de directives sur la protection des câbles téléphoniques contre la corrosion due à l'électrolyse ou aux actions chimiques qui a été établi par le Comité consultatif international des Communications téléphoniques à grande Distance.

RÉGIME FISCAL DES TANTIÈMES, JETONS DE PRÉSENCE ET RÉMUNÉRATIONS DIVERSES DES ADMINISTRATEURS DE SOCIÉTÉS. — M. le Délégué général donne connaissance à la Chambre syndicale d'une note de « l'Information financière » résumant le régime fiscal actuel des tantièmes, jetons de présence et rémunérations diverses des administrateurs de sociétés.

EXPOSITION D'APPAREILS ÉLECTRIQUES A SOFIA. — M. le Délégué général donne lecture à la Chambre syndicale de la lettre du 2 septembre 1927 par laquelle l'Union des Syndicats de l'Electricité transmet au Syndicat une note du Consulat général de Bulgarie relative à une exposition d'appareils électriques organisée par l'Ecole nationale technique d'Electricité, de Télégraphie et de Mécanique de Sofia pour le commencement de l'année scolaire 1927-1928.

COMMISSION TECHNIQUE. — M. le Secrétaire rend compte de la réunion de la Commission technique du 19 juillet 1927.

CERCLE DES ÉLÈVES INGÉNIEURS DE L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE DE GRENOBLE. — M. le Délégué général donne connaissance à la Chambre syndicale de la lettre du 28 septembre 1927 par laquelle le Cercle des élèves ingénieurs de l'Institut électrotechnique de Grenoble demande au Syndicat de faire partie de son Comité d'honneur.

La Chambre syndicale décide de donner une réponse favorable à cette demande.

FOURNITURE DE GROUPE DIESEL EN YOUGOSLAVIE. — M. le Délégué général donne connaissance à la Chambre syndicale de la lettre du 1er octobre 1927 par laquelle l'Office national du Commerce extérieur transmet au Syndicat une note relative à l'adjudication de la fourniture d'un groupe Diesel, moteur et générateur, en Yougoslavie.

UNION INTERNATIONALE DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ENERGIE ÉLECTRIQUE. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale la circulaire du 15 juillet 1927 de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique.

CIRCULAIRES ENVOYÉES AUX MEMBRES ACTIFS DEPUIS LA DERNIÈRE SÉANCE. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale des circulaires envoyées aux membres actifs depuis la dernière séance :

Circulaires nos 69, 71, 80, 81, 83, 85, 86, 87, 88. — Concessions de transport et de distribution d'énergie électrique.

Circulaire n° 70. — Remise de la tension sur une ligne.

Circulaire n° 72. — Conférence internationale des grands Réseaux à haute Tension.

Circulaire n° 73. — Distribution d'énergie électrique (plaques de sécurité).

Circulaire n° 74. — Paiement de la taxe à l'importation sur l'énergie électrique.

Circulaire n° 75. — Index économique électrique.

Circulaire n° 76. — Electrification rurale.

Circulaires nos 77, 82, 84. — Règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie.

Circulaire n° 78. — Recensement des électriciens. Aviation.

Circulaire n° 79. — Chantiers de construction et d'entretien des entreprises de distribution et d'énergie électrique. Arrêté technique. Plaques de sécurité.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ. — M. le Président communique à la Chambre syndicale les circulaires reçues de ce Syndicat depuis la dernière séance.

GROUPEMENT DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ENERGIE ÉLECTRIQUE D'ALSACE ET DE LORRAINE. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale des circulaires reçues de ce groupement depuis la dernière séance.

BIBLIOGRAPHIE. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale l'Annuaire 1927 de la Confédération générale de la Production française.

DOCUMENTS OFFICIELS. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale les documents officiels et parlementaires parus depuis la dernière séance. Cette liste sera publiée dans la « Revue générale de l'Electricité ».

Extrait du procès-verbal de la réunion de la Commission technique du 18 octobre 1927.

Présents : MM. Tainturier, président ; Brylinski, délégué général ; Marty, secrétaire ; Brillouin, Buffet, Daguerre, Drouin, Farlet, Girard, Hainglaise, Hainne, de Massias, Maurer, Méty, Munier, Pierron, Polack, Rabinovici, A. Schlumberger, Villiers.

Absents excusés : MM. Bizet, Delamarre, Girousse, Lebaupin, Paré, Rieunier, Sekutowicz.

Précautions contre les effets de la foudre. — M. Girard, rapporteur. — M. Girard donne lecture à la commission de sa note sur les effets produits par les décharges atmosphériques sur des installations électriques et sur les dispositifs de protection pouvant être envisagés.

M. Girard a retiré de tous ces accidents la conclusion que les dégâts causés par les décharges atmosphériques sur les installations seront d'autant moins importants qu'on offrira au fluide atmosphérique la possibilité de l'écoulement au sol sans pour cela que le circuit créé à cet effet ait une conductance importante.

Il suggère à la Commission technique d'adresser un questionnaire aux principaux distributeurs d'énergie électrique afin d'avoir leur opinion sur les différents procédés qu'il propose pour protéger les lignes à haute tension et les réseaux à basse tension contre les effets de la foudre.

Il résulte des échanges de vues qui ont lieu entre les membres de la commission que le nombre des accidents de personnes résultant de coups de foudre sur les installations électriques est extrêmement faible et que la meilleure protection pour les réseaux consiste dans la mise du neutre à la terre.

Sous ces réserves, la commission demande à M. Girard de préparer un questionnaire qui sera adressé aux membres actifs du Syndicat.

Maximum de température des câbles sous caoutchouc. — M. le Président rappelle à la commission que par une lettre du 19 mai 1927 l'Union des Syndicats de l'Electricité avait demandé au Syndicat de lui faire connaître s'il était d'avis de remanier le tableau des maxima de densité de courant qui figure dans le règlement 137, d'adopter les conclusions du Laboratoire central d'Electricité sur les échauffements des conducteurs isolés au caoutchouc sous réserve de limiter le maximum de température admissible et en attendant la réalisation d'essais spéciaux à effectuer par le Laboratoire central d'Electricité d'adopter comme maximum de température admissible celui de 60°C déterminé par les Allemands.

Après avoir pris connaissance des réponses reçues de divers membres, la commission décide de répondre affirmativement aux trois questions posées, étant entendu que le caoutchouc employé dans les canalisations devra être de qualité au moins aussi bonne que les câbles qui ont servi aux essais du Laboratoire central d'Electricité et sous réserve également de l'importante observation suivante :

La température de 60°C admise comme maximum ne suffit pas à définir la densité de courant à admettre puisque la température qu'atteindront les conducteurs en service sera approximativement la somme de la température de l'endroit où ils seront posés et de leur échauffement. Il faut, par conséquent, pour déterminer les densités de courant admissibles admettre un échauffement déterminé et comme la température de 30°C est fréquemment atteinte dans nombre de cas, la commission estime que les densités de courant à admettre doivent être basées sur un échauffement de 30°C.

Cette conclusion conduit, pour les fils, à des densités de courant qui peuvent atteindre pour les faibles sections le double, le triple et même le quadruple des valeurs actuellement admises.

Il semble que si, au point de vue de la conservation de l'isolant et à celui des dangers d'incendie, cela ne présente aucun inconvénient, il n'en est pas de même pour ce qui concerne ce qu'on peut appeler la capacité de développement de l'emploi des récepteurs de certaine puissance dans les installations intérieures, qui est fonction de la chute de tension dans les conducteurs.

On pourrait, par exemple, charger sans danger d'incendie un fil de 9/10 mm à 10 A environ, mais si l'on voulait pratiquement réaliser une telle installation la chute de tension qu'on obtiendrait ne permettrait ni un rendement convenable des lampes, ni un fonctionnement satisfaisant des fers à repasser et autres appareils d'applications domestiques, et la capacité de développement dont il est question plus haut serait compromise.

Il serait bon, dans ces conditions, d'apporter à la règle du maximum d'échauffement de 30°C, qu'il paraît raisonnable d'adopter, la restriction actuelle du minimum de section à employer dans les installations intérieures, c'est-à-dire de prohiber l'emploi du fil d'un diamètre inférieur à 12/10 mm.

Remise de la tension sur une ligne. — M. Polack, rapporteur.

M. Polack donne lecture à la commission du rapport qu'il a rédigé sur la remise de la tension sur une ligne.

La commission adopte les conclusions de ce rapport et remercie M. Polack d'avoir bien voulu rédiger le texte publié ci-après.

Sur la remise de la tension sur les lignes.

Les réponses des sociétés se classent en deux catégories bien nettes : celles envoyées par des sociétés distribuant par lignes souterraines, celles envoyées par des sociétés distribuant par lignes aériennes.

Dans la première catégorie, 40 pour 100 essayent une remise sous tension progressive, 20 pour 100 font d'abord une mesure d'isolement, les 40 pour 100 autres opèrent d'une manière ou de l'autre, suivant la violence de l'à-coup ou la nature du câble.

Dans la deuxième catégorie, toutes les sociétés font des essais à la tension normale : au nombre de 1 (29 pour 100), de 2 (29 pour 100) ou de 3 (42 pour 100), à des intervalles qui varient de quinze secondes à cinq minutes et même dix minutes, mais qui sont le plus souvent de deux ou trois minutes. Parmi ces sociétés, trois seulement font des

recherches avant de remettre la tension dans le cas de courts-circuits particulièrement violents. Une seule, l'Union d'Electricité, procède toujours à des essais de mise en tension progressive (mais son cas est tout à fait spécial : lignes en très petit nombre et sans ramification).

Les méthodes employées par toutes ces sociétés présentent donc une analogie frappante dans chacun des deux groupes et une différence non moins frappante entre l'un et l'autre groupe. Ceci s'explique d'ailleurs facilement; en effet, dans le cas de canalisations aériennes, la très grosse majorité des défauts est produite (ainsi que le notent plusieurs réponses) par des causes qui disparaissent presque immédiatement (oiseaux, branches d'arbres, coups de foudre, etc.) (la proportion de ces interruptions est évaluée, par les quelques sociétés qui ont donné des indications sur ce point, entre 0,8 et 0,96 du total); au contraire, dans les réseaux souterrains, un déclenchement indique, presque toujours, un défaut qui subsiste; un essai de remise du courant, qui est généralement infructueux dans les réseaux souterrains, réduit donc au contraire, le plus souvent, l'interruption à une durée infime dans les réseaux aériens. Par suite, c'est seulement pour ces derniers que la question de la remise sous tension se pose vraiment.

Les réponses reçues montrent qu'il parait impossible de renoncer à cette manière de faire qui seule permet l'exploitation des réseaux aériens, dans des conditions admissibles. Il ne faut pas oublier, en effet, que si les interruptions sont en majorité de courte durée, leur nombre est grand et très supérieur à celui des interruptions sur les réseaux souterrains; ce n'est que par la réduction de leur durée au strict minimum qu'une marche suffisamment régulière peut être obtenue. Est-il possible, dans l'état actuel de la technique, d'employer des méthodes d'exploitation qui, tout en tenant compte de cette nécessité, paraissent plus satisfaisantes que celles actuellement en usage d'une façon absolument générale? L'uniformité des réponses reçues ne permet guère de l'espérer.

La mise sous tension progressive est, presque toujours, inapplicable (à l'exception des lignes de transport sans ramification); elle nécessiterait, en effet, des appareils importants dans tous les nœuds du réseau et le personnel nécessaire pour les manœuvrer ce qui est irréalisable pour des réseaux ramifiés, même dans des régions industriellement denses et, à fortiori, dans des régions agricoles. Notons, d'ailleurs, que cette méthode répond d'une façon très insuffisante aux préoccupations qui ont motivé la question posée, car elle n'évite que dans une certaine mesure le risque d'accident : une personne restée en contact avec la ligne serait en très grand danger, même si la tension était montée progressivement au lieu d'être mise brusquement.

Il est d'ailleurs très probable que les personnes qui n'auraient pas été directement atteintes par une chute de fil se garderont de toucher immédiatement au fil tombé; il est donc préférable d'employer une méthode d'essai telle que la période dangereuse soit celle qui suit immédiatement le déclenchement plutôt qu'une autre qui, par suite du délai nécessaire pour sa préparation, reporte le danger à quelques minutes plus tard.

Quant à la mesure d'isolement, si utile dans les réseaux souterrains, elle ne donne à peu près jamais de résultat dans les réseaux aériens étant donné la nature des défauts qui se produisent sur ces réseaux, nombre d'entre eux ne sont, en effet, pas accompagnés d'une réduction de l'isolement, alors que des isolements très faibles sont relevés par temps humides, sur des lignes en bon état; aussi cette méthode bien connue de tous n'est-elle pratiquement pas employée; elle entrainerait d'ailleurs des pertes de temps considérables (ou des risques sérieux pour le personnel si toutes les consignations nécessaires n'étaient pas faites avant toute mesure).

La seule manière actuellement imaginable d'éviter complètement les risques que peut entraîner la remise sous tension serait donc, en dernière analyse, la visite détaillée des installations avant toute remise du courant. Mais cette manière de faire entraînerait une radicale impossibilité d'exploitation si elle était employée d'une manière générale sur des réseaux étendus, des visites de plusieurs heures ne devant dans la majorité des cas, que permettre de constater que la remise du courant au bout de quelques secondes aurait pu être faite sans danger. Il en serait tout particulièrement ainsi si on prétendait éviter, pour accroître la sécurité, les retards dans les déclenchements qui permettent seuls, d'assurer une sélection convenable. Ceux-ci entraînent nécessairement des délais de plusieurs secondes entre l'accident et la coupure du courant, mais en l'absence de toute temporisation, les disjoncteurs en cascade fonctionnent dans un ordre quelconque, en cas de court-circuit franc, la zone intéressée en est considérablement accrue et la recherche du défaut rendue extrêmement longue et laborieuse. L'évaluation, d'après des statistiques d'exploitation, des durées d'interruption en un point qui résulterait de telles manières de faire conduit à des chiffres réellement inadmissibles et qui ne pourraient très certainement être tolérés, même par la clientèle la moins exigeante.

Peut-on du moins essayer de renoncer à la remise du courant sans visite préalable dans les seuls cas suspects? Non malheureusement, car rien ne permet de distinguer les cas où il y a danger pour les personnes, le contact même ne peut se reconnaître; la violence du court-circuit n'est, en effet, en aucune façon, un indice à ce point de vue, car l'intensité n'est pas plus forte qu'en cas de contact avec une branche d'arbre, par exemple; dans certaines conditions, elle peut même être insuffisante, d'ailleurs, pour faire fonctionner les disjoncteurs.

A fortiori, ne peut-on reconnaître les cas où il y a simplement danger et il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que les défauts qui n'entraînent aucun déclenchement ne sont pas nécessairement les moins dangereux, et que les accidents consécutifs à une remise sous tension n'entrent que pour une faible partie dans le nombre des accidents causés par l'électricité.

On peut donc conclure que, si désirable que soit l'utilisation de méthodes réduisant au minimum les risques d'accidents de personnes, l'essai sous tension des lignes aériennes après déclenchement est une nécessité pratique absolue pour les réseaux aériens; son interdiction irait à l'encontre des efforts actuellement réalisés de tous côtés pour améliorer la régularité de fonctionnement des distributions par l'emploi de méthodes perfectionnées (réenclenchements automatiques, amélioration de la sélection, etc.); elle augmenterait dans de telles proportions la durée des interruptions qu'il s'en suivrait, sans aucun doute, un mouvement extrêmement vif de mécontentement parmi la clientèle de plus en plus nombreuse des distributions d'énergie et des réclamations très véhémentes de cette clientèle. Sauf perfectionnements encore inconnus, nous estimons que l'augmentation de la sécurité sera obtenue surtout en construisant les ouvrages aussi solidement que possible (emploi de supports imputrescibles, de conducteurs de section suffisante, etc.) et en supprimant les causes d'accidents connues, notamment les arbres, dont l'existence au

voisinage des lignes est la cause la plus fréquente de rupture des fils.

M. le Délégué général informe la commission qu'il résulte des réponses reçues de divers pays étrangers que l'usage le plus répandu est de refermer le disjoncteur peu de minutes après l'interruption.

Consignes en cas d'incendie. — M. le Président rappelle que les prescriptions relatives aux mesures à prendre en cas d'incendie qui sont en vigueur à la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité ont été communiquées aux membres de la commission. Il donne lecture de la lettre du 25 juillet par laquelle le Sud-Lumière appelle l'attention du Syndicat sur l'utilité d'établir des consignes à donner aux communes en cas d'incendie au voisinage immédiat de lignes sous tension.

La commission décide de procéder à une étude d'ensemble des consignes en cas d'incendie. Elle exprime le désir d'obtenir du Groupement des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique d'Alsace et de Lorraine le projet préparé par l'un des secteurs appartenant à ce groupement et demande à M. le Délégué général de se procurer auprès de l'état-major des sapeurs-pompiers de Paris les règlements qui ont dû être édictés sur la façon de procéder soit sur la voie publique, soit à l'intérieur d'immeubles sinistrés lorsque l'on se trouve à proximité de canalisations électriques.

Protection des circuits. — M. le Président donne connaissance à la commission de la lettre du 17 octobre 1927 par laquelle M. Buffet, président de la huitième Commission de l'Union des Syndicats de l'Electricité, signale au Syndicat l'intérêt qu'il y aurait à ajouter aux règles à appliquer dans les installations intérieures une prescription permettant de protéger les circuits dépendant de sources différentes et alimentant une même installation et les circuits d'installation pour lesquels il est indispensable de ne jamais intervertir le sens du courant.

La Commission technique se déclare d'accord sur l'utilité d'insérer dans le futur règlement 137 soumis actuellement à l'examen du Comité d'Electricité du Ministère des Travaux publics une prescription relative à la protection des circuits.

Liste des nouveaux adhérents.

Membres adhérents :

MM. Lafontaine (Lambert), directeur de la Société de Transport d'Energie électrique de l'Est, 15, rue de Milan, Paris (9e), présenté par MM. H. Cahen et E. Brylinski.

Rey (Jacques), directeur de la Société des Forces motrices de la Loue, 2, rue Granvelle, Besançon (Doubs), présenté par MM. Bouzereau et Conrad.

Membre associé :

M. Maes (Léopold-Alphonse), ingénieur électricien, 186, rue Jolly, Bruxelles, présenté par MM. H. Cahen et E. Brylinski.

SYNDICAT GÉNÉRAL DE LA CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE

Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

Neuvième Bulletin de 1927.

Sommaire : Conseil de direction. Réunion du 16 juin 1927. Procès-verbal, p. 194 U.

Conseil de Direction. Réunion du 16 juin 1927. Procès-verbal.

La séance est ouverte à 16 h 30 sous la présidence de M. Charles Laurent.

Sont présents : MM. E. Bader, L. Callou, P. Eschwège, W. Grunberg, R. Hecker, M. Koch, A. Lévis, M. Meyer, E. Minvielle, M. Saurel, E. Schwarberg, J. de Traz, G. Weissmann, C. Zetter, délégué général.

Excusés : MM. Jean Rey, F. Cellerier, L. Lacarrière, C. Mildé, C. Iung, B. van Muyden.

M. Dorvault, secrétaire administratif, assiste à la séance.

Procès-verbal. — Le procès-verbal de la réunion du 19 mai est adopté.

Communications administratives. — *Fédération de la Mécanique.* — A la suite de son admission, le Syndi-

cat des Appareils ménagers électriques a été invité à désigner un représentant à l'Assemblée générale de la Fédération de la Mécanique.

M. W. Grunberg, président de ce syndicat, a été proposé, en conséquence, comme nouveau délégué du Syndicat général et admis à ce titre, lors de la dernière réunion du Conseil de la Fédération.

Questions douanières. — Le conseil entend un exposé de M. Hecker, président de la Commission des Douanes, sur l'état des questions douanières actuellement en cours, tant au point de vue des négociations avec les divers pays — et particulièrement avec l'Allemagne — qu'au point de vue du vote du tarif général des douanes.

Le Délégué général rappelle que la teneur des modifications apportées par la Commission des Douanes de la Chambre au projet du tarif douanier, imprimée par les soins de la Fédération de la Mécanique, a été envoyée aux membres de la Commission des Douanes du Syndicat avec le texte du discours de M. François Poncet à la Chambre, le 12 mai dernier.

Transport des transformateurs a bain d'huile. — En conclusion des entretiens qui ont eu lieu au cours de ces derniers mois, sur l'initiative de M. Schwarberg, entre les représentants de la construction électrique qui étaient, avec lui-même, MM. Achard, André, Dormont, et les représentants des réseaux de chemins de fer : M. Calot, président de la Conférence des Chefs des réclamations, MM. Bollée, de Casteras et Chapie, des instructions vont être communiquées au personnel des réseaux, de façon à entrer en vigueur vraisemblablement vers le 1er juillet.

Ces instructions reprennent, à l'égard des transformateurs de puissance inférieure à 50 kv-a, les dispositions adoptées en 1922 et, à l'égard des transformateurs d'une puissance supérieure à ce chiffre, les conclusions du rapport de MM. Bollée et Dormont.

Le conseil décide que le texte en sera publié dans un prochain numéro de la « Revue générale de l'Electricité » et qu'en outre, un tirage à part en sera fait, pour pouvoir répondre aux demandes assez fréquentes que reçoit le Syndicat touchant cette documentation. Le prix de vente en sera établi selon les frais d'impression.

Tarification de l'énergie électrique. — M. Cognet, membre du Syndicat des Appareils ménagers électriques, spécialement convoqué, expose la question de la tarification de l'énergie électrique et celle de l'établissement de l'index économique.

Il estime qu'il faut s'attacher à développer toutes les applications de l'électricité, ce qui permettrait l'abaissement du prix de revient du courant et une tarification unique quelle qu'en soit l'utilisation.

Après échange de vues, le conseil pense que la question est de la compétence de la commission qui vient de refondre la réglementation de la marque AP-EL pour en faire une seule marque de qualité (AP-EL-U. S. E.) avec celle qu'avait établie l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Le fonctionnement de ces marques de qualité doit avoir, en effet, pour résultat de provoquer la diffusion, dans le public, des appareils d'application domestique.

Il sera, en conséquence, demandé à cette commission de poursuivre très activement ses travaux et, en outre, M. de la Ville le Roulx observant qu'aucun membre du Syndicat général n'y figure, il lui sera demandé de s'adjoindre un ou deux représentants du Syndicat.

Ecole supérieure d'Electricité. — Le Délégué général qui, sur la demande du Président, a assisté le 14 juin à l'Assemblée générale de la Société pour favoriser le Développement du Haut-Enseignement de l'Electrotechnique en France, dont le Syndicat est actionnaire, fait part au conseil de la visite des nouveaux locaux de l'Ecole supérieure d'Electricité, avenue Pierre-Larousse, à Malakoff, à laquelle ont pris part également d'autres membres du conseil.

Cette visite a montré combien l'installation de ces locaux avait été largement et judicieusement conçue dans toutes ses parties. L'aménagement en sera terminé pour la rentrée des élèves en octobre prochain.

Remise des récompenses. — Le 11 juin a eu lieu, à la salle Hoche, la cérémonie de distribution des récompenses organisée par l'Union des Syndicats de l'Electricité, sous la présidence de M. Crehange, délégué du ministre du Travail.

Les récompenses attribuées cette année comportent 6 médailles d'honneur du Travail, en vermeil, 75 en argent, 26 médailles du Syndicat, en argent et 85 en bronze.

Travaux des Commissions. — La *Commission des Douanes* s'est réunie le 28 mai sous la présidence de M. Hecker qui a donné des indications très intéressantes sur les négociations économiques qui doivent amener à la conclusion d'un accord économique définitif avec l'Allemagne, et sur l'état de la discussion du tarif douanier devant la Commission des Douanes de la Chambre.

Il a fait approuver, par la Commission, la réponse au Ministère du Commerce au sujet des réclamations du gouvernement suisse.

Correspondance. — Le Délégué général fait part de la correspondance suivante :

— Lettre de la Ligue franco-anglo-américaine contre le cancer, 2, avenue Marceau, à Paris, demandant l'aide des industriels et commerçants pour la diffusion, parmi leur personnel, des notions élémentaires concernant la propagande contre le cancer.

Des tracts et des affiches peuvent être envoyés sur simple demande.

— Annuaire de l'Unis-France 1927.

— Annuaire de l'Electricité Camille Rousset 1927.

QUESTIONS DIVERSES. — *Taxe d'apprentissage.* — M. Mildé a été chargé, par le Comité départemental de l'Enseignement technique, de l'examen d'un certain nombre de dossiers relatifs à la taxe d'apprentissage.

MM. Marcel Meyer et Westercamp lui ont été adjoints pour cet office.

Le Délégué général rappelle à ce sujet que le Syndicat est à la disposition des membres des Syndicats affiliés pour leur donner tous éclaircissements sur leurs taxations et sur les exonérations qui leur seront accordées.

Les effets de la crise industrielle dans la construction électrique. — « La Journée industrielle » du 28 mai a publié un article reproduit par la « Revue générale de l'Electricité » du 4 juin 1927, résumant une enquête du Syndicat sur la situation de l'industrie.

EXPOSITIONS ET MANIFESTATIONS DIVERSES. — *Salon du Foyer.* — Une exposition particulière du feu, de l'eau et du froid dans leurs applications ménagères sera organisée par la Fédération des Syndicats d'Appareils et Produits ménagers et des professionnels de l'Art ménager, du 28 octobre au 30 novembre 1927, aux halls de l'Electricité du parc des Expositions.

Foire de Lille. — La quatrième Foire commerciale et internationale du Nord de la France, à Lille, aura lieu en avril 1928.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 17 h 30.

Le Délégué général,
C. ZETTER.

Le Président,
C. LAURENT.

SYNDICAT DES CONSTRUCTEURS DE MACHINES ÉLECTRIQUES

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

DIXIÈME BULLETIN DE 1927.

Procès-verbal de la réunion du 18 octobre 1927.

La séance est ouverte à 14 h 30, sous la présidence de M. Deramat, président.

Sont représentés les établissements suivants :

Maison Breguet (M. Callou); Etablissements Drouard Veuve et Gillot (M. Gillot); Edoux Samain (M. Gavois); Compagnie Electro-Industrielle (MM. Alexandre et de Pistoye); Compagnie Electro-Mécanique (M. Widmer); MM. Eve et Noizet (M. Eve); Hillairet (M. Planque); Forges Jeumont (M. Puig); Société des Moteurs Lilliput (M. de Soucy), Société Gramme (M. Deramat); Ateliers Roche-Granjean (M. Roche-Grandjean); Universel Electric (M. Roulland); Sautter-Harlé (M. Cassegrain et Harlé); Thomson-Houston (M. Lemonon).

Excusés : M. Isselin (Etablissement Lyon-Dauphiné).

M. Zetter, délégué général, assiste à la séance, ainsi que Mlle Grün, secrétaire technique.

PROCÈS-VERBAL. — Le procès-verbal de la réunion du 18 juillet est adopté.

CORRESPONDANCE. — Correspondance relative à des demandes d'admission temporaire de matériel, la première émanant de la Société d'Applications et de Fabrications industrielles et concernant les induits et carcasses de bobines inductrices destinées au rebobinage et à l'imprégnation en vue de la réexportation;

La seconde, des Etablissements Ernest Heckel de Sarrebrück, relative au matériel constituant l'équipement électrique de 2 chariots porteurs à cabine de manœuvre. Après consultation du Président, ces demandes étant parvenues pendant les vacances et ne pouvant attendre une réunion du Syndicat, il a été décidé de ne pas s'y opposer.

Toutefois, en ce qui concerne la seconde, il a été spécifié que le Syndicat acceptait à condition que les Etablissements Ernest Heckel n'aient pas l'habitude de faire une pareille demande pour le matériel qu'ils emploient.

— Lettre de l'Office national du Commerce extérieur au sujet de l'installation de réseaux électriques de distribution en Irlande.

— Lettre du Gouvernement général de l'Indo-Chine (Protectorat du Cambodge) demandant l'envoi de catalogues et tarifs de machines électriques. Cette demande a été communiquée aux adhérents; des réponses assez nombreuses sont parvenues, qui ont été communiquées au Gouvernement général de l'Indo-Chine.

— Lettre de la Société pour le Développement des Véhicules électriques remerciant de la désignation de

M. Bader comme représentant du Syndicat des Constructeurs de Machines électriques aux réunions de propagande organisées par la Société.

— Lettre du Consulat général de Bulgarie informant que l'Ecole nationale technique d'Electricité, de Télégraphie et de Mécanique de Sofia organise une exposition permanente de petites machines électriques.

— Lettre de la Chambre de Commerce de Paris faisant part de son changement d'adresse.

L'Office national du Commerce extérieur a adressé une liste détaillée des soumissionnaires et des prix faits à l'adjudication qui a eu lieu le 12 juillet à Bucarest pour la fourniture d'alternateurs pour l'arsenal de Bucarest; ces prix sont communiqués aux adhérents.

Demande d'admission a la marque Unis-France. — La maison Bertrand père et fils, fabricants de petits moteurs électriques, a demandé son admission à la marque Unis-France, l'enquête a été confiée à M. Ragonot qui a donné un avis favorable. Le Syndicat se range à cet avis.

Les Etablissements Saint-Chamond-Granat ont également demandé une formule d'admission à la marque Unis-France.

Tarif des douanes. Accord commercial franco-allemand. — Une circulaire comportant des extraits des décrets des 26 et 30 août 1927, en ce qui concerne le matériel électrique, a été adressée à tous établissements du Syndicat.

Tarif d'arrêté préfectoral concernant les installations électriques a l'intérieur des immeubles. — Comme suite aux pourparlers engagés précédemment par MM. Cassegrain, Mildé et Roche-Grandjean et en exécution de la décision prise lors de la dernière réunion, M. Scharberg, délégué à la Commission supérieure du Contrôle de l'Electricité à l'Hôtel de Ville, a adressé au Président de ladite Commission une lettre pour lui faire part des observations du Syndicat en ce qui concerne spécialement l'article 87 du projet, c'est-à-dire les facteurs de puissance.

L'Administration a répondu en ajoutant un additif à la rédaction de cet article qui donne satisfaction aux membres du Syndicat.

Lettre de la Société AP-EL au Groupement des Constructeurs de petits Moteurs. — M. de Soucy expose que cette Société lui a fait part des règlements techniques qu'elle établissait actuellement et qui sont destinés à déterminer les conditions que doivent remplir les appareils électro-domestiques pour être autorisés à porter l'estampille de AP-EL/USE.

Cette lettre spécifie en outre que, par décision récente, l'Union des Syndicats de l'Electricité a homologué l'estampille AP-EL en tant que marque syndicale pour les appareils électro-domestiques et que cette marque est devenue par ce fait AP-EL/USE.

Poursuivant ses travaux le Comité technique de l'AP-EL/USE a décidé d'établir une réglementation pour les petits moteurs utilisés dans les appareils électro-domestiques. Il a demandé la collaboration de M. de Soucy et l'adhésion du Syndicat des Constructeurs de Machines électriques aux règlements établis par lui; avant de passer à l'examen technique des clauses de ces règlements il convient de savoir si, en principe, le Syndicat doit accepter de se conformer à la réglementation du Comité technique de l'AP-EL/USE.

Après décision, les membres présents sont d'avis d'écrire à la Société AP-EL/USE pour l'informer que le Comité technique du Syndicat des Constructeurs de Machines a mis lui-même à l'étude ce travail, qu'il considère que seule la réglementation ainsi faite et que l'on communiquera volontiers à la Société AP-EL pourra être appliquée aux constructeurs de petits moteurs.

Travaux du Comité technique. — Le Comité technique s'est tenu le 11 octobre 1927. Ainsi que l'indique M. Cassegrain, il a examiné la question dont il est parlé plus haut de la marque USE/AP-EL, en indiquant qu'il était tout disposé à mettre à l'étude la question de réglementation de petits moteurs.

Les membres présents ont examiné ensuite les résultats d'imprégnation de bobines à l'aide de laques synthétiques faits par M. Cassegrain, desquels il ressort que les laques synthétiques possèdent à peu près toutes les mêmes qualités.

Il a été décidé de procéder à de nouveaux essais qui seront faits à chaud.

La question du cahier des charges des lames de collecteurs a été également soulevée et sa rédaction va être prochainement mise à l'étude d'une manière définitive, le Comité ayant réuni les renseignements suffisants.

Questions diverses. — Assurances sociales. L'Union des Industries métallurgiques et minières a adressé au Syndicat le texte du projet de loi sur cette question, tel qu'il a été voté par le Sénat.

— Circulaire de l'Union des Industries métallurgiques et minières relative à la réévaluation des stocks.

Le Comité central des Chambres syndicales a demandé au Syndicat de lui faire connaître quels seraient ceux de ses membres qui désireraient présenter leur candidature au Tribunal du Commerce. Aucun des membres présents n'accepte de se présenter à ce poste très intéressant mais par trop absorbant.

— *Comité d'études de la Conférence des grands Réseaux électriques à haute Tension.* — L'Union des Syndicats de l'Electricité a demandé de désigner des délégués pour prendre part à ces comités d'études.

Ont été sollicités et ont accepté :

MM. Cassegrain (Sautter-Harlé) et David (Electro-Mécanique), pour le Comité d'études s'occupant des huiles de transformateurs.

Legendre (Etablissements Legendre), pour celui des marques de qualité.

Cassegrain (Sautter-Harlé), Darrieus (Electro-Mécanique) et Girault (Thomson-Houston), pour celui de l'amélioration du facteur de puissance.

Sur l'avis des membres présents il est décidé de faire connaître également à la Conférence des grands Réseaux électriques le nom de M. de Pistoye qui est particulièrement désigné pour s'occuper de la question d'amélioration des facteurs de puissance.

Semaine du Nickel. — L'Administration de la Semaine du Nickel a adressé le programme des conférences organisées au cours de la Semaine de propagande qui comprend également une exposition. Ce programme a été transmis à tous les membres du Syndicat.

Numéro du Journal « l'Usine » relatif à l'Exposition de Madrid à laquelle M. Legendre a pris une part importante en qualité de Président du Groupement de l'Electricité.

— Extrait du Journal officiel du 13 août 1927 concernant la même question.

— Brochure au sujet de l'Exposition internationale de Barcelone (avril 1929).

— Bulletin de liaison de l'Union civique.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour la séance est levée à 16 h. 15.

Le Délégué général, C. ZETTER.

Le Président, J. DERAMAT.

SYNDICAT D'INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DIVERSES ET D'INDUSTRIES CONNEXES A LA CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — Téléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

HUITIÈME BULLETIN DE 1927.

SOMMAIRE : Procès-verbal de la réunion du 17 juin 1927, p. 198 U.

Procès-verbal de la réunion du 17 juin 1927.

La séance est ouverte à 14 h 30 sous la présidence de M. Mildé, président.

Sont représentés les établissements suivants :

Force et Lumière électriques (Agence de Paris) (M. Chosson); Compagnie de Locations électriques (M. Davin); Main et Cie (M. Boilevin) ; Mildé fils et Cie (MM. Mildé, Minvielle) ; Roche-Grandjean (M. Roche-Grandjean) ; Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force (M. M. Meyer); Tréfileries et Laminoirs du Havre (M. Lévis) ; Victor (M. Victor).

M. Zetter, délégué général, assiste à la séance, ainsi que Mlle Grïn, secrétaire technique.

PROCÈS-VERBAL. — Le procès-verbal de la réunion du 20 mai est lu et adopté.

ARRÊTÉ PRÉFECTORAL CONCERNANT LES INSTALLATIONS INTÉRIEURES. — A la demande du Président, M. Roche-Grandjean qui assistait à la réunion de l'Union des Syndicats de l'Electricité où cette question a été traitée, informe ses collègues que M. Buffet, ingénieur en chef des Services techniques des Abonnés et des Compteurs de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, a présenté le projet d'arrêté préfectoral concernant le « règlement sur les installations électriques à l'intérieur des immeubles ». M. Cassegrain, qui assistait également à la séance de l'Union, et qui a été prié de bien vouloir venir à la réunion du Syndicat pour faire part de ses observations à ce projet, indique que les installations alimentées en courant alternatif ne doivent pas fonctionner avec un facteur de puissance moyen mensuel inférieur à 0,80, ce qui, ainsi qu'aux membres présents, lui paraît presque impossible à réaliser.

Il est décidé de demander à MM. Cassegrain et Roche-Grandjean qui sont particulièrement au courant de cette question de bien vouloir rédiger une note résumant les observations qu'ils ont à faire au projet de M. Buffet, note qui sera remise à ce dernier par les soins de M. Mildé qui a proposé de s'entretenir avec lui.

QUESTIONS DIVERSES. — *Organisation de la statistique demandée par le Syndicat général de la Construction électrique.* — Le Délégué général rappelle la circulaire qui a été adressée le 3 juin aux membres du Syndicat pour les prier de bien vouloir lui envoyer les renseignements concernant la statistique demandée par le Syndicat général de la Construction électrique et qui ne peut être établie qu'à l'aide d'une documentation complète.

Taxe d'apprentissage. — Le Délégué général informe que l'Administration a adopté pour l'industrie électrique les coefficients de dégrèvement suivants :

1° Orientation professionnelle et ouvriers qualifiés.

50 pour 100; formation de cadres moyens, 10 pour 100; formation de cadres supérieurs, 25 pour 100; enseignement ménager, 15 pour 100.

Il indique de plus que pour obtenir l'exonération totale du chef d'orientation professionnelle et formation d'ouvriers qualifiés et cadre moyen, l'assujetti devra prouver que ses dépenses ont été supérieures de 1,65 au moins au montant de la taxe brute d'apprentissage; il devra en outre justifier avoir organisé l'apprentissage méthodique et complet.

Le délégué du Syndicat général au Comité départemental de la Seine est M. Mildé, président du Syndicat d'Industries électriques diverses et d'Industries connexes à la Construction électrique, président de la Commission d'apprentissage, auquel ont été adjoints MM. M. Meyer et Werstercamp.

Enquête de « La Journée industrielle ». — Lors de la dernière réunion, les membres du Syndicat avaient été informés que « La Journée industrielle » procédait à une enquête au sujet de la crise qui a suivi les effets de la revalorisation monétaire.

A la suite des renseignements qui lui ont été donnés, ce quotidien a fait paraître un article qui reproduit les impressions des différents syndicats affiliés au Syndicat général de la Construction électrique, et entre autres celle de notre Syndicat. Cet article a d'ailleurs été inséré dans la « Revue générale de l'Electricité », du 4 juin 1927.

Documentation. — Le groupe I de l'Union des Syndicats de l'Electricité a adressé une documentation relative à la protection des machines électriques, procédé dont M. Ritter Gordon est le concessionnaire pour la France. Cette documentation peut être consultée à nos bureaux.

Annuaire Unis-France. — L'Union nationale intersyndicale des Marques collectives a adressé son annuaire 1927 au Syndicat.

Le Président informe qu'il y a lieu d'essayer de rechercher quelques gravures se rapportant à l'origine des installations électriques, de manière à rédiger une note historique sur la question qui pourrait faire l'objet d'un petit article dans un prochain annuaire de l'Unis-France.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 16 heures.

Le Délégué général, C. Zetter. — *Le Président,* C. Mildé.

SYNDICAT DES FABRICANTS FRANÇAIS D'ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES, DE PILES ET DE CHARBONS POUR L'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 92, rue de Courcelles, Paris, (8e). — Téléphone : Carnot 35-09 et 35-19.

Dixième Bulletin de 1927.

Sommaire: Procès-verbal de la réunion du 5 octobre 1927, p. 199 U.

Procès-verbal de la réunion du 5 octobre 1927.

La séance est ouverte à 10 h 30 sous la présidence de M. Dinin, vice-président.

Sont représentés les établissements suivants :

Société des Accumulateurs électriques (MM. Dinin, Trachtenberg); Société des Accumulateurs Monoplaque (M. Brière); Société des Accumulateurs Slem (M. Chignac, remplaçant M. Caillard); Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon (M. Fournier); Société des Accumulateurs Heinz et Cie (M. Heinz); Société pour le Travail électrique des Métaux (M. Silz); Société pour le Développement des Véhicules électriques (M. Gasquet); Société des Accumulateurs fixes et de Traction (M. Vintenon).

Excusés : M. de la Ville le Roulx, président et M. Caillard.

M. Zetter, délégué général, assiste à la séance, ainsi que M. Dorvault, secrétaire administratif.

Le Président transmet à l'Assemblée les excuses de M. de la Ville le Roulx, actuellement absent de Paris.

Procès-verbal. — Le procès-verbal de la réunion du 7 juillet est lu et adopté, avec de légères modifications.

Correspondance. — Le Délégué général donne lecture d'une lettre émanant d'une personne hospitalisée à Berck-Plage qui désirerait obtenir dans des conditions avantageuses un accumulateur pour un poste de radiocommunication.

Tarif de douane et accord commercial franco-allemand. — Le Président donne connaissance d'une circulaire

adressée aujourd'hui même aux membres des syndicats affiliés au Syndicat général de la Construction électrique et où se trouvent analysées les dispositions des deux décrets publiés au « Journal officiel » du 31 août 1927 relatifs au tarif de douane et à l'accord commercial franco-allemand. A cette circulaire est joint un extrait des divers tableaux et listes annexés à ces deux décrets où sont relevés tous les articles concernant les produits de construction électrique.

Pour répondre au désir d'un adhérent il est décidé que des renseignements complémentaires seront adressés aux membres du Syndicat pour les informer en ce qui touche spécialement les accumulateurs et les piles, des tarifs différents appliqués aux divers pays étrangers dans l'état actuel des choses après les modifications qui résultent de la mise en vigueur de l'accord commercial franco-allemand.

Tarif douanier roumain. — Une lettre a été reçue de l'un des adhérents du Syndicat au sujet du régime appliqué par la Roumanie aux importations des piles à liquide. D'après cette documentation les droits de douane qui frappent ces produits atteindraient un taux absolument prohibitif et il paraît nécessaire d'agir auprès du gouvernement roumain pour obtenir un dégrèvement très sensible.

Il est décidé après échange de vues que cette question sera soumise aux divers établissements susceptibles d'être intéressés à la suite de cette affaire. Selon leurs réponses une démarche sera faite auprès de l'Attaché commercial de France en Roumanie auquel seront communiqués les éléments de comparaison utiles avec les tarifs appliqués aux mêmes articles par les douanes d'autres pays. La Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston a bien voulu nous offrir pour cette circonstance les services de l'administrateur-délégué de la Société roumaine.

L'origine et le développement des industries groupées au Syndicat. — *Note pour l'Annuaire Unis-France.* — Le Délégué général rappelle la décision prise lors de la dernière réunion de publier dans l'Annuaire Unis-France une petite note indiquant à grands traits l'origine et les phases du développement des industries de fabrication des accumulateurs, des piles et des charbons.

Une notice a été rédigée dans ce sens et des illustrations documentaires ont été choisies pour être insérées dans le texte.

Le Syndicat fait confiance à M. de la Ville le Roulx pour le projet qui lui a été soumis et qu'il a approuvé.

Commission d'Étude du programme de propagande en faveur du développement de la traction électrique. — M. Gasquet rappelle qu'à la dernière réunion une commission composée des représentants de l'Accumulateur Tudor, de la Société des Accumulateurs électriques, de la Société des Accumulateurs Fulmen, de la Société des Accumulateurs fixes et de Traction, de la Société pour le Travail électrique des Métaux, avait été nommée pour mettre au point un programme de propagande proposé par lui en faveur des véhicules électriques à accumulateurs. Aux explications qu'il avait données à ce moment, il ajoute un certain nombre d'observations qu'il lui a été permis de recueillir lors d'un récent voyage en Allemagne où sont utilisés un nombre important de ces véhicules que construisent trois ou quatre maisons fort bien outillées. Il estime que l'attention apportée en Allemagne à l'utilisation pratique de la traction par accumulateurs aussi bien pour les véhicules sur routes que pour les automotrices sur rails doit être un stimulant pour les constructeurs français.

M. Gasquet tient à la disposition de ses collègues les informations précises qui seraient de nature à les intéresser. Les membres de la commission en remercient M. Gasquet.

Toutefois en raison de l'ouverture imminente du Salon de l'Automobile ils pensent ne pas avoir le loisir de s'occuper de cette question avant une dizaine de jours ; la réunion envisagée n'aura donc pas lieu avant le 16 courant.

Questions diverses. — Texte du projet de loi des assurances sociales adopté par le Sénat à la réunion du 7 juillet dernier, envoyé par l'Union des Industries métallurgiques et minières. Dans la revue mensuelle de l'Union de septembre a été publiée une importante étude sur le fonctionnement des assurances sociales d'après ce projet de loi.

— Note de l'Office national du Commerce extérieur sur le marché italien du matériel électrique.

— Information de l'Office national du Commerce extérieur au sujet de l'installation prochaine en Irlande de réseaux électriques de distribution.

— Règlement de l'Exposition de Barcelone d'avril à décembre 1929.

— Informations diverses concernant la Semaine du Nickel organisée au Conservatoire national des Arts et Métiers, du 16 au 27 octobre sous les auspices du Centre d'information du Nickel.

— Chronique de la « Revue générale de l'Electricité » à propos d'un nouvel accumulateur électrique « l'Accumulateur Almeida », publiée dans le numéro du 3 septembre 1927.

— M. Silz rappelle qu'à partir du 1er octobre courant est entrée en vigueur l'interdiction faite aux industriels par le décret du 24 septembre 1926, d'employer des femmes et des enfants dans les ateliers de fusion de plomb et de manipulation d'oxydes.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 14 h 30.

Le Délégué général,
C. Zetter.

Le Président,
A. Dinin.

11e Année. Tome XXII. — N° 1. 2 Juillet 1927.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ
ET DU COMITÉ ÉLECTROTECHNIQUE FRANÇAIS

SOMMAIRE

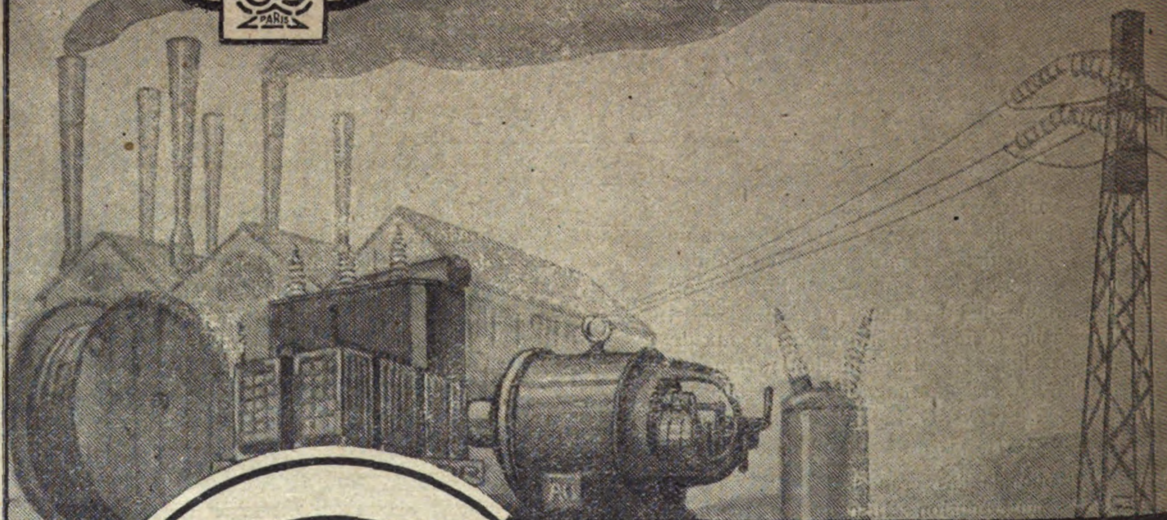
RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. : Laborde 23-38 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 784

REVUE HEBDOMADAIRE

Prix des Abonnements	France et Colonies : un an, 100 fr; six mois, 55 fr Etranger : un an, 10 dollars ou 12 dollars suivant conditions postales.	Prix du Numéro : 5 fr

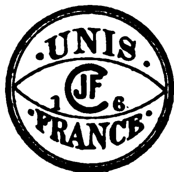
Etudes et Travaux.
Entreprises Electriques.
Production et Distribution d'énergie électrique.
Produits Métallurgiques et Ouvrés.
Matériel Electrique.
Constructions Mécaniques.
Produits divers.



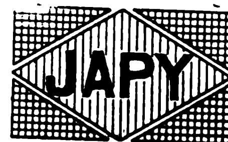


Cie GÉNÉRALE d'ÉLECTRICITÉ

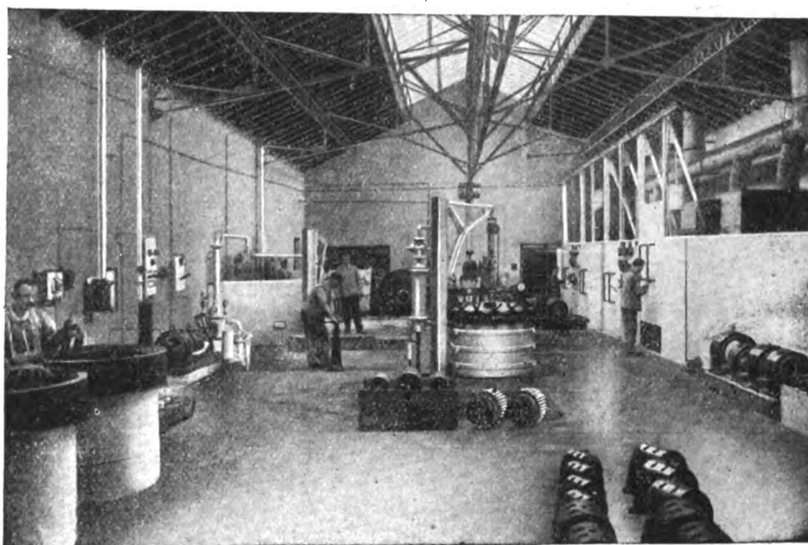
Société Anonyme au Capital de 90.000.000 de Francs
Siège Social à PARIS, 54, Rue La Boëtie (8e)
Téléph. ÉLYSÉES 48-01 à 06



ATELIERS
DE CONSTRUCTION DE
MATÉRIEL ÉLECTRIQUE



MOTEURS & ALTERNATEURS
" ALTERNATIFS "
Jusqu'à 125 CH



Stand d'Etuvage et d'Imprégnation à cœur aux laques synthétiques " ISOLÉMAIL construction " **SCHEIDECKER THANN** " comprenant : **2 Autoclaves** horizontales de séchage sous " vide " et à ventilation forcée avec condenseurs ; — **3 Étuves** verticales d'injection à cœur sous " vide et pression " avec condenseurs de récupération des solvants ; — **1 Polymériseur** grand modèle ; — **1 Étuve** spéciale pour traitement de BOIS, Fibro-ciment, Carton, amiante, etc.. ; — **4 Étuves** de séchage, modèle " INTÉGRAL " à ventilation forcée.
L'Installation " **JAPY** " est le plus moderne équipement à commande électrique automatique existant en EUROPE.

GÉNÉRATRICES & MOTEURS
" CONTINUS "
Jusqu'à 100 CH

NOS SPÉCIALITÉS

GÉNÉRATRICES POLYMORPHIQUES de 1 à 125 k-w. — DYNAMOTEURS " monobloc ".
COMMUTATRICES " Directes " & " Inverses ". — CONVERTISSEURS de fréquence.
COMPENSATEURS de phase " SYNCHRONISÉS " - MOTEURS asynchrones " SYNCHRONISÉS ".
GÉNÉRATRICES " BASSE TENSION " (15 à 20 volts) et " GRANDE INTENSITÉ " (3.000 ampères).
MOTEURS BLINDÉS type " ACIÉRIE ". — CHARIOT MOTEUR électrique " U. S. E ".
MOTEURS " COURT-CIRCUIT " à courant de démarrage réduit BREVET " HENRY ".
ÉLECTRO-POMPES AUTOMATIQUES pour usages " DOMESTIQUES " & " INDUSTRIELS ".
APPAREILLAGE " BLINDÉ ". — APPAREILS DE MESURE. — TABLEAUX DE DISTRIBUTION.

JAPY FRÈRES & Cie

BEAUCOURT (Territoire de Belfort)
PARIS 4-7, Rue du Château-d'Eau

75 000 MACHINES EN FONCTIONNEMENT

PRODUCTION ANNUELLE : 10 000 MACHINES

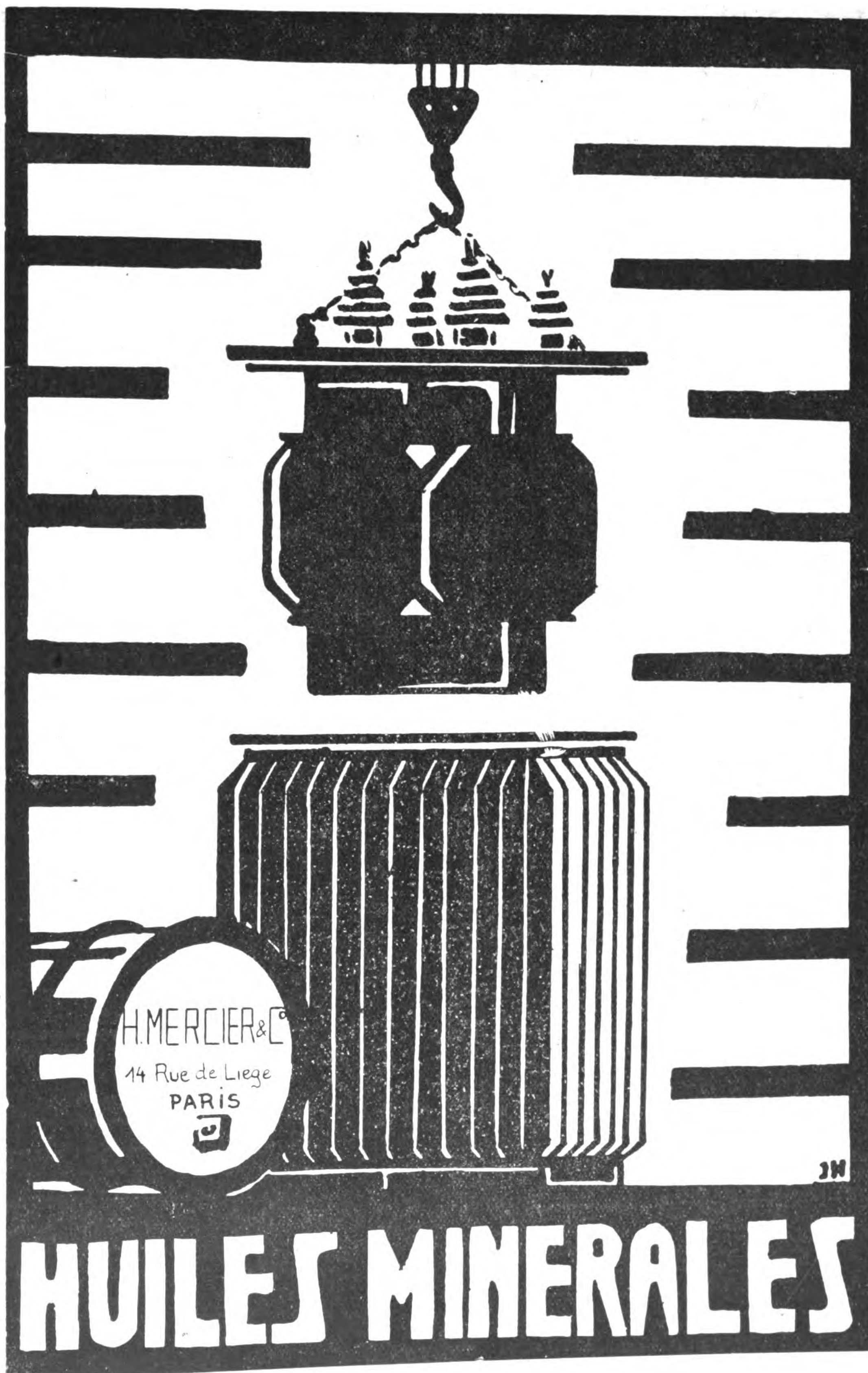
DEVIS & TARIFS SUR DEMANDE

DEMANDER LA LISTE MENSUELLE DE STOCK

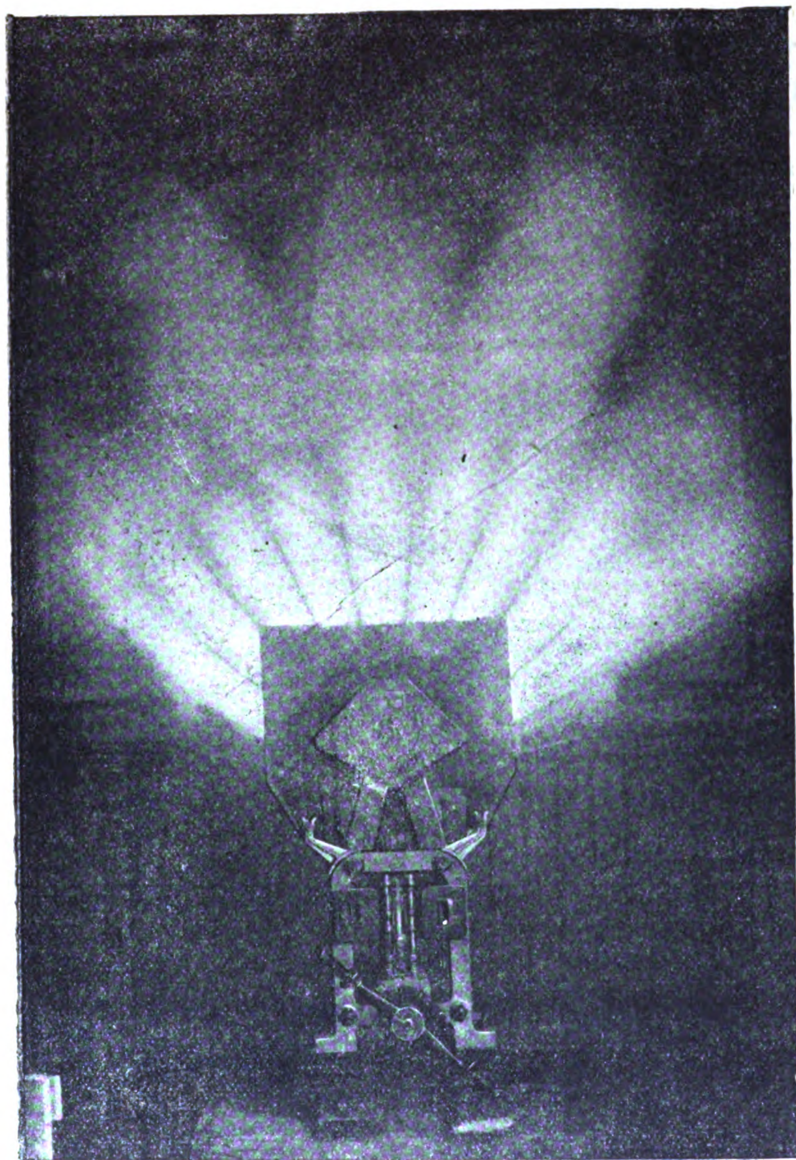
Faites l'essai de nos Moteurs vous vous CONVAINCREZ de leur SUPÉRIORITÉ et vous les ADOPTEREZ

C'est toujours par sa QUALITÉ et non par le trop bon marché

- QU'UNE MARQUE S'IMPOSE -


H. MERCIER & Cie
14 Rue de Liege
PARIS
JH
HUILES MINERALES

TRACTION



Essais effectués à Montmélian (Isère), 30 janvier 1927

DISJONCTEUR

TYPE **P. L. M.**

1 000 AMP. 1 500 VOLTS

AU MOMENT DE LA COUPURE D'UN COURANT DE COURT-CIRCUIT D'ENVIRON

12000 AMPÈRES

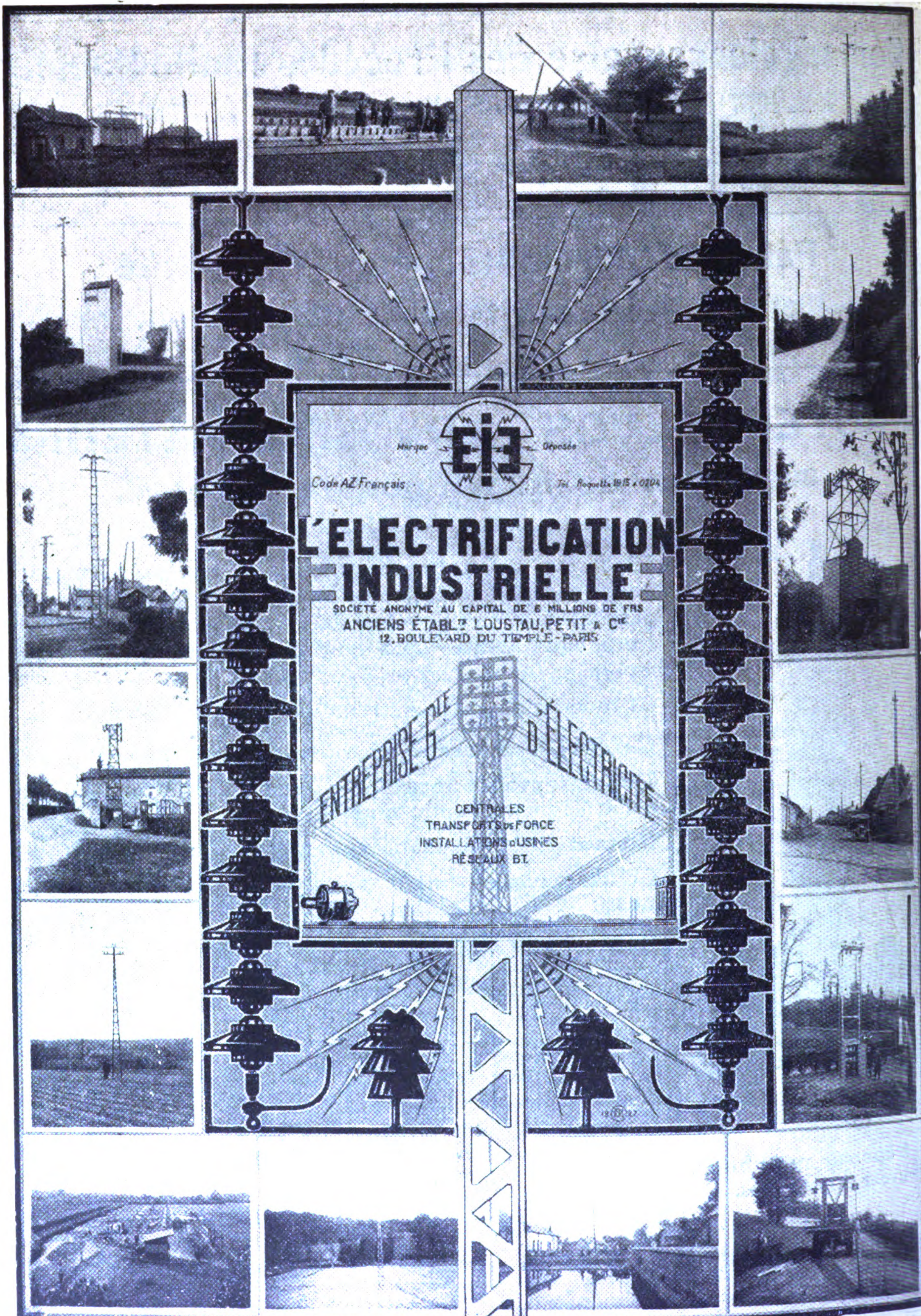
SOUS

1500 VOLTS COURANT CONTINU

(BOITE DE SOUFFLAGE SPÉCIALE TYPE BREVETÉ)

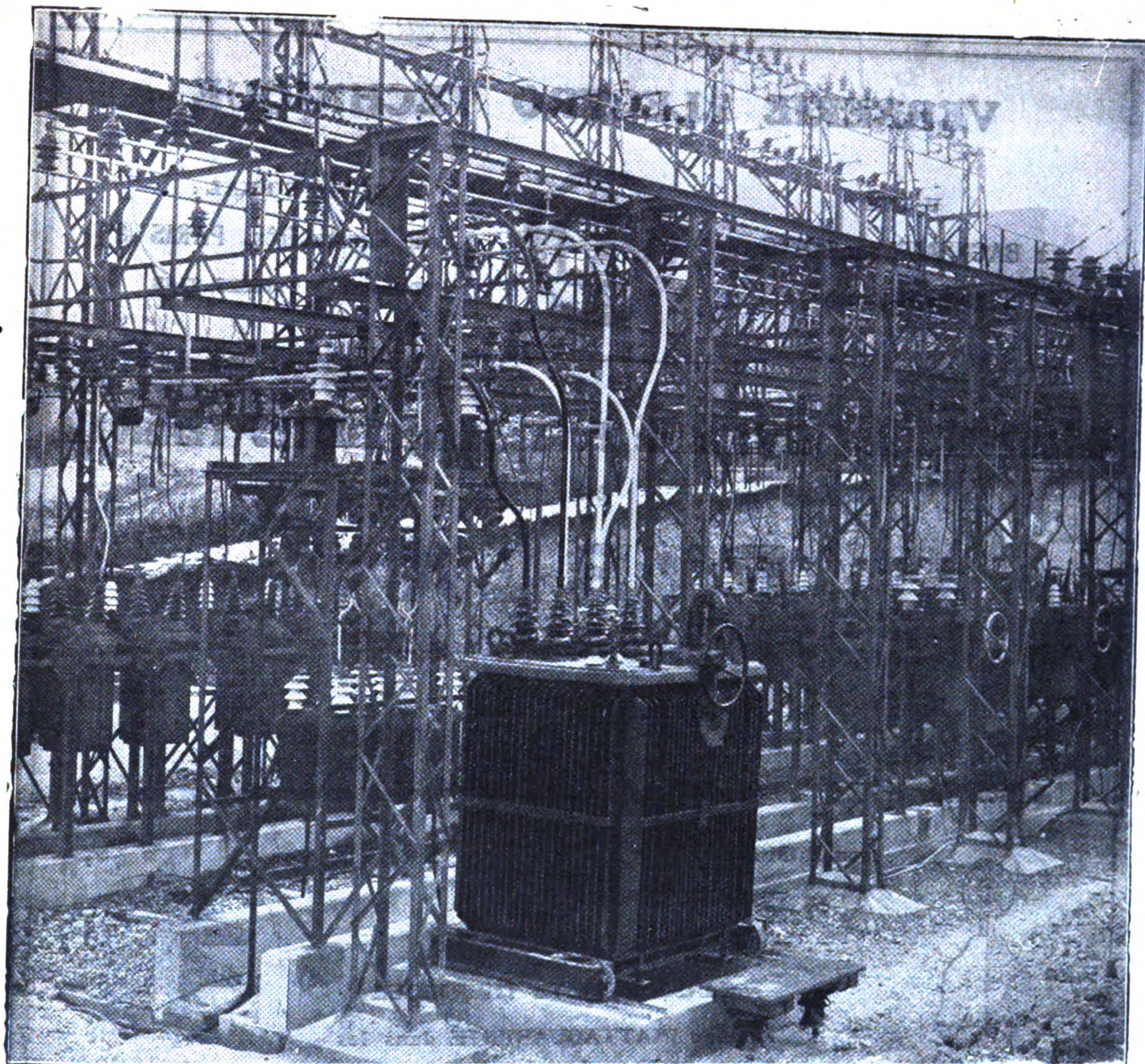
GARDY ARGENTEUIL (S.-&-O.)

R. DU COMMERCE : VERSAILLES 6457



EIE
Marque Déposée
Code AZ Français
Tél. Roquette 1815 & 02 04
L'ELECTRIFICATION
INDUSTRIELLE
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 6 MILLIONS DE FRS
ANCIENS ÉTABL.TS LOUSTAU, PETIT & Cie
12, BOULEVARD DU TEMPLE - PARIS
ENTREPRISE Gle D'ÉLECTRICITÉ
CENTRALES
TRANSPORTS DE FORCE
INSTALLATIONS D'USINES
RÉSEAUX BT.

Pl. N° 3



L'APPAREIL CI-DESSUS REPRÉSENTE UN

AUTO-TRANSFORMATEUR RÉGULATEUR DE TENSION

pour extérieur (breveté S. G. D. G.)

EN SERVICE SUR L'UN DES POSTES DE LA Sté ÉLECTRIQUE DU NORD-OUEST

Puissance : 4000 kv-A
Fréquence : 50 p : s

Primaire : 16000 volts
Secondaire : **Réglable de 15000 à 17000 volts en pleine charge** de 500 volts en 500 volts

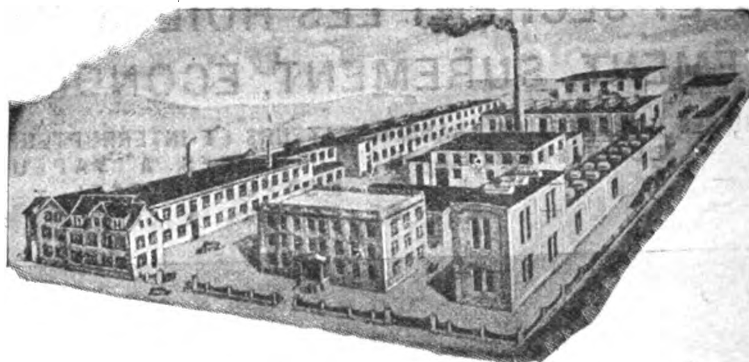
EXPLOITATION DES PROCÉDÉS ET BREVETS

J.-P. DESGOUTTES

97, RUE DE LILLE -:- PARIS, VIIe

USINES DIÉLECTRIQUES
DELLE

Télégrammes :
DIÉLECTRIQUES



TÉLÉPHONE : N° 1

SPÉCIALITÉS :

Mica *Mica brut. Rondelles en mica, lames en mica découpées et calibrées.*

Micanite *Micanite en feuilles de grands et petits formats en toute épaisseur. Micanite à mouler. Micanite fléxible. Papier-micanite. Toile micanite. Ruban micassé.*

Amberite *calibrée pour collecteurs, en plaques de format normal ou découpées en lames sur dimensions demandées. Ambérite pour chauffage électrique.*

Micafolium *en feuilles et en rouleaux.*

Papier *bakélisé, gommelaqué.*

Plaques Dellite *bakelisées, en toute épaisseur, en plaques de format normal et découpées ou travaillées. Formats jusqu'à 2,50 m × 1,50 m.*

Tubes et cylindres *en papier bakelisé et gommelaqué.*

Toile huilée *jaune et noire. Ruban huilé diagonal et droit.* PAPIER HUILÉ. SOIE HUILÉE.

Pièces moulées *cônes pour collecteurs, tubes, rondelles, bobines, etc.*

Vernis isolants *plastiques et diélectriques, jaunes et noirs.*

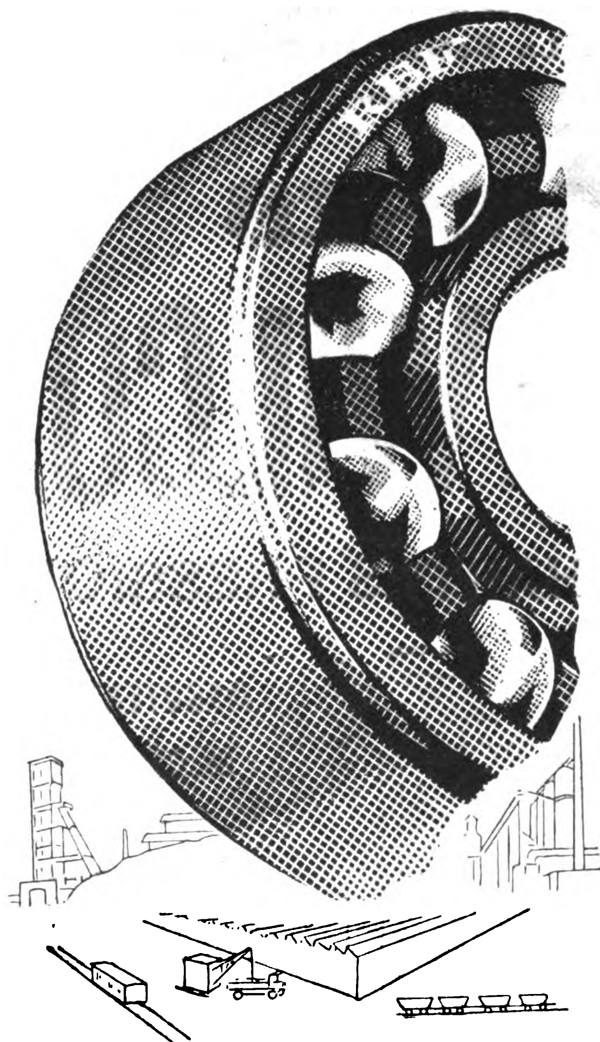
Fils émaillés *etc., etc.*

Radiolite *pour tous Appareillages radio-téléphoniques.*

AGENCE & DÉPOT A PARIS : M. D. Masquelier, 24, rue d'Orsel

(Registre du Commerce : Belfort N° 162)

"La CAM n'importe pas, elle fabrique."



Pour tout ce qui tourne,

(machines pour le travail du bois, des métaux, de la pierre; pompes, ventilateurs, essoreuses; broyeurs, pulvérisateurs, concasseurs, désagrégateurs; appareils de levage et de manutention mécanique; matériel de mines et de la métallurgie; matériel textile, de l'industrie papetière; matériel électrique, hydraulique; machine à travailler la peau, le cuir, le caoutchouc; automobile, aviation, chemins de fer et tramways, etc... etc...)

employez les

roulements RBF

CAM 15 AVENUE DE LA GRANDE-ARMÉE PARIS

MAGASINS DE VENTE :

PARIS	15, Avenue de la Grande Armée
BORDEAUX	33, Rue Fondaudège
LILLE	71, Boulevard de la Liberté
LYON	77, Avenue de Saxe
MARSEILLE	24, Boulevard National
NANCY	12, Rue Notre-Dame
NANTES	22, Rue de Strasbourg
SAINT-ÉTIENNE	11, Rue du Général Foy
TOULOUSE	2, Boulevard Carnot
BRUXELLES	1, Square de l'Aviation

C.

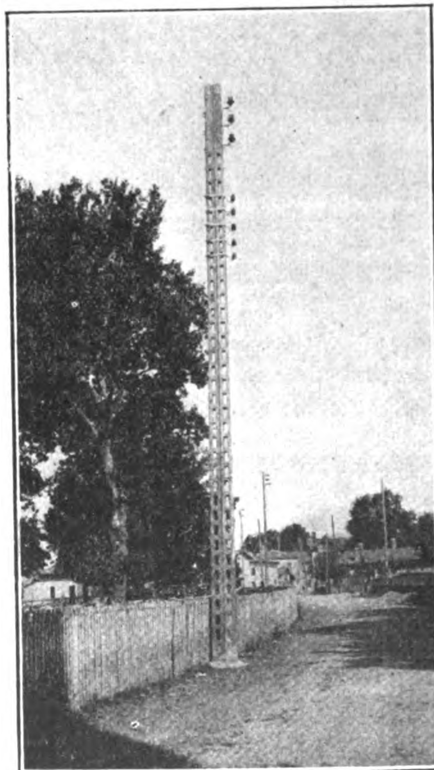
"FORCLUM"

La
Société Française
des Poteaux Électriques
FORCLUM
Fournit les meilleurs supports pour
l'établissement des lignes électriques

Poteaux en béton type léger
Poteaux en béton centrifugé
Poteaux en bois imprégné
Pieds de poteaux
Pylônes métalliques

Ses poteaux en béton de ciment électro-fondu n'ont pas de rivaux, surtout ses poteaux légers, à base réduite, robustes, faciles à ériger et bon marché.

Ses poteaux en bois sont imprégnés à l'aczol ou à la créosote suivant les procédés GILSON et POULAIN, les seuls qui assurent véritablement l'imprégnation parfaite à cœur du bois.



Ligne de transport de force équipée avec des poteaux légers en béton

Ses poteaux en béton armé centrifugé, d'une très grande résistance, d'une élasticité extraordinaire et d'une durée illimitée, constituent un progrès considérable sur tout ce qui a été fait jusqu'à ce jour.

Ses pieds de poteaux en béton procurent aux poteaux en bois une longévité inconnue jusqu'ici, en les isolant à la base de toute humidité.

SES CANDÉLABRES EN BÉTON CENTRIFUGÉ

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES POTEAUX ÉLECTRIQUES
67, Rue de Dunkerque, PARIS IXe. Téléphone Trudaine 48-18, 48-19


Disjoncteur-Conjoncteur horaire

APPAREILS ÉLECTRIQUES
ET
COMPTEURS GARNIER

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1 500 000 FRANCS
(Registre du Commerce : Lyon B 1214)

SIÈGE SOCIAL A LYON :
82 bis, Chemin Feuillat et 290, Cours Gambetta
(Anciennement : 23, Rue Cavenne)
Téléph. : Vaubecour 5-46 Adresse télégr. Dynamo-Lyon

Maison à PARIS : 115, rue Cardinet (17e) — Téléph. : Wagram 24-23

ALLUMEURS EXTINCTEURS
INTERRUPTEURS et COMMUTATEURS HORAIRES
DISJONCTEURS — CONJONCTEURS HORAIRES
ÉQUIPEMENTS DE COMMANDE
HORLOGES A CONTACT
MINUTIERS

COMPTEURS POUR COURANT CONTINU ET ALTERNATIF — **LIMITEURS** DE COURANT

LA LIGNE ÉLECTRIQUE

ENTREPRISES INDUSTRIELLES
BÉTON ARMÉ

A. BUGNOT

PARIS
22, rue de la Pépinière (8e)
Téléph. : Laborde 18-50 et 24-09

DOUAI
31-33, rue Saint-Jacques
Téléphone 55

ATELIERS : DOUAI, rue du Petit-Mai et rue du Four

tout ce qui concerne :

ÉLECTRICITÉ
MÉCANIQUE
BÉTON ARMÉ

POTEAUX EN BÉTON ARMÉ *(Breveté S. G. D. G.)*
TRANSPORTS DE FORCE
RÉSEAUX — STATIONS CENTRALES
INSTALLATIONS COMPLÈTES D'USINES

PROJETS — ÉTUDES — GÉNIE CIVIL

Reg. du Commerce : Seine N° 171 390

PETITES ANNONCES

Le tarif des « Petites Annonces » *est fixé à 6 fr la ligne, avec minimum de 30 fr par insertion, sauf pour la rubrique* « Offres et demandes d'emplois ». *Pour cette rubrique le tarif est de 3 fr la ligne, avec minimum de 12 fr. Le montant doit être joint à la demande d'insertion. Pour les réponses à transmettre, joindre les timbres nécessaires à l'affranchissement pour la réexpédition.*

SOCIÉTÉS

Convocations

5 juillet. — Téléphones Le Las, Assemblée générale ordinaire, 15 heures, 4, rue Sainte-Anne, Paris (1er).

5 juillet. — Energie électrique du Centre de l'Espagne, Assemblée générale extraordinaire, 11 heures, 25, rue de Courcelles, Paris (8e).

5 juillet. — Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines a Gaz, Assemblées générales ordinaire et extraordinaire, 15 heures, 7, rue de Madrid, Paris (8e).

6 juillet. — Gaz et Electricité de Valence, Assemblée générale ordinaire, 9 heures 30, 94, rue Saint-Lazare, Paris (8e).

6 juillet. — Société parisienne d'Electricité appliquée, Assemblée générale ordinaire, 16 heures, 85, rue Pelleport, Paris (20e).

6 juillet. — Le Matériel téléphonique, Assemblée générale extraordinaire, 15 heures, 46, avenue de Breteuil, Paris (7e).

6 juillet. — Société industrielle de Gaz et d'Electricité, Assemblée générale ordinaire, 11 heures 30, 10, rue de Milan, Paris (9e).

9 juillet. — Société des Etablissements Ducretet, Assemblée générale ordinaire, 14 heures 30, 9, place des Ternes, Paris (17e).

9 juillet. — Compagnie électrique de la Loire et du Centre, Assemblée générale ordinaire, 11 heures, 4, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

AVIS DE CONCOURS

L'Administration des Postes et des Télégraphes procédera, le 11 juillet 1927, dans les conditions fixées par l'arrêté du 14 juin 1916 (*Journal officiel* du 17 juin 1916) à un concours pour la fourniture de **manchons en fonte et en cuivre et de soudure.**

Les industriels désireux de remettre des offres de prix pour cette fourniture obtiendront tous renseignements en s'adressant à la Direction de l'Exploitation téléphonique, 3e bureau, 103, rue de Grenelle (3e étage), à Paris (7e), tous les jours non fériés, sauf le samedi après-midi, de 10 à 12 heures et de 15 à 17 heures.

Ce concours n'est ouvert qu'aux seuls industriels établis en France.

ADJUDICATIONS

Indes anglaises (Chief Controller of Stores, Indian Stores Department Simla). — Adjudication, le 7 juillet 1927, pour la fourniture et l'installation de **l'usine d'energie électrique de Fyzabad**, comprenant : 3 générateurs; 1 refroidisseur; 1 compresseur; 2 réservoirs; 1 grue.

Cahier des charges à l'Office national du Commerce extérieur, 22, avenue Victor Emmanuel III, Paris (8e), tous les jours non fériés de 10 à 12 heures et de 14 à 15 heures, les samedis après-midi exceptés.

Uruguay (Administration générale des Usines électriques, a Montevideo). — Adjudication, le 5 août 1927, pour la fourniture de **16522 compteurs** pour courants alternatifs avec leurs pièces de rechange.

Cahier des charges (texte en langue espagnole), à consulter à l'Office national du Commerce extérieur, 22, avenue Victor Emmanuel III, Paris (8e).

MATÉRIEL

A VENDRE, à bon prix :

Lot charbons Cinéma (80000 environ), excellente qualité.

Ecrire : Etablissements Fr. Raynaud, 10, rue Bayard, Toulouse (Haute-Garonne).

VENTES ET ACHATS DE FONDS DE COMMERCE

A céder dans l'Oise, **maison d'électricité**, affaires 1926 : 245000 fr. Prix à débattre : 25000 fr.

S'adresser à R. Dezoteau, 14, rue d'Amiens, à Breteuil-sur-Noye (Oise).

A céder, **belle entreprise d'installations électriques** avec magasin de vente et appartement dans grand centre d'électrification de Bretagne.

Ecrire à la *R. G. E.* qui transmettra.................. [1176]

LIBRAIRIE

DIVERS

L'Office national du Commerce extérieur, 22, avenue Victor-Emmanuel III, Paris (8e), tient à la disposition des intéressés pour consultation à ses bureaux, des **brochures** décrivant des **interrupteurs électriques automatiques**, émanant d'une maison de Prague, désireuse de représenter une maison française fabriquant de tels appareils.

123403. *a)*. Maison de Karachi désire entrer en relations avec **constructeurs de batteries pour appareils de projection et fabricants de lampes**.

b). Maison de Fiume désire entrer en relations avec **fabricants d'articles d'éclairage et d'installations**.

Adresse au Syndicat général de la Construction électrique, 92, rue de Courcelles, Paris (8e).

123579. Maison grecque demande à entrer en rapport avec des industriels français pour la représentation en Grèce d'**appareils électriques**.

Adresse au Syndicat général de la Construction électrique, 92, rue de Courcelles, Paris (8e).

123718. Maison française à Ceuta (Maroc espagnol), signale la mise au concours prochaine de la fourniture et construction d'un **réseau de tramways électriques dans une ville du protectorat espagnol** et s'offre à représenter les constructeurs français pour toutes affaires intéressant cette zone.

S'adresser au Syndicat général de la Construction électrique, 92, rue de Courcelles, Paris (8e).

Chemin de fer de Paris à Orléans. — *Rétablissement du service de wagons-lits entre Paris-Quai d'Orsay et Quimper.* — Du 30 juin au 3 octobre 192 , les compagnies d'Orléans et des Wagons-Lits rétabliront, entre Paris-Quai d'Orsay et Quimper, un service de wagons-lits comprenant des places de lits et de couchettes, qui fonctionnera de la manière suivante :

Aller. — Du 30 juin au 2 octobre inclus, Paris-Quai d'Orsay : départ 20 h 12; Quimper, arrivée 7 h 44;

Retour. — Du 1er juillet au 3 octobre inclus, Quimper : départ 19 h 38; Paris-Quai d'Orsay, arrivée 7 h 10.

Location des places à la gare de Paris-Quai d'Orsay, à l'Agence de la Compagnie d'Orléans, 16, boulevard des Capucines, ainsi qu'à celles de la Compagnie des Wagons-Lits.

Correspondance automobile de Quimper à Morgat et vice-versa du 1er juillet au 30 septembre inclus.

Chemin de fer de Paris à Orléans. — *Les Châteaux du Blésois et de Touraine, en automobile, du 1er avril au 23 octobre 1927.* — Pendant la saison d'été, la Compagnie d'Orléans organise des circuits pour la visite rapide et pratique des plus intéressants châteaux de la Loire dont ci-après la nomenclature :

Au départ de Blois. — Chambord, Cheverny, Chaumont. Deux circuits différents : Prix de transport, 22 fr et 30 fr.

Au départ de Tours. — Loches, Chenonceaux, Amboise. Villandry. Azay-le-Rideau, Chinon, Ussé, Langeais, Cinq-Mars, Luynes, Montrésor, Valençay, Saint-Aignan, Montrichard, Blois, Chambord, Cheverny, Chaumont.

Prix de transport (6 circuits différents) A : 45 fr; B : 42 fr; C : 30 fr; D : 25 fr; E : 65 fr; F : 60 fr.

Pour tous renseignements, la location des places (un franc par place) et l'indication des jours de mise en marche, s'adresser aux gares de Tours et de Blois, aux bureaux spéciaux du service automobile, 8, boulevard Béranger, Tours et 2, place Victor-Hugo, Blois; à la gare de Paris-Quai d'Orsay; à l'Agence de la Compagnie d'Orléans 16, boulevard des Capucines, au Bureau de renseignements, 126, boulevard Raspail, Paris.

Chemin de fer de Paris à Orléans. — Facilités pour la livraison a domicile des bagages dans Paris. — Les voyageurs désireux de faire livrer leurs bagages à domicile dans Paris sont invités, dans leur intérêt, et en vue de faciliter la remise rapide des dits bagages, à le faire connaître dès la gare de départ.

A l'arrivée, ils présentent leur bulletin à un bureau spécial installé dans la salle des bagages des gares du Quai d'Orsay ou d'Austerlitz en remettant leur commande de livraison et, le cas échéant, leurs clés s'ils ne veulent point assister eux-mêmes à la visite de l'octroi.

Ils peuvent ainsi gagner ensuite leur domicile débarrassés de tout souci.

Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — *Pour vos voyages.* — Les vacances approchent. Vous avez certainement, par la pensée, choisi la station où vous désireriez séjourner, mais la vie est si chère que vous vous demandez s'il vous sera possible d'y aller.

Ne connaissez-vous donc pas le moyen de voyager économiquement ? Prenez un billet d'aller et retour de famille à prix réduit. A partir de la 3e personne une réduction importante vous est faite (50 pour 100 pour la 3e personne, 75 pour 100 pour la 4e personne et chacune des suivantes) et 3 personnes seulement sont tenues de voyager ensemble.

Désirez-vous excursionner dans le Dauphiné, la Savoie, le Jura, l'Auvergne, les Cévennes ? Demandez alors une carte d'excursion de 15 ou 30 jours pour la région de votre choix. Les cartes permettent d'atteindre la zone d'excursion, d'y circuler librement et de revenir ensuite au point de départ.

Désirez-vous, au contraire, vous rendre sur une plage de la Côte d'Azur ou faire un séjour, d'avant ou d'arrière-saison, dans une station thermale ou climatique des Alpes, du Jura, des Cévennes, de l'Auvergne, du Morvan ? prenez un billet d'aller et retour individuel pour stations balnéaires, thermales et climatiques; vous voyagerez aussi à bon compte.

OFFRES D'EMPLOIS

DEMANDES D'EMPLOIS

Contremaitre électricien, suisse, 26 ans, 7 ans de pratique, dont 3 comme contremaitre dans la construction de lignes aériennes (téléphoniques, transmission, lignes caténaires réseaux), connaissances techniques étendues, sérieux et énergique, connaissant l'allemand, l'anglais et un peu l'espagnol, cherche emploi même temporaire étranger ou colonies.

Ecrire à la *R. G. E.* qui transmettra.................... [666]

Professionnel, 28 ans, marié, 7 ans de pratique, cherche place de conducteur de centrales.

S'adresser au Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, 26, rue de la Baume, Paris (8e), qui transmettra.

2987. **Ingénieur,** représentant pour la région de Clermont-Ferrand une importante société de câbles et lampes électriques, désire s'adjoindre représentation de maisons sérieuses en matériel électrique.

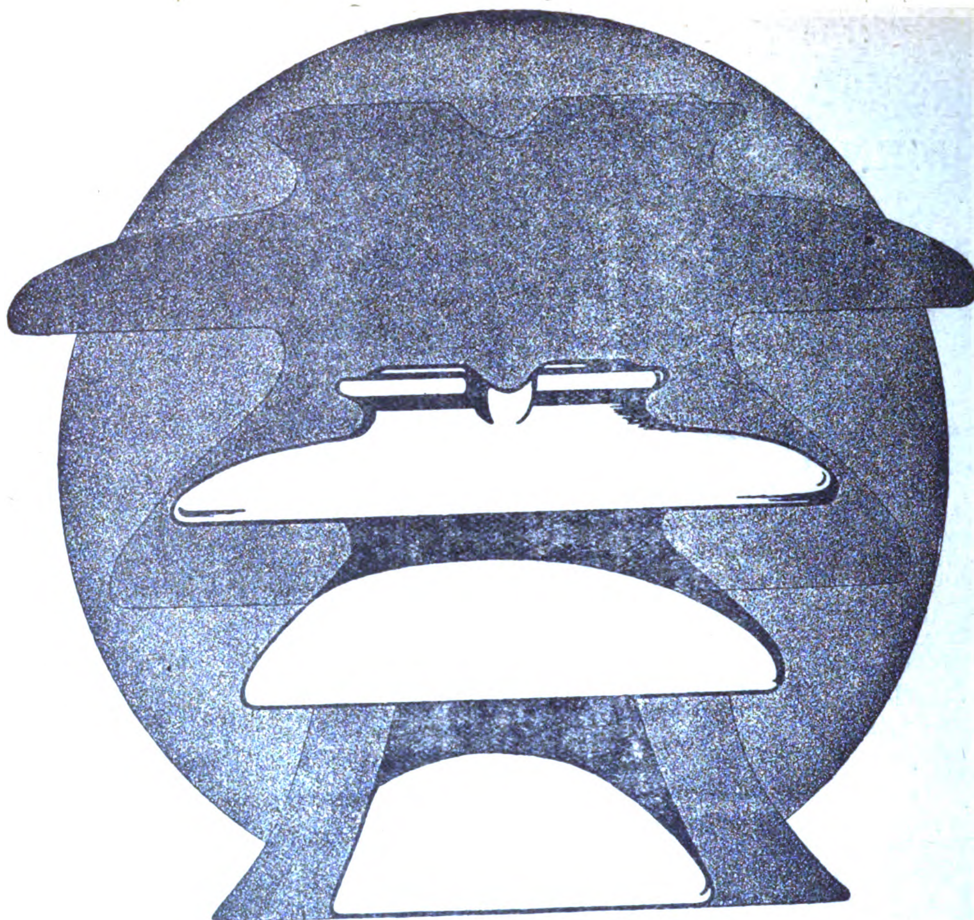
Ecrire au Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique, 26, rue de la Baume, Paris (8e), qui transmettra.

La marque " Unis-France " est la garantie sévèrement contrôlée de l'origine française d'un produit.

La marque **UNIS-FRANCE**, *insérée dans une annonce, indique que le fabricant a été autorisé à l'appliquer sur certains de ses produits, dont l'***origine française** *est ainsi certifiée.*

La rédaction de la **R. G. E.** *décline toute responsabilité quant à la teneur des annonces.*

INDEX DES ANNONCES



PARIS — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

11e Année. Tome XXII. — N° 26. 31 Décembre 1927.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ ET DU COMITÉ ÉLECTROTECHNIQUE FRANÇAIS

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe)
Téléph. Laborde 23-38 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce . Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE

Prix des Abonnements } France et Colonies : un an, 100 fr; six mois, 55 fr || Etranger : un an, 10 dollars ou 12 dollars suivant conditions postales. || Prix du Numéro : 5 fr

SOCIÉTÉ ALSACIENNE de Constructions Mécaniques



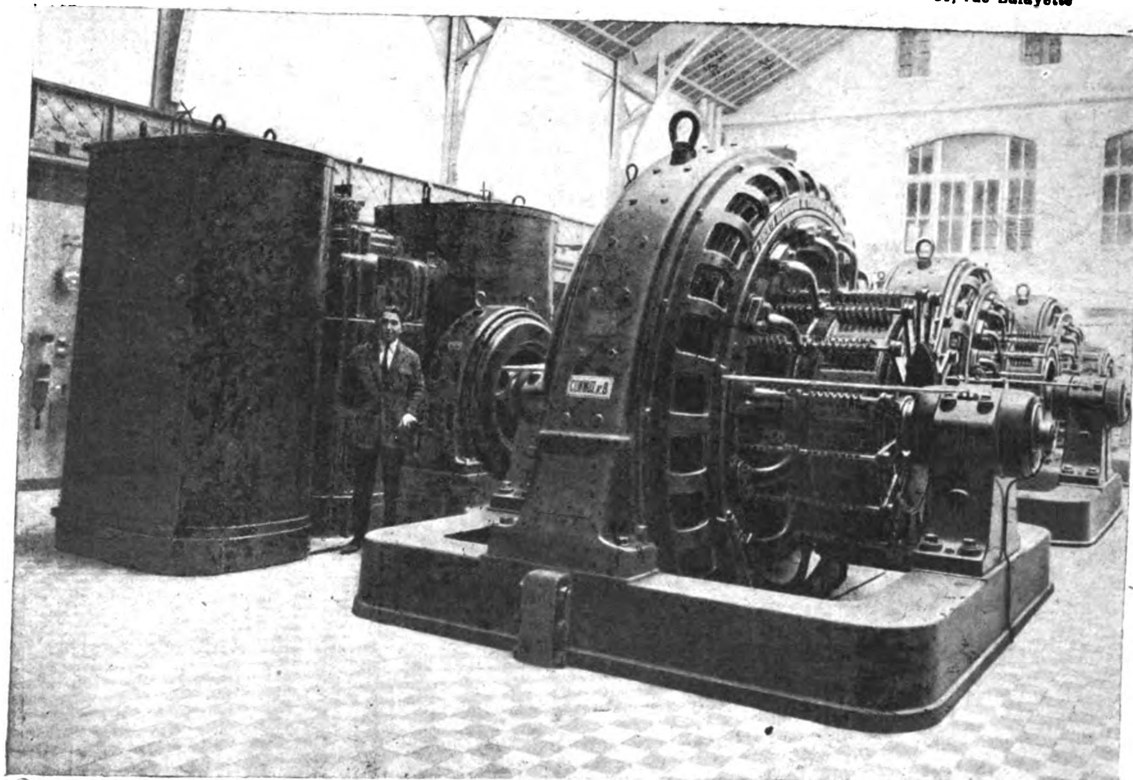
Usines à : BELFORT (Territoire de), MULHOUSE (Haut-Rhin), GRAFFENSTADEN (Bas-Rhin), CLICHY (Seine)

Maison à PARIS, 32, rue de Lisbonne (8e)

Agences à :

BORDEAUX..	9, Crs du Chapeau-Rouge
EPINAL.......	12, rue de la Préfecture
LILLE.........	61, rue de Tournai
LYON	13, rue Grôlée
MARSEILLE.	40, rue Sainte
NANCY........	21, rue Saint-Dizier
NANTES......	7, rue Racine
ROUEN........	7, rue de Fontenelle
STRASBOURG	10, rue de l'Ecurie
TOULOUSE...	21, rue Lafayette





GROUPE TRANSFORMATEUR SCOTT, RÉGULATEUR D'INDUCTION ET COMMUTATRICE DE 3000 KW, A 315 T : MN
(**Sous-station Puteaux de la C. P. D. E**).

TRANSFORMATEURS_COMMUTATRICES_CONVERTISSEURS

Redresseurs à vapeur de mercure

Installation complète de Sous-Stations de transformation.

AUTRES FABRICATIONS : Chaudières — Machines et Turbines à vapeur — Moteurs à gaz et installations d'épuration de gaz — Turbo-compresseurs — Machines et turbo-soufflantes — Matériel électrique de toutes puissances et pour toutes applications — Traction électrique — Fils isolés et Câbles armés pour l'électricité — Machines pour l'industrie textile — Machines et Appareils pour l'industrie chimique — Locomotives à vapeur — Matériel de signalisation pour chemins de fer — Machines-outils — Petit outillage — Transmissions Grues électriques — Crics et Vérins U G — Bascules



C.P. 121

Cl. 8 979

ISOLANTS POUR L'ÉLECTRICITÉ

TELEPHONE : ARCHIVES 61-88

Usine d'HERICOURT



SOCIETE ANONYME DES ETABLISSEMENTS INDUSTRIELS

G. LOUSTAU

CAPITAL : 500.000. Frs
8. RUE BARBETTE. PARIS

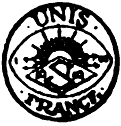
AGENCES ET DÉPOTS :

LILLE
NANCY
BELFORT
LYON
GRENOBLE
MARSEILLE
TOULOUSE
BORDEAUX
NANTES
ROUEN

IMPORTATION DIRECTE DES MICAS DES INDES
RONDELLES - PLAQUES - AGGLOMÉRÉS
TOILES ET SOIES HUILEES
PAPIER BAKÉLISÉ ET GOMMELAQUÉ
TUBES - CYLINDRES - PLAQUES
RUBANS ET TUBULAIRES COTON
TUBES COTON VERNI
CARTONS ISOLANTS
AMIANTE = EBONITE
PAPIERS - VERNIS
RUBANS CHATTERTONÉS ET CAOUTCHOUTÉS

MARQUE E.I.G.L.


GARDY
VOUS
PRÉSENTE
SA NOUVELLE SÉRIE DE
DISJONCTEURS
A HAUT POUVOIR DE COUPURE
ET
SA NOUVELLE COMMANDE ELECTRIQUE
PAR MOTEUR UNIVERSEL



APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE à HAUTE et BASSE TENSIONS

SOCIÉTÉ ANONYME DES
ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS

Capital : 8000000 Francs

D. SOULÉ

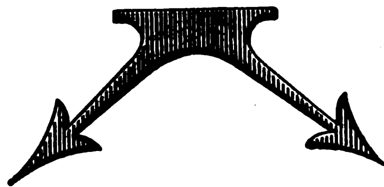
Registre du Commerce : Bagnères-de-Bigorre, N° 1404

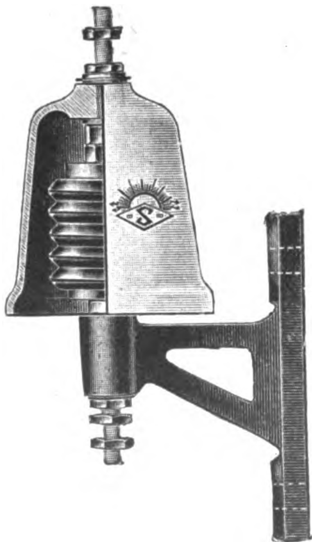
Siège social et Usinse : BAGNÈRES-DE-BIGORRE (H.-P.)

Principales Agences et Dépôts : PARIS - ALGER - BEYROUTH - BORDEAUX - LILLE - LYON - MARSEILLE - NANCY - NANTES - NICE - ROUEN - TUNIS

Agents à : Alexandrie — Athènes — Le Caire — Port-Saïd

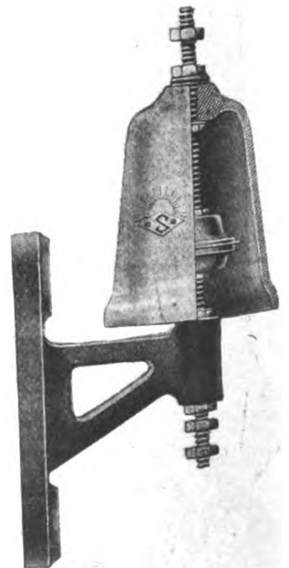
Pour Protéger vos réseaux Basse Tension



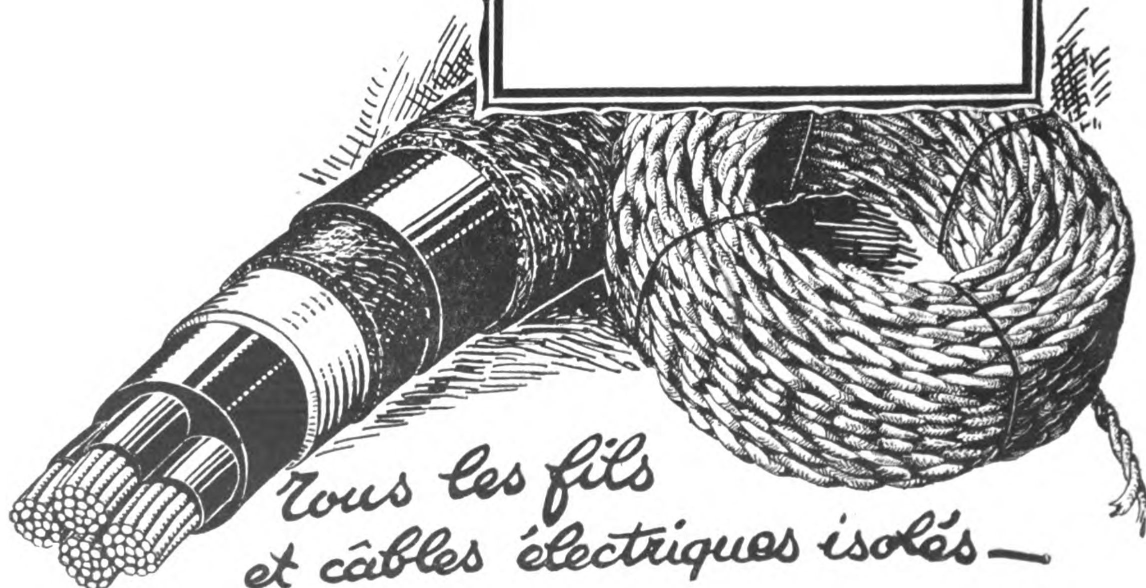


Parafoudre d'extérieur

Demander notre documentation Haute & Basse Tensions



Parasurtension d'extérieur


Tous les fils
et câbles électriques isolés —

Les premiers et les meilleurs...

SOCLES PONSOLLE
BREVETÉS. S.G.D.G
EN CIMENT ARMÉ

CABINES DE TRANSFORMATION
□ DÉMONTABLES □
EN CIMENT ARMÉ
de 15000 à 30000 Volts

PYLONES
EN CIMENT ARMÉ

SOCIÉTÉ DE FABRICATION D'APPAREILS EN CIMENT ARMÉ

51, Rue Bressigny, ANGERS — Tél: 16.24. Ad. Télég: SFACA-ANGERS

VALOTAIRE _ ANGERS

"FORCLUM"

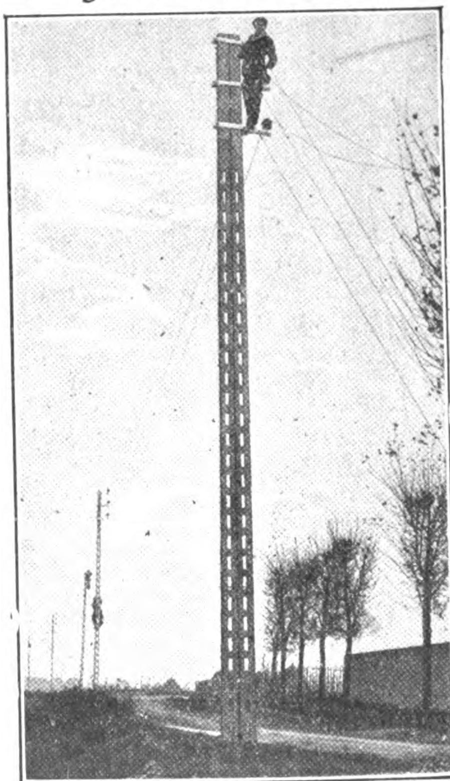
La
Société Française
des Poteaux Électriques
FORCLUM

Fournit les meilleurs supports pour
l'établissement des lignes électriques

Poteaux en béton type léger
Poteaux en béton centrifugé
Poteaux en bois imprégné
Pieds de poteaux
Pylônes métalliques

Ses poteaux en béton de ciment électro-fondu n'ont pas de rivaux, surtout ses poteaux légers, à base réduite, robustes, faciles à ériger et bon marché.

Ses poteaux en bois sont imprégnés à l'aczol ou à la créosote suivant les procédés GILSON et POULAIN, les seuls qui assurent véritablement l'imprégnation parfaite à cœur du bois.



Ligne de transport de force équipée avec des poteaux légers en béton

Ses poteaux en béton armé centrifugé, d'une très grande résistance, d'une élasticité extraordinaire et d'une durée illimitée, constituent un progrès considérable sur tout ce qui a été fait jusqu'à ce jour.

Ses pieds de poteaux en béton procurent aux poteaux en bois une longévité inconnue jusqu'ici, en les isolant à la base de toute humidité.

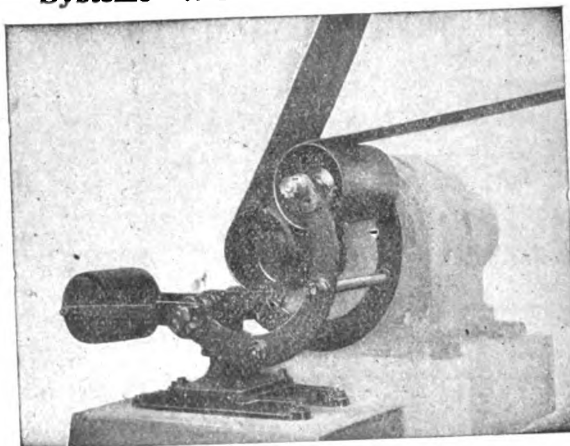
SES CANDÉLABRES EN BÉTON CENTRIFUGÉ

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES POTEAUX ÉLECTRIQUES
67, Rue de Dunkerque, PARIS IXe. Téléphone Trudaine 48-18, 45-19

ENROULEURS DE COURROIE

Système WYSS breveté s. g. d. g.

Dans les transmissions de force par courroie l'Enrouleur Wyss permet d'employer de grands rapports entre les diamètres des deux poulies et d'en réduire la distance à un minimum, tout en diminuant considérablement la tension et la section de la courroie.



ENROULEUR TYPE UNIVERSEL A DEUX BRAS

Des gains de puissance de plus de 10 % ont été constatés par l'emploi de l'Enrouleur Wyss.

Les enrouleurs pour des puissances de 1/2 à 150 ch pour courroies de 40 à 500 mm de largeur sont toujours en magasin ou en construction.

14 000 ENROULEURS
Livrés au 1er Août 1926

INSTALLATIONS COMPLÈTES DE TRANSMISSIONS

Tous organes de transmission de dimensions courantes sont toujours en magasin

PALIERS SELLERS A ROTULE, PALIERS A ROULEMENTS A BILLES
Arbres, Manchons, Chaises, etc.

EMBRAYAGE BENN le meilleur embrayage à friction PROGRESSIF, REVERSIBLE

SOCIÉTÉ DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS CUVIER FILS fondés en 1863

WYSS & Cie FONDEURS-CONSTRUCTEURS A SELONCOURT (Doubs)







Dans l'ensemble de ses usines Saint-Chamond, Assailly, Lorette, Rive-de-Gier, le Boucau, Homécourt, Hautmont et Cagliari, la Cie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt est en mesure d'exécuter tous les produits de l'industrie métallurgique :

fontes, ferro-alliages, aciers ordinaires et spéciaux, acier inoxydable « Inal », pièces de forge, pièces embouties, pièces estampées, moulages, profilés, rails, fil machine, tôles, roues, essieux, frettes, bandages, ressorts, outillage, pièces pour automobiles, palplanches « Lackawanna », produits réfractaires, scories de déphosphoration, locomotives, moteurs à gaz pour hauts-fourneaux et aciéries, machines soufflantes, machines d'extraction, machines agricoles, blindages, projectiles, matériels d'artillerie de terre et de bord

Cie des Forges et Aciéries de la

Marine et d'Homécourt

(Compagnie de Saint-Chamond)

Société Anonyme — Capital 135 Millions

Direction Générale : 12, rue de La Rochefoucauld. — **PARIS-9e.**

PRINCIPAUX DÉPOSITAIRES ET AGENTS DE VENTE

POUR LA FRANCE

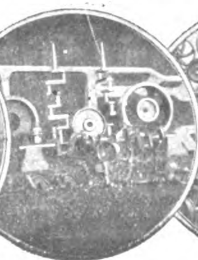
Cie de Dépôts et Agences de Vente d'Usines métallurgiques
(Anciens Établissements Salmon)
96, rue Amelot, Paris (XIe)

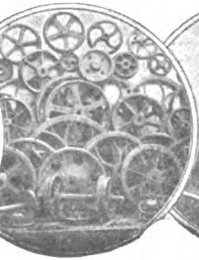


POUR L'ÉTRANGER

Société générale pour le Commerce de Produits industriels
(Société)
6, Place Joseph II, Luxembourg

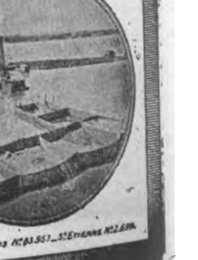












Registre du Commerce : PARIS N° 63.957 — St-Étienne N° 2.696

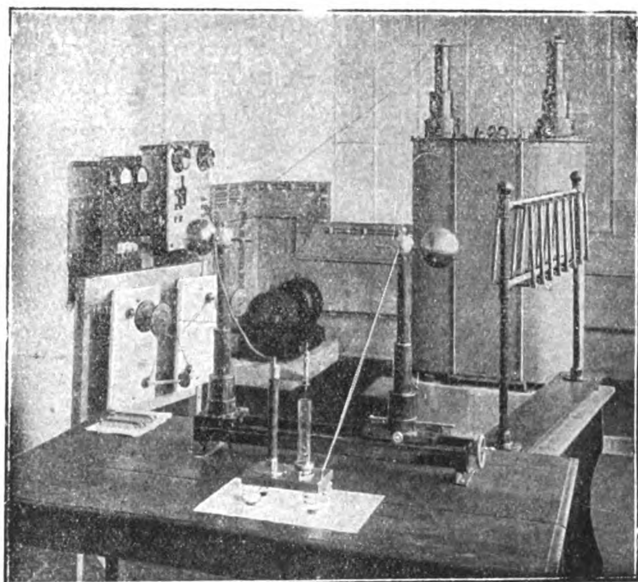
LA

SOCIÉTÉ DE LA MAILLERAYE

79, Rue de Miromesnil, PARIS (8e)

Téléph. : Laborde 04-15, 04-16, 04-17, 04-18

Registre du Commerce : Seine N° 143 574



Vue du laboratoire électrique de la Société de la Mailleraye

RAFFINE dans ses usines de la Mailleraye-s.-Seine (Seine-Inférieure)

toutes

— HUILES —

POUR

TRANSFORMATEURS

INTERRUPTEURS

DISJONCTEURS

ÉCHANTILLONS ET RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES SUR DEMANDE

SOCIÉTÉ

OERLIKON

Bureaux à :

BRUXELLES 204, rue Royale
LILLE 1, bd de la Liberté
LYON 9, quai Tilsitt
MARSEILLE 27, rue Pavillon
METZ 6, place de la Gare
PONTARLIER 10, rue Tissot

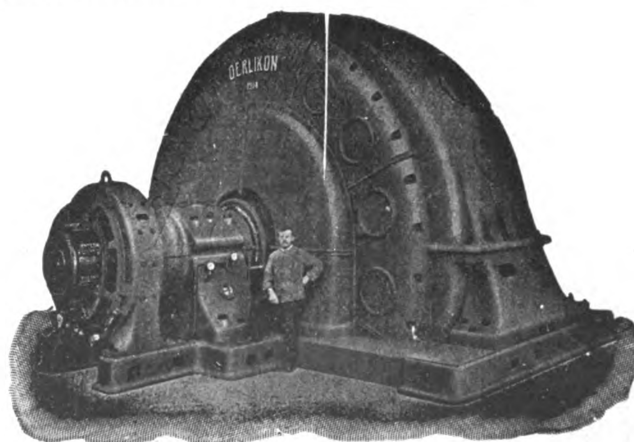
Siège social : PARIS, 15, Rue de Milan

Registre du Commerce : Seine N° 140 839

Téléph : Central 20-54, 82-25 et 28-15

Télégr. : OERLIK T. T.

Usines à **ORNANS** (Doubs)



Générateur triphasé fermé, 17000 kV-A 11000 volts, 250 mn.

Moteurs électriques

Spéciaux pour mines, filatures, tissages, etc.

Transformateurs

Alternateurs, Génératrices

Engins de Levage

Perceuses, Riveuses, Appareillage

Matériel de Traction

Installations de centrales

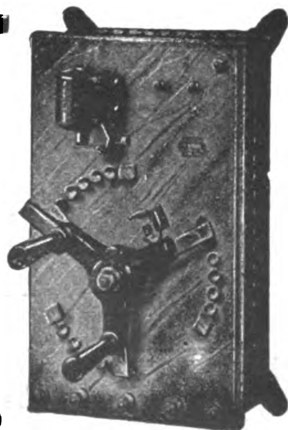
Turbines à vapeur

Turbo-compresseurs, Soufflantes

Chauffage électrique

Industriel et domestique

DEVIS ET RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE



PETITES ANNONCES

Le tarif des « Petites Annonces » *est fixé à 6 fr la ligne, avec minimum de 30 fr par insertion, sauf pour la rubrique* « Offres et demandes d'emplois ». *Pour cette rubrique le tarif est de 3 fr la ligne, avec minimum de 12 fr. Le montant doit être joint à la demande d'insertion. Pour les réponses à transmettre, joindre les timbres nécessaires à l'affranchissement pour la réexpédition.*

SOCIÉTÉS

Convocations

4 janvier 1928. — Société française radioélectrique, Assemblée générale extraordinaire, 10 heures, 79, boulevard Haussmann, Paris (8e).

5 janvier. — L'Electrique de Saint-Julien-du-Sault, Assemblée générale extraordinaire, 14 heures 30, Saint-Julien-du-Sault (Yonne).

9 janvier. — Compagnie électrique de la Méditerranée, Assemblée générale ordinaire, 11 heures, 29, rue de Rome, Paris (8e).

AVIS DE CONCOURS

L'Administration des Postes et des Télégraphes procédera, le 16 janvier 1928, dans les conditions fixées par l'arrêté du 14 juin 1916 (*Journal officiel* du 17 juin 1916), à des concours pour la fourniture d'objets de matériel téléphonique désignés ci-après :

1° **Appareils pour postes d'abonnés à batterie locale et à batterie centrale**, modèle 1918;
2° **Pièces accessoires pour tableaux commutateurs téléphoniques;**
3° **Appareils accessoires;**
4° **Condensateurs pour postes d'abonnés avec et sans planchette;**
5° **Sonneries magnétiques sans condensateur;**
6° **Cordons;**
7° **Câbles;**
8° **Têtes verticales de câble à 112 paires avec parafoudres fusibles et bobines thermiques;**
9° **Fils torsadés à deux conducteurs;**
10° **Fil à deux conducteurs émaillé sous soie et ramie;**
11° **Dispositifs de protection;**
12° **Piles à liquide immobilisé;**
13° **Boîtes pour piles portatives à trois éléments.**

Les industriels désireux de remettre des offres de prix pour ces fournitures pourront, pour obtenir tous renseignements, s'adresser, soit au Service de la Vérification du Matériel, 75, boulevard Brune, à Paris (14e), soit à la Direction de l'Exploitation téléphonique, 4e bureau, 103, rue de Grenelle (3e étage), à Paris (7e), tous les jours non fériés, sauf le samedi après-midi, de 10 à 12 heures et de 15 à 17 heures.

L'Administration des Postes et des Télégraphes procédera, le 17 janvier 1928, dans les conditions fixées par l'arrêté du 14 juin 1916 (*Journal officiel* du 17 juin 1916) :

1° à un concours pour la fourniture et l'installation d'un **commutateur multiple** au bureau central téléphonique d'Epinal;

2° à un concours pour la fourniture et l'installation d'un **commutateur multiple** au bureau central téléphonique de Nimes.

Les industriels désireux de remettre des offres de prix pour ces fournitures obtiendront tous renseignements en s'adressant à la Direction de l'Exploitation téléphonique, 4e bureau, 103, rue de Grenelle (3e étage), à Paris (7e), tous les jours non fériés, sauf le samedi après-midi, de 10 à 12 heures et de 15 à 17 heures.

Département du Morbihan (Syndicat d'électrification de la région de Malestroit, 10 communes). — Concours pour la **construction et l'exploitation du réseau.**

Adresser demande et références avant le 15 janvier à M. de Montfort, président du Syndicat, à Lourmes, par Malestroit (Morbihan).

Renseignements au Service du Génie rural, 16, rue de Paris, Rennes.

ADJUDICATIONS

Indes anglaises (Office of the Director general, India store Department, Belvedere road, Lambeth, London S.E.1.). — Adjudication, le 13 janvier 1928, pour la fourniture : 1° **un tableau de distribution de 8 panneaux** pour courant triphasé; 2° **un tableau de distribution de 7 panneaux** pour courant triphasé 50 p : s, 400 volts.

Cahier des charges (texte en langue anglaise), à l'Office national du Commerce extérieur, 22, avenue Victor Emmanuel III, Paris (8e), tous les jours non fériés de 10 à 12 heures et de 14 à 16 heures, samedis après-midi exceptés.

On peut se procurer ce document en s'adressant à l'Office of

THE DIRECTOR GENERAL, INDIA STORE DEPARTMENT, BELVEDERE ROAD, LAMBETH, LONDON S. E. I.

Indes anglaises (OFFICE OF THE DIRECTOR GENERAL, INDIA STORE DEPARTMENT, BELVEDERE ROAD, LAMBETH, LONDON S. E. I.). — Adjudication, le 13 janvier 1928, pour la fourniture de **deux transformateurs à huile**, transformant le courant de 3330 volts en courant 400 volts, triphasé, 50 p : s.

Cahier des charges (texte en langue anglaise), à l'OFFICE NATIONAL DU COMMERCE EXTÉRIEUR, 22, avenue Victor Emmanuel III, Paris (8e), tous les jours non fériés de 10 à 12 heures et de 14 à 16 heures, samedis après-midi exceptés.

On peut se procurer ce document en s'adressant à l'OFFICE OF THE DIRECTOR GENERAL, INDIA STORE DEPARTMENT, BELVEDERE ROAD, LAMBETH, LONDRES, S. E. I.

Indes anglaises (OFFICE OF THE DIRECTOR GENERAL, INDIA STORE DEPARTMENT, BELVEDERE ROAD, LAMBETH, LONDON S. E. I.). — Adjudication : 1° pour les fournitures de **générateurs électriques** de 300 kw complets; 2° **deux valves d'échappement et tuyaux d'échappement**, le moteur et le condensateur et l'atmosphère; 3° **deux condenseurs** à jets multiples avec valves et tuyauterie; 4° des **pièces détachées** selon spécification.

Cahier des charges (texte en langue anglaise), à l'OFFICE NATIONAL DU COMMERCE EXTÉRIEUR, 22, avenue Victor-Emmanuel III, Paris (8e), tous les jours non fériés, de 10 à 12 heures et de 14 à 16 heures, samedis après-midi exceptés.

On peut se procurer ce document en s'adressant à l'OFFICE OF THE DIRECTOR GENERAL, INDIA STORE DEPARTMENT, BELVEDERE ROAD, LAMBETH, LONDON S. E. I.

VENTES ET ACHATS DE FONDS DE COMMERCE

Chute de 4 à 5 mètres, 1 200 à 1 500 ch avec terrain riverain de 18 hectares, bâtiments, à vendre dans les Pyrénées.

S'adresser à la *R. G. E.* qui transmettra .... [1198]

LIBRAIRIE

A VENDRE :

Collection complète de la *R. G. E.*, années 1922 à 1927.

Faire offres à la *R. G. E.* qui transmettra .... [1222]

DIVERS

Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — POUR ALLER AU MAROC, EMBARQUEZ A MARSEILLE. — C'est la traversée la plus courte, la plus rapide, la mieux abritée. Elle est assurée par les luxueux paquebots de la Compagnie PAQUET qui partent régulièrement de Marseille, les 5, 15 et 25 de chaque mois pour atteindre Tanger les 8, 18, 28 au matin et Casablanca les 9, 19, 29 au matin.

Des billets comprenant le parcours par chemin de fer et le trajet maritime, valables 15, 30 ou 90 jours et permettant l'enregistrement direct des bagages, sont délivrés pour Tanger et Casablanca par les principales gares P.-L.M. et les agences de la Compagnie PAQUET.

OFFRES D'EMPLOIS

DEMANDES D'EMPLOIS

Jeune ingénieur français, diplômé A. et M. et I. E. G. (mécanique et électricité), mécanicien praticien diplômé, ayant très bonnes connaissances d'allemand et de comptabilité, cherche place de début.

Faire offres : G. BRILLOUIN, Saint-Imier (Suisse).

Ingénieur I. E. G., 25 ans, marié, 3 ans de pratique dans bureaux d'études (mécanique et électricité), cherche emploi stable dans bureaux et ateliers.

Ecrire à la *R. G. E.* qui transmettra .... [720]

Conducteur électricien (Grenoble). Sérieux, actif, 7 ans pratique dessinateur études appareillage et installation centrales poste à haute tension, chef équipe montage, cherche situation avenir dans compagnie entreprises installation à haute tension ou secteur, région des Alpes. Accepterait poste région haute montagne. Pratique skis. Sérieuses références.

Ecrire à la *R. G. E.* qui transmettra .... [721]

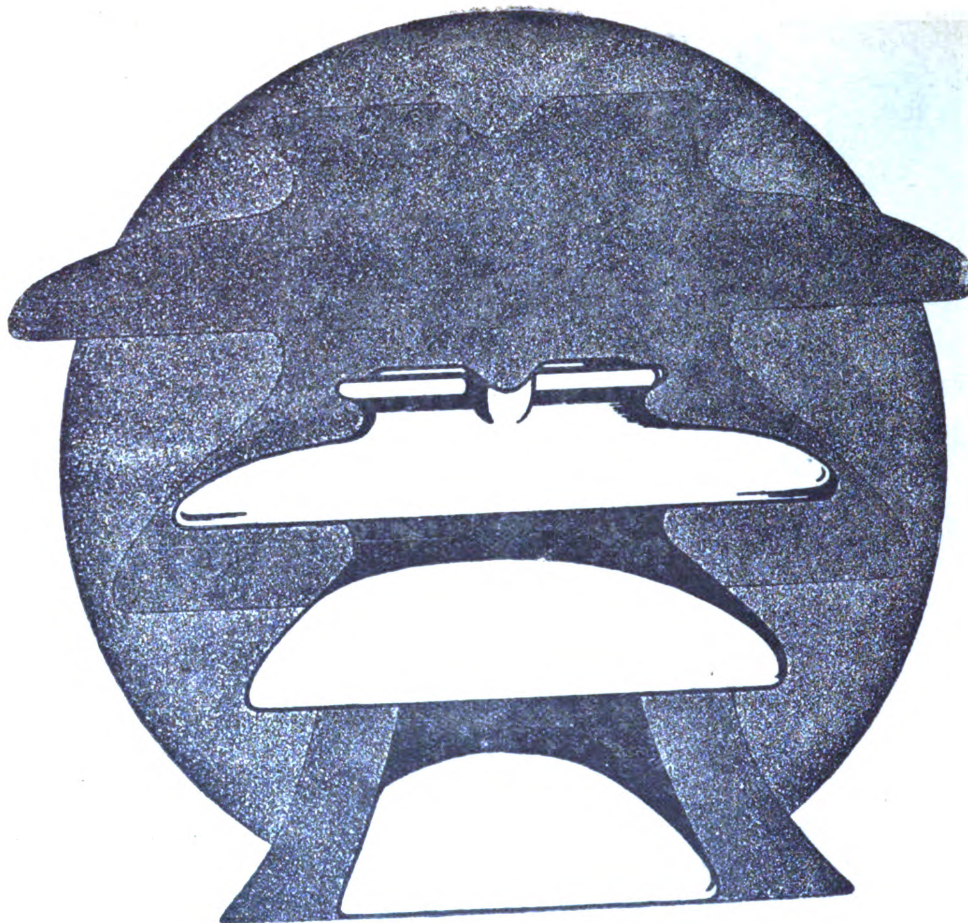
Ingénieur I. E. T., résidant depuis 3 ans et demi en Afrique du Sud, très au courant industrie électrotechnique et T. S. F., désire situation stable en France. Dirigerait services exportations anglais, russe, allemand.

Ecrire à la *R. G. E.* qui transmettra .... [722]

Secteurs : Pour organiser et diriger votre *service de propagande*, ingénieur électricien, marié, 37 ans, bon commerçant, actif, au courant méthodes modernes de vente. Excellentes références.

Ecrire à la *R. G. E.* qui transmettra .... [724]

INDEX DES ANNONCES





PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE